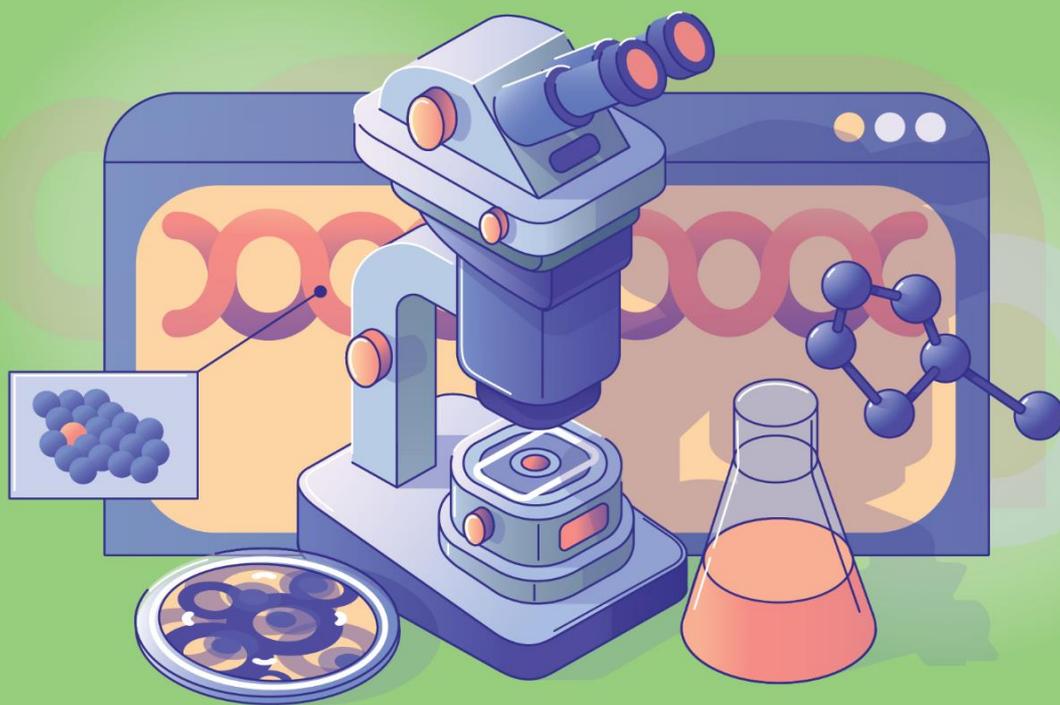


## PEDOMAN PENGELOLAAN ALAT KESEHATAN DI LABORATORIUM KESEHATAN



KEMENTERIAN KESEHATAN RI  
2023

# PEDOMAN PENGELOLAAN ALAT KESEHATAN DI LABORATORIUM KESEHATAN

Ukuran Buku :  
Jumlah Halaman : 229

**Penasehat** : dr. Azhar Jaya, SKM, MARS

**Penanggung jawab** : dr. Aswan Usman, M.Kes.

## **Tim Penyusun:**

Ketua : Elisabeth, Sa Pang Sampelino, ST., MM.

Sekretaris : drg. Ernawati Roeslie, MKM

## **Penulis:**

Aswan Usman, Elisabeth Sa Pang Sampelino, Ernawati Roeslie, Munir Wahyudi, Hendrik Permana, Tri Suwarni, Yesi Suciati, Hosen Pasaribu, Winda Wirasa, Anggiat Winner, Delima Agustin Nurani, Inayat Sholekhah, Ida Susanti, Kabib Abdullah, Iis Iman Isdiyanto, Agus Susilo Wibowo, Indra Gunawan, Sukri, Ivan Sarifudin, Bonnie Ismailia Mehta

## **Editor:**

Ernawati Roeslie, Mark William Jaya Laksana, Adryan Lukman Indira

## **Diterbitkan oleh:**

Kementerian Kesehatan RI



Hak Cipta dilindungi oleh Undang undang

Dilarang memperbanyak buku ini sebagian atau seluruhnya dalam bentuk dan dengan cara apapun juga, baik secara mekanis maupun elektronik termasuk fotocopy rekaman dan lain-lain tanpa seijin tertulis dari penerbit.

## KATA PENGANTAR



Dengan memanjatkan rasa syukur kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, Alhamdulillah penyusunan buku “PEDOMAN PENGELOLAAN ALAT KESEHATAN DI LABORATORIUM KESEHATAN” ini dapat diselesaikan.

Buku ini memuat tentang prosedur pengelolaan alat kesehatan di laboratorium kesehatan yang meliputi mulai dari perencanaan, pengadaan, penerimaan, pengoperasian, pemeliharaan dan penghapusan.

Pedoman Pengelolaan Alat Kesehatan di Laboratorium Kesehatan disusun dengan melibatkan Lintas Program di Kemenkes, Labkesda Kab/Kota, Labkesda Provinsi, BPFK, Akademisi, dan beberapa Profesi terkait pelayanan laboratorium. Kami mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Buku Pedoman Pengelolaan Alat Kesehatan di Laboratorium Kesehatan ini. Harapan kami semoga buku pedoman ini bermanfaat, masukan dan saran yang bersifat membangun untuk penyempurnaan buku pedoman ini sangat kami harapkan.

Akhir kata, semoga buku pedoman ini dapat digunakan sebagaimana mestinya dan membawa kebaikan dalam memberikan pelayanan Kesehatan khususnya pelayanan Laboratorium Kesehatan.

Direktur Fasilitas Pelayanan Kesehatan



dr. Aswan Usman, M.Kes

## KATA SAMBUTAN



Puji syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayahNya buku “PEDOMAN PENGELOLAAN ALAT KESEHATAN DI LABORATORIUM KESEHATAN” ini dapat disusun.

Alat kesehatan di laboratorium kesehatan merupakan salah satu faktor penting dalam pelayanan laboratorium guna menjamin mutu dan keselamatan pasien, pengguna serta petugas laboratorium, termasuk kepuasan pelanggan. Alat kesehatan harus memenuhi persyaratan sesuai kebutuhan dan fungsinya, sehingga harus dikelola dengan baik mulai dari perencanaan, pengadaan, penerimaan, pengoperasian, pemeliharaan sampai dengan penghapusan. Dengan telah disusunnya buku Pedoman Pengelolaan Alat Kesehatan di Laboratorium Kesehatan diharapkan pengelolaan alat Kesehatan menjadi lebih terarah dan dapat menjamin mutu di laboratorium Kesehatan.

Oleh sebab itu kami menyambut baik diterbitkannya buku Pedoman Pengelolaan Alat Kesehatan di Laboratorium Kesehatan ini. Ucapan terima kasih kepada segenap tim penyusun dan semua pihak yang telah membantu proses penyusunan buku ini.

Jakarta, April 2023

Direktur Jenderal Pelayanan Kesehatan

dr. Azhar Jaya, M.Kes

# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Maksud Dan Tujuan .....	2
1.2.1. Maksud.....	2
1.2.2. Tujuan.....	2
1.3 Sasaran .....	2
1.4 Ruang Lingkup.....	3
1.5 Dasar Hukum.....	3
1.6 Batasan Dan Pengertian .....	4
<b>BAB II PERENCANAAN.....</b>	<b>11</b>
2.1. Penilaian Kebutuhan .....	12
2.2. Prioritas Pemenuhan Kebutuhan .....	13
2.3. Data Dukung Perencanaan.....	14
2.4. Pengalokasian Anggaran .....	15
<b>BAB III PENGADAAN.....</b>	<b>18</b>
3.1. Identifikasi Kebutuhan .....	22
3.2. Penyusunan Jadwal Pengadaan.....	23
3.3. Penyiapan Spesifikasi .....	24
3.4. Penyusunan HPS.....	25
3.5. Pelaksanaan Pengadaan .....	26
<b>BAB IV PENERIMAAN.....</b>	<b>29</b>
4.1. Penerimaan Dokumen.....	29
4.2. Pemeriksaan Kesesuaian Spesifikasi .....	30
4.3. Serah Terima .....	30
4.3.1. Uji Fungsi.....	30
4.3.2. Uji Coba .....	30
4.4. Pelatihan Operator Dan Elektromedis.....	31

4. 5. Inventarisasi .....	32
<b>BAB V PENGOPERASIAN ALAT LABORATORIUM KESEHATAN .....</b>	<b>34</b>
5. 1. Persiapan Alat .....	34
5. 2. Pelaksanaan Pengoperasian .....	35
5. 3. Perapihan dan Pembersihan .....	35
<b>BAB VI PEMELIHARAAN .....</b>	<b>37</b>
6. 1. Lingkup Pemeliharaan .....	39
6. 2. Persiapan dan Penjadwalan .....	41
6. 3. Pelaksanaan Pemeliharaan .....	60
6. 4. Pengecekan Antara .....	199
6. 5. Biaya Pemeliharaan .....	200
<b>BAB VII PENGHAPUSAN .....</b>	<b>214</b>
7. 1. Penghapusan Alat Kesehatan .....	214
<b>LAMPIRAN I SOP AP PERBAIKAN .....</b>	<b>217</b>
<b>LAMPIRAN II SOP AP PEMELIHARAAN .....</b>	<b>223</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Tabel Identifikasi Fungsi Alat Terhadap Nilai .....	43
Tabel 2 Tabel Identifikasi Risiko Fisik terhadap nilai .....	44
Tabel 3 Tabel Identifikasi Kebutuhan Pemeliharaan terhadap nilai .....	45
Tabel 4 Tabel Identifikasi Kebutuhan Pemeliharaan terhadap nilai .....	45
Tabel 5 Contoh Perhitungan Equipment Manajemen (EM) dengan empat identifikasi .....	46
Tabel 6 Contoh jadwal pemeliharaan .....	49
Tabel 7 Contoh SOP Pemeliharaan Centrifuge .....	52
Tabel 8 Contoh Lembar Kerja Pemeliharaan Centrifuge.....	55
Tabel 9 Evaluasi fungsional lemari pengaman biologis.....	131
Tabel 10 Temperature/Waktu sterilisasi dengan panas kering .....	180
Tabel 11 Usia Teknis Alat Kesehatan (AHA, 1996).....	205

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Siklus Pengelolaan Alat Kesehatan Di Laboratorium Kesehatan.....	1
Gambar 2 Flow chart prosedur pengadaan alat kesehatan di laboratorium Kesehatan menggunakan aplikasi ASPAK .....	12
Gambar 3 Langkah Penentuan Cara Pengadaan .....	19
Gambar 4 Alur Proses Penyusunan Jadwal Pengadaan Alat Kesehatan Di Laboratorium Kesehatan.....	24
Gambar 5 Alur Proses Penyusunan Spesifikasi Pengadaan Alat Kesehatan Di Laboratorium Kesehatan.....	25
Gambar 6 Tahap Perencanaan Pengadaan .....	27
Gambar 7 Tahap Persiapan Pengadaan .....	27
Gambar 8 tahap pelaksanaan pengadaaan .....	28
Gambar 9 Cermin Mikroskop.....	87
Gambar 10 Diafragma .....	88
Gambar 11 Mikropipet dengan ujung sekali pakai T: ujung sekali pakai.....	94
Gambar 12 Menggunakan pipet jatuh .....	94
Gambar 13 Gambar Autoklaf.....	101
Gambar 14 diagram proses pembangkit Uap autoklaf .....	103
Gambar 15 siklus sterilisasi pada autoklaf .....	106
Gambar 16 Ruang yang dibutuhkan untuk penempatan autoklaf .....	107
Gambar 17 Gambar sambungan udara terkompresi.....	108
Gambar 18 Gambar sambungan pembangkit uap .....	108
Gambar 19 sistem pembangkit uap pada autoklaf .....	113
Gambar 20 Kontrol alat stiring heating plate secara umum .....	115
Gambar 21 Gambar Penempatan BSC (NSF 49).....	127
Gambar 22 Mesin Cuci Piring Mikro.....	154
Gambar 23 Profil Sumur .....	155
Gambar 24 Water Distiller .....	161
Gambar 25 Dispenser .....	170

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Alat kesehatan di laboratorium kesehatan merupakan salah satu faktor penting dalam pelayanan laboratorium guna menjamin mutu dan keselamatan pasien, pengguna serta petugas laboratorium, termasuk kepuasan pelanggan. Alat kesehatan harus memenuhi persyaratan sesuai kebutuhan dan fungsinya, sehingga harus dikelola dengan baik mulai dari perencanaan, pengadaan, penerimaan, pengoperasian, pemeliharaan sampai dengan penghapusan. Dalam prosesnya perlu diperhatikan pemilihan spesifikasi alat kesehatan, termasuk pelatihan bagi pengguna, pengujian dan kalibrasi yang sesuai dengan kebutuhan. Seperti tergambar pada siklus pengelolaan alat kesehatan dijelaskan dalam gambar berikut ini:



Gambar 1 Siklus Pengelolaan Alat Kesehatan Di Laboratorium Kesehatan

Untuk itu diperlukan pedoman pengelolaan alat kesehatan di laboratorium kesehatan untuk mendukung penyelenggaraan pelayanan yang aman efektif dan efisien.

## **1.2 Maksud Dan Tujuan**

### **1.2.1. Maksud**

Pedoman Pengelolaan Alat Kesehatan di Laboratorium Kesehatan ini adalah sebagai acuan, untuk penyelenggaraan pengelolaan alat kesehatan di laboratorium kesehatan.

### **1.2.2. Tujuan**

Pedoman pengelolaan alat kesehatan di laboratorium kesehatan ini mempunyai tujuan sebagai berikut:

#### **1) Tujuan Umum**

Tersedianya pedoman pengelolaan alat kesehatan di laboratorium kesehatan untuk memberikan langkah-langkah pengelolaan alat kesehatan laboratorium mulai dari perencanaan, pengadaan, penerimaan, pengoperasian, pemeliharaan sampai dengan penghapusan.

#### **2) Tujuan Khusus**

- a. Tersusunnya perencanaan alat kesehatan sesuai kebutuhan,
- b. Terselenggaranya pengadaan dan penghapusan alat kesehatan sesuai mekanisme peraturan dan perundang-undangan yang berlaku,
- c. Terlaksananya mekanisme penerimaan, pengoperasian dan pemeliharaan alat kesehatan di laboratorium kesehatan sesuai dengan standar,

## **1.3 Sasaran**

Sasaran pedoman ini adalah :

- a. Direktorat Fasilitas Pelayanan Kesehatan dan lintas program terkait
- b. Laboratorium Nasional
- c. Laboratorium Regional
- d. Dinas Kesehatan Provinsi
- e. Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi
- f. Dinas Kesehatan Kabupaten/Kota
- g. Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten/Kota
- h. Puskesmas
- i. Lintas sektor terkait pengelolaan alat kesehatan di laboratorium kesehatan

## 1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pedoman ini adalah prosedur pengelolaan alat kesehatan di laboratorium kesehatan yang meliputi mulai dari perencanaan, pengadaan, penerimaan, pengoperasian, pemeliharaan dan penghapusan.

## 1.5 Dasar Hukum

1. Undang Undang No. 1 Tahun 2004 Tentang Perbendaharaan Negara.
2. Undang Undang No. 36 Tahun 2009 tentang Kesehatan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 144).
3. Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah.
4. Peraturan Pemerintah No. 27 Tahun 2014 Tentang Pengelolaan Barang Milik Negara/Daerah.
5. Peraturan Pemerintah Nomor 47 Tahun 2016 Tentang Fasilitas Pelayanan Kesehatan
6. Peraturan Pemerintah Nomor 18 Tahun 2016 Tentang Perangkat Daerah.
7. Peraturan Presiden No. 12 Tahun 2021 Tentang Perubahan Atas Peraturan Presiden Nomor 16 Tahun 2018 Tentang Pengadaan Barang /Jasa Pemerintah.
8. Permendagri No. 7 Tahun 2006 Tentang Standarisasi Sarana dan Prasarana Kerja Pemerintah Daerah.
9. Permendagri No. 19 Tahun 2016 Tentang Pedoman Pengelolaan Barang Milik Daerah.
10. Permenkes No. 1077 Tahun 2011 Tentang Pedoman Penyehatan Udara Dalam Ruang Rumah.
11. Permenkes No. 31 Tahun 2018 Tentang Aplikasi Sarana Prasarana dan Alat Kesehatan.
12. Permenkes No. 57 Tahun 2014 Tentang Standar Sarana dan Prasarana Kantor.
13. Permenkes No. 54 Tahun 2015 Tentang Pengujian Dan Kalibrasi Alat Kesehatan.
14. Kepmenkes No. 298 Tahun 2008 Tentang Pedoman Akreditasi Laboratorium Kesehatan.
15. Permenkes No. 4 Tentang Penggunaan Gas Medik dan Vakum Medik Pada Fasyankes.
16. Kepmenkes No. 1267 tahun 2004 Tentang Standar Pelayanan Laboratorium Dinas Kesehatan Kabupaten / Kota.
17. Kepmenkes No. 364 tahun 2003 Tentang Laboratorium Kesehatan.
18. Kepmenkes no. 605 Tahun 2008 Tentang Standar Balai Laboratorium Kesehatan dan Balai Besar Laboratorium Kesehatan.
19. Permenkes No. 411 Tahun 2010 Tentang Laboratorium Klinik.

20. Kepmenkes No. 194 Tahun 2012 Tentang Penunjukan Laboratorium Pemeriksaan Narkotika dan Psikotropika.
21. Permenkes No. 31 Tahun 2018 Tentang Aplikasi Sarana Prasarana dan Alat Kesehatan.
22. Peraturan Menteri Keuangan No. 83/PMK.06/2016 Tentang Tata Cara Pelaksanaan Pemusnahan dan Penghapusan Barang Milik Negara.
23. Permenkes 43 tahun 2013 tentang Penyelenggaraan Laboratorium yang baik dan benar

## 1.6 Batasan Dan Pengertian

### 1. Laboratorium Kesehatan

Adalah Laboratorium kesehatan adalah sarana kesehatan yang melaksanakan pengukuran, penetapan dan pengujian terhadap bahan yang berasal dari manusia atau bahan bukan berasal dari manusia untuk penentuan jenis penyakit, penyebab penyakit, kondisi kesehatan atau faktor yang dapat berpengaruh pada kesehatan perorangan dan masyarakat.

### 2. Laboratorium Klinik (tingkatan lab)

Laboratorium klinik adalah laboratorium kesehatan yang melaksanakan pelayanan pemeriksaan di bidang hematologi, kimia klinik, mikrobiologi klinik, parasitologi klinik, imunologi klinik, patologi anatomi dan atau bidang lain yang berkaitan dengan kepentingan kesehatan perorangan terutama untuk menunjang upaya diagnosis penyakit, penyembuhan penyakit dan pemulihan Kesehatan.

### 3. Laboratorium Kesehatan Masyarakat

Laboratorium kesehatan masyarakat adalah laboratorium kesehatan yang melaksanakan pelayanan pemeriksaan di bidang mikrobiologi, fisika, kimia dan atau bidang lain yang berkaitan dengan kepentingan kesehatan masyarakat dan kesehatan lingkungan terutama untuk menunjang upaya pencegahan penyakit dan peningkatan kesehatan masyarakat.

### 4. SPA Alat Kesehatan di Laboratorium Kesehatan

### 5. Pengelolaan Alat Kesehatan di Laboratorium Kesehatan

### 6. Alat Kesehatan

Alat Kesehatan adalah instrumen, apparatus, mesin dan/atau implan yang tidak mengandung obat yang digunakan untuk mencegah, mendiagnosis, menyembuhkan dan meringankan penyakit, merawat orang sakit, memulihkan kesehatan pada manusia, dan/atau membentuk struktur dan memperbaiki fungsi tubuh. Alat

Kesehatan terdiri dari Alat Kesehatan Elektromedis dan Alat Kesehatan Non Elektromedis.

7. Penilaian Teknologi (*Health Technology Management*)

Analisa untuk menentukan jenis dan teknologi peralatan kesehatan yang dipilih di antara beberapa pilihan teknologi peralatan kesehatan untuk memenuhi pelayanan kesehatan di fasilitas pelayanan Kesehatan.

8. Pemeliharaan

Suatu rangkaian kegiatan baik preventif maupun korektif yang dilakukan untuk menjaga alat kesehatan bermutu, aman dan laik pakai.

9. Penghapusan

Tindakan menghapus Barang Milik Negara dari daftar barang dengan menerbitkan surat keputusan dari pejabat yang berwenang untuk membebaskan Pengguna dan atau Kuasa Pengguna Barang dan atau Pengelola Barang dari tanggung jawab administrasi dan fisik barang yang berada dalam penguasaannya.

10. Pengujian

Keseluruhan tindakan yang meliputi pemeriksaan fisik dan pengukuran satu atau lebih sifat, karakteristik dari suatu produk, proses, output untuk membandingkan hasil pengujian dari alat ukur dengan standar untuk satuan ukuran yang sesuai guna menetapkan sifat ukurnya atau menentukan besaran atau kesalahan pengukuran.

11. Kalibrasi

Kalibrasi adalah memastikan hubungan antara besaran yang ditunjukkan oleh suatu alat ukur atau sistem pengukuran atau besaran yang diabadikan pada suatu bahan ukur dengan besaran yang sebenarnya dari besaran yang diukur.

12. Standar Prosedur Operasional

Suatu set instruksi yang memiliki kekuatan sebagai suatu petunjuk yang mencakup hal-hal dari operasi yang memiliki prosedur pasti atau terstandarisasi, tanpa kehilangan keefektifannya.

13. Uji Fungsi

Pengujian alat kesehatan secara keseluruhan, melalui uji bagian-bagian alat dengan kemampuan maksimum (secara teknis saat itu) tanpa beban sebenarnya, sehingga dapat diketahui kinerja dan kemampuan alat dalam hal fungsi komponen dan keluaran. Uji fungsi dilaksanakan sebelum alat diterima oleh Panitia Penerima Barang.

14. Uji Coba

Pengujian alat secara keseluruhan, melalui uji bagian-bagian alat dengan beban sebenarnya (misalnya pasien), setelah uji fungsi dilakukan dengan hasil baik. Uji coba

dilaksanakan oleh operator yang telah dilatih, untuk membiasakan penggunaan alat sesuai prosedur kerjanya dalam waktu tertentu atau berdasarkan jumlah pemakaian.

15. Recall

Suatu tindakan yang dilakukan untuk mengatasi masalah pada suatu peralatan kesehatan, bila tidak sesuai dengan peraturan yang berlaku atau dapat menyebabkan suatu bahaya pada penggunaannya. Suatu produk yang ditarik dari peredaran, akan diteliti ulang oleh produsen sehingga dapat ditentukan apakah produk tersebut akan diperbaiki atau di musnahkan.

16. Izin Edar

Izin yang diberikan kepada perusahaan untuk produk alat kesehatan, yang akan diimport, digunakan dan/atau diedarkan di wilayah Republik Indonesia, berdasarkan penilaian terhadap mutu, keamanan dan kemanfaatan.

17. Teknologi Kesehatan

Penerapan pengetahuan dan keterampilan dalam bentuk peralatan kesehatan, prosedur dan sistem yang dikembangkan untuk memecahkan masalah kesehatan dan meningkatkan kualitas kehidupan.

18. Pra-Instalasi

Penyiapan material dan kelengkapan yang dibutuhkan untuk instalasi alat.

19. Instalasi Alat

Tahap kegiatan mulai dari penempatan/peletakan, perakitan, pemasangan, penyetelan, *adjustment*, pengukuran keluaran sampai alat berfungsi baik.

20. Pemeriksaan Fisik

Kegiatan yang meliputi penilaian fisik secara visual, kelengkapan dan kinerja alat.

21. Spesifikasi

Data yang menguraikan kemampuan, kapasitas, teknologi, sistem, fungsi, aksesoris, keselamatan dan aspek teknis lainnya dari suatu alat.

22. Sertifikat Pengujian (*Test Certificate*) dari Pabrik

Sertifikat yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat alat sebagai bukti bahwa alat yang diproduksi telah lulus pengujian pabrik, meliputi: keluaran (*output*), fungsi dan keselamatan.

23. Buku Petunjuk (*Manual Operation*)

Petunjuk yang harus disertakan pada peralatan kesehatan yang didistribusikan, meliputi: petunjuk operasional, petunjuk instalasi dan petunjuk pemeliharaan dalam bahasa Negara pembuat, bahasa Inggris, bahasa Indonesia. Petunjuk yang harus disertakan sesuai jenis peralatan.

#### 24. Suku Cadang (*Spare Part*)

Komponen suatu rekomendasi pabrik alat yang mengalami kerusakan setelah jangka waktu tertentu dan direkomendasikan harus disediakan.

#### 25. Aksesori

Kelengkapan standar yang secara fungsi tidak dapat dipisahkan dan harus lengkap pada saat penyerahan peralatan.

#### 26. Dekontaminasi

Dekontaminasi adalah upaya mengurangi dan/atau menghilangkan kontaminasi oleh mikroorganisme pada orang, peralatan, bahan dan ruang melalui pembersihan, desinfeksi dan sterilisasi dengan cara fisik dan kimiawi.

#### 27. Pembersihan.

Sebuah proses yang secara fisik menghilangkan mikroorganisme dan bahan organik tapi tidak selalu menghancurkan sama sekali. Pengurangan kontaminasi mikroorganisme tergantung pada banyak faktor, termasuk efektivitas dari proses pembersihan. Pembersihan penting dilakukan agar proses disinfeksi atau sterilisasi efektif.

#### 28. Desinfeksi

Desinfeksi adalah upaya untuk mengurangi/menghilangkan jumlah mikroorganisme *pathogen* penyebab penyakit (tidak termasuk spora) dengan fisik dan kimiawi dengan menggunakan cairan desinfektan.

#### 29. Desinfektan

Desinfektan adalah obat pembasmi kuman penyakit atau bahan kimia bersifat toksik yang digunakan untuk mencegah terjadinya infeksi dan memiliki kemampuan membunuh mikroorganisme.

#### 30. Sterilisasi

Sterilisasi adalah upaya untuk menghilangkan semua mikroorganisme termasuk endospora dengan cara fisik dan kimiawi dengan menggunakan alat sterilisator.

#### 31. Kontaminasi

Adanya zat pengotor atau pencemaran benda mati atau material hidup yang merupakan bahan berbahaya, yang tidak diinginkan yang berpotensi menular atau lainnya. Kemungkinan besar berupa bahan organik dan zat menular, juga dapat berupa zat-zat yang tidak diinginkan lainnya misalnya residu kimia, bahan radioaktif, produk degradasi, bahan kemasan dll. Kontaminasi tersebut menyebabkan pengaruh yang merugikan fungsi perangkat kesehatan dan dapat ditularkan ke orang selama pemrosesan, penggunaan atau penyimpanan peralatan Kesehatan.

### 32. Laboratorium Uji

Adalah laboratorium yang melaksanakan pemeriksaan secara laboratorium, pengujian dan penilaian mutu alat kesehatan dan perbekalan kesehatan rumah tangga *premarket* dan *postmarket* sesuai dengan peraturan perundang-undangan.

### 33. Premarket

Adalah kegiatan yang dilakukan oleh industri atau badan terhadap alat kesehatan sebelum beredar dilihat dari aspek keamanan, mutu dan manfaat.

### 34. Postmarket

Adalah kegiatan yang dilakukan oleh industri atau badan terhadap alat kesehatan yang beredar dilihat dari aspek keamanan, mutu dan manfaat.

### 35. Pengujian

Adalah keseluruhan tindakan yang meliputi pemeriksaan fisik dan pengukuran untuk membandingkan alat yang diukur dengan standar, atau menentukan besaran atau kesalahan pengukuran.

### 36. Alat Kesehatan

Adalah instrumen, aparatus, mesin dan/atau implan yang tidak mengandung obat yang digunakan untuk mencegah, mendiagnosis, menyembuhkan dan meringankan penyakit, merawat orang sakit, memulihkan kesehatan pada manusia, dan/atau membentuk struktur dan memperbaiki fungsi tubuh.

### 37. Alat Kesehatan Diagnostik In Vitro

Adalah setiap reagen, produk reagen, kalibrator, material kontrol, kit, instrumen, aparatus, peralatan atau sistem, baik digunakan sendiri atau dikombinasikan dengan reagen lainnya, produk reagen, kalibrator, material kontrol, kit, instrumen, aparatus, peralatan atau sistem yang diharapkan oleh pemilik produknya untuk digunakan secara *in vitro* untuk pemeriksaan dari setiap spesimen, termasuk darah atau donor jaringan yang berasal dari tubuh manusia, semata-mata atau pada dasarnya untuk tujuan memberikan informasi dengan memperhatikan keadaan fisiologis atau patologis atau kelainan bawaan, untuk menentukan keamanan dan kesesuaian setiap darah atau donor jaringan dengan penerima yang potensial, atau untuk memantau ukuran terapi dan mewardahi spesimen.

### 38. Perbekalan Kesehatan Rumah Tangga (PKRT)

Adalah alat, bahan, atau campuran bahan untuk pemeliharaan dan perawatan untuk kesehatan manusia, yang ditujukan untuk penggunaan di rumah tangga dan fasilitas umum.

### 39. Pengawasan di Bidang Kesehatan

Adalah kegiatan mengawasi dan menegakkan pelaksanaan peraturan perundang-undangan di bidang kesehatan.

40. Penyalur Alat Kesehatan

Yang selanjutnya disingkat PAK adalah perusahaan yang memiliki izin untuk pengadaan, penyimpanan, penyaluran dan penyerahan Alat Kesehatan dan Alat Kesehatan Diagnostik In Vitro.

41. Izin Edar

Adalah izin untuk Alat Kesehatan, Alat Kesehatan Diagnostik In Vitro dan PKRT yang diproduksi oleh Produsen, dan/atau diimpor oleh PAK atau importir yang akan diedarkan di wilayah Negara Republik Indonesia, berdasarkan penilaian terhadap keamanan, mutu, dan kemanfaatan.

42. Uji Profisiensi

Adalah evaluasi kinerja laboratorium terhadap kriteria yang ditetapkan sebelumnya dengan cara perbandingan antar laboratorium dalam rangka mengetahui secara objektif hasil laboratorium untuk membuktikan kehandalan data yang dihasilkan.

43. Verifikasi

Adalah penyediaan bukti obyektif bahwa *item* tertentu memenuhi persyaratan yang ditentukan.

44. Sertifikat Pengujian

Adalah sekumpulan informasi tentang bahan yang diuji seluruh parameter berkesesuaian dengan monografi atau persyaratan standar baik dengan menggunakan peralatan maupun tidak menggunakan peralatan.

45. Alat Ukur

Alat ukur yang dilengkapi dengan satu atau lebih skala nominal, dan memiliki ketelitian lebih tinggi sehingga dapat digunakan untuk pengujian/kalibrasi alat elektromedik.

46. Standar

Ukuran tertentu yang dipakai sebagai acuan pelaksanaan kegiatan.

47. Standar Prosedur Operasional atau disingkat SPO

Serangkaian instruksi tertulis mengenai proses penyelenggaraan kegiatan secara sistematis yang dibakukan.

48. Badan Layanan Umum Daerah atau disingkat BLUD

Adalah sistem yang diterapkan oleh satuan kerja perangkat daerah atau unit satuan kerja perangkat daerah pada satuan kerja perangkat daerah dalam memberikan pelayanan kepada masyarakat yang mempunyai fleksibilitas dalam pola pengelolaan

keuangan sebagai pengecualian dari ketentuan Pengelolaan Keuangan Daerah pada umumnya.

## BAB II PERENCANAAN

Perencanaan adalah suatu proses untuk menentukan kebutuhan terkait jenis, spesifikasi dan jumlah alat kesehatan di laboratorium sesuai dengan rencana kerja atau klasifikasi, beban pelayanan, perkembangan teknologi kesehatan dan sumber daya manusia. Perencanaan kebutuhan Alat Kesehatan di Laboratorium Kesehatan sangat bermanfaat untuk penyediaan anggaran, pelaksanaan pengadaan secara efektif, efisien, dan prosesnya serta pengembangan laboratorium kesehatan dapat dipertanggung jawabkan.

Perencanaan dibagi menjadi :

- A. Perencanaan pengadaan aset
- B. Perencanaan pemeliharaan

Kepala Laboratorium dibantu dengan staf teknis dan staf penanggung jawab alat kesehatan menyusun program rencana kerja, yang terbagi menjadi 2 program yaitu :

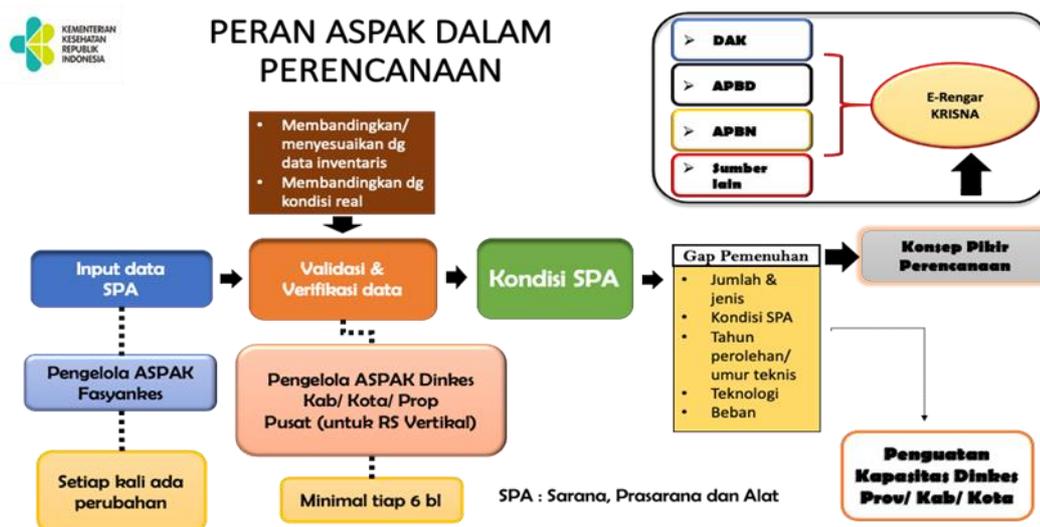
1. Program rencana kebutuhan dan pemenuhan alat kesehatan dalam mendukung kualitas pelayanan dalam jangka panjang 5 tahunan disusun berdasarkan rencana strategi (Renstra).
2. Program rencana kebutuhan dan pemenuhan alat kesehatan dalam mendukung kualitas pelayanan kesehatan jangka pendek disusun setiap tahunnya untuk mendukung program jangka panjang yang telah disusun. Program perencanaan tahunan berisi rencana kegiatan yang disusun dan akan dilaksanakan secara rinci yang digunakan untuk mencapai suatu tujuan organisasi atau satuan kerja.

Perencanaan pengelolaan Alat kesehatan di laboratorium kesehatan ditujukan untuk :

1. Diperolehnya barang/jasa yang tepat diukur dari aspek kebutuhan jenis, spesifikasi teknis, jumlah, waktu, biaya, lokasi dan penyedia.
2. Diperolehnya perbandingan spesifikasi teknis dan fungsi
3. Diperolehnya perbandingan harga
4. Memprioritaskan alat kesehatan yang dibeli memiliki nilai TKDN dan AKD.
5. Memastikan alat kesehatan yang di beli memiliki ijin edar dan distributor alat kesehatan memiliki ijin distributor alat kesehatan. Legalitas ijin edar dan ijin distributor alat kesehatan dapat di akses melalui *website* [infoalkes.kemkes.go.id](http://infoalkes.kemkes.go.id)

Tahapan perencanaan meliputi penilaian kebutuhan, penentuan prioritas, data dukung perencanaan dan pengalokasian anggaran.

Perencanaan kebutuhan alat di laboratorium Kesehatan disesuaikan dengan standar alat Kesehatan dari tingkatan laboratorium disesuaikan dengan ketentuan peraturan yang berlaku. Jika terjadi Gap atau kesenjangan terhadap standar alat kesehatan di Laboratorium Kesehatan dapat dilihat dari Aplikasi Sarana Prasarana dan Alat Kesehatan (ASPAK). Kesenjangan tersebut meliputi : jumlah dan jenis, kondisi alat, umur, teknologi dan beban kerja. Proses perencanaan dengan mempertimbangkan gap antara kondisi alat kesehatan di Laboratorium Kesehatan dengan di Aplikasi ASPAK dapat dilihat dalam gambar berikut ini :



Gambar 2 Flow chart prosedur pengadaan alat kesehatan di laboratorium Kesehatan menggunakan aplikasi ASPAK

## 2. 1. Penilaian Kebutuhan

Penilaian kebutuhan (*need assessment*) adalah proses untuk menentukan dan mengatasi kesenjangan antara situasi atau kondisi saat ini dengan situasi atau kondisi yang diinginkan sesuai dengan visi dan misi yang ditetapkan. Penilaian kebutuhan juga merupakan bagian dari proses perencanaan alat kesehatan yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja pelayanan kesehatan atau memperbaiki kekurangan pelayanan kesehatan. Penilaian Kebutuhan alat kesehatan pada dasarnya kegiatan strategis yang dimaksudkan untuk pemenuhan pencapaian visi dan misi pelayanan di Laboratorium Kesehatan sesuai kemampuan/klasifikasi, potensi bioresiko, penggunaan, pemeliharaan alat kesehatan dan pengembangan pelayanan kesehatan sesuai kebutuhan masyarakat atau perkembangan teknologi.

Penilaian kebutuhan (*need assessment*) diperoleh dengan mengidentifikasi :

1. *Risk assesment* / penilaian faktor resiko terhadap alat kesehatan
2. Gap antara kondisi saat ini dengan standar

3. Kebutuhan peningkatan kuantitas dan kualitas untuk pengembangan alat kesehatan sesuai dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan pelayanan masyarakat
4. Mempertimbangkan kebutuhan purnal jual, kebutuhan bahan habis pakai/reagen, kebutuhan pemeliharaan, dan perhitungan usia teknis.
5. Mempertimbangkan beban kerja alat Kesehatan.

Penggantian atau penambahan alat kesehatan dilakukan bisa dikarenakan alat kesehatan yang sudah rusak berat, sudah lama/usang, mengimbangi jumlah pelayanan dan perkembangan teknologi. Untuk alat kesehatan terdapat beberapa hal yang perlu menjadi perhatian dalam penilaian kebutuhan antara lain: akses pemeliharaan, ketersediaan suku cadang dan ketersediaan bahan habis pakai, disesuaikan juga dengan ketersediaan jumlah tenaga kesehatan dan kebutuhan pelayanan.

Dalam penilaian kebutuhan alat kesehatan juga dibutuhkan tim perencanaan untuk melakukan identifikasi data dan informasi alat kesehatan, yang meliputi :

- a. Inventori alat kesehatan : data jenis, spesifikasi, jumlah, harga, tahun pengadaan dan kondisi alat kesehatan. Khusus untuk alat kesehatan dan prasarana, inventori juga meliputi merk, tipe, serial number (SN).
- b. Kinerja alat kesehatan : data pemanfaatan dan kapasitas alat kesehatan sesuai spesifikasi.
- c. Keamanan alat kesehatan : data kejadian yang tidak diinginkan (KTD)/data laporan komplain alat Kesehatan, data tindaklanjut terhadap alat kesehatan yang rusak/tidak layak pakai, data tindaklanjut field safety corrective action (FSCA) dan field safety notice (FSN) dari pelaku usaha (*vigilance*), meliputi frekuensi insiden, akibat yang ditimbulkan, publikasi KTD/*vigilance*.
- d. Sumber Daya Manusia : data ketersediaan tenaga pengguna dan pemelihara serta kompetensi pengguna yang akan mengoperasikan.
- e. Informasi harga alat kesehatan dengan spesifikasi yang sama dari berbagai penyedia termasuk biaya pemeliharaan serta ketersediaan suku cadang dan jaminan purna jual (*respond time*, lama perbaikan) khususnya untuk alat kesehatan dan prasarana.

Note : ketersediaan reagen? Apakah open apa mengikuti merk alat?

## 2. 2. Prioritas Pemenuhan Kebutuhan

Tidak selamanya hasil dari penilaian kebutuhan alat kesehatan dapat direalisasikan semuanya, keterbatasan anggaran menjadi kendala dalam pemenuhan tersebut dikarenakan pendapatan kemampuan dana yang terbatas, maka perencanaannya difokuskan pada alat

kesehatan prioritas, yang disesuaikan dengan kriteria pada setiap Laboratorium. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan dalam penentuan prioritas diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Utilitas, Beban Kerja dan Kebutuhan Pelayanan  
Utilitas merupakan tingkat penggunaan atau pemakaian alat kesehatan pada pelayanan. Hal ini terkait dengan banyaknya kebutuhan alat kesehatan tersebut sehingga akan berpengaruh pada tingkat pelayanan dan penghasilan Laboratorium Kesehatan. Beban kerja merupakan perbandingan antara jumlah kunjungan pasien dengan ketersediaan alat kesehatan, sedangkan kebutuhan pelayanan adalah banyaknya permintaan masyarakat atas pelayanan kesehatan yang disediakan oleh Laboratorium Kesehatan.
2. Pemenuhan Pelayan  
Pemenuhan pelayanan kesehatan di Laboratorium Kesehatan minimal harus sesuai dengan Permenkes. Permenkes ini merupakan standar pelayanan Laboratorium Kesehatan yang terkait dengan alat kesehatan yang harus dimiliki oleh Laboratorium Kesehatan. Pemenuhan juga bisa berdasarkan tambahan standar lainnya sepanjang masih menjadi kewenangan Laboratorium Kesehatan.
3. Pengembangan Pelayanan  
Pengembangan pelayanan di Labkes berdasarkan jenis pemeriksaan baru, teknologi terbaru dan jenis penyakit di masyarakat.
4. Ketersediaan Tenaga Kesehatan  
Ketersediaan alat kesehatan harus menyesuaikan jumlah Tenaga Kesehatan yang ada sebagai pengguna.
5. Kesiapan Sarana Prasarana Pendukung  
Perencanaan alat kesehatan harus memperhatikan kesiapan sarana prasarana pendukung yang tersedia di Labkes, misalnya beberapa alat kesehatan memerlukan ruangan/tempat khusus, konsumsi listrik, Grounding dan alat pendukungnya, UPS, sistem tata udara khusus, pembangunan Laboratorium memerlukan kepastian lahan dan infrastruktur pendukung, pengolahan limbah dan sistem tata udara.

### **2. 3. Data Dukung Perencanaan**

Untuk melakukan proses perencanaan diperlukan adanya data dukung perencanaan, yang berupa dokumen-dokumen resmi untuk mendukung usulan perencanaan, dokumen resmi tersebut dapat melalui data ASPAK. Data dukung perencanaan tersebut diterapkan pada usulan Sarana Prasarana dan Alat kesehatan.

1. Sarana

Untuk kegiatan perencanaan sarana di Labkes diperlukan dokumen, antara lain:

- Status kepemilikan lahan/sertifikat.
- Berita Acara Penilaian Kerusakan Bangunan dari Dinas terkait/setempat.
- Analisis biaya pembangunan dari Dinas terkait/setempat.
- Analisis kebutuhan pembangunan baru serta kebutuhan biayanya.
- Laporan kondisi bangunan.

Untuk analisis kebutuhan pembangunan baru di Labkes dikerjakan oleh Pihak Dinas Kesehatan dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang mendukung pembangunan Labkes.

## 2. Prasarana

Untuk kegiatan perencanaan prasarana di Labkes diperlukan dokumen, antara lain :

- Berita Acara Penilaian Kerusakan Prasarana (listrik, air, limbah, sistem ventilasi, sistem aliran udara, sistem informasi, dll.) dari Dinas terkait/setempat.
- Analisis biaya instalasi prasarana dari Dinas terkait/setempat.
- Analisis kebutuhan prasarana serta kebutuhan biayanya.
- Daftar inventaris prasarana beserta kondisinya.
- Daftar pemanfaatan dan kapasitas prasarana.
- Daftar kualitas prasarana meliputi frekuensi kerusakan dan lama perbaikan.

## 3. Alat kesehatan

Untuk kegiatan perencanaan alat kesehatan di Labkes diperlukan dokumen, antara lain :

- Berita Acara Penilaian Kerusakan Alat kesehatan
- Analisis kebutuhan dan pemanfaatan barang
- Daftar Inventaris alat kesehatan beserta kondisinya.
- Daftar pemanfaatan dan kapasitas alat kesehatan .
- Daftar kualitas alat kesehatan meliputi frekuensi kerusakan, lama perbaikan dan suku cadang.
- Daftar reagen dan kebutuhannya
- Dokumen ijin edar alat Kesehatan dan dokumen ijin distributor alat Kesehatan.

## 2. 4. Pengalokasian Anggaran

Setelah dilakukan penilaian kebutuhan, penentuan prioritas dalam usulan alat kesehatan dan penyiapan dokumen data dukung perencanaan selanjutnya dilakukan pengalokasian

anggaran. Alokasi anggaran untuk kebutuhan pemenuhan alat kesehatan di Labkes, dilakukan melalui mekanisme penganggaran berdasarkan sumber anggaran, antara lain :

1. Dana APBN
2. Dana APBD

Merupakan dana dari Pemerintah Daerah yang dapat digunakan untuk pemenuhan dan pengelolaan alat kesehatan maupun kalibrasi. Dana Pemerintah Daerah juga bisa bersumber dari dana transfer Pemerintah Pusat ke Pemerintah Daerah, yang terdiri dari:

- a. Dana Alokasi Khusus

Dana Alokasi Khusus (DAK) adalah dana yang bersumber dari pendapatan APBN yang dialokasikan kepada Daerah tertentu dengan tujuan untuk membantu mendanai kegiatan khusus yang merupakan urusan Daerah dan sesuai dengan prioritas Nasional.

- b. Dana Alokasi Umum

Dana yang bersumber dari pendapatan APBN yang dialokasikan dengan tujuan pemerataan kemampuan keuangan antar-Daerah untuk mendanai kebutuhan Daerah dalam rangka pelaksanaan Desentralisasi.

- c. Dana Otonomi Khusus (OTSUS)

Dana Otonomi Khusus adalah dana yang dialokasikan untuk membiayai pelaksanaan otonomi khusus suatu daerah.

- d. Dana Insentif Daerah (DID)

Dana Insentif Daerah yang selanjutnya disingkat DID adalah bagian dari dana TKDD yang bersumber dari APBN kepada Daerah tertentu berdasarkan kriteria kategori tertentu dengan tujuan untuk memberikan penghargaan atas perbaikan dan/ atau pencapaian kinerja tertentu di bidang tata kelola keuangan daerah, pelayanan dasar publik, peningkatan perekonomian dan kesejahteraan masyarakat.

- e. Dana Bagi Hasil Cukai Hasil Tembakau (Cukai Rokok)

Dana Bagi Hasil Cukai Hasil Tembakau yang selanjutnya disingkat DBH CHT adalah penerimaan negara dari cukai hasil tembakau yang sebagian dibagi hasilkan kepada provinsi dan Kabupaten/Kota sesuai dengan komposisi yang ditetapkan ketentuan peraturan perundang- undangan.

3. Dana BLUD

Merupakan dana yang bersumber dari jasa pelayanan yang dapat digunakan untuk pemenuhan dan pengelolaan alat kesehatan maupun kalibrasi.

1. *Corporate Social Responsibility (CSR)*

Merupakan sumbangan/pemberian barang dari lembaga atau perusahaan swasta.

2. Hibah

Merupakan sumbangan atau pemberian barang yang diperlukan oleh Laboratorium dari Masyarakat, pemerintah maupun Pihak Swasta. Mekanisme pengalokasian anggaran diatas diatur melalui Perda masing-masing daerah.

3. KSO

## BAB III PENGADAAN

Pengadaan barang/jasa Pemerintah adalah kegiatan Pengadaan Barang/Jasa oleh Kementerian/Lembaga/Perangkat Daerah yang dibiayai, oleh APBN/APBD/BLUD yang prosesnya sejak identifikasi kebutuhan, sampai dengan serah terima hasil pekerjaan. Salah satu tujuannya adalah menghasilkan barang/jasa yang tepat dari setiap uang yang dibelanjakan, diukur dari aspek kualitas, kuantitas, waktu, biaya, lokasi, dan penyedia (*value for money*) dengan memperhatikan prinsip efisien, efektif, transparan, terbuka, bersaing, adil, dan akuntabel.

Jenis Pengadaan barang/ barang/jasa terdiri atas :

1) Barang;

Barang adalah setiap benda baik berwujud maupun tidak berwujud, bergerak maupun tidak bergerak, yang dapat di perdagangkan, dipakai, dipergunakan atau dimanfaatkan oleh pengguna barang. Pekerjaan Konstruksi;

Pekerjaan Konstruksi adalah keseluruhan atau sebagian kegiatan yang meliputi pembangunan, pemeliharaan, pembongkaran dan pembangunan kembali suatu bangunan. Pekerjaan Konstruksi terdiri dari: bangunan gedung, bangunan sipil dan Konstruksi Spesialis. Pekerjaan Konstruksi meliputi: Pembangunan, pemeliharaan, pembongkaran, dengan ruang lingkup pekerjaan sipil, arsitek, *mechanical electrical, plumbing*.

2) Jasa Konsultansi;

Jasa Konsultansi adalah jasa layanan professional yang membutuhkan keahlian tertentu di berbagai bidang keilmuan yang mengutamakan adanya jasa pemikiran.

Jasa Konsultasi meliputi:

- a. Jasa Konsultansi Konstruksi pengkajian dan perencanaan;
- b. Jasa Konsultansi Konstruksi perancangan;
- c. Jasa Konsultansi Konstruksi pengawasan;
- d. Jasa Konsultansi Konstruksi pengawasan dan manajemen konstruksi;
- e. Jasa keahlian profesi.

3) Jasa Lainnya.

Jasa Lainnya adalah jasa nonkonsultansi atau jasa yang membutuhkan peralatan, metodologi khusus, dan/ atau keterampilan dalam suatu sistem tata kelola yang telah dikenal luas di dunia usaha untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Jasa lainnya meliputi:

- a. Jasa boga (catering service);

- b. Jasa layanan kebersihan (*cleaning service*);
- c. Jasa penyedia tenaga kerja;
- d. Jasa pengamanan.

Untuk memenuhi kebutuhan organisasi dalam meningkatkan pemberian pelayanan kepada masyarakat maka diperlukan adanya pengadaan. Prosedur pengadaan ini disebut dengan cara pengadaan.

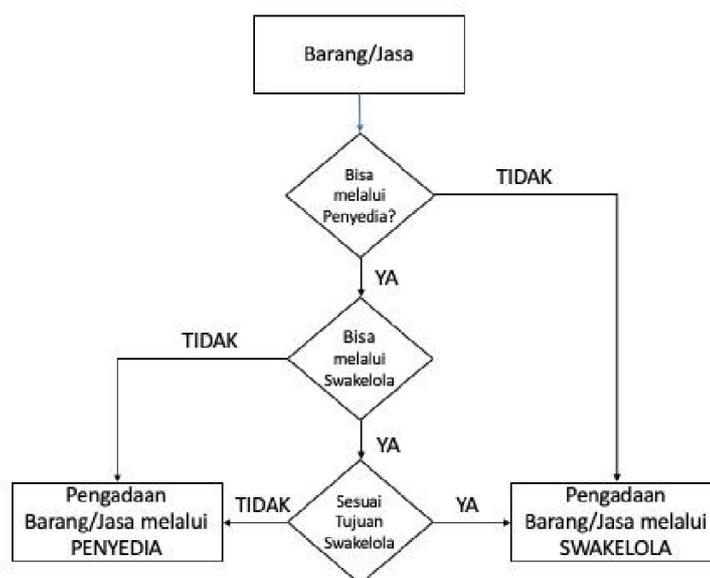
Cara pengadaan dalam pemenuhan kebutuhan ada 2 (dua) yaitu:

1) Melalui swakelola

Pengadaan Barang/Jasa melalui Swakelola adalah cara memperoleh barang/jasa yang dikerjakan sendiri oleh Kementerian/Lembaga/Perangkat Daerah, K/L/PD lain, Organisasi Kemasyarakatan, atau Kelompok Masyarakat.

2) Melalui penyedia

Pengadaan Barang/Jasa melalui Penyedia adalah cara memperoleh barang/jasa yang disediakan oleh Pelaku Usaha.



Gambar 3 Langkah Penentuan Cara Pengadaan

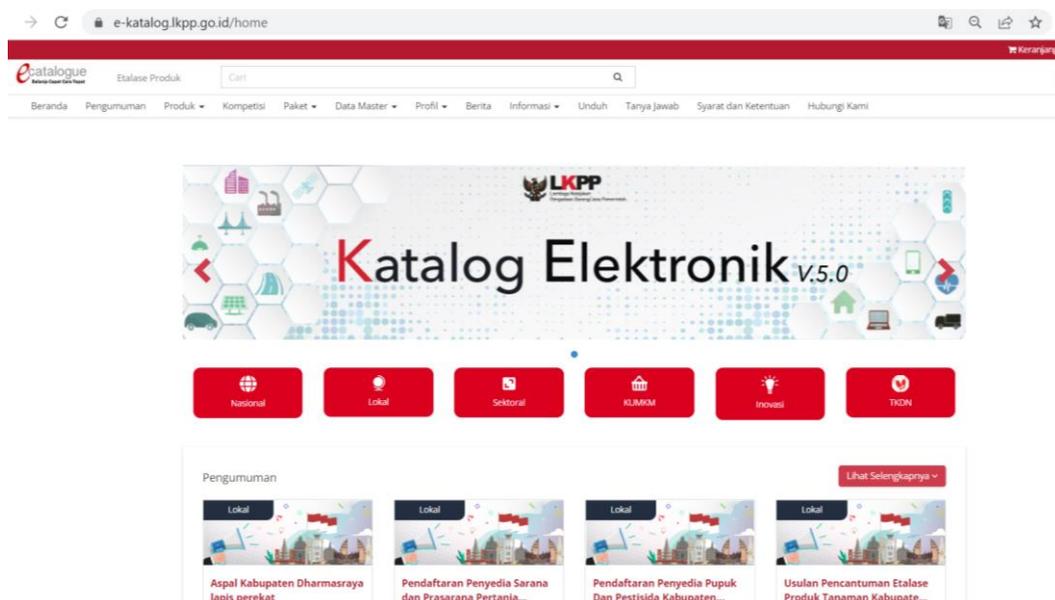
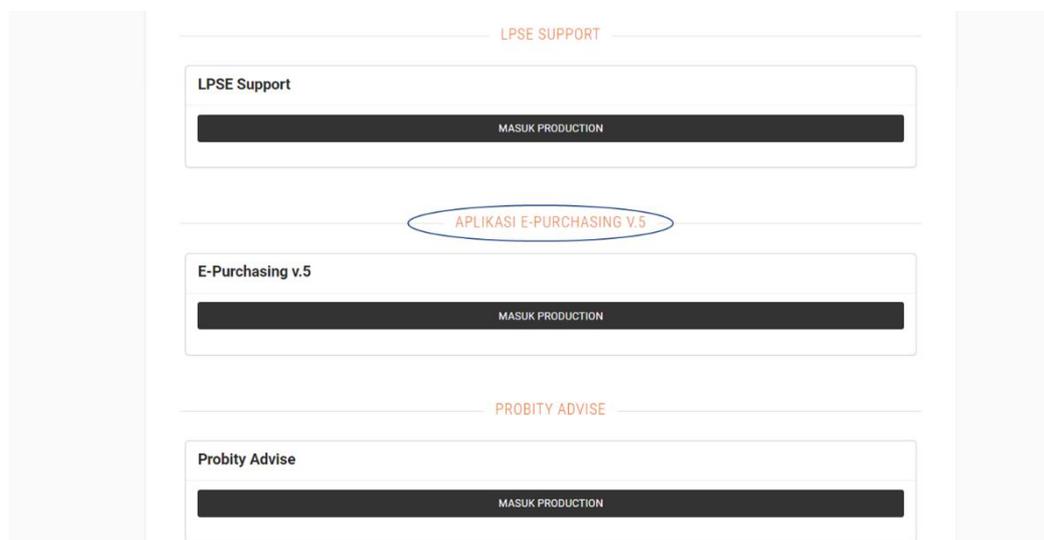
Untuk pemenuhan kebutuhan pengadaan barang/jasa melalui penyedia maka diperlukan prosedur pemilihan penyedia yaitu:

1) **E-purchasing**

Dilaksanakan untuk Barang/Pekerjaan Konstruksi/ Jasa Lainnya yang sudah tercantum dalam katalog elektronik atau Toko Daring. Panduan negosiasi harga saat *e-Purchasing* bagi PP/PPK dapat unduh saat melakukan *e-purchasing* pada menu **UNDUH**.

## A. Katalog elektronik, terdiri dari:

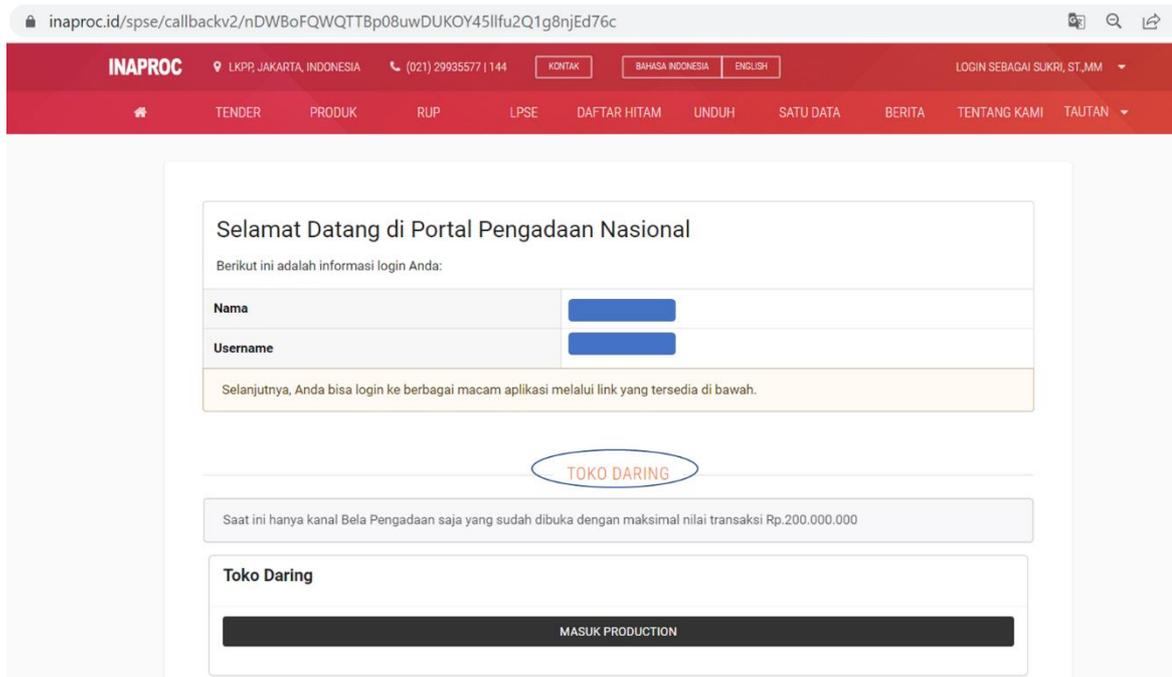
- a. Katalog Elektronik Nasional adalah Katalog yang disusun dan dikelola oleh LKPP;
- b. Katalog Elektronik Sektoral adalah Katalog yang dikelola oleh Kementerian/Lembaga;
- c. Katalog Elektronik Lokal adalah Katalog yang dikelola oleh Pemerintah Daerah;



Sesuai dengan surat Direktur Pengembangan Sistem Katalog LKPP, untuk produk obat dan alat Kesehatan hanya ditayangkan pada Katalog Elektronik Sektoral Kementerian Kesehatan.

## B. Toko Daring

Merupakan sistem informasi yang memfasilitasi Pengadaan Barang/Jasa melalui penyelenggara perdagangan melalui sistem elektronik dan *rite/* daring.



## 2) Pengadaan Langsung

- a. dilaksanakan untuk Barang/Pekerjaan Konstruksi/Jasa Lainnya yang bernilai paling banyak Rp. 200.000.000,00 (dua ratus juta rupiah).
- b. dilaksanakan untuk Jasa Konsultansi yang bernilai sampai dengan paling banyak Rp. 100.000.000,00 (seratus juta rupiah).

## 3) Penunjukan Langsung

Dilaksanakan untuk Barang/Pekerjaan Konstruksi/Jasa Lainnya dalam keadaan tertentu dengan kriteria diantaranya:

- a. Pekerjaan Konstruksi bangunan yang merupakan satu kesatuan sistem konstruksi dan satu kesatuan tanggung jawab atas risiko kegagalan bangunan yang secara keseluruhan tidak dapat direncanakan/diperhitungkan sebelumnya;
- b. Barang/Pekerjaan Konstruksi/Jasa Lainnya yang hanya dapat disediakan oleh 1 (satu) Pelaku Usaha yang mampu;
- c. Barang/Pekerjaan Konstruksi/Jasa Lainnya yang spesifik dan hanya dapat dilaksanakan oleh pemegang hak paten, atau pihak yang telah mendapat izin dari pemegang hak paten, atau pihak yang menjadi pemenang tender untuk mendapatkan izin dari pemerintah;
- d. Barang/ Pekerjaan Konstruksi/ Jasa Lainnya yang setelah dilakukan Tender ulang yang mengalami kegagalan;
- e. Pemilihan penyedia untuk melanjutkan pengadaan Barang/Pekerjaan Konstruksi/Jasa Lainnya dalam hal terjadi pemutusan kontrak.
- f. Jasa Konsultansi yang hanya dapat dilakukan oleh 1 (satu) Pelaku Usaha yang mampu;
- g. Jasa Konsultansi yang hanya dapat dilakukan oleh 1 (satu) pemegang hak cipta yang telah terdaftar atau pihak yang telah mendapat izin pemegang hak cipta;
- h. Jasa Konsultansi di bidang hukum meliputi konsultan hukum/ advokasi atau pengadaan *arbiter* yang tidak direncanakan sebelumnya, untuk menghadapi gugatan dan/atau tuntutan hukum dari pihak tertentu, yang sifat pelaksanaan pekerjaan dan/ atau pembelaannya harus segera dan tidak dapat ditunda;
- i. Permintaan berulang (*repeat order*) untuk Penyedia Jasa Konsultansi yang sama.

#### **4) Tender Cepat**

Dilaksanakan dalam hal Pelaku Usaha telah terqualifikasi dalam Sistem Informasi Kinerja Penyedia untuk pengadaan yang spesifikasi dan volume pekerjaannya sudah dapat ditentukan secara rinci.

#### **5) Tender**

Dilaksanakan dalam hal tidak dapat menggunakan metode pemilihan Penyedia sebagaimana disebut dari angka (1) sampai angka (4).

Tahapan pengadaan SPA secara umum yang dilakukan meliputi identifikasi kebutuhan pengadaan, penyusunan jadwal pengadaan, penyiapan spesifikasi, penyusunan HPS dan pelaksanaan pengadaan.

### **3. 1. Identifikasi Kebutuhan**

Identifikasi kebutuhan alat kesehatan disusun berdasarkan gap analisis yang ada di ASPAK, dan berdasarkan jumlah, jenis dan kondisi alat kesehatan dan usia teknis alat Kesehatan maka tindak lanjutnya dapat berupa pemeliharaan, perbaikan, pengujian dan kalibrasi

Selain identifikasi kebutuhan alat kesehatan dari ASPAK, perlu juga diperhatikan kebutuhan berdasarkan *supply* barang yaitu kemudahan mendapatkan barang di pasaran, Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN), jumlah produsen dan/atau jumlah pelaku usaha dan keterangan asal barang.

Dalam proses identifikasi kebutuhan, barang perlu diperhatikan antara lain kesesuaian barang yang dibutuhkan, status kelayakan barang yang tersedia, jadwal kebutuhan barang, pihak yang memerlukan, Perkiraan biaya Persyaratan lainnya (cara pengiriman, cara pengangkutan, cara pemasangan, kebutuhan pelatihan, dll.). Kemungkinan konsolidasi tingkat kompleksitas pekerjaan dan kesiapan lahan. Untuk prasarana dan alat kesehatan antara lain ketersediaan suku cadang, biaya operasional, kebutuhan pra-instalasi, ketersediaan ruangan, ketersediaan SDM serta ketersediaan utilitas dan pendukung lainnya.

Perlu diperhatikan identifikasi kebutuhan pengadaan alat kesehatan berdasarkan risiko pengelolaan alat kesehatan, misalnya jika terjadi seperti KLB, bencana alam dan non alam, huru-hara, yang disesuaikan dengan kebutuhan penggantian kerusakan yang terjadi.

Pengadaan alat kesehatan dilakukan sesuai dengan peraturan yang berlaku, yang perlu diperhatikan dalam pengadaan alat kesehatan adalah penyusunan spesifikasi alat Kesehatan. Spesifikasi harus sesuai kebutuhan *user*/pelayanan.

Hal yang perlu diperhatikan:

1. Ketersediaan suku cadang;
2. Biaya operasional (listrik, bahan habis pakai);
3. Kebutuhan pra-instalasi (pekerjaan sipil, listrik khusus, perpipaan dan komponen pengaman/keselamatan);
4. Kebutuhan sarana (bangunan/ruangan);
5. Kebutuhan prasarana (listrik, air, dan gas).

### **3. 2. Penyusunan Jadwal Pengadaan**

Rencana jadwal pengadaan terdiri dari rencana jadwal persiapan pengadaan dan rencana pelaksanaan pengadaan. Jadwal pengadaan harus memperhatikan waktu perencanaan dan proses pengadaan alat Kesehatan dan batas waktu yang sudah ditentukan sesuai dengan Peraturan Perundangan terkait Pengadaan dan Penganggaran. Perlu

diperhatikan mulainya penjadwalan terkait dengan kesiapan dokumen penganggaran di daerah.



Gambar 4 Alur Proses Penyusunan Jadwal Pengadaan Alat Kesehatan Di Laboratorium Kesehatan

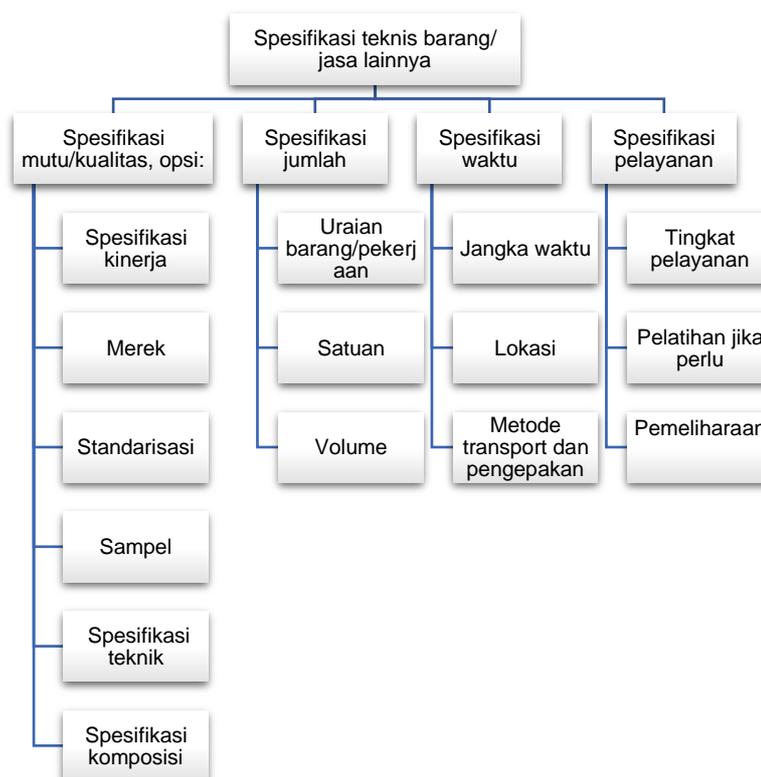
### 3. 3. Penyiapan Spesifikasi

Spesifikasi SPA disusun dengan memperhatikan kebutuhan pelayanan kesehatan di laboratorium dan kesesuaian/perkembangan teknologi serta mempertimbangkan regulasi SPA yang berlaku. Untuk sarana, spesifikasi kebutuhan menyesuaikan dengan Pedoman Pembangunan dan Peningkatan Fungsi Bangunan) yang telah ditetapkan serta pedoman-pedoman lain terkait bangunan gedung. Untuk prasarana menyesuaikan Pedoman Prototipe Pengelolaan Air Bersih Laboratorium , Pedoman Teknologi Biofilter untuk Mengolah Air Limbah Laboratorium , Pedoman Prototipe Energi Terbarukan Tenaga Surya Laboratorium dan Pedoman Teknis Ambulans Laboratorium serta pedoman-pedoman lain terkait bangunan gedung dan utilitas bangunan. Untuk peralatan yang menjadi bagian instalasi prasarana diutamakan yang memiliki sertifikasi Standar Nasional Indonesia (SNI). Sedangkan untuk alat kesehatan menyesuaikan Pedoman Spesifikasi Alat Kesehatan Laboratorium , dan hal penting yang perlu diperhatikan adalah alat kesehatan harus memiliki izin edar.

Langkah–Langkah penyusunan spesifikasi:

1. Lakukan pengumpulan data spesifikasi alat Kesehatan yang beredar di Indonesia.

2. Sebagai perbandingan dapat dibantu dengan referensi dari misalnya HPCS (*Health Product Comparison System*) yang dikeluarkan oleh ECRI (*Emergency Care Research Institute*).
3. Susun parameter spesifikasi alat Kesehatan yang dibutuhkan
4. Masukkan nilai masing- masing parameter untuk setiap jenis alat Kesehatan yang ditawarkan sesuai kebutuhan pengguna.
5. Nilai parameter dapat dibuat tetap atau dengan nilai tertentu jika memiliki dasar yang kuat (justifikasi klinis) terhadap pemilihan parameter tersebut.
6. Hasil akhir spesifikasi yang dibutuhkan.



Gambar 5 Alur Proses Penyusunan Spesifikasi Pengadaan Alat Kesehatan Di Laboratorium Kesehatan

### 3. 4. Penyusunan HPS

Harga Perkiraan Sendiri (HPS) adalah perkiraan harga barang/jasa yang ditetapkan PPK yang telang memperhitungkan biaya tidak langsung, keuntungan dan Pajak Pertambahan Nilai. Dalam penyusunan HPS dapat diperoleh informasi harga dari penyedia atau informasi biaya satuan yang dipublikasikan secara resmi antara lain melalui *e-purchasing*. Biaya pendukung yang diperlukan dipertimbangkan antara lain biaya pengiriman, biaya pelatihan, biaya instalasi dan testing, biaya asuransi, dan lain-lain.

Harga Perkiraan Sendiri (HPS) atau *Owners Estimate* (OE) adalah harga barang dan/atau jasa yang dikalkulasi secara keahlian dan berdasarkan data yang dapat dipertanggung jawabkan meliputi:

- a. Harga pasar setempat yaitu harga barang/jasa di lokasi barang/jasa diproduksi/diserahkan/ dilaksanakan, menjelang dilaksanakannya Pengadaan Barang/Jasa;
- b. informasi biaya satuan yang dipublikasikan secara resmi oleh Badan Pusat Statistik (BPS);
- c. informasi biaya satuan yang dipublikasikan secara resmi oleh asosiasi terkait dan sumber data lain yang dapat dipertanggung jawabkan;
- d. daftar biaya/tarif Barang/Jasa yang dikeluarkan oleh pabrik/distributor tunggal;
- e. biaya Kontrak sebelumnya atau yang sedang berjalan dengan mempertimbangkan faktor perubahan biaya;
- f. inflasi tahun sebelumnya, suku bunga berjalan dan/atau kurs tengah Bank Indonesia;
- g. hasil perbandingan dengan Kontrak sejenis, baik yang dilakukan dengan instansi lain maupun pihak lain;
- h. perkiraan perhitungan biaya yang dilakukan oleh konsultan perencana (*engineer's estimate*);
- i. norma indeks dan/atau;
- j. informasi lain yang dapat dipertanggung jawabkan.

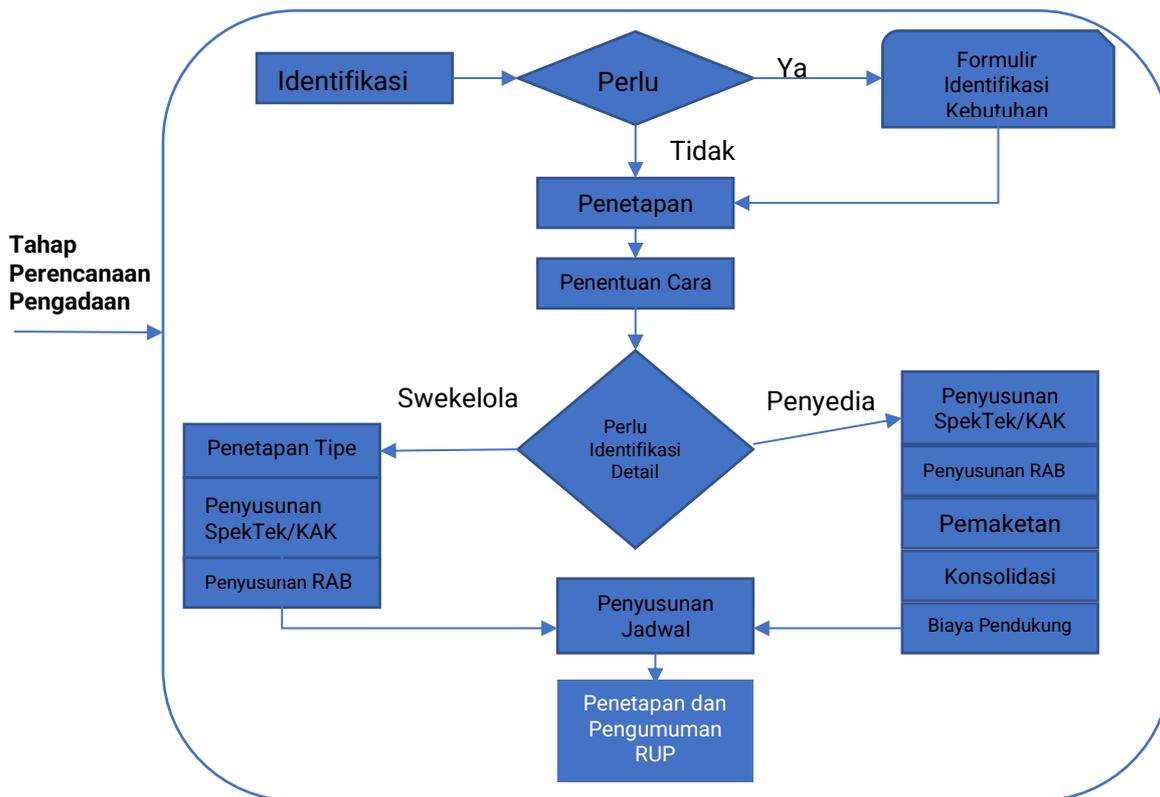
### **3. 5. Pelaksanaan Pengadaan**

Pelaksanaan pengadaan alat Kesehatan di Laboratorium Kesehatan mengikuti Peraturan Presiden Nomor 12 Tahun 2021 tentang Perubahan Atas Peraturan Presiden Nomor 16 Tahun 2018 Tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah termasuk peraturan pendukungnya dan Perda masing-masing daerah.

Tahapan pengadaan barang/jasa sebagai berikut:

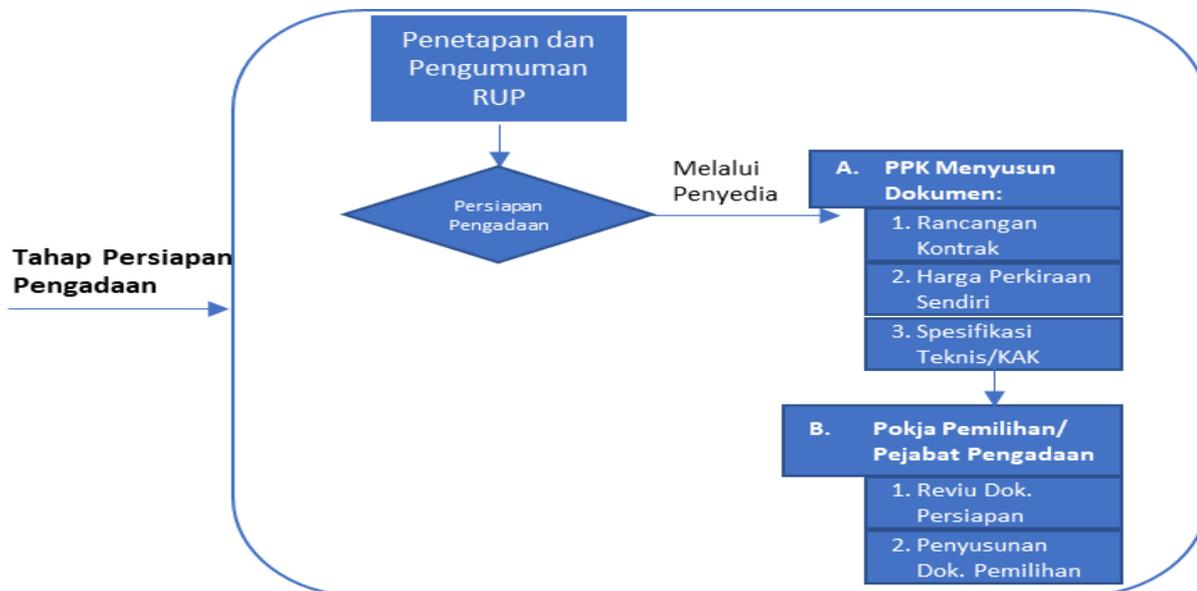
1. Perencanaan Pengadaan

Alur proses perencanaan pengadaan sebagai berikut:



Gambar 6 Tahap Perencanaan Pengadaan

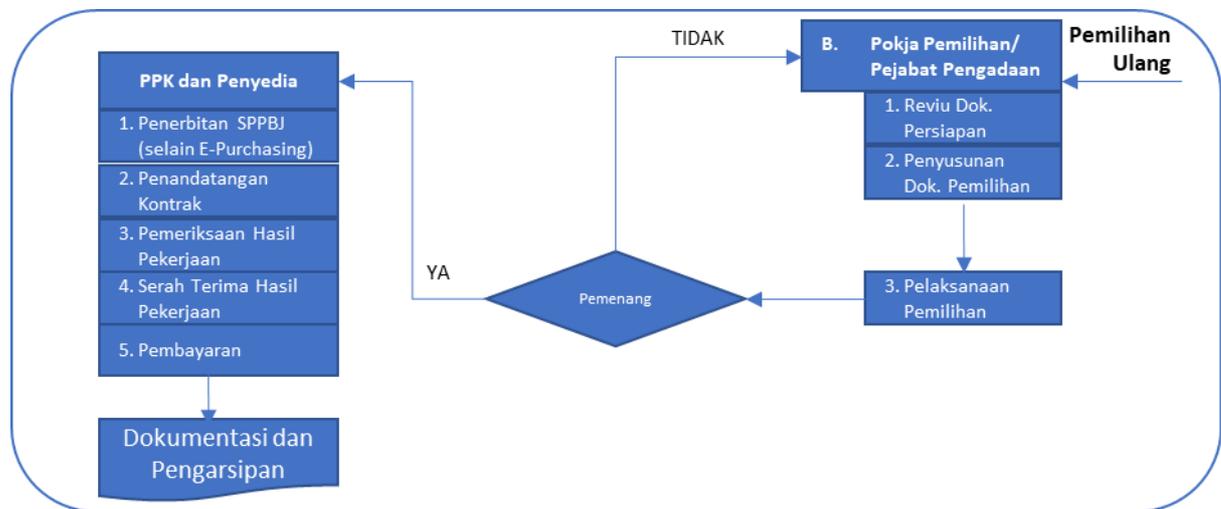
### 3.6 Persiapan Pengadaan



Gambar 7 Tahap Persiapan Pengadaan

### 3. 7. Pelaksanaan Pengadaan

Tahap Persiapan Pengadaan



Gambar 8 Tahap Pelaksanaan Pengadaan

## BAB IV PENERIMAAN

Penerimaan Peralatan Laboratorium Sebuah proses serah terima dari penyedia ke PPK melalui proses penerimaan secara fisik dan administratif, uji fungsi dan uji coba untuk memastikan bahwa Peralatan Laboratorium itu sesuai dengan spesifikasi dalam kontrak, berfungsi dengan baik sebelum digunakan dalam rangka menjamin tersedianya Peralatan Laboratorium yang bermutu, aman dan laik pakai.

Penerimaan terdiri dari 3 tahap yaitu pemeriksaan fisik Peralatan Laboratorium setelah diinstalasi bagi Peralatan Laboratorium yang mensyaratkan instalasi, uji fungsi dan uji coba disertai pelatihan bagi pengguna dan teknisi. Hasil penerimaan Peralatan Laboratorium dituangkan dalam berita acara penerimaan Peralatan Laboratorium sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Peralatan yang diterima harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- Telah selesai diinstalasi.
- Telah dilakukan pemeriksaan fisik, instalasi dan uji fungsi.
- Telah melewati masa uji coba dengan hasil baik.
- adwal pemeliharaan selama masa garansi.
- Selain ketentuan diatas pihak penyedia masih bertanggung jawab terhadap peralatan selama masa garansi.

### 4. 1. Penerimaan Dokumen

Kelengkapan penerimaan dokumen teknis yang terdiri dari:

- a) *Certificate of Origin* (COO)
- b) *Test Certificate* (Dokument Quality Control Pabrik)
- c) *Certificate Product* (CE,TUV, GMBH, SNI,dll)
- d) *Operating Manual dan Service Manual* (dalam Bahasa Inggris dan Indonesia)
- e) Instruksi Kerja Pengoperasian alat Lab dalam Bahasa Indonesia.
- f) Jaminan ketersediaan suku cadang selama 5 (Lima) tahun setelah alat dinyatakan diskontinu (*End Of Sale*).
- g) Sertifikat Garansi/kartu garansi/Surat Pernyataan Garansi.
- h) Memiliki Bukti Pengujian dan atau kalibrasi.
- i) Ketersediaan reagen minimal selama 5 (Lima) tahun
- j) Ijin edar di cek ulang saat penerimaan)
- k) Sertifikat TKDN di cek ulang saat penerimaan)

## 4. 2. Pemeriksaan Kesesuaian Spesifikasi

Kegiatan ini meliputi penilaian fisik, fungsi dan kelengkapan alat sesuai dengan spesifikasi kontrak.

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk mengidentifikasi kesesuaian :

- a. Merk, Tipe, Nomor seri.
- b. Keberfungsian Alat
- c. Kelengkapan alat sesuai dengan jumlah dan spesifikasi.
- d. Kelengkapan pendukung.

## 4. 3. Serah Terima

### 4.3.1. Uji Fungsi

Uji fungsi dilakukan untuk mengetahui kinerja alat sesuai dengan yang diharapkan atau sesuai dengan standar keamanan dan standar dari pabrikan. Pelaksanaan uji fungsi sebagai berikut :

- i. Pemeriksaan fungsi peralatan (*Software* dan *Hardware*).
- ii. Pengujian Kinerja  
Menguji parameter keluaran dari peralatan terhadap nilai toleransi sesuai dengan spesifikasi. Pada pengujian kinerja ini, penyedia harus melakukan pengukuran sesuai dengan standar (Standar Internasional, *manufacture* atau standar lain yang tertelusur).
- iii. Dalam pelaksanaan uji fungsi pihak penyedia harus menyediakan:
  - a. Bahan yang diperlukan untuk uji fungsi.
  - b. Alat ukur yang diperlukan.
  - c. Tenaga elektromedis yang memiliki kompetensi, yang mampu untuk melakukan uji fungsi dan operasional alat.

### 4.3.2. Uji Coba

Uji coba dilaksanakan oleh penyedia barang/jasa bersama dengan operator yang telah dilatih untuk memahami fungsi-fungsi dari alat laboratorium tersebut sesuai dengan pemanfaatannya, penggunaan alat sesuai prosedur kerjanya dalam waktu tertentu atau berdasarkan sejumlah pemakaian, yang didampingi oleh tenaga aplikasi penyedia barang/jasa dan/atau Ahli Teknologi Laboratorium Medik (ATLM) yang memiliki STR dan/atau elektromedis yang memiliki STR.

#### 4. 4. Pelatihan Operator Dan Elektromedis

Kegiatan pelatihan dilakukan setelah uji fungsi dan uji coba dilakukan. Pelatihan dilakukan untuk alat laboratorium dengan teknologi menengah dan tinggi.

##### **Pelatihan operator dan penanggung jawab laboratorium meliputi:**

- a. Kepala Laboratorium menunjuk personil penanggung jawab alat laboratorium yang meliputi penanganan, penyimpanan, transportasi, penggunaan dan perawatan.
- b. Kepala Laboratorium menyiapkan personil yang akan mengikuti pelatihan, meliputi operator, penyelia dan atau penanggung jawab teknis. Keikutsertaan personil dalam pelatihan direkam dengan formulir yang tersedia.
- c. Untuk personil baru yang akan menggunakan alat laboratorium ini belum mengikuti pelatihan, harus mengikuti pelatihan terlebih dahulu oleh superior dan atau teknisi vendor. Waktu dan teknis pelaksanaan akan diatur oleh penanggung jawab teknis laboratorium.
- d. Penanggung jawab teknis harus memastikan bahwa bahan habis pakai dan peralatan pendukung sudah siap untuk pelatihan.
- e. Penanggung jawab teknis melakukan koordinasi dengan vendor untuk menentukan waktu yang tepat untuk pelatihan.
- f. Pelatihan dilaksanakan di laboratorium pengguna selama satu sampai tujuh hari kerja tergantung kompleksitas alat laboratorium.
- g. Narasumber pada pelatihan adalah teknisi alat laboratorium penyedia barang/jasa dan/atau Ahli Teknologi Laboratorium Medik (ATLM) yang memiliki STR
- h. Penanggung jawab teknis laboratorium harus memastikan bahwa pelatihan mencakup :
  1. Cara menangani alat laboratorium
  2. Cara memindahkan alat laboratorium
  3. Kondisi lingkungan yang tepat untuk menyimpan alat laboratorium, beserta dokumen pendukung
  4. Cara menggunakan alat laboratorium, beserta dokumen pendukung
  5. Cara merawat alat laboratorium, beserta dokumen pendukung
  6. Cara melakukan pengecekan antara, beserta dokumen pendukung
  7. Pengoperasian peralatan secara optimal sesuai prosedur.
  8. *Performance test /Power on Self Test* dan prosedur *shutdown*.
  9. *Troubleshooting* operasional alat.
  10. Pemeliharaan harian, penyimpanan alat dan penggantian bahan habis pakai.

11. Cara melakukan dekontaminasi.
  12. Sertifikat pelatihan operator dari pabrikan atau agen tunggal.
- i. Pelatihan bisa dilaksanakan secara luring atau *hybrid* yang merupakan gabungan antara pelatihan daring dan luring.
  - j. Penanggung jawab teknis laboratorium menyiapkan rekaman pelatihan
  - k. Penanggung jawab teknis laboratorium menyimpan nomor kontak penyedia barang/jasa yang bisa dihubungi jika terjadi ketidaksesuaian.

**Pelatihan elektromedis meliputi:**

- a. Prinsip keselamatan kerja alat.
- b. Prinsip kerja alat
- c. Schematic diagram
- d. Cara pengoperasian peralatan sesuai dengan prosedur yang aman.
- e. Penjelasan fungsi masing - masing bagian alat
- f. *Trouble shooting*/pelacakan kerusakan
- g. Pengukuran dan *Adjustment*
- h. Pemeliharaan *preventif*
- i. Penggantian suku cadang
- j. Sertifikat pelatihan dari pabrikan atau agen tunggal

#### **4. 5. Inventarisasi**

**a) Pencatatan Peralatan Laboratorium**

- a. Semua perangkat baru akan didokumentasikan pada daftar aset peralatan oleh petugas atau staf yang bertanggung jawab yang telah ditunjuk.
- b. Memasukkan data kedalam data BMN, BMD, daftar inventarisasi ruangan dan ASPAK.
- c. Memasukkan kedalam data inventaris pemeliharaan.

**b) Pelabelan dan Pendokumentasian**

- a. Label Aset
- b. Label Batas Masa Garansi
- c. Label QC dari pabrikan.
- d. Label pengujian dan atau kalibrasi jika sudah dilaksanakan.
- e. Label Informasi *Contact Person* agent tunggal/distributor.

**c) Jadwal Kunjungan Pemeliharaan**

Operator dan elektromedis diinformasikan tentang jadwal kunjungan pemeliharaan, didalam kunjungan tersebut dilakukan alih teknologi terkait prosedur pemeliharaan yang tepat, termasuk waktu harus dilakukan pengujian, kalibrasi dan perawatan Peralatan Laboratorium.

**d) Cara Penanganan Peralatan Laboratorium**

Informasi untuk Operator dan elektromedis mengenai penanganan dan penyimpanan Peralatan Laboratorium, pentingnya memastikan semua aksesoris lengkap.

**e) Masa Pemeliharaan**

Pemeliharaan yang dimaksud terdiri dari pemeliharaan berkala dan panggilan perbaikan (*on call service*), yaitu dalam keadaan mendesak penyedia barang/jasa harus bersedia melakukan perbaikan setiap saat selama masa pemeliharaan dan memberikan *backup* unit jika diperlukan.

Ketentuan mengenai pemeliharaan meliputi jangka waktu pemeliharaan, periode pemeliharaan untuk setiap alat dan jenis kegiatan pemeliharaan.

## BAB V PENGOPERASIAN ALAT LABORATORIUM KESEHATAN

Pengoperasian alat laboratorium kesehatan adalah serangkaian proses atau cara mengoperasikan alat laboratorium kesehatan sesuai fungsinya dengan standar atau prosedur yang berlaku. Cara pengoperasian alat sesuai prosedur yang sudah ditetapkan berpedoman dari buku petunjuk pemakaian alat (*operating manual*) dari *manufacture* atau prosedur operasional terkait lainnya. *Operator* yang melakukan pengoperasian alat laboratorium kesehatan adalah petugas yang memiliki kompetensi dan sudah mendapatkan pelatihan pengoperasian alat tersebut.

Prosedur pengoperasian alat laboratorium kesehatan bertujuan untuk :

1. Sebagai acuan dalam melakukan pengoperasian alat sehingga pengoperasian dapat dilakukan secara optimal sesuai standar.
2. Menjamin mutu penggunaan alat sesuai prosedur.
3. Mencegah terjadinya kesalahan penggunaan alat.
4. Menjaga keamanan dan keselamatan dalam penggunaan alat.

Adapun langkah-langkah pengoperasian alat laboratorium kesehatan meliputi :

### 5.1 Persiapan Alat

Persiapan adalah kegiatan yang dilakukan sebelum pengoperasian alat dengan tujuan agar pekerjaan dan alat dapat digunakan secara efektif dan efisien.

#### A. Persiapan pengoperasian alat:

- a. Melakukan penilaian risiko terhadap pekerjaan yang dilakukan
- b. Menyiapkan APD sesuai dengan penilaian risiko
- c. Menyiapkan SOP pengoperasian alat laboratorium
- d. Menyiapkan bahan habis pakai operasional
- e. Menyiapkan sampel yang akan diperiksa
- f. Menyiapkan lembar kerja/*logbook* untuk pemeriksaan.

#### B. Langkah kalibrasi internal/*quality control* (alat laboratorium kesehatan tertentu):

- a. Menyiapkan bahan/ larutan/ gel standar atau kontrol
- b. Mengoperasikan alat
- c. Melakukan verifikasi hasil keluaran alat terhadap kontrol yang digunakan
- d. Mencatat hasil keluaran

## 5.2 Pelaksanaan Pengoperasian

Pelaksanaan pengoperasian harus memperhatikan *operating manual* alat. Namun secara umum langkah-langkah pengoperasian adalah sebagai berikut :

### A. Prosedur pengoperasian

- a. Menggunakan APD
- b. Menghidupkan alat
- c. Melakukan pemanasan/ *self test* alat
- d. Melakukan *setting* parameter alat sesuai prosedur
- e. Melakukan pengoperasian alat
- f. Jika sudah selesai, melakukan pembersihan alat sesuai prosedur
- g. Mematikan alat sesuai prosedur
- h. Melakukan dekontaminasi peralatan dan meja kerja
- i. Melakukan penanganan limbah sesuai dengan prosedur

### B. Melakukan dokumentasi penggunaan alat

- a. Mencatat/ memonitor suhu dan kelembaban ruangan
- b. Mencatat penggunaan alat pada *logbook* alat.

## 5.3 Perapihan dan Pembersihan

Pembersihan bertujuan menghilangkan kotoran yang terlihat maupun yang tidak terlihat, serta menghilangkan sebanyak mungkin mikroorganisme.

### A. Pembersihan alat/dekontaminasi

- a. Memperhatikan jenis material badan dan selungkup alat, contoh bahan *stainless* dan plastik.
- b. Menggunakan jenis pembersih yang sesuai, contoh deterjen, alkohol, klorin dan desinfektan.
  - 1) Deterjen digunakan untuk *general cleaning*, apabila pembersihan dengan deterjen belum memungkinkan dapat menggunakan sabut/jaring sabut.
  - 2) Alkohol digunakan untuk bahan *fiber, stainless*, besi, dan tidak boleh digunakan untuk bahan yang dapat menghilangkan kelenturan atau merubah sifat bahan seperti kabel *transducer*, kabel catu daya
  - 3) Klorin atau pembersih khusus yang berisi cairan pembersih.
  - 4) Pembersih lainnya yang disarankan dalam *operating manual*.
- c. Melakukan langkah pembersihan sesuai dengan standar (*operating manual*)

- 1) Mencuci tangan
- 2) Menggunakan APD : sarung tangan, jas lab, masker, dan kaca mata
- 3) Melakukan pembilasan alat yang telah didekontaminasi
- 4) Untuk unit alat yang besar dibersihkan dengan tahapan lap pertama untuk membersihkan alat dan lap kedua untuk mengeringkan alat
- 5) Jika diperlukan, melepas/membuka bagian alat yang memungkinkan dapat dilepas
- 6) Sikat perlahan-lahan alat dari setiap permukaan termasuk gerigi dan lekukan
- 7) Bilas sampai bersih
- 8) Bersihkan sikat dan bak pencuci
- 9) Keringkan alat dengan kain lap atau didiamkan sampai kering
- 10) Buka sarung tangan dan alat pelindung lain
- 11) Cuci tangan.

## **B. Penyimpanan alat**

- a. Merapikan aksesoris alat
  - 1) Menempatkan kembali aksesoris alat ke tempatnya
  - 2) Memeriksa kelengkapan aksesoris alat
  - 3) Merapikan kabel dan sambungan listrik alat
- b. Menutup badan dan selungkup alat
  - 1) Memastikan kondisi alat dalam keadaan baik
  - 2) Menutup alat dengan baik
- c. Pengaturan suhu dan kelembaban ruangan penyimpanan alat  
Memastikan suhu/kelembaban ruangan penyimpanan alat sesuai dengan buku manual
- d. Laporan penyimpanan alat dicatat di *logbook*.

## BAB VI PEMELIHARAAN

Pemeliharaan alat Kesehatan di laboratorium kesehatan adalah seluruh kegiatan yang dilakukan untuk menjaga suatu alat selalu siap operasional, terjamin kinerjanya dan aman untuk digunakan.

Tujuan pemeliharaan alat Kesehatan di laboratorium kesehatan antara lain terlaksananya pemeliharaan peralatan sesuai persyaratan mutu, kondisi peralatan yang selalu siap untuk digunakan, keselamatan manusia dan lingkungan, agar usia pakai peralatan kesehatan lebih panjang dan terselenggaranya kegiatan pelayanan laboratorium kesehatan yang bermutu.

Manajemen peralatan pada dasarnya adalah manajemen risiko. Tidak ada yang bisa 100% aman atau 100% dapat diandalkan. Meskipun pemeliharaan telah dilakukan masih memungkinkan terjadinya kegagalan pada fungsi alat, apalagi tidak dilakukan pemeliharaan. Kegagalan dapat dihindari dengan melakukan inspeksi dan pemeliharaan preventif.

Inspeksi merupakan kegiatan kualitatif dengan melakukan verifikasi kinerja (kondisi fisik dan fungsi alat) dan keselamatan. Sedangkan pemeliharaan preventif merupakan kegiatan kuantitatif dengan melakukan prosedur berkala untuk meminimalisasi risiko kegagalan dan untuk memastikan peralatan siap operasional. Pemeliharaan tidak boleh disamakan dengan inspeksi.

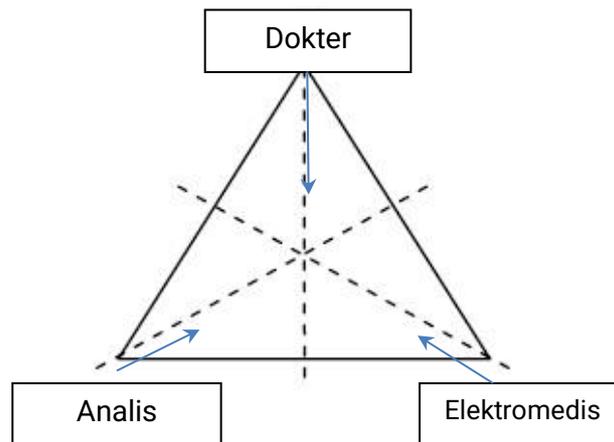
Hal yang mendasar bahwa pemeliharaan harus mengutamakan implementasi bukan hanya bukti fisik semata. Semua peralatan yang digunakan harus dilakukan inspeksi dan pemeliharaan preventif berkala untuk menjamin kinerja serta keselamatan alat.

SOP pemeliharaan menggunakan standar yang tertelusur ke standar internasional yang diadaptasi misalnya IPM-ECRI dan sebaiknya disesuaikan dengan standar manufaktur (*operating manual dan service manual*).

Filosofi peran pemeliharaan :

Penanggungjawab sesuai peran masing-masing

- 1) Peran elektromedis, dokter atau penanggungjawab dan analis terhadap hasil pemeriksaan. Dokter dan analis melakukan bertanggungjawab langsung terhadap hasil pemeriksaan sedangkan elektromedis melakukan pemeliharaan teknis dan non-teknis melalui peralatan yang telah dilakukan pemeliharaan, perbaikan, pengujian dan kalibrasi.



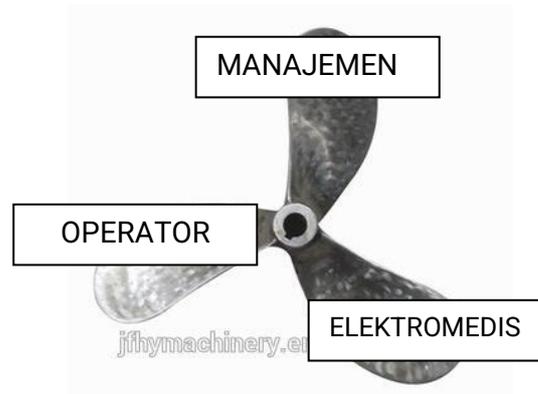
- 2) Peran antara elektromedis dan operator dalam pemeliharaan yaitu elektromedis menjaga peralatan dari sisi teknis alat sedangkan user melakukan pemeliharaan dari sisi operasional. Alarm dan kerusakan operasional harus segera direspon oleh operator, apabila belum berhasil maka operator dapat menghubungi elektromedis. Pemeliharaan harian alat yang sifatnya operasional dilakukan oleh operator dan pemeliharaan berkala yang sifatnya teknis dilakukan oleh elektromedis. Keduanya harus saling bersinergi untuk memberikan hasil pelayanan yang lebih baik.

**TPM is a paradigm shift 1**



- 3) Faktor keberhasilan pemeliharaan merupakan sinergi antara elektromedis, operator, dan manajemen. Dukungan manajemen terhadap suku cadang operasional maupun suku cadang pemeliharaan akan menentukan tingkat kinerja mutu pelayanan alat elektromedik, peran elektromedis dan operator dalam melakukan pemeliharaan akan

turut menjamin kinerja dan meningkatkan usia teknis alat. Jadi peran ketiganya tidak boleh ada yang hilang.



## 6. 1. Lingkup Pemeliharaan

Ruang lingkup pemeliharaan alat laboratorium kesehatan terdiri dari;

- a. Pemeliharaan terencana
- b. Pemeliharaan tidak terencana

### A. Pemeliharaan terencana

Pemeliharaan terencana adalah langkah-langkah pencegahan untuk menjaga mutu kinerja alat laboratorium kesehatan agar tetap dalam kondisi terbaik yang dilaksanakan sesuai jadwal secara berkala.

#### 1. Pemeliharaan harian (*user maintenance*)

Kegiatan pemeliharaan yang dilakukan oleh pengguna sesuai prosedur yang telah ditetapkan, meliputi :

- a. Pemeliharaan harian
- b. *Troubleshooting*/alarm operasional

#### 2. Pemantauan fungsi (*inspeksi*)

Pemantauan fungsi adalah langkah-langkah untuk menilai fungsi alat mulai dari kelengkapan aksesoris, faktor fisik, dan kinerja alat secara visual, meliputi :

- a. Pemeriksaan fisik alat
- b. Pemeriksaan fungsi alat
- c. Pemeriksaan kelengkapan aksesoris alat.

#### 3. Pemeliharaan berkala

Pemeliharaan berkala adalah upaya untuk menjaga kehandalan alat sehingga alat laik pakai dan aman digunakan, yang dilaksanakan sesuai jadwal, meliputi :

- a. Pemeliharaan bagian mekanik, kelistrikan dan aksesoris alat  
Adalah upaya pemeliharaan berkala yang meliputi pemeliharaan bagian mekanik alat (badan dan permukaan), pemeliharaan bagian kelistrikan (kotak kontak alat, kabel catu daya, tombol saklar dan kontrol), dan pemeriksaan kondisi aksesoris alat.
- b. Pemeliharaan preventif  
Adalah upaya pemeliharaan berkala yang meliputi *cleaning, lubricating, adjustment, replacing* dan *tightening*.
- c. Pengujian keselamatan listrik  
Adalah upaya pengujian keselamatan listrik alat yang meliputi mengukur sumber tegangan, menguji tahanan isolasi kabel catu daya dengan selungkup (*insulation resistance*), menguji tahanan hubungan pentanahan (*protective earth resistance*) dan mengukur arus bocor pada peralatan (*earth leakage current, touch current*).
- d. Pengujian kinerja alat  
Adalah upaya pengujian alat dengan membandingkan parameter keluaran alat terhadap hasil ukur dari alat ukur standar atau keluaran parameter alat ukur terhadap hasil keluaran alat, dengan nilai ambang batas/toleransi yang telah ditetapkan.

#### **4. Pemeliharaan korektif terencana (perbaikan)**

Merupakan kegiatan pemeliharaan alat dalam rangka perbaikan yang telah direncanakan baik anggaran, suku cadang, SDM pelaksana dan waktu.

#### **B. Pemeliharaan tidak terencana meliputi :**

- a. Perbaikan Mandiri  
Elektromedis memperbaiki alat tersebut secara mandiri tanpa bantuan pihak ketiga. Apabila membutuhkan suku cadang yang tersedia, maka elektromedis dapat segera memperbaiki alat tersebut. Namun apabila suku cadang tidak tersedia, maka elektromedis dapat mengajukan permintaan suku cadang ke bagian logistik/ pengadaan barang, untuk selanjutnya bagian logistik dapat mencari ke pasaran lokal maupun ke agen tunggal/distributor. Dan apabila suku cadang telah tersedia dapat segera dilakukan perbaikan.

b. Perbaikan oleh pihak ketiga/ eksternal

Apabila dalam pelaporan kerusakan alat, elektromedis tidak dapat melakukan perbaikan sendiri dikarenakan keterbatasan suku cadang, alat kerja, atau kemampuan SDM maka dapat memanggil atau menyerahkan alat yang rusak kepada *agen tunggal atau distributor* alat tersebut atau pihak ketiga yang kompeten.

**C. Pengujian dan kalibrasi eksternal**

Pengujian dan kalibrasi dimulai dari langkah-langkah yang disiapkan oleh laboratorium sebagai berikut:

- 1) Melakukan inventarisasi semua alat laboratorium kesehatan
- 2) Mengidentifikasi dan membuat daftar alat yang harus dikalibrasi
- 3) Mencari referensi institusi pengujian fasilitas kesehatan yang terakreditasi
- 4) Mengidentifikasi kemampuan institusi penguji
- 5) Membuat jadwal/rencana pengujian dan kalibrasi
- 6) Menyusun RAB pengujian dan kalibrasi
- 7) Pelaksanaan pengujian dan kalibrasi
- 8) Pelaporan dan evaluasi hasil pengujian dan kalibrasi

Setiap alat laboratorium kesehatan wajib dilakukan pengujian dan kalibrasi untuk menjamin kebenaran nilai keluaran atau kinerja dan keselamatan pemakaian.

Pengujian atau kalibrasi wajib dilakukan terhadap alat dengan kriteria sebagai berikut:

1. Belum memiliki sertifikat dan tanda lulus pengujian atau kalibrasi
2. Masa berlaku sertifikat dan tanda lulus pengujian atau kalibrasi telah habis
3. Diketahui penunjukannya atau keluarannya atau kinerjanya (*performance*) atau keamanannya (*safety*) tidak sesuai lagi, walaupun sertifikat dan tanda masih berlaku
4. Telah mengalami perbaikan, walaupun sertifikat dan tanda masih berlaku
5. Telah dipindahkan bagi yang memerlukan instalasi, walaupun sertifikat dan tanda masih berlaku. Atau jika tanda laik pakai pada alat kesehatan tersebut hilang atau rusak, sehingga tidak dapat memberikan informasi yang sebenarnya.

**6. 2. Persiapan dan Penjadwalan**

Perencanaan pemeliharaan secara berurutan sebagai berikut :

A. Menyusun inventaris alat laboratorium kesehatan

- B. Menyusun program kerja pemeliharaan
- C. Membuat jadwal pemeliharaan berbasis risiko
- D. Membuat surat perintah kerja elektromedis (SPKE)
- E. Membuat kartu pemeliharaan
- F. Membuat label pemeliharaan
- G. Membuat catatan pemeliharaan (*maintenance record*)
- H. Menyusun SOP AP pemeliharaan
- I. Menyusun SOP teknis pemeliharaan
- J. Membuat lembar kerja pemeliharaan

#### **A. Menyusun inventaris alat laboratorium kesehatan**

Melakukan langkah inventaris alat

1. Menyiapkan data inventaris alat yang terdiri dari :
  - a. Nama alat, *merk*, tipe, dan nomor seri
  - b. Tahun pengadaan/produksi, harga perolehan, sumber dana
  - c. Agen tunggal/distributor
  - d. Lokasi dan ruang penempatan alat
  - e. Kondisi alat (baik/rusak ringan/rusak berat)
  - f. Interval pemeliharaan
  - g. Masa berlaku kalibrasi
2. Mengisi semua data inventaris ke dalam *software (excel)* atau aplikasi *inventory* yang digunakan
3. Membuat label dan nomor inventaris alat.
4. Melakukan *update* data inventaris alat minimal satu tahun sekali.

#### **B. Membuat jadwal pemeliharaan berbasis risiko**

##### **1. Menyusun kebutuhan interval waktu pemeliharaan**

Pada bagian ini kita menentukan periode waktu pemeliharaan alat laboratorium kesehatan. Jadwal pemeliharaan alat berbasis risiko disusun berdasarkan perhitungan nilai *Equipment Management (EM)* dalam 1 (satu) tahun.

Merujuk kepada Pedoman Pengelolaan Peralatan kesehatan di fasilitas pelayanan kesehatan yang dikeluarkan oleh Dit. Bina Pelayanan penunjang Medik dan Sarana Kesehatan, sesuai dengan regulasi yang dikeluarkan oleh WHO.

Berikut rincian versi dari Jurnal Fenniggo dan Smith (1989), dimana penilaian numerik diberikan untuk setiap jenis peralatan dengan mengklasifikasikan **fungsi**

**peralatan, aplikasi klinis, dan pemeliharaan yang diperlukan**, serta menambahkan atau mengurangi dengan **faktor riwayat kegagalan peralatan**, yang menghasilkan *Equipment Management (EM) Number* peralatan.

Sebelum ditempatkan dalam pelayanan, setiap peralatan laboratorium kesehatan dinilai sesuai dengan kriteria berikut:

1. Fungsi alat (*equipment function*)
2. Risiko fisik dan penggunaan klinis (*physical risk associated with clinical application*)
3. Kebutuhan pemeliharaan (*maintenance requirements*)
4. Riwayat insiden peralatan (*history*)

Skor Penilaian *EM number* alat laboratorium kesehatan ditentukan dengan menjumlahkan skor individu untuk masing-masing dari empat karakteristik diatas, dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$\text{EM number} = \text{Function} + \text{Physical risk} + \text{Maintenance} + \text{History}$$

Identifikasi *EM number* peralatan:

### 1) Identifikasi Fungsi Alat Terhadap Nilai

Fungsi peralatan elektromedik dibagi atas kategori sebagai alat terapi, diagnostik, analitis dan fungsi lain-lain. Peralatan terapi mengeluarkan energi dan diberikan langsung kepada pasien. Oleh karena itu peralatan elektromedik jenis tersebut mempunyai nilai yang tinggi yaitu 8 – 10. Peralatan elektromedik untuk diagnostik yang pada umumnya menerima sinyal bioelektrik dari pasien mempunyai nilai 6 - 7, **kelompok peralatan analitis mempunyai nilai 3 - 5** sedangkan peralatan elektromedik dengan fungsi lain mempunyai nilai 2. Pada tahap ini harus dilakukan identifikasi seluruh peralatan elektromedik yang akan dipelihara, sehingga masing-masing alat elektromedik memperoleh nilai sesuai dengan fungsinya.

Tabel 1 Tabel Identifikasi FUNGSI ALAT Terhadap Nilai

Therapeutic	<b>Dukungan hidup</b> ( <i>Life support</i> ) Misal Defibrillator	10
	<b>Perawatan bedah dan intensif</b> ( <i>Surgical and Intensive Care</i> ) Misal Oksigen concentrator, Autoclave	9
	<b>Terapi fisik dan perawatan</b> ( <i>Physical Therapy and Treatment</i> )	8

Diagnostic	<b>Pemantauan perawatan bedah dan intensif</b> (Surgical and Intensive Care Monitoring) Misal EKG	7
	<b>Pemantauan fisiologis dan Diagnostik Tambahan</b> (Additional Physiological Monitoring and Diagnostic) Misal Pulse Oximeter, X-Ray, dan Mamografi	6
Analytical	<b>Laboratorium Analitik</b> (Analytical Laboratory) Misal Hgb A1C, Termometer, Glukometer, Mikroskop, Audiometer, Tympanogram, Spiromoter	5
	<b>Aksesoris Laboratorium</b> (Laboratory Accessories)	4
	<b>Komputer dan Terkait</b> (Computer and Related)	3
Miscellaneous	<b>Terkait Pasien dan Lainnya</b> (Patient Related and Other) Misal Timbangan, Unit Tekanan Terkait Non-Pasien Misal Lab. refrigerator, Kursi gigi, Meja listrik, Amalgamator,	2

## 2) Identifikasi Fungsi Alat terhadap nilai

Risiko fisik adalah dampak yang dapat terjadi bila peralatan mengalami kegagalan atau kerusakan. Dampak tersebut dapat berupa kematian pasien, cedera dan salah diagnosa akibat kegagalan atau kerusakan peralatan elektromedik. Risiko yang terjadi dibagi berdasarkan tingkat keparahannya. Kegagalan atau kerusakan alat elektromedik yang dapat menyebabkan kematian mendapat nilai tertinggi yaitu 5. Kemungkinan terjadinya kecelakaan berakibat luka pada pasien atau operator diberi nilai 4, akibat kegagalan atau kerusakan alat elektromedik sehingga menyebabkan terapi yang tidak tepat atau kesalahan diagnosa diberi nilai 3. Sedangkan kegagalan atau kerusakan alat elektromedik tidak menimbulkan risiko yang signifikan diberi nilai 1. Pada tahap ini harus dilakukan identifikasi seluruh peralatan elektromedik yang akan dipelihara, sehingga masing-masing alat elektromedik memperoleh nilai sesuai dengan risiko yang terjadi.

Tabel 2 Tabel Identifikasi Risiko Fisik terhadap nilai

Kematian Pasien (Potential Patient Death)	5
Cedera Pasien atau Operator (Potential Patient or Operator Injury)	4
Terapi yang Tidak Tepat atau Kesalahan Diagnosis ( <i>Inappropriate therapy or misdiagnosis</i> )	3
Kerusakan peralatan ( <i>Equipment damage</i> )	2
Tidak Ada Risiko Signifikan (No Significant Identified Risk)	1

## 3) Identifikasi Fungsi Alat terhadap nilai

Kebutuhan pemeliharaan preventif suatu peralatan elektromedik dibagi atas tiga tingkat pemeliharaan yaitu intensif, sedang dan minimal. Peralatan elektromedik yang sebagian besar komponennya berupa mekanik, pneumatik dan fluida biasanya membutuhkan pemeliharaan intensif. Jenis peralatan tersebut membutuhkan penyetelan serta penggantian beberapa bagian yang mengalami keausan. Peralatan yang hanya membutuhkan pengecekan dan pengujian diklasifikasikan pada tingkat sedang dan peralatan yang hanya membutuhkan pengecekan secara visual atau panca indra lainnya dikategorikan sebagai tingkat pemeliharaan yang rendah.

Tabel 3 Tabel Identifikasi Kebutuhan Pemeliharaan terhadap nilai

Ekstensif (routine calibration and part replacement required)	5
Diatas rata-rata/ above average (performance verification and safety testing)	4
Rata-rata/ Average (performance verification and safety testing)	3
Dibawah rata-rata/ below average (performance verification and safety testing)	2
Minimal (visual inspection)	1

Sumber: Bronzino, 1992, *Management of Medical Technology*, A Primer for clinical Engineers, Butter Worth Heinemann

#### 4) Identifikasi RIWAYAT INSIDEN terhadap nilai

Menurut WHO dalam bukunya, "*Medical Equipment Maintenance Programme Overview and Criteria For Medical Equipment Inventory Inclusion*" mengambil kriteria identifikasi dari model Fennigoh dan Smith dengan menambahkan "Riwayat Insiden Alat". Persyaratan riwayat insiden alat mempunyai nilai +2 sampai dengan -2.

Tabel 4 Tabel Identifikasi Kebutuhan Pemeliharaan terhadap nilai

KATEGORI	NILAI	DEFINISI
Signifikan	+2	Lebih dari 1 kali insiden setiap 6 bulan
Diatas rata – rata	+1	1 kali insiden setiap 6 - 9 bulan
Rata – rata	0	1 kali insiden setiap 9 - 18 bulan
Minimal	-1	1 kali insiden setiap 18 - 30 bulan
Tidak bermakna/signifikan	-2	Kurang dari 1 kali insiden pada kurun waktu 30 bulan

Interval pemeliharaan disusun berdasarkan *Equipment Management (EM) Number*,

$$\text{EM number} = \text{Function} + \text{physical risk} + \text{Maintenance} + \text{History}$$

Nilai kebutuhan pemeliharaan juga digunakan untuk menentukan interval antara setiap prosedur pemeliharaan untuk setiap jenis alat.

Semua alat elektromedis dengan jumlah EM total 12 atau lebih akan disertakan dalam program dan dijadwalkan untuk inspeksi dan pemeliharaan preventif.

Nilai Equipment Management (EM)	Periode Pemeliharaan
Nilai EM < 12	Alat elektromedik dengan EM < 12, dilakukan inspeksi sesuai kebutuhan
Nilai EM 12 - 14	Alat elektromedik dengan EM 12 sd 14 dijadwalkan, dilakukan pemeliharaan setidaknya setiap 12 (dua belas) bulan sekali (setiap tahun sekali)
Nilai EM 15 – 19	Alat elektromedik dengan EM 15 atau lebih akan dijadwalkan untuk dilakukan pemeliharaan setidaknya setiap 6 (enam) bulan sekali
Nilai EM ≥ 20	Alat elektromedik dengan EM ≥ 20, dijadwalkan dilakukan pemeliharaan setidaknya dengan interval 4 (empat) bulan sekali

Tabel 5 Contoh Perhitungan Equipment Manajemen (EM) dengan empat identifikasi

No	Nama Alat	Fungsi Alat	Aplikasi klinis/ Risiko	Kebutuhan Pemeliharaan	Riwayat Insiden	EM	Frekuensi Pemeliharaan
1	Mikroskop	5	3	4	0	12	12 bulan sekali
2	Laboratory Incubator	5	3	5	0	13	12 bulan sekali
3	Laboratory oven	5	3	4	0	12	12 bulan sekali
4	Bio Safety Cabinet	5	3	4	0	12	12 bulan sekali
5	Laminar Air Flow	5	3	4	0	12	12 bulan sekali
6	Microscope monocular/ binocular	5	3	4	0	12	12 bulan sekali
7	Mikroskop fluorescence	5	3	4	0	12	12 bulan sekali
8	Mikroskop elektron	5	3	5	+2	15	6 bulan sekali
9	Microplate reader fluorescence and luminescence	5	3	4	0	12	12 bulan sekali
10	PCR	5	3	5	+2	15	6 bulan sekali
11	Microba Analyzer	5	3	5	+2	15	6 bulan sekali
12	Hematology Analyzer	5	3	5	+2	15	6 bulan sekali
13	Hb Elektroforesis	5	3	5	+2	16	6 bulan sekali
14	Auto analyzer	5	3	5	+2	15	6 bulan sekali
15	Urine analyzer	5	3	5	+2	15	6 bulan sekali
16	HPLC	5	3	5	+2	15	6 bulan sekali
17	AAS	5	3	5	+2	15	6 bulan sekali
18	Fotometer	5	3	4	0	13	12 bulan sekali
19	Spektrofotometer	5	3	5	+2	15	6 bulan sekali

No	Nama Alat	Fungsi Alat	Aplikasi klinis/ Risiko	Kebutuhan Pemeliharaan	Riwayat Insiden	EM	Frekuensi Pemeliharaan
20	UV Visible spektrofotometer (parameter kimia)	5	3	5	+2	15	6 bulan sekali
21	Double beam spektrofotometer (parameter kimia)	5	3	5	+2	15	6 bulan sekali
22	Disolve Oxygen Meter (DO meter)	5	3	4	0	12	12 bulan sekali
23	TDS meter	5	3	4	0	12	12 bulan sekali
24	Turbidimeter	5	3	4	0	12	12 bulan sekali
25	Laboratory Freezer	5	3	4	0	12	12 bulan sekali
26	Laboratory Refrigerator	5	3	4	0	12	12 bulan sekali
27	Colony counter	5	3	4	0	12	12 bulan sekali
28	pH meter	5	3	4	0	12	12 bulan sekali
29	Autoclave	5	3	4	0	12	12 bulan sekali
30	Waterbath	5	3	4	0	12	12 bulan sekali
31	Centrifuge	5	3	4	0	12	12 bulan sekali
32	Refrigerated Centrifuge	5	3	4	0	12	12 bulan sekali
33	BOD Incubator	5	3	4	0	12	12 bulan sekali
34	COD reactor	5	3	4	0	12	12 bulan sekali
35	Thermohygrometer	5	3	4	0	12	12 bulan sekali
36	Thermometer	5	3	4	0	12	12 bulan sekali
37	Luxmeter	5	3	4	0	12	12 bulan sekali
38	Automatic Coloni Counter	5	3	4	0	12	12 bulan sekali
39	Hot Plate Stirer	5	3	4	0	12	12 bulan sekali
40	Neraca Analitik	5	3	4	0	12	12 bulan sekali
	ID-AST semi otomatis						
	Malditoff						
	Magpix System (Multiplexing platform Bead-based multiplex assay using)						
	Mikroskop Lapangan Gelap						
	Malditoff						
	GloMax/ Imaging Cells						
	TCM						
	Dip Stik						
	RDT						
	EIA						
	ELFA						
	CLIA						
	Flowcytometri						
	RT- PCR						
	Sanger Sequencing						
	NGS						
	Ultra HPLC						
	GCMS						





## E. Membuat surat perintah kerja elektromedis (SPKE)

### SURAT PERINTAH KERJA ELEKTROMEDIS

Nomor  
tanggal

Yang bertanda tangan dibawah ini, Kepala Laboratorium. . . . .

menugaskan kepada :

Nama .....  
 Jabatan, Teknisi elektromedis .....  
 Pangkat/ golongan ruang .....

Untuk melaksanakan pekerjaan :

No	Pekerjaan	Nama alat	Lokasi/ Unit kerja	Keterangan

Pada hari : . . . . ., tanggal : . . . . . dari jam : . . . . s/d jam . . . .

Setelah selesai melaksanakan tugas, harap segera melaporkan hasilnya.

Kepala Laboratorium

.....





	2. Pemeliharaan adalah kegiatan untuk menjamin suatu alat elektromedik selalu siap operasional, terjamin kinerjanya dan aman untuk digunakan
Tujuan	Menjamin mutu kinerja dan keselamatan alat elektromedik
Kebijakan	Semua peralatan kesehatan wajib dilakukan pemeliharaan rutin berkala
Referensi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Undang - Undang Nomor 44 tahun 2009 tentang Rumah Sakit</li> <li>2. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 65 Tahun 2016 tentang Standar Pelayanan Elektromedik</li> <li>3. Keputusan Menteri Kesehatan Nomor HK.01.07/ MENKES/ 314/ 2020 tentang Standar Profesi Elektromedis</li> <li>4. Permenkes No. 21 Tahun 2018 tentang pedoman tata kearsipan dinamis di lingkungan Kementerian Kesehatan RI</li> <li>5. Kepmenaker Nomor 135 tahun 2019 tentang Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia Aktivitas Kesehatan Manusia dan Aktivitas Sosial Golongan Pokok Aktivitas Kesehatan Manusia Bidang Kesehatan Profesi Elektromedis</li> <li>6. Pedoman Pengelolaan, Peralatan Kesehatan di Fasilitas Pelayanan Kesehatan tahun 2015</li> </ol>
Prosedur	<p><b>Prosedur Pemeliharaan Centrifuge</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Melaksanakan pengisian data administrasi :           <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nomor Lembar Kerja</li> <li>- Data alat elektromedik</li> <li>- Tempat dan tanggal pemeliharaan</li> <li>- Lokasi alat</li> </ul> </li> <li>2. Melaksanakan persiapan alat kerja :           <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tachometer (bila ada)</li> <li>- Electrical safety analyzer (bila ada)</li> <li>- Stopwatch</li> <li>- Multimeter</li> <li>- Toolkit elektronik</li> </ul> </li> <li>3. Melaksanakan persiapan dan penggunaan APD:           <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hand hygiene (sebelum dan setelah kegiatan)</li> <li>- Menggunakan APD sesuai standar</li> <li>- Apakah ada kejadian tidak diinginkan (KTD)</li> <li>- Melaksanakan persiapan lembar kerja pemeliharaan</li> </ul> </li> </ol>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melaksanakan persiapan alat ukur standar (bila ada)</li> <li>- Melaksanakan pengoperasian alat ukur standar (bila ada)</li> <li>- Melaksanakan pemeriksaan aksesoris alat</li> <li>- Melaksanakan pengoperasian alat elektromedik dalam rangka pemeliharaan</li> </ul> <p>4. Melaksanakan pengukuran kondisi lingkungan :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Suhu lingkungan : 10°C - 40°C Mencatat suhu diawal dan akhir kerja</li> <li>- Kelembaban : 15%RH - 85%RH Mencatat kelembaban diawal dan akhir kerja</li> </ul> <p>5. Melaksanakan pemeliharaan bagian mekanik, kelistrikan dan aksesoris :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Badan dan permukaan alat (selungkup masih utuh, tidak ada bekas tertimpa cairan, pastikan tidak ada kerusakan)</li> <li>- Door Lock, pastikan pengunci penutup centrifuge berfungsi dengan baik</li> <li>- Setting kecepatan, pastikan berfungsi dengan baik</li> <li>- Setting timer, pastikan berfungsi dengan baik</li> <li>- Indikator/ display, pastikan indicator menyala normal dan berfungsi dengan baik</li> <li>- Power cord, pastikan dalam keadaan berfungsi baik, tidak ada kebel terbuka atau tanda-tanda kerusakan</li> </ul> <p>6. Melaksanakan pengujian kinerja :</p> <p>Apabila memiliki alat ukur standar,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menyiapkan <i>Unit Under Test</i> (alat elektromedik yang diuji) dan alat ukur standar</li> <li>- Melaksanakan koneksi <i>Unit Under Test</i> dengan alat ukur standar</li> <li>- Melaksanakan pengujian kecepatan motor (RPM)</li> <li>- Melaksanakan pengujian waktu (detik)</li> </ul> <p>7. Melaksanakan pengujian keselamatan listrik, sesuai IEC/ SNI 62353</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sumber tegangan: live to neutral, live to ground dan neutral to ground</li> <li>- Tahanan isolasi kabel catu daya dengan selungkup/ <i>chasis</i> (<i>Insulation Resistance, Mains to PE</i>)</li> <li>- Tahanan hubungan pentanahan (<i>Protective Earth Resistance</i>)</li> <li>- Arus bocor pada peralatan</li> </ul> <p>8. Melaksanakan pemeliharaan preventif alat elektromedik :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Melaksanakan pembersihan</li> <li>- Melaksanakan pelumasan</li> <li>- Melaksanakan penyetelan</li> </ul>
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melaksanakan pengencangan bagian alat</li> <li>- Melaksanakan penggantian suku cadang pemeliharaan</li> </ul> 9. Melaksanakan simpulan kelaikan alat hasil pemeliharaan 10. Melaksanakan pengecekan kenormalan operasional alat sebelum dikembalikan ke pengguna 11. Melaksanakan legalisasi hasil pemeliharaan ke user 12. Membuat laporan hasil pemeliharaan 13. Hasil pemeliharaan diperiksa oleh PJ Pelayanan Pemeliharaan Alat Kesehatan 14. PJ Pelayanan Pemeliharaan Alat Kesehatan melaksanakan rdokumentasi hasil pemeliharaan dan menindaklanjuti temuan hasil pemeliharaan		
Formulir	Form Laporan Kerja Pemeliharaan Centrifuge		
DokumenTerkait	Jadwal Pemeliharaan Alat Elektromedik		
Unit Terkait	Semua unit kerja pelayanan terkait di Rumah Sakit		
Catatan Revisi	No.	Isi Perubahan	Tanggal Revisi
	1.	-	-

## J. Membuat Lembar Kerja pemeliharaan

Tabel 8 Contoh Lembar Kerja Pemeliharaan Centrifuge

Logo Laboratorium	Nama Laboratorium	No. Dok	: 0
		No.Revisi	: 0
	<b>Lembar Kerja Pemeliharaan Centrifuge</b>	Tanggal	: 0
		Hal	: Ke 1 dari 2

### 1. DATA ADMINISTRASI

Nomor Lembar Kerja :

1	Merk	:	
2	Type/ Model	:	
3	Nomor seri	:	
4	Tanggal Pemeliharaan	:	
5	Lokasi	:	
6	Ruang	:	

### 2. DATA ALAT UKUR

No	Nama Alat	Merk	Type/ Model	Nomor seri
1	Digital tachometer			
2	Electrical Safety analyzer			
3	Stop watch			
4	Multimeter			
5	Toolkit elektronik			

### 3. PERSIAPAN DAN PENGGUNAAN APD

Melaksanakan Upaya Kesehatan dan Keselamatan Kerja dalam Bidang Elektromedik

No	Nama Alat	Dilakukan √	Keterangan
1	<i>Hand Hygiene</i> (sebelum dan setelah kegiatan)		
2	Menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) =		
	• Pelindung kepala		
	• Pelindung mata		
	• Pelindung telinga		
	• Pelindung kaki		
	• Pelindung tangan		
	• Pelindung badan		
3	Melaksanakan persiapan alat kerja dan bahan pemeliharaan		
4	Menyiapkan dan mengoperasikan alat ukur standar		
	Melaksanakan pengoperasian alat elektromedik dalam rangka pemeliharaan		
5	Apakah Ada Kejadian Tidak Diinginkan (KTD) ?		

### 4. PENGUKURAN KONDISI RUANG

No	Parameter	Pembacaan Awal	Pembacaan Akhir	Nilai Rata-rata	Satuan	Ambang Batas
1	Suhu ( °C )				°C	10 °C – 40 °C
2	Kelembaban (%RH)				% RH	%RH - 85 %RH

### 5. PEMELIHARAAN BAGIAN MEKANIK, KELISTRIKAN DAN ASESORIS

Bagian alat	Dilakukan √	Pemeliharaan yang dilakukan	Keterangan
<b>Bagian Mekanik</b>			
a. Badan dan permukaan			<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Tidak
b. Door lock			<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Tidak
<b>Bagian Kelistrikan</b>			
c. Kabel power			<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Tidak

d. Kotak kontak alat			<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Tidak
e. Circuit breaker/ fuse			<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Tidak
f. Fitting dan konektor			<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Tidak
g. Tombol, saklar dan kontrol			<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Tidak
h. Indikator dan display			<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Tidak
i. Alarm			<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Tidak
j. Setting kecepatan			<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Tidak
k. Setting timer			<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Tidak
<b>Bagian asesoris</b>			
l.			

## 6. PEMELIHARAAN PREVENTIF

Melaksanakan pemeliharaan preventif alat elektromedik

Pemeliharaan preventif	Dilakukan (√)	Hasil pemeliharaan preventif
Pembersihan (clean)		
Pengaturan/ ajustment (calibrate/adjust)		
Pelumasan (lubricate)		
Pengencangan (tighten)		
Penggantian suku cadang habis pakai (replace)		
Penggantian bahan habis pakai (change)		

Penggantian suku cadang/ bahan habis pakai

No	Nama Suku Cadang	Merk, Type, S/N	Part Number	Jumlah	Harga (Rp)

## 7. PENGUJIAN KESELAMATAN LISTRIK (SNI//IEC 62353)

No	Parameter	Terukur	Ambang batas	Keterangan
1	Tegangan jala-jala ( <b>mains Voltage</b> )			<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Tidak
	- Live to Neutral	Vac	220 Vac ± 10%	
	- Live to Ground	Vac	220 Vac ± 10%	
	- Netral to Ground	Vac	≤ 5 Vac	
2	Tahanan isolasi kabel catu daya dengan selungkup/ chassis ( <b>Insulation Resistance, Mains to PE</b> )	MΩ	≥ 2 MΩ	<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Tidak
3	Tahanan hubungan pentanahan ( <b>Protective earth resistance</b> )	Ω	≤ 0,2 Ω	<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Tidak

4	Arus bocor pada peralatan		$\mu\text{A}$	$\leq 500 \mu\text{A}$	<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Tidak
---	---------------------------	--	---------------	------------------------	--

## 8. PENGUJIAN KINERJA

### a. Operasional alat

No	Uji Performance	Parameter		Keterangan
		Setting	Keluaran	
1	Performance test			<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Tidak
				<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Tidak
				<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Tidak
2	Operasional alat			<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Tidak

### b. Parameter kecepatan motor (RPM)

No	Parameter	Setting alat (RPM)	Pembacaan Standar (RPM)	Toleransi	Keterangan
1	Kecepatan putaran	2000		$\pm 10 \%$	€ Baik € Tidak
2		3000			€ Baik € Tidak
3		4000			€ Baik € Tidak

### c. Parameter Waktu (detik)

No	Parameter	Setting alat (detik)	Pembacaan Standar (detik)	Toleransi	Keterangan
1	Waktu	60		$\pm 10\%$	<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Tidak
2		120			<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Tidak
3		180			<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Tidak

## 9. SIMPULAN HASIL PEMELIHARAAN

No	Pengukuran	Kategori
1	Pemeliharaan mekanik, kelistrikan dan aksesoris	<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Tidak baik
2	Pemeliharaan preventif	<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Tidak baik
3	Pengujian Keselamatan Listrik	<input type="checkbox"/> Aman <input type="checkbox"/> Tidak aman
4	Pengujian Kinerja	<input type="checkbox"/> Dalam batas toleransi <input type="checkbox"/> Perlu perbaikan

Berdasarkan hasil pemeliharaan, maka alat tersebut diatas dinyatakan:

- Laik Pakai
- Tidak Laik Pakai

## 10. PELAKSANA

PJ Pemeliharaan Peralatan,

User,

Elektromedis,

.....

.....

.....

### K. Membuat evaluasi dan pelaporan bulanan hasil kegiatan elektromedis

*Logbook* elektromedis berisi :

1. Periode kegiatan
2. Nama dan jabatan elektromedis
3. Tanggal kegiatan
4. Uraian kegiatan (pemantauan fungsi, pemeliharaan, perbaikan, kalibrasi, kajian teknis, kajian alat)
5. Data alat
  - a. Nama, merk, tipe, dan nomor seri
  - b. Lokasi
6. Kegiatan
  - a. Jenis kegiatan
  - b. Waktu satuan kegiatan
  - c. Volume target
  - d. Realisasi
7. Bukti kegiatan
8. Pengesahan dari penanggung jawab/kepala ruangan

Contoh :

*Logbook* harian/bulanan hasil kegiatan pemeliharaan alat



**b) Kontrol suhu**

Kontrol ini memungkinkan penyesuaian sesuai dengan suhu larutan yang diukur.

**c) Kontrol kalibrasi**

Tergantung pada desainnya, pH meter memiliki satu atau dua tombol atau dial kalibrasi. Biasanya ini adalah identifikasi oleh **Cal 1** dan **Cal 2**. Jika pH meter dikalibrasi hanya menggunakan satu larutan, tombol Cal 1 digunakan; memastikan bahwa Cal 2 diatur pada 100%. Jika pH meter memungkinkan kalibrasi dua titik, dua larutan pH yang diketahui mencakup kisaran pH yang akan diukur akan digunakan. Dalam hal ini, kedua kontrol digunakan (Cal 1 dan Cal 2). Dalam kasus khusus, kalibrasi tiga titik harus dilakukan (menggunakan tiga larutan pH yang diketahui).

**d) Pemilih mode**

Fungsi-fungsi yang umumnya termasuk dalam kontrol ini adalah:

- **Mode 0**, dalam posisi ini elektroda dilindungi dari arus listrik. Ini adalah posisi yang digunakan untuk memelihara peralatan saat disimpan.
- **Mode pH**, dalam posisi ini peralatan dapat melakukan pengukuran pH setelah melakukan prosedur kalibrasi yang diperlukan.
- **Mode Millivolt (mV)**, dalam posisi ini peralatan mampu melakukan pembacaan millivoltage.
- **Mode ATC**, mode kontrol suhu otomatis digunakan ketika pH diukur dalam larutan yang suhunya bervariasi. Fungsi ini membutuhkan penggunaan probe khusus. Tidak semua pH meter memiliki kontrol ini.

**2. Elektroda atau probe gabungan.** Perangkat ini harus disimpan dalam air suling dan tetap terhubung ke alat ukur.

**b. User Maintenance**

**Pengoperasian harian**

**1. Kalibrasi pH meter menggunakan satu larutan pH yang diketahui (kalibrasi satu titik).**

- Hubungkan peralatan ke stopkontak listrik dengan tegangan yang sesuai.
- Sesuaikan pemilih suhu dengan suhu lingkungan.

- Sesuaikan meteran.
- Lepaskan elektroda dari wadah penyimpanan. Elektroda harus selalu disimpan dalam larutan yang sesuai. Beberapa dapat dipertahankan dalam air suling, yang lain harus disimpan dalam larutan yang berbeda seperti yang direkomendasikan produsen mereka. Jika karena alasan tertentu, elektroda menjadi kering, perlu untuk merendamnya setidaknya selama 24 jam sebelum digunakan.
- Bilas elektroda dengan air suling dalam gelas kimia kosong.
- Keringkan elektroda dengan bahan yang mampu menyerap sisa cairan pada permukaannya, tanpa merusak elektroda. Untuk menghindari kemungkinan kontaminasi, elektroda harus dibilas di antara larutan different.

## 2. Tempatkan elektroda dalam larutan kalibrasi.

Rendam elektroda dalam larutan standar sedemikian rupa sehingga ekstremitas bawahnya tidak menyentuh bagian bawah gelas kimia. Ini mengurangi risiko pemecahan elektroda. Jika pengujian mengharuskan larutan tetap bergerak menggunakan agitator magnetik, perawatan khusus harus diambil agar batang agitasi tidak mengenai elektroda karena ini dapat mematahkannya. Larutan Buffer digunakan sebagai larutan kalibrasi, karena pH-nya diketahui dan oleh karena itu akan tetap dipertahankan meskipun terjadi sedikit kontaminasi. Secara umum, larutan pH = 7 digunakan untuk tujuan ini.

## 3. Putar pemilih fungsi dari posisi knop ke posisi pH.

- Tindakan ini menghubungkan elektroda ke skala pengukuran pH dalam pH meter.
- Sesuaikan *display/* meter untuk membaca pH larutan kalibrasi menggunakan tombol bertanda Cal 1. Hal ini memungkinkan meter untuk membaca pH larutan kalibrasi.
- Sebagai contoh: Untuk larutan pada pH = 7, jarum dapat beresilasi sedikit dalam satuan pH 0,1; rata-rata, bacaannya harus 7. Pembacaan meteran (skala membaca) harus dilakukan secara tegak lurus, untuk menghindari atau menghilangkan kesalahan tipe paralel (kesalahan pembacaan yang dihasilkan oleh bayangan jarum meter, terlihat di cermin skala baca). pH meter kemudian siap (dikalibrasi), untuk melakukan pembacaan pH yang benar.
- Letakkan pemilih fungsi di posisi Siaga.

#### 4. Mengukur pH suatu larutan.

- Lepaskan elektroda dari larutan kalibrasi.
- Bilas elektroda dengan air suling dan keringkan.
- Tempatkan elektroda dalam larutan pH yang tidak diketahui.
- Putar pemilih fungsi dari posisi Siaga ke posisi pH.
- Baca pH larutan pada skala meteran atau layar. Daftarkan bacaan yang diperoleh pada lembar kontrol.
- Putar pemilih fungsi lagi ke posisi Siaga.

Jika perlu untuk mengukur pH lebih dari satu larutan, ulangi prosedur yang dijelaskan sebelumnya, bilas probe dengan air suling dan keringkan dengan kertas bersih dan bebas serat di antara pembacaan. Ketika pH harus diukur dalam berbagai larutan, pH meter harus sering dikalibrasi, mengikuti langkah-langkah yang dijelaskan sebelumnya.

#### 5. Matikan pH meter

- Lepaskan elektroda dari larutan terakhir yang dianalisis.
- Bilas elektroda dalam air suling dan keringkan dengan bahan pengering yang tidak akan menembusnya.
- Tempatkan elektroda dalam wadah penyimpanannya.
- Verifikasi bahwa pemilih fungsi berada dalam posisi Siaga.
- Aktifkan sakelar mati atau lepaskan kabel umpan, jika tidak memiliki kontrol ini.
- Bersihkan area kerja.

#### Prosedur kalibrasi umum pH meter

pH Meter harus dikalibrasi sebelum digunakan untuk menjamin kualitas dan keakuratan pembacaan dengan mengikuti prosedur sebagai berikut:

1. **Kalibrasi satu titik**, ini dilakukan untuk kondisi kerja normal dan untuk penggunaan normal. Ini menggunakan satu solusi referensi pH yang diketahui.
2. **Kalibrasi dua titik**, ini dilakukan sebelum melakukan pengukuran yang sangat tepat. Ini menggunakan dua solusi referensi pH yang diketahui. Hal ini juga dilakukan jika instrumen digunakan secara sporadis dan pemeliharaannya tidak sering dilakukan

#### c. Pemeliharaan 6 bulanan

**Frekuensi: Setiap enam bulan**

1. Periksa bagian luar peralatan dan periksa kondisi fisiknya. Verifikasi kebersihan penutup dan penyesuaiannya.
2. Uji kabel koneksi dan sistem koneksinya, periksa apakah dalam kondisi baik dan bersih.
3. Periksa kontrol peralatan, pastikan dalam kondisi baik dan dapat dioperasikan tanpa kesulitan.
4. Pastikan meter analog dalam kondisi baik, untuk melakukan ini, peralatan harus diputuskan dari saluran jala-jala. Sesuaikan jarum indikator ke nol (0) menggunakan sekrup penyesuaian yang umumnya terdapat di bawah pivot jarum indikator. Jika peralatan memiliki layar indikator, periksa apakah peralatan tersebut berfungsi normal.
5. Pastikan indikator on (bohlam atau dioda) beroperasi secara normal.
6. Verifikasi keadaan lengan pembawa elektroda, periksa pemasangan elektroda dan mekanisme perakitan untuk mencegah elektroda menjadi longgar. Periksa apakah penyesuaian ketinggian beroperasi dengan benar.
7. Periksa baterai (jika ada); ubah jika perlu.
8. Uji fungsinya dengan mengukur pH dari larutan yang diketahui.
9. Periksa koneksi ground dan periksa arus keluar.

### **Pemeliharaan dasar elektroda**

#### **Frekuensi: Setiap empat bulan**

Elektroda pengukur atau detektor membutuhkan pemeliharaan berkala dari larutan konduktor untuk mendapatkan pembacaan yang tepat.

Langkah-langkah yang disarankan untuk mengganti larutan elektrolit adalah sebagai berikut:

1. Lepaskan elektroda pH dari larutan buffer penyimpanan.
2. Bilas elektroda detektor secara melimpah dengan air suling.
3. Lepaskan penutup atas elektroda detektor.
4. Isi saluran yang mengelilingi elektroda internal dengan larutan kalium klorida jenuh (KCl). Gunakan jarum suntik atau aplikator yang disertakan dengan larutan KCl. Pastikan ujung jarum suntik tidak menyentuh bagian dalam elektroda.
5. Tutup elektroda dengan penutupnya. Bilas elektroda dalam air suling.
6. Simpan elektroda dalam larutan buffer penyimpanan saat tidak digunakan.

### Pembersihan elektroda

Jenis pembersihan yang diperlukan untuk elektroda tergantung dari jenis kontaminan  
Prosedur yang paling umum dilakukan:

1. **Pembersihan umum.** Rendam elektrode pH dalam larutan 0,1 M HCl atau 0,1 M HNO<sub>3</sub>, selama 20 menit. Bilas dengan air.
2. **Penghapusan endapan dan bakteri.** Rendam elektrode pH dalam larutan pemutih domestik yang diencerkan (misalnya 1%), selama 10 menit. bilas dengan air.
3. **Minyak pembersih dan minyak.** Bilas elektrode pH dengan deterjen ringan atau dengan metil alkohol. Bilas dengan air.
4. **Pembersihan endapan protein.** Rendam elektroda pH dalam pepsin 1% dan 0,1 M HCl selama 5 menit. Bilas dengan air. Setelah melakukan setiap operasi pembersihan, bilas dengan air deionisasi dan refill elektroda referensi sebelum digunakan.

### Tindakan pencegahan lainnya

1. Ingatlah bahwa elektroda memiliki umur terbatas.
2. Saat tidak digunakan, simpan elektroda di dalam larutan buffer penyimpanan.
3. Mencegah elektroda jatuh dan terlempar, mengingat bahwa strukturnya umumnya terbuat dari kaca.

#### d. Troubleshooting operasional

TABEL TROUBLESHOOTING		
MASALAH	KEMUNGKINAN PENYEBABNYA	LARUTAN
pH meter menunjukkan pembacaan yang tidak stabil.	Ada gelembung udara di elektroda.	Rendam elektroda untuk menghilangkan gelembung.
	Elektrodanya kotor.	Bersihkan elektroda dan kalibrasi ulang.
	Elektroda tidak direndam.	Verifikasi bahwa sampel menutupi ujung elektroda dengan sempurna.

TABEL TROUBLESHOOTING		
MASALAH	KEMUNGKINAN PENYEBABNYA	LARUTAN
	Elektroda rusak.	Ganti elektroda.
Respons elektroda lambat.	Elektrodanya kotor atau berminyak.	Bersihkan elektroda dan kalibrasi ulang.
Layar menampilkan pesan kesalahan.	Mode operasi salah dipilih.	Verifikasi mode operasi yang dipilih. Pilih operasi yang valid.
Layar menampilkan kalibrasi atau pesan kesalahan.	Ada kesalahan kalibrasi**	Kalibrasi ulang pengukur pH.
	Kalibrasi nilai buffer keliru.	Verifikasi nilai buffer yang digunakan.
	Elektrodanya kotor.	Bersihkan dan kalibrasi elektroda.
pH meter menyala, tetapi tidak ada sinyal di layar.*	Baterai terpasang dengan buruk.	Verifikasi polaritas baterai.
	Baterai aus.	Ganti baterai.
Indikator baterai adalah flashing.*	Baterai aus.	Ganti baterai.

\* Berlaku untuk peralatan yang hanya dilengkapi dengan baterai.

\*\* Berlaku untuk kalibrasi internal.

### 6.3.2 TIMBANGAN LABORATORIUM

#### a. Prinsip pengoperasian

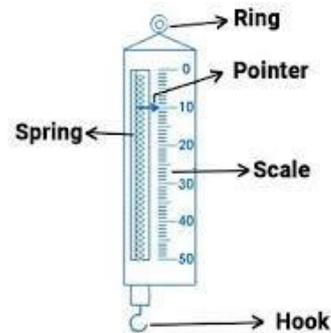
Ada perbedaan dalam desain, prinsip dan kriteria metrologi di antara beberapa jenis *balance*/ timbangan. Saat ini, ada dua jenis timbangan yaitu timbangan mekanik dan timbangan elektronik.

#### Timbangan Mekanik (*Mechanical balance*)

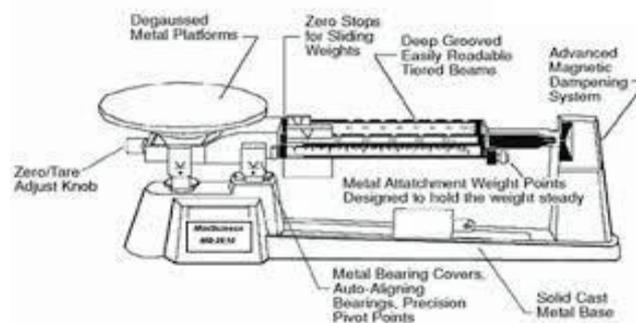
Jenis timbangan mekanik adalah sebagai berikut:

1. **Timbangan pegas (*Spring balance*).** Fungsinya didasarkan pada sifat mekanik pegas karena gaya yang dilakukan pada pegas sebanding dengan konstanta elastisitas

pegas [k], dikalikan dengan perpanjangannya [x] sehingga  $[F = -kx]$ . Semakin besar massa [m] yang ditempatkan pada pelat timbangan, semakin besar perpanjangannya, mengingat bahwa perpanjangan sebanding dengan massa dan konstanta pegas. Kalibrasi timbangan pegas tergantung pada gaya gravitasi yang bekerja pada benda yang ditimbang. Jenis timbangan tidak memiliki presisi yang tinggi.

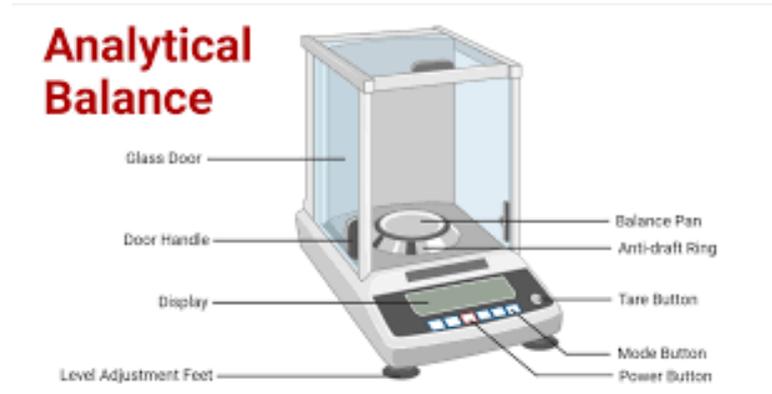


2. **Sliding weight balance.** Jenis timbangan ini dilengkapi dengan dua bobot yang diketahui yang dapat dipindahkan pada skala pengaturan (satu makro, yang lain mikro). Setelah menempatkan zat dengan massa yang tidak diketahui pada baki, beratnya ditentukan dengan memindahkan berat pada kedua skala pengaturan sampai posisi keseimbangan tercapai. Pada titik ini, berat diperoleh dengan menambahkan kedua kuantitas yang ditunjukkan oleh posisi massa geser pada skala.



3. **Timbangan analitis (Analytical balance).** Timbangan ini berfungsi dengan membandingkan massa berat yang diketahui dengan berat yang tidak diketahui. Ini terdiri dari alas pada batang atau tuas simetris, dipertahankan oleh penyangga seperti bilah pada titik pusat yang disebut titik tumpu. Pada ujungnya, ada sanggudi, juga didukung dengan bilah yang memungkinkan berosilasi dengan lancar. Anak timbangan yang tersertifikasi ditempatkan di salah satu piring dan benda yang akan ditimbang di sisi lain. Keseimbangan memiliki sistem pengamanan atau kunci, yang memungkinkan tuas utama tetap stabil saat tidak digunakan atau ketika perlu untuk

memodifikasi bobot balik. Keseimbangan berada di dalam kotak eksternal yang melindunginya dari gangguan, seperti arus udara. Timbangan analitik dapat menimbang seperseribu gram (0,0001 g) atau 100 ribu gram (0,00001 g). Jenis timbangan ini umumnya memiliki kapasitas hingga 200 gram.



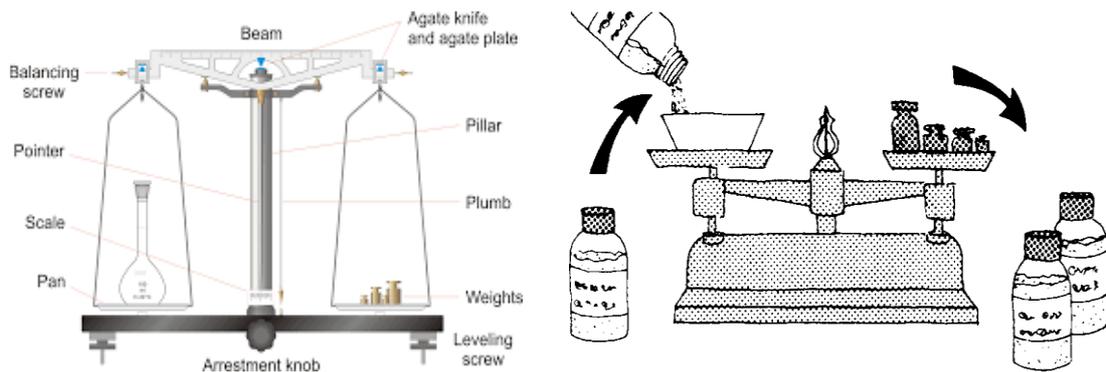
Hal ini diperlukan untuk memiliki satu set anak timbangan yang tersertifikasi. Set ini umumnya terdiri dari potongan-potongan berikut:

Jenis anak timbangan	Kapasitas
Potongan sederhana	1, 2, 5, 10, 20, dan 50 g
	100, 200 dan 500 g
Potongan pecahan	2, 5, 10, 20 dan 50 mg
	100, 200 dan 500 mg

4. **Upper plate balance/ Top loading balance/ parallel guidance balance.** Jenis timbangan ini memiliki pelat pemuatan yang terletak di bagian atasnya, didukung oleh kolom yang dipertahankan dalam posisi vertikal oleh dua pasang pemandu dengan koneksi flexible. Effect dari gaya yang dihasilkan oleh massa ditransmisikan dari suatu titik pada kolom vertikal secara langsung atau dengan beberapa cara mekanis ke sel pemuatan. Persyaratan dengan jenis mekanisme ini adalah bahwa panduan paralel harus dipertahankan dengan ketepatan hingga  $\pm 1 \mu m$ . Penyimpangan dalam paralelisme menyebabkan kesalahan yang dikenal sebagai beban lateral (ketika massa yang ditimbang menunjukkan perbedaan jika pembacaan diambil di tengah pelat atau di salah satu sisinya).



5. **Substitution Balance/ Unequal-lever arm/ Twoknife balance.** Ini adalah timbangan dengan satu piring. Massa yang tidak diketahui ditempatkan di pelat timbangan. Ini ditimbang dengan menghilangkan massa yang diketahui dari sisi penyeimbang sampai mencapai posisi seimbang, menggunakan sistem mekanis *cams*. Titik tumpu umumnya berada di luar pusat dalam kaitannya dengan panjang balok beban dan terletak di dekat bagian depan timbangan. Ketika massa ditempatkan pada pelat berat dan mekanisme penguncian keseimbangan dilepaskan, pergerakan berkas beban diproyeksikan melalui sistem optik ke layar yang terletak di bagian depan instrumen.



### Verifikasi pengoperasian

Prosedur yang digunakan untuk memverifikasi fungsi timbangan mekanis yang khas dijelaskan di bawah ini. Proses yang dijelaskan didasarkan pada timbangan substitusi.

1. Verifikasi level timbangan, perataan dicapai dengan menggunakan mekanisme penyesuaian berbentuk cincin yang terletak di dasar keseimbangan atau dengan menyesuaikan gelembung atau knop pada skala yang terletak di bagian depan alas keseimbangan.
2. Uji zero mechanism/ uji titik nol. Tempatkan kontrol pada nol dan bebaskan timbangan. Jika pembacaan tidak tetap pada nol, sesuaikan mekanisme nol (sekrup beralur yang terletak di posisi horizontal dekat titik tumpu). Untuk melakukan ini, perlu

untuk memblokir timbangan dan sedikit menyesuaikan mekanik. Proses ini harus dilanjutkan sampai nol menyesuaikan dengan benar pada skala membaca.

3. Verifikasi dan pengaturan sensitivitas. Ini selalu disesuaikan kembali setiap kali beberapa penyesuaian internal dilakukan. Ini dilakukan dengan standar yang diketahui sesuai dengan langkah-langkah berikut:
  - a. Kunci timbangan.
  - b. Tempatkan berat standar (setara dengan rentang skala optik) pada pelat.
  - c. Posisikan pengaturan mikro ke satu
  - d. Lepaskan timbangan.
  - e. Sesuaikan dengan posisi nol.
  - f. Posisikan pengaturan mikro ke nol (0). timbangan harus menunjukkan 100. Jika skala menampilkan kurang atau lebih dari 100, kontrol sensitivitas harus disesuaikan. Ini membutuhkan penguncian timbangan, membuka penutup atas dan memutar sekrup sensitivitas: Jika skala mendaftarkan lebih dari 100; putar sekrup dalam posisi searah jarum jam. Jika skala mendaftarkan kurang dari 100, perlu untuk melepas sekrup berlawanan arah jarum jam. Ulangi proses ini sampai timbangan disesuaikan (menyesuaikan nol dan sensitivitas).
  - g. Verifikasi rem pelat. Itu dipasang pada sumbu berulir yang menyentuh pelat untuk mencegahnya berosilasi ketika keseimbangan terkunci. Jika terjadi ketidakseimbangan, sumbu harus diputar sedikit sampai jarak antara putus dan pelat nol ketika timbangan terkunci.

### **Timbangan elektronik**

Timbangan elektronik memiliki tiga komponen dasar:

1. Piring penimbangan. Benda yang akan ditimbang yang diletakkan pada pelat penimbangan memberikan tekanan yang didistribusikan secara acak ke permukaan pelat. Melalui mekanisme transfer (tuas, penyangga, pemandu)
2. Transduser yang dikenal sebagai *load cell* menghasilkan sinyal keluar yang sesuai dengan gaya beban dalam bentuk perubahan tegangan atau frekuensi.
3. Sirkuit elektronik analog/ digital menunjukkan hasil akhir dari berat secara digital.

Timbangan laboratorium beroperasi sesuai dengan prinsip kompensasi gaya elektromagnetik yang berlaku untuk perpindahan atau torsi. Kombinasi komponen mekanisnya dan sistem pembacaan otomatis memberikan pengukuran berat pada tingkat akurasi tertentu tergantung pada modelnya.

## Sistem pemrosesan sinyal

Sistem pemrosesan sinyal terdiri dari rangkaian yang mengubah sinyal listrik yang dipancarkan oleh transduser menjadi data numerik yang dapat dibaca di layar. Proses sinyal terdiri dari fungsi-fungsi berikut:

1. **Pengaturan tara.** Pengaturan ini digunakan untuk menyesuaikan nilai pembacaan pada nol dengan beban apa pun dalam rentang kapasitas keseimbangan. Ini dikendalikan oleh tombol yang umumnya terletak di bagian depan timbangan. Ini biasanya digunakan untuk membuat pembacaan nol pada wadah penimbangan.
2. **Repeatability setting control** Selama pembacaan, nilai yang ditimbang dirata-ratakan dalam periode waktu yang telah ditentukan sebelumnya. Fungsi ini sangat berguna ketika operasi penimbangan perlu dilakukan dalam kondisi yang tidak stabil, misalnya dengan adanya arus udara atau getaran. Kontrol ini menentukan periode waktu yang memungkinkan hasil berada dalam batas yang telah ditetapkan agar dianggap stabil. Selain itu, dapat disesuaikan agar sesuai dengan aplikasi tertentu.
3. **Pembulatan** Secara umum, timbangan elektronik memproses data secara internal pada resolusi yang lebih besar daripada yang ditunjukkan pada layar. Nilai bersih internal yang dibulatkan ditampilkan di layar.
4. **Detektor stabilitas.** Indikator lampu ini memudar ketika hasil penimbangan menjadi stabil dan siap dibaca. Atau pada model keseimbangan lainnya, fitur ini memungkinkan tampilan hasil di layar saat ukuran berat menjadi stabil.
5. **Proses pensinyalan elektronik.** Ini memungkinkan pemrosesan dan tampilan hasil operasi penimbangan. Perhitungan dilakukan oleh mikroprosesor mengikuti instruksi yang dimasukkan oleh operator pada keyboard timbangan.

## Klasifikasi timbangan

Organization International of Legal Metrology (OIML) telah mengklasifikasikan timbangan menjadi empat kelompok:

Kelompok I: ketepatan khusus

Kelompok II: ketepatan tinggi

Kelompok III: ketepatan sedang

Kelompok IV: ketepatan biasa

Dalam klasifikasi metrologi timbangan elektronik, terdapat dua parameter yang penting:

1. Beban maksimum [Maks.]

## 2. Nilai divisi digital [ $d_d$ ]

**Berdasarkan ketepatan**, jumlah **pembagian skala dihitung** dengan menggunakan rumus berikut.

$$n = \frac{Maks}{d_d}$$

OIML menerima konvensi berikut untuk timbangan laboratorium.

1. Ultramikroanalitik  $d_d = 0,1 \mu\text{g}$
2. Analisis mikro  $d_d = 1 \mu\text{g}$
3. Analisis semi-mikro  $d_d = 0,01 \text{ mg}$
4. Analisis makro  $d_d = 0,1 \text{ mg}$
5. Presisi  $d_d \geq 1 \text{ mg}$

### **Kontrol keseimbangan elektronik**

Diagram umum timbangan elektronik ditunjukkan oleh hal berikut:

1. Banyak fungsi yang dimasukkan.
2. Berbagai unit pengukuran dapat dipilih.
3. Dimungkinkan untuk mengetahui hari dan jam kapan pengukuran dilakukan.
4. Proses yang dilakukan dapat didokumentasikan dan dicetak.
5. Dimungkinkan untuk memilih bahasa.

### **Persyaratan Instalasi/ Penempatan**

Untuk penempatan dan penggunaan timbangan yang baik, berikut ini diperlukan:

1. Ruang tanpa arus udara atau perubahan suhu yang tiba-tiba dan bebas dari debu.
2. Meja/ alas yang rata dengan sempurna. Platform inersia tinggi, terisolasi dari struktur yang terletak di sekitarnya sangat ideal untuk mengurangi effect getaran dari peralatan tertentu seperti sentrifugal dan refrigerator. Harus ada area yang cukup luas untuk memasang timbangan dan peralatan tambahan yang diperlukan selama proses penimbangan. Demikian juga ruang yang dibutuhkan untuk kabel seperti interkoneksi, kabel listrik dan kabel data printer harus disediakan.
3. Hindari memasang peralatan yang menghasilkan medan magnet tinggi atau getaran seperti sentrifugal, motor listrik, kompresor dan generator di sekitarnya.
4. Hindari menempatkannya langsung di bawah sistem pendingin udara (arus udara) dan sinar matahari.
5. Outlet listrik yang sesuai dengan standar kelistrikan dalam kondisi baik dan dilengkapi dengan *grounding* dan MCB.

## Pengoperasian timbangan elektronik

Pengoperasian timbangan elektronik secara umum sesuai dengan prosedur berikut:

1. Melakukan pengkondisian timbangan terhadap lingkungan penempatan
2. Melakukan pemanasan timbangan sebelum digunakan selama 20 menit.

Massa yang dikalibrasi harus sesuai atau melebihi toleransi ASTM. Untuk informasi umum, tabel berikut menunjukkan toleransi yang diterima untuk massa ASTM Kelas 1.

Berat Anak Timbangan (gram)	Batas atas (gram)	Batas bawah (gram)
100	100.0003	99.9998
200	200.0005	199.9995
300	300.0008	299.9993
500	500.0013	499.9988
1 000	1000.0025	999.9975
2 000	2000.0050	1999.9950
3 000	3000.0075	2999.9925
5 000	5000.0125	4999.9875

Ikuti instruksi yang ditunjukkan dalam manual operasi pabrikan

## Tabel referensi OIML, klasifikasi anak timbangan

Kelas Anak timbangan	Deskripsi: _____	Toleransi	Ketidakpastian memungkinkan	Frekuensi kalibrasi ulang
E1	Bahan stainless steel tanpa tanda atau rongga penyesuaian.	$\pm 0,5$ ppm per kg	$\pm 1/3$ dari toleransi	2 tahun
E2	Bahan stainless steel tanpa tanda atau rongga penyesuaian.	$\pm 1,5$ ppm per kg	$\pm 1/3$ dari toleransi	2 tahun
F1	Pemberat stainless steel dengan tombol sekrup untuk melindungi rongga penyetel.	$\pm 5$ ppm per kg	$\pm 1/5$ dari toleransi	1 tahun
F2	Bahan berlapis perunggu.	$\pm 15$ ppm per kg	$\pm 1/5$ dari toleransi	1 tahun
M1	Pemberat perunggu (yang tidak menimbulkan korosi atau menjadi ternoda) atau bobot besi cor dengan cat fi nish berkualitas tinggi.	$\pm 50$ ppm per kg	$\pm 1/5$ dari toleransi	1 tahun
M2	Pemberat perunggu atau besi cor (bobot komersial).	$\pm 200$ ppm per 1 kg	$\pm 1/5$ dari toleransi	1 tahun

## Tabel penggunaan bobot standar sesuai dengan kapasitas timbangan

Kapabilitas	Resolusi							
	100 g	10 g	1 g	100 mg	10 mg	1 mg	0.1 mg	0,01 mg
Hingga 200 g	–	–	–	M1	M1	F2	F1	F2
200 g hingga 1 kg	–	–	M1	M1	F2	F1/E2	E2	E2
1 hingga 30 kg	M2	M2	M1	F2	E2	E2	E2	–
30 hingga 100 kg	M2	M1	F2	F1	E2	–	–	–
Lebih dari 100 kg	M2	M1/F2	F1	E2	–	–	–	–

Setiap proses kalibrasi harus dilakukan dengan menggunakan bobot standar. Hasil yang diperoleh harus dianalisis untuk menentukan apakah ini berada dalam toleransi yang dapat diterima. Berat standar harus dipilih berdasarkan kapasitas timbangan.

## b. User Maintenance

### Perawatan Rutin

Timbangan merupakan instrumen presisi tinggi. Operator melakukan perawatan pada hal-hal berikut:

### Pemeliharaan timbangan mekanik

#### Frekuensi: Setiap hari

1. Melakukan verifikasi level.
2. Melakukan verifikasi pengaturan nol (*zero setting*)
3. Melakukan verifikasi penyesuaian sensitivitas (*sensitivity adjustment*)
4. Membersihkan pelat penimbangan (*weighing plate*).

#### Kegiatan Sehari-hari

1. Bersihkan pelat penimbangan agar tetap bebas dari debu. Pembersihan dilakukan dengan menggunakan selembar kain bersih yang dapat dibasahi dengan air suling. Jika ada noda, deterjen ringan bisa diaplikasikan. Juga kuas dengan bulu lembut dapat digunakan untuk menghilangkan partikel atau debu yang tersimpan di pelat timbangan.
2. Bersihkan ruang timbangan, secara eksternal dan internal, pastikan bebas dari debu.
3. Verifikasi bahwa mekanisme penyesuaian pada pintu depan ruang penimbangan bekerja secara memadai.
4. Selalu gunakan wadah yang bersih dan sudah ditimbang sebelumnya untuk menimbang. Perhatikan bahwa plastik dapat bermuatan elektromagnetik dan tidak disarankan untuk menimbang bahan kimia bubuk atau butiran.

5. Setiap tumpahan harus segera dibersihkan untuk menghindari korosi atau kontaminasi. Gunakan etanol 70% untuk mendisinfeksi panci timbangan.

**Sangat penting:** Jangan pernah melumasi timbangan kecuali pabrikan telah secara tegas menunjukkannya. Setiap zat yang mengganggu mekanisme timbangan menghambat responsnya atau secara jelas mengubah proses pengukuran.

#### c. Pemeliharaan

##### Frekuensi: Setiap Tahun (eksternal)

1. Kalibrasi timbangan dan dokumentasikan prosesnya.
2. Bongkar (*disassemble*) dan bersihkan komponen internal. Hal ini dilakukan sesuai dengan prosedur manufaktur.

#### d. Troubleshooting operasional

TABEL TROUBLESHOOTING		
MASALAH	KEMUNGKINAN PENYEBAB	SOLUSI
Timbangan tidak menyala.	kabel interkoneksinya terputus atau tidak terhubung dengan baik pada timbangan.	Periksa koneksi. Sesuaikan konektor kabel jika ini masalahnya.
	Stopkontak listrik tidak memiliki daya.	Periksa catu daya listrik.
Pembacaan bobot salah.	Timbangan tidak disesuaikan ke nol sebelum pembacaan.	Tempatkan timbangan pada nol; ulangi pengukuran.
	Timbangan dikalibrasi secara tidak benar.	Kalibrasi sesuai dengan prosedur yang direkomendasikan oleh pabrikan.
	Keseimbangan tidak diratakan.	Ratakan keseimbangan.
Timbangan tidak menunjukkan unit pengukuran yang diinginkan di layar.	Satuan yang dipilih salah	Periksa prosedur dari manufaktur Pilih satuan pengukuran yang sesuai
	satuan yang diperlukan tidak tersedia atau tidak diaktifkan.	Aktifkan satuan pengukuran sesuai dengan prosedur manufaktur
Konfigurasi menu timbangan tidak dapat diubah	Menu mungkin terkunci.	Periksa untuk melihat apakah sakelar pengunci diaktifkan.

TABEL TROUBLESHOOTING		
MASALAH	KEMUNGKINAN PENYEBAB	SOLUSI
		Jika ini masalahnya, nonaktifkan.
Keseimbangan tidak mampu menjaga pilihan atau perubahan.	Tombol End tidak ditekan untuk mengakiri proses	Verifikasi bahwa perubahan dan pilihan dilakukan sesuai dengan instruksi pabrikan. Ulangi pilihan atau ubah.
		Matikan timbangan, tunggu beberapa saat dan nyalakan kembali
Pembaca timbangan tidak stabil.	Ada getaran di permukaan meja	Tempatkan keseimbangan pada permukaan yang stabil.
	Pintu depan keseimbangan terbuka.	Tutup pintu depan untuk mengukur.
Antarmuka RS232 tidak berfungsi.	Kabel interkoneksi tidak terhubung	Periksa koneksi kabel interkoneksi.
Layar menunjukkan pembacaan yang tidak lengkap atau terkunci.	Mikroprosesor terkunci.	Matikan timbangan, tunggu beberapa saat nyalakan kembali
Layar menampilkan kode kesalahan.	Bermacam-macam.	Verifikasi kode kesalahan di manual timbangan
KESALAHAN FUNGSIONAL	KEMUNGKINAN PENYEBAB	
Bacaan tidak dapat direproduksi (histeresis).	Sel pengukurannya kotor.	
	Sel pengukuran dirakit dengan buruk.	
Pembacaan non-linier.	Sistem elektronik yang rusak.	
	Sistem mekanis dalam kondisi buruk.	
Membaca digital terus naik atau turun.	Sistem elektronik yang rusak.	
	Perubahan suhu kamar.	
Pembacaan digital naik turun terus menerus.	Sel pengukur kotor.	
	Sistem elektronik yang rusak.	
	Masalah lingkungan seperti arus udara, listrik statis atau getaran.	

TABEL TROUBLESHOOTING		
MASALAH	KEMUNGKINAN PENYEBAB	SOLUSI
Layar digital kosong atau menunjukkan tanda yang tidak masuk akal.	Sistem elektronik yang rusak.	
Layar menunjukkan kondisi kelebihan beban atau negatif tanpa beban yang diterapkan.	Mengukur sel yang rusak karena kelebihan beban.	
	Mengukur sel tidak dirakit dengan baik.	
Timbangan tidak dapat dikalibrasi.	Baterai kalibrasi rusak.	
	Sistem elektronik rusak.	
	Sel pengukuran tidak dirakit dengan baik.	

### 6.3.3 CHEMISTRY ANALYZER

#### a. Prinsip Pengoperasian

Terdapat 2 jenis chemistry analyzer, yaitu:

1. Chemistry analyzer kering
2. Chemistry analyzer basah

#### **Chemistry Analyzer kering**

Chemistry Analyzer kering adalah fotometer reflektansi. Fotometri reflektansi mengukur intensitas reaksi kimia atau biokimia yang menghasilkan warna pada permukaan (misalnya, slide, strip uji, dipstick, atau patch uji). Cahaya dipancarkan pada panjang gelombang specific ke strip uji oleh sumber cahaya instrumen (misalnya dioda pemancar cahaya atau LED). Produk berwarna menyerap panjang gelombang cahaya. Semakin banyak *analit* dalam sampel, semakin banyak produk (warna) dan semakin sedikit cahaya yang direfleksikan. Detektor instrumen mengukur reflectance dari reaksi enzimatis atau kimia kolorimetri ini pada dipstick atau strip uji dan mengubahnya menjadi sinyal elektronik. Sinyal ini diterjemahkan ke dalam konsentrasi *analit* yang sesuai dalam cairan tubuh yang diuji dan konsentrasi kemudian dicetak dan / atau ditampilkan pada tampilan digital LED.

#### **Chemistry Analyzer basah**

**Chemistry Analyzer** basah adalah fotometer. Berbeda dengan spektrofotometer, ia tidak memiliki prisma atau kisi transmisi. Salah satu dari beberapa atau satu filter warna digunakan untuk mengukur penyerapan cahaya dalam sampel cair menurut hukum Bear-

Lambert. Penganalisis kimia basah umumnya menggunakan sumber cahaya seperti lampu halogen dengan filter. Model yang lebih baru menggunakan SATU LED atau beberapa LED pada panjang gelombang spesifik. Tes yang dilakukan pada penganalisis kimia basah didasarkan pada produksi senyawa berwarna *analit* dengan reagen reaksi spesifik. Warnanya berbanding lurus dengan konsentrasi *analit* dalam larutan. Biasanya, pengukuran dilakukan antara 304 dan 670 nm atau dengan filter tambahan. Beberapa instrumen memiliki kapasitas untuk melakukan pengukuran kinetik melalui waktu.

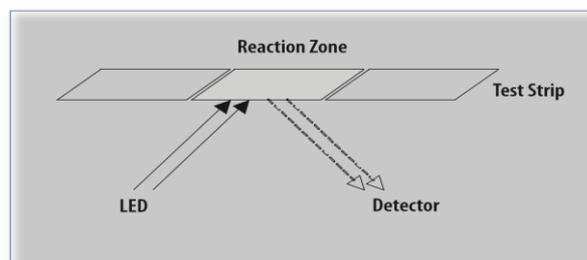
## Komponen

### Penganalisis kimia kering

Ada berbagai desain penganalisis kimia kering. Salah satu fitur dari instrumen ini adalah kompartemen atau jendela tempat strip uji ditempatkan. Desain bervariasi menurut produsen. Kompartemen ditutup dengan penutup flap atau strip dimasukkan ke dalam instrumen secara manual atau melalui mekanisme lanjutan. Sumber cahaya biasanya satu Light Emitting Diode (LED) atau beberapa, dengan panjang gelombang spesifik. Pendekatan untuk pengukuran reflectance bervariasi dalam desain yang berbeda dari penganalisis kimia kering. Ini dapat dilakukan secara langsung dalam ruang berbentuk persegi atau bulat.

Angka-angka berikut menunjukkan bola Ulbricht (juga disebut mengintegrasikan bola) dan bagaimana mengukur reflectance.

Di bola Ulbricht, satu atau lebih LED dengan panjang gelombang kunci, misalnya 567, 642 dan/atau 951 nm bertindak sebagai sumber cahaya untuk mengakomodasi berbagai pengujian. Reseptor adalah dua fotodiode simetris, referensi ( $D_R$ ) dan yang mengukur, (D). yang digunakan ( $I_0$ ) dan fotodiode D mengukur perbedaan intensitas cahaya yang digunakan reflectance yang dipilih dari bagian uji strip. Rasio  $I_0/I$  sebanding dengan nilai reflectance R. Reflectance yang diukur diubah menjadi konsentrasi atau nilai aktivitas berdasarkan kurva standar test-spesifik.



Gambar 9 Diagram dasar fotometri reflektansi pada strip uji. Panah mengilustrasikan jalur cahaya.

Tanda hubung mewakili perubahan intensitas karena efek warna pada zona reaksi strip uji.

### **Penganalisis kimia basah**

Penganalisis kimia basah juga sangat bervariasi dalam desain. Aksesori tambahan sangat bervariasi tergantung pada tingkat otomatisasi dan kecanggihan instrumen. Penganalisis kimia basah sering dilengkapi dengan komputer dan printer periferan atau terintegrasi. Instrumen canggih memberikan konsentrasi *analit* yang ditargetkan dalam satuan ukuran yang relevan.

### **Persyaratan Instalasi**

1. Bongkar penganalisis kimia dengan hati-hati.
2. Pastikan instrumen ditempatkan jauh dari sinar matahari langsung, cahaya liar atau sumber panas.
3. Tempatkan instrumen pada meja dekat dengan stopkontak (jika tidak dioperasikan dengan baterai).
  - a. Outlet harus memiliki grounding masing-masing untuk menjamin perlindungan dan keselamatan operator dan peralatan. Penganalisis kimia beroperasi pada 220-230 V/50Hz.
  - b. Jika tidak dioperasikan dengan baterai, lindungi penganalisis kimia dari lonjakan daya menggunakan penstabil tegangan.
4. Ikuti spesifikasi pabrikan untuk pemasangan model spesifik.
  - a. Simpan kemasan khusus untuk penggunaan berikutnya atau kembali untuk diperbaiki.
  - b. Untuk keamanan tambahan, beberapa model instrumen mungkin terkunci di lemari saat tidak digunakan.

### **Pengoperasian Chemistry Analyzer Kering**

Hanya staf yang terlatih dan berwenang untuk menggunakan penganalisis kimia kering yang diizinkan untuk mengoperasikan instrumen. Prosedur di bawah ini didasarkan pada penggunaan instrumen tertentu. Lihat instruksi manual untuk model penganalisis kimia kering lainnya.

1. Hubungkan instrumen ke catu daya listrik dan nyalakan.
2. Waktu pemanasan harus ditampilkan dalam hitungan detik. Untuk instrumen lain, tunggu 15 menit sebelum digunakan, atau seperti yang ditunjukkan oleh pabrikan.
3. Ketika READ muncul di layar atau waktu yang tepat telah berlalu, lanjutkan dengan pengujian yang dimaksud.
4. Keluarkan strip reagen dari botol.

5. Dengan menggunakan pipet, gambarkan jumlah sampel yang sesuai (misalnya 32  $\mu$ l)
6. Untuk menghindari gelembung udara di ujungnya.
  - a. Lepaskan aluminium foil dari zona aplikasi strip tanpa menekuknya.
  - b. Oleskan sampel ke tengah zona aplikasi merah hindari menyentuh strip dengan ujung pipet.
  - c. Buka flap, letakkan strip pada panduan dan masukkan secara horizontal ke dalam instrumen sampai terdengar bunyi klik.
  - d. Tutup flap. Tampilan confirms bahwa kode magnetik test-spesifik yang benar dibaca oleh instrumen, misalnya GLU untuk glukosa.
  - e. Waktu sebelum hasilnya muncul, ditampilkan dalam hitungan detik.
  - f. Konsentrasi analit biasanya ditampilkan dalam mg/dl.
  - g. Setelah digunakan, buka flap dan lepaskan strip.
  - h. Matikan dengan mematikan soket dinding jika ada dan melepas steker atau melepaskan terminal baterai.

#### **Pengoperasian Chemistry Analyzer Basah**

Hanya staf yang terlatih dan berwenang untuk menggunakan penganalisis kimia basah yang diizinkan untuk mengoperasikan instrumen. Prosedur di bawah ini didasarkan pada penggunaan penganalisis kimia basah semi otomatis portabel dengan filter bawaan dan tampilan digital. Lihat instruksi manual dari pabrikan saat menggunakan model lain.

Hubungkan instrumen ke catu daya dan nyalakan.

1. Waktu pemanasan harus ditampilkan dalam hitungan detik.
2. Siapkan semua solusi dalam tabung reaksi di rak, yaitu kosong, standar, solusi uji.
3. Setelah instrumen siap, kosongkan instrumen.
4. Baca masing-masing tabung reaksi.
5. Catat hasilnya, matikan dengan mematikan soket dinding jika ada dan melepas steker atau melepaskan terminal baterai.

#### **b. User Maintenance**

##### **Pemeliharaan Rutin Chemistry Analyzer**

Beberapa Chemistry Analyzer memerlukan pemeliharaan minimal dan secara otomatis melakukan rutinitas kalibrasi mandiri.

Prosedur umum yang berlaku untuk sebagian besar instrumen. Selalu ikuti instruksi pabrikan dengan cermat untuk kalibrasi, servis rutin, dan pemeliharaan penganalisis Anda.

**Frekuensi: Harian**

1. Setiap tumpahan, atau di sekitar instrumen harus segera dibersihkan.
2. Pada akhirnya, lepaskan sumber daya dengan mematikan di soket dinding jika ada dan melepas steker atau melepaskan terminal baterai.
3. Untuk **penganalisis kimia kering**: Jangan tinggalkan strip uji di instrumen. Bersihkan jendela atau kompartemen secara teratur tempat strip uji dimasukkan dan tutup rapat. Gunakan kapas basah yang lembut dan bersih.
4. Untuk **penganalisis kimia basah**: Jaga ruang sampel tetap kosong dan tertutup saat tidak digunakan.
5. Tutupi instrumen setelah digunakan.
6. Simpan dengan tepat jauh dari debu.

**Frekuensi: Sesuai kebutuhan**

1. Ganti sekering dan bohlam yang ditiup sesuai dengan instruksi pabrik.
2. Jika peralatan rusak, konsultasikan dengan elektromedis yang kompeten.

**Frekuensi: Bulanan**

Jendela dan/atau permukaan depan fotodetektor harus diperiksa dan dibersihkan dengan jaringan lensa.

**c. Pemeliharaan Enam Bulanan**

**Frekuensi: Setiap enam bulan**

1. Periksa instrumen secara visual untuk memverifikasi integritas komponennya sesuai dengan kation spesifik pabrikan.
2. Verifikasi bahwa tombol atau sakelar kontrol dan penutup mekanis dipasang firmly dan labelnya jelas.
3. Pastikan semua aksesori bersih dan utuh.
4. Periksa penyesuaian dan kondisi mur, baut, dan sekrup.
5. Pastikan sambungan listrik tidak retak atau pecah. Uji apakah mereka bergabung dengan benar.

Jika ada:

- a. Pastikan bahwa kabel yang mengamankan perangkat dan terminal bebas dari debu, kotoran, atau korosi.

- b. Pastikan kabel tidak menunjukkan tanda-tanda penyambungan atau aus.
- c. Periksa apakah sistem pembumian (internal dan eksternal) memenuhi persyaratan kode listrik.
- d. Pastikan sakelar sirkuit, kotak sekering, dan indikator bebas dari debu, korosi, dan kotoran.
- e. Periksa penyelarasan lampu jika direkomendasikan oleh pabrikan.

#### **Frekuensi: Setiap tahun**

Tes ini harus dilakukan oleh tukang listrik (untuk instrumen yang menggunakan daya utama), insinyur atau personel terlatih lainnya. Hasil harus dicatat dan disimpan untuk ditindaklanjuti sepanjang waktu.

1. Periksa lokasi pemasangan untuk keamanan listrik (untuk instrumen yang hanya menggunakan daya utama) dan infrastruktur fisik.

Untuk instrumen yang menggunakan daya utama:

- a. Periksa apakah tegangan sesuai dan tidak bervariasi lebih dari 5% dari tegangan dalam kation spesifik peralatan.
  - b. Periksa apakah polaritas outlet sudah benar.
2. Periksa apakah ada ruang yang cukup di sekitar instrumen untuk kabel penghubung dan untuk ventilasi yang memadai.
  3. Uji integritas konter dan kebersihannya.
  4. Verifikasi bahwa instrumen jauh dari peralatan yang menghasilkan getaran dan radiasi matahari langsung.
  5. Periksa apakah tidak ada kelembaban yang berlebihan, suhu tinggi atau debu.
  6. Pastikan tidak ada sumber asap, gas, atau emisi korosif di dekatnya.

#### **d. Troubleshooting Operasional**

##### **Pemeliharaan Dan Pemecahan Masalah Non-Rutin**

Instruksi ini adalah pedoman umum untuk pemecahan masalah penganalisis kimia. Karena ada banyak model yang tersedia, selalu lihat instruksi manual dari pabrikan dan ikuti langkah-langkah yang direkomendasikan.

1. Jika tidak ada cahaya yang melewati sistem, atau jika intensitasnya tidak konstan, ganti bohlam.
2. Jika ada cahaya dalam sistem tetapi tidak ada respons tampilan, ubah fotosel.
3. Selalu ganti sekering dan bohlam yang ditiup sesuai dengan instruksi pabrik.
4. Jika peralatan rusak, konsultasikan dengan insinyur biomedis kualifikasi.

5. Jika penganalisis kimia gagal menyala, periksa stopkontak listrik. Colokkan dan periksa sekering atau terminal baterai.
6. Jika terjadi kerusakan besar, konsultasikan dengan insinyur biomedis yang berkualifikasi.

#### 6.3.4 DILUTOR/ PENGENCER

##### a. Prinsip pengoperasian

Dilutor digunakan untuk mengencerkan zat. Encer berasal dari kata Latin diluere dan berarti menambahkan cairan ke dalam larutan. Larutan didefinisikan sebagai campuran homogen dari dua atau lebih komponen yang dapat berupa gas, cair, atau padat. Untuk mencairkan adalah untuk mengurangi kekuatan cairan dalam pelarut, umumnya air. Pengencer memfasilitasi persiapan campuran cair, sampai mencapai proporsi (konsentrasi) yang sesuai untuk digunakan dalam proses diagnostik yang berbeda. Identifikasi jenis peralatan ini digeneralisasikan menggunakan kata dilutor.

##### Tujuan Dilutor

Tujuan dari pengencer adalah untuk menyiapkan campuran zat untuk mencapai konsentrasi dan volume yang ditentukan seperti yang dilakukan dengan pipet, tetapi dengan keuntungan dari proses otomatis atau terprogram. Dilutor bervariasi dalam ukuran dan kompleksitas. Kapasitas mereka tergantung pada model dan pabrikan. Mereka dapat mengontrol volume yang diketahui antara 25 µl (mikroliter) dan 25 ml (mililiter).

##### Prinsip-Prinsip Operasi

Pengencer memiliki berbagai komponen yang berinteraksi secara terkoordinasi untuk menangani cairan dan volume campuran dengan sangat presisi, yang memungkinkan larutan yang diketahui antara 1 µl dan 25 ml disiapkan. Dilutor secara umum memiliki komponen-komponen berikut:

1. Sebuah sistem propulsi
2. Sebuah sistem control
3. Sebuah sistem pengeluaran

##### Sistem populasi

Ini umumnya terdiri dari sistem perpindahan positif seperti yang ditemukan dalam jarum suntik. Satu atau lebih jarum suntik yang dapat dipilih (dengan kapasitas yang bervariasi) digunakan dalam pengencer untuk mengontrol volume yang akan dicampur

atau diencerkan. Piston spuit digerakkan oleh mekanisme yang mengontrol posisinya. Volume atau pengiriman yang diaspirasi dihitung dengan persamaan berikut:

Di mana:

Mengontrol bagaimana piston bergerak memfasilitasi kontrol yang baik atas volume yang ditangani. Sistem perpindahan diaktifkan oleh motor listrik yang menggerakkan sistem mur dan sekrup yang sangat presisi dan mengubah posisi piston. Satu set katup yang mengontrol proses aspirasi dan suplai melengkapi jarum suntik dan sistem perpindahannya. Konfigurasi dilutor tergantung pada model dan pabrikan.

### **Sistem pengaturan**

Pengencer modern memiliki sistem kontrol yang otomatis atau dikendalikan oleh mikroprosesor. Yang terakhir memungkinkan yang berikut: untuk dipilih dan dikendalikan:

1. Proses pencampuran dan/atau pembubaran zat (dapat diprogram)
2. Pasokan volume yang telah ditemukan sebelumnya
3. Kecepatan suplai atau hisap
4. Jumlah siklus yang diperlukan
5. Ukuran atau volume jarum suntik yang dipilih
6. Waktu
7. Siklus priming dan pembersihan
8. Prosedur kontrol kualitas

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas tentang kerumitan teknis yang dicapai, diagram sistem kontrol berdasarkan mikroprosesor yang menampilkan beberapa fungsi dilutor ditampilkan berikutnya. Kontrol untuk jenis perangkat ini umumnya simetris jika mengontrol dua injektor.

### **Sistem dispenser**

Sistem dispenser terdiri dari satu set presisi tinggi jarum suntik dan perangkat yang disebut dispenser, di mana cairan disuplai sesuai dengan volume dan kecepatan yang dipilih. Jarum suntik ini dipilih dan dipasang di dilutor tergantung pada densitas, viskositas, dan volume cairan yang akan dimanipulasi. Cairan diangkut melalui tabung fleksibel, yang diameter, panjang dan kompatibilitas kimianya diperhitungkan dalam desain dan proses manufaktur untuk kesesuaian dengan aktivitas yang dipilih. Tabung-tabung ini dihubungkan menggunakan koneksi yang dapat disesuaikan secara manual. Biasanya, spuit diklasifikasikan menurut penggunaannya (mis. spuit untuk reagen,

pengencer, sampel), dan volume yang dimanipulasi. Tabel berikut menunjukkan contoh bagaimana mereka diklasifikasikan menurut ukuran dan volume yang dikelola.

### **Persyaratan Instalasi**

Dilutor harus dipasang di meja atau permukaan kerja yang bersih, kering, dan sangat rata, jauh dari area yang mungkin uap yang dapat mempengaruhi fungsinya.

Harus ada ruang kosong di sekitar peralatan untuk memfasilitasi ventilasi dan jalur kabel dan jalur interkoneksi kabel dengan wadah pelarut, komputer atau sistem suplai. Ruang di sekitar dilutor harus sekitar 10 cm.

Harus ada stopkontak listrik 115 V, 60 Hz dalam kondisi baik dengan kutub arde atau salah satu dari 220–240 V, 50/60 Hz, tergantung pada spesifikasi pabrikan dan/atau norma kelistrikan di negara penggunaan.

## **b. User Maintenance**

### **Perawatan Rutin**

Perawatan rutin berfokus terutama pada menghilangkan kontaminan yang mungkin menumpuk di dalam mekanisme dan/atau saluran fluida. Rutinitas yang paling umum adalah sebagai berikut:

### **Pembersihan permukaan luar**

#### **Frekuensi: Setiap hari**

1. Bersihkan permukaan luar menggunakan selembar kain bersih dibasahi dengan deterjen ringan dicampur dengan air.
2. Gosok perlahan permukaan pengencer dan aksesoris.
3. Keringkan permukaan yang dirawat.

**Peringatan:** Hindari kelembaban memasuki kompartemen dari komponen listrik dan elektronik.

## **6.3.5 MIKROSKOP**

### **a. Prinsip pengoperasian**

Mikroskop adalah instrumen penting untuk diagnosis penyakit. Ini adalah instrumen presisi dan membutuhkan perawatan yang cermat untuk mencegah kerusakan pada bagian mekanis dan okular dan juga untuk menghentikan jamur mengaburkan lensa.

### **Komponen mikroskop**

Berbagai komponen mikroskop dapat diklasifikasikan menjadi empat sistem:

1. sistem pendukung
2. sistem pembesaran
3. sistem iluminasi
4. sistem penyesuaian

**Sistem pendukung** terdiri dari Kaki, anggota tubuh, Nose piece berputar (pengubah objektif), Panggung, tahap mekanis (5) yang memberikan gerakan terkontrol lambat ke slide objek.

**Sistem kation magnification** terdiri dari sistem lensa. Lensa mikroskop dipasang dalam dua kelompok, satu di setiap ujung tabung panjang - tabung tubuh.

- Kelompok lensa pertama berada di bagian bawah tabung, tepat di atas sediaan yang sedang diperiksa (objek), dan disebut lensa obyektif
- Kelompok lensa kedua berada di bagian atas tabung dan disebut lensa okuler.

#### **Tujuan** Pembesaran

Daya pembesaran setiap tujuan:

- objektif memperbesar 10 kali;
- objektif memperbesar 40 kali;
- objektif memperbesar 100 kali.

#### **Aperture numerik**

- 0,30 pada tujuan ¥10
- 0,65 pada tujuan ¥40
- 1,30 pada tujuan ¥100

Semakin besar *aperture* numerik, semakin besar *resolving power*. Terlebih lagi, semakin besar *aperture* numerik, semakin kecil lensa depan yang dipasang pada dasar tujuan.

#### **Resolving power (daya pisah:resolusi)**

Resolving power dari suatu tujuan adalah kemampuannya untuk mengungkapkan detail yang berdekatan sebagai terpisah dan berbeda. Semakin besar resolving power dari tujuan, semakin jelas gambarnya.

Resolving power maksimum mikroskop laboratorium medis yang baik adalah sekitar 0,25 mm(resolving power mata manusia normal adalah sekitar 0,25mm).

Minyak perendaman meningkatkan resolving power dengan menghemat banyak sinar cahaya yang akan hilang oleh pembiasan jika tujuan kering digunakan.

#### **Lensa okuler**

Pembesaran

Kekuatan pembesaran lensa mata ditandai di atasnya :

- lensa mata ¥5 memperbesar gambar yang dihasilkan oleh objektif lima kali;
- lensa mata ¥10 memperbesar gambar 10 kali.

Jika objek diperbesar 40 kali dengan tujuan ¥40, maka lima kali dengan lensa mata ¥5, total pembesaran adalah:  $5 \times 40 = 200$ . Untuk menghitung pembesaran total objek yang diamati, kalikan kekuatan pembesaran objektif dengan lensa mata. Mikroskop yang digunakan di laboratorium medis memiliki daya pembesar antara ¥ 50 dan ¥ 1000.

Lensa mata tertentu memiliki graticule yang dikalibrasi. Lensa mata ini digunakan untuk mengukur ukuran objek di bawah mikroskop (misalnya kista protozoa).

### **Mikroskop teropong**

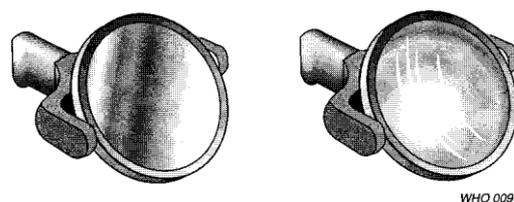
Mikroskop teropong (dua lensa mata tetapi hanya menggunakan satu tujuan pada satu waktu) umumnya direkomendasikan. Mereka kurang melelahkan bagi mata daripada mikroskop monokular ketika pemeriksaan panjang harus dilakukan. Penerangan listrik, bagaimanapun, sangat penting untuk menggunakan tujuan ¥ 100.

### **Sistem Iluminasi**

Sumber cahaya listrik lebih disukai, karena mudah disesuaikan. Ini disediakan oleh lampu yang dibangun ke dalam mikroskop di bagian bawah alat, atau oleh lampu eksternal yang ditempatkan di depan mikroskop.

### **Cermin**

Cermin memantulkan sinar dari sumber cahaya ke objek. Satu sisi memiliki permukaan bidang, yang lain permukaan cekung . Sisi cekung membentuk kondensor berdaya rendah dan tidak dimaksudkan untuk digunakan jika mikroskop sudah memiliki kondensor.



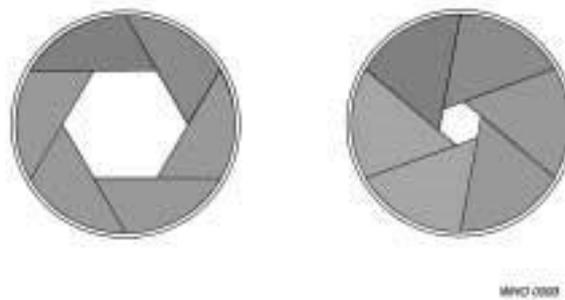
Gambar 9 Cermin Mikroskop

### **Kondensor**

Kondensor membawa sinar cahaya ke fokus umum pada objek yang akan diperiksa. Itu terletak di antara cermin dan panggung. Kondensor dapat dinaikkan (pencahayaan maksimum) dan diturunkan (pencahayaan minimum). Itu harus dipusatkan dan disesuaikan dengan benar.

## Diafragma

Diafragma, yang berada di dalam kondensor, digunakan untuk mengurangi atau meningkatkan sudut dan oleh karena itu juga jumlah cahaya yang masuk ke kondensor. Semakin lebar diafragma, semakin besar aperture numerik dan semakin kecil detail yang terlihat. Tetapi kontrasnya juga berkurang.



Gambar 10 Diafragma

## Filter

Dalam beberapa mikroskop filter berwarna (terutama filter biru) dipasang di bawah kondensor. Ini dapat dibiarkan di tempat atau dihapus sesuai dengan jenis persiapan yang diperiksa.

**Sistem adjustmen** terdiri dari:

- Sekrup penyesuaian kasar
- Sekrup penyesuaian halus
- Sekrup penyesuaian kondensor
- Sekrup sentring kondensor
- Tuas diafragma iris
- Control panggung mekanis

### **Sekrup penyesuaian kasar**

Ini adalah sekrup terbesar, digunakan pertama kali untuk mencapai perkiraan fokus.

### **Sekrup penyesuaian halus**

Ini menggerakkan tujuan lebih lambat, digunakan untuk membawa objek ke dalam fokus yang sempurna.

### **Sekrup penyesuaian kondensor**

Ini digunakan untuk menaikkan kondensor untuk penerangan yang lebih besar atau untuk menurunkannya untuk mengurangi iluminasi.

### **Sekrup sentring kondensor**

Mungkin ada tiga sekrup yang ditempatkan di sekitar kondensor: satu di depan, satu di kiri dan satu di kanan. Mereka digunakan untuk memusatkan kondensor persis dalam kaitannya dengan tujuan.

#### **Tuas diafragma iris**

Ini adalah tuas kecil yang dipasang pada kondensor. Ini dapat dipindahkan untuk menutup atau membuka diafragma, sehingga mengurangi atau meningkatkan sudut dan intensitas cahaya.

#### **Kontrol panggung mekanis**

Ini digunakan untuk memindahkan slide objek di atas panggung: satu sekrup menggerakannya ke belakang dan ke depan dan sekrup lainnya memindahkannya ke kiri atau kanan

### **b. User Maintenance**

#### **Perawatan rutin**

Mikroskop harus dipasang di lingkungan yang bersih, jauh dari bahan kimia.

Tempat kerja harus berventilasi baik atau ber-AC secara permanen (penggunaan AC yang terputus-putus menghasilkan air yang terkondensasi). Mikroskop membutuhkan perhatian harian untuk menjaganya tetap berfungsi dengan baik dan dengan demikian untuk memastikan hasil laboratorium yang andal. Instrumen optik tidak boleh disimpan dalam waktu lama di kompartemen tertutup karena kondisi ini juga mendukung pertumbuhan jamur yang dapat menimbulkan korosi pada permukaan optik. Perawatan khusus diperlukan di iklim panas dan lembab.

### **c. Pemeliharaan**

#### **Melaksanakan Pemeliharaan Mikroskop**

Di antara langkah-langkah paling penting untuk memelihara mikroskop dalam kondisi operasi yang sesuai adalah sebagai berikut :

1. Memeriksa tahap mekanis. Itu harus bergerak dengan lembut ke segala arah (X-Y) dan harus tetap di posisi yang dipilih oleh mikroskop.
2. Menguji mekanisme pemfokusan. Fokus yang dipilih oleh mikroskop harus tetap stabil. Itu ketinggian tidak boleh berubah dari yang ditetapkan oleh ahli mikroskop.
3. Membersihkan pertumbuhan jamur apa pun.
4. Memeriksa fungsi diafragma.

5. Bersihkan semua bagian mekanik.
6. Melumasi mikroskop sesuai dengan rekomendasi pabrikan.
7. Memeriksa beban pegas pada penjepit spesimen. Ketegangan yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan kerusakan slide dan kerusakan pada penjepit.
8. Memeriksa penyelarasan optik. Penampilan spesimen yang redup seringkali disebabkan oleh ketidaksejajaran bagian optik daripada cahaya yang tidak mencukupi.

**Tindakan pencegahan:**

- Jangan pernah mencelupkan tujuan ke dalam xylene atau etanol, karena ini dapat menyebabkan lensa menjadi terlepas.
- Jangan pernah menggunakan kertas biasa untuk membersihkan lensa.
- Jangan pernah menyentuh lensa dengan jari Anda.
- Jangan pernah membersihkan penyangga atau panggung dengan xylene atau aseton.
- Jangan pernah membersihkan lensa bagian dalam lensa mata dan tujuan dengan kain atau kertas (ini dapat menghilangkan lapisan anti-reflektif); Gunakan sikat rambut unta yang lembut, kuas halus atau blower sebagai gantinya.
- Jangan pernah meninggalkan mikroskop tanpa lensa mata kecuali bukaan terpasang. Jangan pernah menyimpan mikroskop di dalam kotak kayu tertutup di negara-negara lembab yang panas.
- Jangan pernah menekan tujuan ke slide, karena slide dan tujuan dapat rusak. Berhati-hatilah saat memfokuskan mikroskop.
- Jaga kebersihan tahap mekanis.
- Jangan membongkar komponen optik, karena ini dapat menyebabkan ketidaksejajaran. Permukaan optik harus dibersihkan dengan tisu pembersih lensa atau kertas tisu lunak.
- Jangan pernah menyingkirkan mikroskop dengan minyak perendaman pada tujuannya. Buang minyak apa pun setiap hari. Larutan sabun ringan cocok untuk sebagian besar pembersihan.
- Gunakan pelarut organik hanya sesuai dengan rekomendasi pabrik.
- Jangan pernah membawa mikroskop oleh anggota tubuh dengan satu tangan; Gunakan kedua tangan, satu di bawah kaki, yang lain memegang anggota badan.

- Saat mengganti bohlam, hindari menyentuh kaca dengan jari-jari Anda, karena sidik jari mengurangi intensitas pencahayaan.
- Untuk memaksimalkan umur bohlam, sesuaikan tegangan dengan sakelar redup untuk memberikan intensitas cahaya terendah yang dibutuhkan.
- Jika tegangan listrik berfluktuasi berlebihan, gunakan penstabil tegangan.

**Tindakan pencegahan tambahan yang harus diambil dalam perbedaan iklim :**

**Musim kemarau**

Di musim kemarau, masalah utamanya adalah debu. Partikel halus bekerja dengan cara mereka ke ulir sekrup dan di bawah lensa. Ini dapat dihindari sebagai berikut:

- Selalu simpan mikroskop di bawah penutup plastik kedap udara saat tidak digunakan.
- Di akhir pekerjaan hari itu, bersihkan mikroskop secara menyeluruh dengan meniupkan udara di atasnya dengan bola karet.
- Selesaikan membersihkan lensa dengan sikat rambut unta yang lembut, kuas halus atau blower. Jika partikel debu tetap berada di permukaan tujuan, bersihkan dengan kertas tisu lensa khusus.

**Musim penghujan**

Di musim penghujan, jamur dapat tumbuh di mikroskop, terutama di permukaan lensa, di lekukan sekrup dan di bawah cat, dan instrumen akan segera tidak berguna. Ini dapat dicegah seperti yang dijelaskan di bawah ini.

Selalu simpan mikroskop di bawah penutup plastik kedap udara saat tidak digunakan, bersama dengan piring berisi silika biru untuk mengeringkan udara di bawah penutup. (Silika akan berubah menjadi merah ketika telah kehilangan kapasitasnya untuk menyerap kelembaban dari udara. Ini dapat dengan mudah diregenerasi dengan memanaskan dalam oven udara panas atau di atas api). Mikroskop harus dibersihkan setiap hari untuk menghilangkan debu.

**Membersihkan Bagian Optik:**

1. Elemen optik eksternal lensa okuler, objektif, kondensor dan iluminator dibersihkan dengan lembut dengan menyikat permukaannya dengan sikat halus untuk menghilangkan partikel debu. Bola karet kemudian digunakan untuk meniup aliran udara ke permukaan lensa untuk memastikan bahwa ini bebas dari debu. Jika debu ditemukan menempel permukaan optik, gunakan kain bersih yang sangat lembut digunakan dengan gerakan melingkar kecil, tanpa banyak tekanan pada lensa. Bola

hidung digunakan lagi untuk meniup udara pada lensa untuk menghilangkan partikel yang menempel.

Gunakan chamois jika diperlukan. Jika ya, letakkan chamois di ujung benda silinder kecil dengan diameter sedikit lebih kecil dari lensa. Tanpa melakukan banyak tekanan, putar dengan lembut pada lensa permukaan. Akhirnya, udara dihembuskan ke permukaan lensa dengan aspirator hidung. Ini cukup untuk membersihkan bagian luar permukaan. Potongan chamois dapat dilembabkan dengan air suling jika perlu.

2. Di bawah kondisi pemasangan yang memadai, interior permukaan elemen optik tidak boleh terpengaruh oleh debu atau partikel. Jika karena alasan tertentu, partikel terdeteksi, perlu untuk membukanya untuk melakukan proses pembersihan. Lensa mata atau objektif tidak boleh dibuka jika tidak pada lingkungan yang bersih. Bersihkan dengan kuas halus, sikat dan dengan aspirator sesuai dengan prosedur yang dijelaskan sebelumnya. Tidak disarankan untuk turun dari tujuan karena alasan apa pun karena ini bisa mengubah toleransi yang dicapai oleh pabrikan. Jika diturunkan, perlu untuk menyetel kembali elemen dan ini hanya layak jika pabrikan instruksi yang tepat diikuti. Pembersihan tujuan akan terbatas pada menjaga bagian depan dan belakang lensa bersih.

3. Jika residu minyak imersi terdeteksi pada lensa permukaan, hapus menggunakan kertas lensa atau jenis obat kapas. Permukaan lensa kemudian harus dibersihkan dengan larutan yang terdiri dari 80% eter minyak bumi (titik didih 60–80°C) dan 20% 2-Propanol

*catatan:* Jangan gunakan etanol, xylene, atau toluena 95% untuk membersihkan lensa, karena zat ini melarutkan semen.

### **Membersihkan Mikroskop**

Mikroskop digunakan untuk menyelidiki jaringan dan cairan biologis dan oleh karena itu harus didekontaminasi secara berkala, Adapun bahan yang diperlukan :

- Bersihkan potongan kain tua dan saputangan linen halus
- Kertas tisu lensa khusus atau, jika tidak tersedia, kertas penyerap putih atau kapas kelas medis
- Sepotong kulit chamois, jika mungkin (jika tidak, kain yang tidak halus)
- Sebotol kecil larutan pembersih (lihat di bawah)
- Penutup plastik

- Bola karet kecil dan, jika mungkin, sikat rambut unta yang lembut (atau kuas halus atau blower untuk membersihkan lensa)
- Desiccator berdiameter 15-20cm yang mengandung tidak kurang dari 250g gel silika biru kering (yang menunjukkan kelembaban dengan mengubah warna merah muda).

**Membersihkan badan mikroskop:**

1. Body mikroskop dapat dibersihkan dengan deterjen untuk menghilangkan kotoran eksternal dan minyak. Ini harus digunakan kuas kecil. Setelah lemak dan kotoran telah dihilangkan, badan mikroskop harus dibersihkan dengan larutan air suling 50/50 dan etanol 95%.

Catatan: Campuran ini tidak cocok untuk membersihkan permukaan optik.

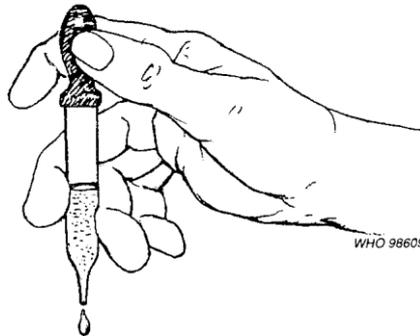
2. Bagian-bagian yang terintegrasi dalam mekanisme penyesuaian untuk penyesuaian makro/mikrometrik (tebal dan halus), kondensor dan panggung atau platform harus dilumasi secara berkala dengan oli mesin yang disempurnakan untuk memfasilitasi kelancaran pergerakan Bagian mekanis (sekrup penyesuaian kasar, sekrup penyesuaian halus, pemfokusan kondensor, dan tahap mekanis) harus dibersihkan dan dilumasi secara berkala dengan oli mesin agar dapat berjalan bebas.

### **6.3.6 MIKROPIPET**

Mikropipet dengan ujung sekali pakai sering digunakan untuk mengukur volume kecil. Mereka tersedia dalam berbagai volume, mulai dari 5 ml hingga 1000 ml. Ujung yang digunakan dibuang langsung ke disinfektan menggunakan mekanisme ejektor. Mikropipet memiliki dua posisi plunger yang dioperasikan dengan ibu jari. Posisi pertama digunakan untuk mengambil sampel dan yang kedua untuk mengeluarkan sampel dari ujung ke dalam tabung atau sumur.



Gambar 11 Mikropipet dengan ujung sekali pakai T: ujung sekali pakai



Gambar 12 Menggunakan pipet jatuh

Mikropipet harus dikalibrasi dan dirawat sesuai dengan instruksi pabrik.

#### **Pipet jatuh yang dikalibrasi**

Pipet tetes biasa yang dikalibrasi sering kali menghasilkan 20 tetes per ml air suling, sehingga 1 tetes = 0,05ml. Pegang pipet yang jatuh benar-benar vertikal untuk mengeluarkan tetesan

Kalibrasi pipet jatuh Menggunakan pipet volumetrik, ukur 1ml air ke dalam tabung kecil. Tarik air ke dalam pipet yang jatuh untuk dikalibrasi. Hitung jumlah tetes yang dikirim dari mililiter air. Ulangi prosedur ini tiga kali untuk memeriksa keakuratannya.

#### **Tindakan pencegahan**

Mengayuh melalui mulut berbahaya dan tidak boleh dilakukan. Ini dapat menyebabkan infeksi, luka bakar, keracunan, luka. Selalu gunakan bohlam pengaman karet dengan pipet sebagai gantinya.

### **6.3.7 CENTRIFUGE**

## a. Pemeliharaan Centrifuge

### Frekuensi Bulanan

1. Pastikan komponen eksternal centrifuge bebas dari debu dan noda. Hindari rotor dari tumpahan. Bersihkan kompartemen rotor menggunakan deterjen ringan.
2. Uji apakah sambungan dan penyetelan mekanik rotor dalam kondisi baik. Pertahankan poinnya dilumasi seperti yang direkomendasikan pabrikan.
3. Verifikasi mekanisme penguncian / keamanan Centrifuge terlindungi dengan baik. Hal ini untuk menjamin keamanan operator. Sistem mekanik ini menjaga penutup dari centrifuge ditutup saat rotor berputar.
4. Periksa kondisi pelumasan elemen-elemen seperti O-ring sama dengan yang direkomendasikan oleh pabrikan. Selalu gunakan pelumas sesuai dengan instruksi pabrikan (frekuensi dan jenis pelumas). Beberapa sentrifuge terdapat bantalan bola yang disegel yang tidak memerlukan pelumasan.
5. Verifikasi keadaan gasket dan sambungan kedap air.

### Frekuensi Setiap tahun

1. Pastikan bagian elektronik bersih dan terhubung dengan baik.
2. Kontrol panel yang diperlukan untuk pemilihan parameter centrifuge yang berbeda diuji : kecepatan, waktu, uhu, pemilih alarm dan analog atau digital instrumen.
3. Verifikasi kepatuhan terhadap standar kelistrikan. Gunakan dan penganalisi keamanan listrik: uji resistansi bumi.
4. Jika centrifuge didinginkan, uji suhunya dengan menggunakan termometer elektronik. Variasi tidak lebih dari  $\pm 3$  °C.
5. Periksa ketepatan kontrol waktu. Gunakan pengatur waktu. Waktu yang diukur tidak boleh berbeda lebih dari  $\pm 10\%$  dari waktu yang diprogram
6. Verifikasi kecepatan rotasi aktual terhadap yang dipilih satu menggunakan beban normal. Pengujian dilakukan dengan tachometer, prosedur yang ditunjukkan oleh produsen harus diikuti.
7. Konfirmasikan fungsi sistem rem.
8. Verifikasi fungsi sistem pendingin di sentrifugal berpendingin. Berikut ini adalah yang paling kegiatan penting:
  - a. Periksa suhu yang dipilih. Ini harus tidak berbeda lebih dari 3 °C dari suhu diukur pada termometer digital.

- b. Verifikasi kondisi filter pemasukan udara. Jika filter terhalang, bersihkan atau ganti dengan setara.
- c. Lakukan pembersihan detail menggunakan kuas untuk menghilangkan kotoran yang mengendap. Ini mempertahankan tingkat perpindahan panas sesuai dengan spesifikasi desain. Jika fungsi tidak normal terdeteksi, cari bantuan dari spesialis teknisi servis.

Catatan: Hindari menumpahkan cairan pada tombol kontrol. kunci harus dioperasikan dengan fingertips: Operator harus menghindari menggunakan kuku jari, karena hal ini dapat mengakibatkan perforasi membran pelindung.

### 6.3.8 WATER BATH

#### a. Prinsip pengoperasian

Waterbath adalah alat yang digunakan prosedur inkubasi pada uji serologi, aglutinasi, inaktivasi, biomedis, dan farmasi bahkan untuk industri. Pada umumnya menggunakan air sebagai media pemanasan, tetapi beberapa alat menggunakan minyak. Kisaran suhu waterbath antara suhu ruang sampai 60 °C. jika pengaturan Suhu 100 °C perlu menggunakan penutup khusus. Kapasitas water bath mulai dari 2 sampai 30 liter.

#### Prinsip Kerja

Water bath terbuat dari baja dan umumnya dilapisi dengan cat elektrostatis dengan daya rekat tinggi dan ketahanan terhadap kondisi lingkungan laboratorium. Waterbath memiliki panel eksternal di mana terdapat kontrol. Mereka juga memiliki tangki yang terbuat dari bahan tahan karat dengan beberapa tahanan listrik yang dipasang di bagian bawah. Dengan cara ini, panas dipindahkan ke media (air atau minyak) sampai mencapai suhu yang dipilih dengan pengaturan alat seperti termostat. Jenis tahanan yang terdapat pada waterbath sebagai berikut:

1. Tipe tahanan untuk perendaman. Tahanan ini dipasang di dalam tabung dan dipasang di bagian bawah didalam tangki yang bersentuhan langsung dengan media pemanas.
2. Tipe eksternal . Tahanan ini terletak di bagian bawah tetapi di luar tangki. Ini dilindungi oleh bahan isolasi yang mencegah kehilangan panas. Jenis tahanan ini mentransfer panas ke bagian bawah tangki melalui konduksi termal.

Beberapa jenis waterbath dilengkapi dengan system penggerak (agitasi) untuk menggerakkan media pemanas yang secara cermat dibuat agar tetap menjaga

keseragaman suhu. Berikut adalah table jenis waterbath yang biasa digunakan di laboratorium.

Kelas	Temperatur
Low temperature	Suhu ruang sampai dengan 60 °C
	Suhu ruang sampai dengan 100 °C
High temperature	Suhu ruang hingga 275 °C. Ketika perlu mencapai suhu di atas 100 °C, gunakan cairan selain air karena titik didih air adalah 100 °C dalam kondisi normal.
	Jenis waterbath ini umumnya menggunakan minyak yang memiliki titik didih yang jauh lebih tinggi.
Insulated	Suhu ruang hingga 100 °C dengan tambahan aksesoris dan/atau sistem gerakan atau agitasi (dengan air).

### Pengoperasian Water bath

#### Instalasi

1. Pasang waterbath di dekat outlet listrik. Outlet harus memiliki tiang arde masing-masing untuk menjamin perlindungan dan keselamatan operator dan peralatan. Waterbath umumnya beroperasi pada 120 V/60 Hz atau 230 V/60Hz. Pemasangan dan penggunaannya difasilitasi oleh wastafel di dekatnya untuk memasok dan mengalirkan air.
2. Pastikan lokasi yang dipilih rata dan memiliki ketahanan yang diperlukan untuk menopang berat bak air dengan aman saat penuh cairan.
3. Pastikan lokasi memiliki jumlah ruang yang sesuai untuk meletakkan sampel dan aksesoris yang diperlukan untuk pengoperasian waterbath air secara normal.
4. Hindari menempatkan waterbath di mana ada arus udara yang kuat yang dapat mengganggu operasi normalnya. Misalnya: di depan unit AC jendela.

#### Keamanan

1. Hindari penggunaan bak air di lingkungan di mana terdapat bahan yang mudah terbakar dan mudah terbakar. Peralatan memiliki komponen (resistor yang menghasilkan suhu sangat tinggi) yang dapat memicu kebakaran atau ledakan yang tidak disengaja.
2. Selalu sambungkan peralatan ke stopkontak listrik dengan kutub arde untuk melindungi pengguna dan peralatan dari pelepasan listrik. Sambungan listrik harus sesuai dengan norma yang disyaratkan oleh negara dan laboratorium.

3. Gunakan Water bath secara mandiri dengan cairan yang tidak korosif atau tidak mudah terbakar.
4. Gunakan elemen pelindung pribadi saat bekerja dengan bak air. Wadah air memiliki tahanan yang dapat menyebabkan luka bakar jika disentuh secara tidak sengaja, bahkan dalam waktu yang cukup lama setelah mematikan peralatan.
5. Saat bekerja dengan zat yang menghasilkan uap, letakkan Water bath di bawah tudung kimia atau di area yang berventilasi baik.
6. Ingatlah bahwa cairan yang diinkubasi dalam tangki Water bath dapat menyebabkan luka bakar jika tangan tidak sengaja diletakkan di dalamnya.
7. Perhatikan bahwa Water bath dirancang untuk digunakan dengan cairan di dalam tangki. Jika bagian dalam kering, suhu tangki bisa menjadi sangat tinggi. Gunakan baki menggunakan diff untuk menempatkan wadah di dalam tangki berisi Water bath. Ini telah dirancang untuk mendistribusikan suhu dengan cara yang seragam.
8. Hindari menggunakan Water bath jika salah satu kontrolnya tidak berfungsi, mis. kontrol suhu atau batas.

#### Pengoperasian dan penggunaan water bath

Sebelum menggunakan water bath, pastikan sudah bersih dan aksesori yang diperlukan sudah terpasang. Langkah-langkah yang biasanya diikuti adalah:

1. Isi water bath dengan cairan untuk menjaga suhu konstan (air atau minyak). Pastikan bahwa setelah wadah yang akan dipanaskan ditempatkan, ketinggian cairan antara 4 dan 5 cm dari bagian atas tangki.
2. Pasang instrumen kontrol yang diperlukan, seperti termometer dan circulators. Gunakan penyangga tambahan yang disediakan. Verifikasi posisi bohlam termometer atau probe termal untuk memastikan bahwa bacaannya benar.
3. Jika air digunakan sebagai cairan penghangat, pastikan airnya bersih. Beberapa produsen merekomendasikan menambahkan produk yang mencegah pembentukan jamur atau ganggang.
4. Letakkan sakelar utama pada posisi ON. Beberapa pabrikan telah menggabungkan kontrol dengan mikroprosesor yang memulai rutinitas verifikasi otomatis setelah sakelar ON diaktifkan.
5. Atur suhu operasi menggunakan tombol Menu suhu untuk menyesuaikan parameter.

6. Atur batas suhu. Terdapat kontrol keamanan yang memutus pasokan listrik jika melebihi suhu yang dipilih. Pilih menggunakan tombol menu dan terdapat tombol penyesuaian parameter.
7. Hindari menggunakan Water bath dengan bahan-bahan di bawah ini:
  - a. Pemutih.
  - b. Cairan dengan kandungan klorin tinggi.
  - c. Larutan garam lemah seperti natrium klorida,
  - d. senyawa kalsium klorida atau kromium.
  - e. Konsentrasi asam yang kuat.
  - f. Konsentrasi garam yang kuat.
  - g. Konsentrasi lemah hidroklorida, hidrobromik,
  - h. asam hidriodik, asam sulfat atau asam kromat.
  - i. Air deionisasi, karena menyebabkan korosi dan perforasi pada baja tahan karat.

#### Pemeliharaan

Peringatan: Sebelum melakukan aktivitas perawatan apa pun, putus sambungan peralatan dari stopkontak listrik. Water bath adalah peralatan yang perawatannya sederhana. Rutinitas yang direkomendasikan terutama berfokus pada pembersihan komponen eksternal. \

#### **b. User Maintenance**

##### **Pembersihan**

##### **Frekuensi: Bulanan**

1. Matikan dan lepaskan peralatan. Tunggu hingga dingin untuk menghindari risiko luka bakar dan kecelakaan.
2. Keluarkan cairan yang digunakan untuk pemanasan. Jika itu air, itu bisa dituangkan melalui saluran buang. Jika menggunakan minyak; kumpulkan ke dalam wadah yang sesuai kapasitas.
3. Lepaskan *grid* difusi termal yang terletak di bagian bawah tangki.
4. Bongkar sirkulator dan bersihkan untuk menghilangkan kerak dan potensi kotoran yang ada.
5. Bersihkan bagian dalam tangki dengan deterjen ringan. Jika ada indikasi korosi, gunakan bahan pembersih stainless steel. Gosok ringan dengan spons sintetis atau yang setara. Hindari menggunakan wol baja untuk menghilangkan noda karat karena ini meninggalkan partikel baja yang dapat mempercepat korosi.

6. Hindari menekuk atau membenturkan tabung kapiler pengontrol suhu yang umumnya terletak di bagian bawah tangki.
7. Bersihkan bagian luar dan dalam water bath dengan air bersih.

### **Pelumasan**

#### **Frekuensi: Setiap hari**

Khusus untuk water bath dengan pergerakan - unit agitasi atau circulator sistem: Lumasi sumbu motor listrik sirkulator. Letakkan setetes minyak mineral pada sumbu sehingga pelumas mempertahankan kondisi yang lancar antara bantalan motor dan porosnya.

### **c. Pemeliharaan**

#### **Frekuensi: enam bulanan**

Periksa termometer atau pengontrol suhu setiap enam bulan menggunakan standar yang diketahui. Jika tidak ada standar referensi yang tersedia, gunakan campuran es/air dan/atau air mendidih. Perhatikan bahwa termometer atau pengatur suhu water bath juga harus diperiksa saat peralatan pertama kali dipasang setelah pembelian.

## **6.3.9 AUTOKLAF**

### **a. Prinsip pengoperasian**

Autoklaf adalah alat pensterilan berupa ruangan kedap udara yang menggunakan uap air jenuh yang dipanaskan di atas suhu 100oC dan tekanan lebih dari 1 atmosfer (KBBI). Kata sterilisasi berarti penghancuran atau penghapusan semua bentuk kehidupan (mikroba, termasuk spora) yang ada pada benda mati melalui prosedur fisik, kimia atau gas. Jenis peralatan ini juga dikenal sebagai sterilisasi. Sterilisasi adalah proses yang sangat penting untuk melakukan layanan kesehatan, (sterilisasi bahan, media kultur, instrumen) yang memerlukan kondisi aseptik yang ketat.

Proses pelayanan Kesehatan yang memerlukan kondisi peralatan steril adalah pada saat:

1. Pembersihan
2. Dekontaminasi
3. Pemeriksaan
4. Persiapan dan pengepakan
5. Sterilisasi

## 6. Penyimpanan

## 7. Pengiriman bahan

Autoklaf adalah peralatan yang dirancang dengan tujuan menghilangkan mikroorganisme secara efektif. Diketahui bahwa mikroorganisme pasti ada di tiap peralatan layanan Kesehatan yang digunakan baik pada ruang diagnostik ataupun di bangsal perawatan di fasilitas pelayanan Kesehatan rumah sakit, laboratorium). Autoklaf juga banyak digunakan dalam industri pengolahan makanan dan farmasi.

Di laboratorium, bahan dan benda disterilkan untuk tujuan berikut :

1. Menghindari kontaminasi, dengan menyiapkan bahan steril untuk kultur sel bakteriologis (tabung reaksi, pipet, cawan Petri, dll.).
2. Mengambil sampel, dengan menyiapkan bahan habis pakai steril yang digunakan. (Semua harus dalam kondisi steril: jarum, tabung, wadah).
3. Men-sterilkan bahan yang terkontaminasi

Autoklaf tersedia dalam berbagai ukuran. Yang terkecil adalah tipe *table-top* dan yang terbesar adalah peralatan kompleks yang membutuhkan banyak pra-instalasi untuk operasi mereka. Volume ruang sterilisasi diambil sebagai referensi dan diukur dalam desimeter kubik [ $\text{dm}^3$ ] atau dalam liter [l] untuk mengukur ukuran autoklaf. Jenis pengoperasian autoklaf yaitu model manual, semi otomatis atau sepenuhnya otomatis.



Gambar 13 Gambar Autoklaf

Autoklaf bekerja dengan memanfaatkan sifat termodinamika air yang dapat dianggap sebagai zat murni. Dalam kondisi normal (di permukaan laut dan tekanan 1 atmosfer) air (dalam fase cair) mendidih dan diubah menjadi uap (fase gas) pada suhu 100 °C. Jika tekanan berkurang, itu mendidih pada suhu yang lebih rendah. Jika tekanan naik, ia mendidih pada suhu yang lebih besar. Jika kita menyetel untuk mengontrol tekanan uap air, pada saat wadah autoklaf tertutup, dapat mencapai suhu lebih tinggi dari 100 °C; atau sebaliknya, dengan mengontrol suhu, maka tekanan bisa mencapai yang lebih besar dari tekanan atmosfer.

Grafik berikut menunjukkan perilaku air tergantung pada kondisi tekanan dan suhu, autoklaf menggunakan uap jenuh bertekanan (dengan kualitas lebih besar dari 98%) untuk mentransmisikan energi panas ke elemen yang memerlukan sterilisasi. Secara umum, metode ini dikenal dengan istilah sterilisasi uap atau *moist heat*. Ini adalah metode sterilisasi yang banyak digunakan karena efektivitas, kecepatan, dan biaya rendah. Namun, tidak semua bahan dapat disterilkan dengan uap; Untuk peralatan yang tidak dapat menerima suhu panas dan kelembaban, ada solusi metode sterilisasi alternatif lainnya. Di laboratorium, untuk melakukan proses sterilisasi, autoklaf uap dan oven (panas kering) biasa digunakan.

Temperature / Volume Graphic	Pressure / Temperature Graphic
<p>1. This graph shows two defined lines: the saturated liquid (to the left) and the saturated vapour (to the right) lines.</p> <p>2. As the pressure increases, so does the temperature. (See lines P1, P2, P3) where: <math>P3 &gt; P2 &gt; P1</math>.</p> <p>3. To the left of the saturated liquid line, the water is in a liquid state (plot A-B). Upon heat transfer, the temperature of the liquid is raised from Temperature A to B.</p> <p>4. Between the line of saturated liquid and saturated vapour (section B-C) there is a mixture of the vapour and liquid phases, and the temperature remains constant. The closer it is to point C, the greater is the vapour's quality'.</p> <p>5. To the right of the saturated vapour line, all the water is in vapour phase (section C-D).</p>	<p>1. This graph shows the behaviour and relation between the solid, liquid and gaseous phases of water depending on the pressure and temperature conditions.</p> <p>2. The sublimation lines show that at determined conditions, if heat is transferred to the solid phase, it can be converted directly into the vapour phase (section E-E'), without going through the liquid phase.</p> <p>3. The fusion line shows that at determined conditions, upon transferring heat to water, the solid phase is transformed into the liquid phase and, if more heat is added, it is transformed to the vapour phase (section H-H').</p> <p>4. The vaporization line shows at which temperature conditions the water in liquid phase is transformed into the vapour phase.</p> <p>5. The point at which the three lines are intercepted is called the Triple Point. In such circumstances the three phases exist simultaneously in equilibrium.</p>

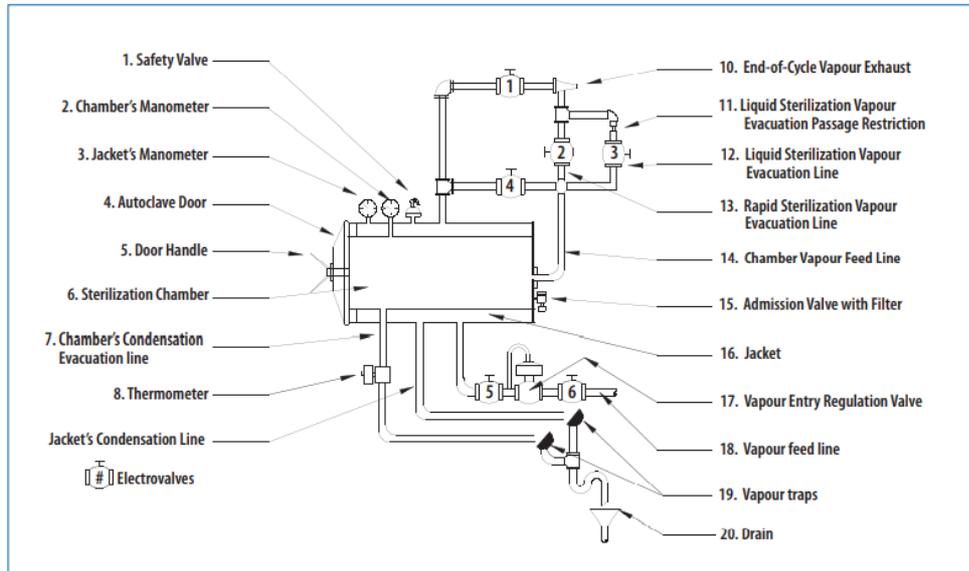
1 Quality [X]. The relationship between total vapour mass and total mass (liquid mass plus vapour mass). Quality = 1: means that the vapour is saturated and that any increase in temperature will overheat the vapour.

Saat ini, autoklaf menggunakan sistem yang dikendalikan mikroprosesor dan masing-masing katup dan aksesorinya bekerja sesuai dengan program yang telah ditetapkan sebelumnya yang disimpan dalam memori. Operasi tetap dicatat dalam *registering system*, yang memungkinkan tiap tahap sterilisasi terpantau. Setiap pabrikan telah memasukkan *registering system* yang diperlukan untuk kontrol kualitas.

### Pembentukan Uap dalam autoklaf

Pada autoklaf, uap dihasilkan dari komponen yang mentransfer energi panas ke air menggunakan energi listrik atau fosil yang mudah terbakar. Ini disebut *boiler* atau

generator uap dan merupakan komponen mendasar dari autoklaf. Tergantung pada ukuran dan frekuensi penggunaannya, autoklaf memiliki sistem pembangkit uap yang berasal dari sistem boiler atau dari generator uap. Ini umumnya berfungsi dengan resistor listrik dan sudah dimasukkan ke dalam peralatan atau dipasok sebagai aksesoris oleh pabrikan.



Gambar 14 diagram proses pembangkit Uap autoklaf

### Pengoperasian Autoklaf

Operasi umum autoklaf dijelaskan selanjutnya. Beberapa prosedur akan bervariasi sesuai dengan tingkat otomatisasi yang ada ke dalam peralatan:

1. Verifikasi bahwa *system registry* memiliki formulir dan atau kertas yang diperlukan untuk mendokumentasikan perkembangan siklus sterilisasi.
2. Nyalakan autoklaf.
3. Buka penutup autoklaf.  
Dalam autoklaf berkapasitas besar, proses ini dilakukan secara elektromekanis. autoklaf berkapasitas sedang dan rendah umumnya manual.
4. Tempatkan keranjang atau wadah sterilisasi yang berisi bahan yang sudah disiapkan sebelumnya (dibersihkan, dicuci, dikeringkan, diklasifikasikan dan dikemas) ke dalam ruang sterilisasi, sesuai dengan instruksi distribusi yang direkomendasikan produsen.
5. Tutup penutup autoklaf.

6. Pilih siklus sterilisasi yang diperlukan tergantung pada jenis benda atau bahan yang akan disterilkan. Secara umum, tombol berlabel yang sesuai dengan siklus yang diperlukan ditekan dan secara otomatis memulai siklus yang diprogram.

Berikut adalah proses sterilisasi berlangsung :

- a) Fase *pra-treatment* dimulai. Pada fase ini, terjadi siklus pendek untuk pengosongan dan injeksi uap ke dalam ruang sterilisasi, sehingga udara dikeluarkan dari *chamber* dan wadah yang melindungi bahan disterilkan.
- b) Ketika udara telah dikeluarkan, pengisian atau pemberian tekanan pada ruang sterilisasi dimulai. Pada saat ini, uap mulai melingkupi benda-benda yang akan disterilkan dan proses perpindahan panas dimulai antara uap suhu tinggi dan barang-barang yang akan disterilkan. Setelah mentransfer energi panas, sebagian uap diubah menjadi cairan (cairan kental) di lapisan luar bahan yang digunakan untuk wadah, secara bersamaan dapat mengurangi volume uap secara signifikan. Sehingga uap yang lebih banyak lagi bisa memasuki ruang sterilisasi, dan menembus lebih jauh di dalam paket yang akan disterilkan. Setelahnya uap benar-benar melingkupi *chamber* dan tekanan serta suhu terbentuk.
- c) Setelah kondisi ini tercapai, memulai hitungan mundur untuk menyelesaikan sterilisasi (tergantung pada jenis benda atau bahan yang sedang diproses). Semakin tinggi suhu dan tekanan, semakin sedikit waktu yang dibutuhkan untuk mensterilkan.
- d) Setelah waktu sterilisasi terprogram berakhir, proses pasca *treatment* dimulai. Ini termasuk depresurisasi ruang yang biasanya dilakukan dengan bantuan *exhaust* dan sistem pengeringan menggunakan pasokan panas yang ditransfer dari alat ke ruang sterilisasi.
- e) Setelah mengurangi tekanan, suhu yang diperlukan untuk menguapkan residu cair yang mungkin terbentuk pada benda selama depresurisasi tercapai. Vakum 10% dari tekanan atmosfer dibuat dan dipertahankan stabil untuk jangka waktu tertentu. Ketika cairan disterilkan, tidak ada ruang hampa yang dibuat; sebaliknya, ekstraksi uap dikontrol melalui mekanisme restriktif untuk mencegah pendidihan di dalam wadah yang diautoklaf.

- f) Terakhir, masuknya udara secara terkontrol melalui katup dengan filter efisiensi tinggi kedalam *chamber* sampai tekanan di ruang sterilisasi sama dengan tekanan atmosfer. Siklus sterilisasi telah berakhir.
7. Buka penutup autoklaf.
  8. Keluarkan bahan yang sudah disterilkan.
  9. Tutup autoklaf setelah bahan yang disterilkan diturunkan untuk menghemat panas di ruang sterilisasi dan memfasilitasi siklus sterilisasi berikutnya.
  10. Simpan bahan yang sudah disterilkan dengan tepat.

Siklus sterilisasi Proses sterilisasi mengikuti siklus yang telah ditentukan sesuai dengan jenis beban yang akan disterilkan.

- Ada siklus sterilisasi different untuk bahan berpori, instrumen bedah, cairan atau bahan sensitif panas.
- Pengoperasian utama dikenal sebagai siklus sterilisasi klinis dilakukan dalam kondisi berikut: 121 °C/1,1 kg/cm<sup>2</sup> atau 134 °C/2,2 kg/cm<sup>2</sup>.

Catatan: Waktu siklus sterilisasi disesuaikan dengan ketinggian di mana autoklaf berada. Produsen menyediakan tabel kompensasi untuk diperhitungkan. Secara umum, semakin tinggi ketinggian lokasi peralatan, semakin lama waktu sterilisasi.

Cycle no.	Materials	Temp. °C	Pressure kg/cm <sup>2</sup>	Typical graph <sup>1</sup>
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porous loads</li> <li>• Textiles</li> <li>• Wrapped instruments</li> <li>• Tubes</li> </ul>	135	2.2	
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Open instruments</li> <li>• Utensils</li> <li>• Glassware</li> <li>• Open containers</li> </ul>	135	2.2	
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Heat sensitive materials</li> <li>• Rubber</li> <li>• Plastic</li> </ul>	121	1.1	
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liquids in open or semi-closed containers.*</li> </ul>	121	1.1	
Convention	<p>A: Pre-treatment. Alternate cycles of injection / vacuum of vapour.                      Pre-treatment. (Processes 1, 2, 3).                      Process 4: Sterilization.                      C: Post-treatment (Process 5: vacuum and drying).                      D: Internal and external pressures completely mixed.  <b>Note:</b> The liquid process does not have vacuum after sterilization. The cooling is natural.</p>			

<sup>1</sup> The graphs included correspond to an autoclave with an emptying pump, Getinge brand GE-660 autoclave.  
 (\*) Times depend on the volume of the load. There is no vacuum during cooling.

Gambar 15 siklus sterilisasi pada autoklaf

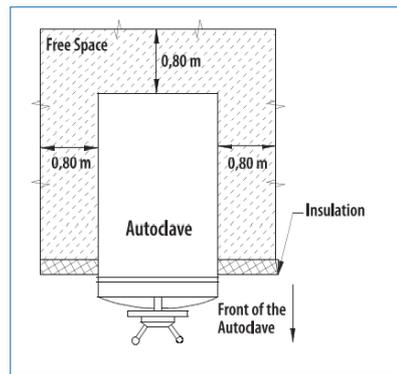
## Persyaratan Instalasi

Persyaratan instalasi yang diperlukan, agar autoklaf beroperasi dengan baik adalah:

1. Area penempatan yang berventilasi untuk menghilangkan panas dan kelembaban yang dihasilkan saat beroperasi.

Ini juga membutuhkan ruang kosong di sekitar bagian belakang dan samping, untuk mengakomodasi servis teknis. Celah ini harus setidaknya 0,8 m. Tergantung pada desain autoklaf, infrastruktur pelengkap harus diantisipasi agar dapat beroperasi dengan memuaskan. Suhu di sekitar peralatan dapat meningkat hingga lebih dari 70 °C saat sedang beroperasi. Lantai harus diratakan

dengan baik dan dibangun dengan bahan yang tahan terhadap kelembaban dan panas.

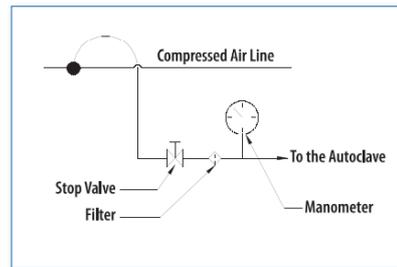


Gambar 16 Ruang yang dibutuhkan untuk penempatan autoklaf

2. Outlet listrik harus sebanding dengan konsumsi autoklaf.

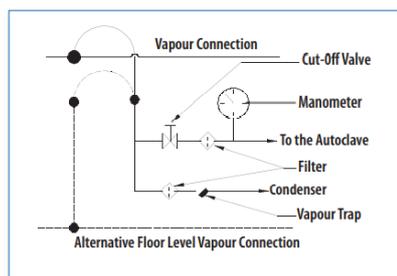
Karena autoklaf bersifat otonom, artinya ia memiliki generator uap sendiri, koneksi listrik harus dipelajari secara detail dan benar karena daya yang dibutuhkan bisa jauh lebih tinggi. Tuntutan daya secara umum adalah 21, 38, 48 kW dan bisa lebih tinggi, agar generator uap berfungsi. Sambungan harus dilengkapi dengan pencegah keselamatan dan perlindungan yang diperlukan. Tegangan khas yang diperlukan untuk *autoclave* adalah *trifase* 220 V, 60 Hz, atau 380 V, 60 Hz.

3. Sambungan air sebanding dengan konsumsi autoklaf dalam volume dan tekanan: semakin besar peralatan, semakin besar konsumsinya. Air yang dikonsumsi autoklaf harus terfilter untuk menghilangkan kotoran dalam sambungan karena ini dapat berdampak pada rusaknya fungsi elektrovalve serta perangkat elektro hidrolik.
4. Beberapa sterilisasi membutuhkan udara terkompresi, karena kontrolnya dikelola oleh tekanan pneumatik. Secara umum, tekanan yang dibutuhkan bervariasi dari  $5 \times 10^5$  hingga  $9,9 \times 10^5$  Pa. Gambar berikut menunjukkan persyaratan pemasangan minimum (katup pemutus, filter dan manometer).



Gambar 17 Gambar sambungan udara terkompresi

5. Sistem drainase yang dirancang untuk mengumpulkan air panas.
6. Koneksi uap. Jika autoclave tidak memiliki generator uap sendiri, ia harus diumpankan dari sistem pembangkit uap institusi (ruang mesin, boiler). Instalasi pasokan harus memenuhi yang diperlukan.



Gambar 18 Gambar sambungan pembangkit uap

### Quality Control

Untuk menyatakan suatu produk dianggap sudah steril, perlu dilakukan verifikasi bahwa semua tahapan proses sterilisasi telah dilakukan dengan benar, yaitu dengan serangkaian tes yang telah dikembangkan untuk mengevaluasi karakteristik proses dan mempengaruhi pada aktivitas mikroorganisme. Evaluasi suhu, tekanan, waktu, kelembaban, dan output peralatan, umum dilakukan untuk menyatakan bahwa telah sesuai acuannya, dan berfungsi sesuai dengan prosedur yang menunjukkan validitas dan keandalannya.

Selain itu, dilakukan tes atau indikator biologi yang dapat menyatakan kematian mikroorganisme untuk menjamin kualitas proses sterilisasi. Kategori tes yang berbeda telah dikembangkan. Beberapa ditampilkan berikutnya:

1. Indikator proses sterilisasi.

Berfungsi sebagai pemantau fungsi autoclave. Merupakan parameter pada alat autoclave yang menunjukkan besaran suhu, waktu dan tekanan (termometer, manometer dan kronometer) dan indicator proses sterilisasi. Sistem

penyetelan autoklaf modern (mikroprosesor) dengan menyetel semua parameter dan siklus sterilisasi dan juga menghentikan siklus jika terjadi anomali. Ada juga tes *Bowie-Dick* dalam kategori ini, yang mengevaluasi efisiensi keluaran autoklaf menggunakan lembar uji yang berubah warna secara seragam jika proses telah selesai dengan memuaskan. Jika tidak demikian, warna lembaran tidak rata.

## 2. Indikator kimia.

Ini adalah tes kimia khas yang berubah warna atau keadaan ketika terkena fase sterilisasi. Indikator kimia memungkinkan perbedaan antara bahan telah berhasil melalui proses sterilisasi dengan yang belum. Indikator kimia yang paling umum adalah berbentuk pita perekat atau strip yang masuk ke dalam komponen atau pada paket. Standar ISO N° 11140-1 menjelaskan kategori indikator kimia. Kita harus ingat bahwa indikator kimia sendiri tidak menjamin bahwa proses sterilisasi memenuhi semua persyaratan: personel yang menggunakan ini harus menerima pelatihan yang tepat untuk memungkinkan mereka menentukan apakah hasil yang diperoleh telah benar dengan perubahan yang terjadi pada seluruh proses sterilisasi.

## 3. Indikator biologis.

Metode terbaik untuk memantau kualitas proses sterilisasi. Mereka terbuat dari mikroorganisme hidup yang memiliki ketahanan lebih besar terhadap proses sterilisasi yang ditentukan, atau reagen kimia yang bereaksi dengan adanya protein spesifik dari jenis organisme ini. Untuk mengontrol proses sterilisasi dengan uap jenuh, (hidrogen peroksida) atau formaldehida, spora dari *Bacillus stearothermophilus* umumnya digunakan. Untuk mengontrol sterilisasi dengan panas kering (proses yang dilakukan oven pengeringan) dan dengan etilen oksida, spora varietas Niger dari *Bacillus subtilis* digunakan. Indikator spora ditempatkan di beban sterilisasi. Setelah proses, itu diinkubasi, dianalisis dan ditentukan apakah siklus memenuhi persyaratan sterilisasi. Umumnya perubahan warna diamati. Tes-tes ini distandarisasi dan produsen menunjukkan cara menggunakannya dan menafsirkan hasilnya. Indikator biologis sendiri tidak menjamin bahwa siklus sterilisasi mematuhi semua persyaratan. Satu-satunya cara untuk melakukan ini adalah dengan mengontrol semua parameter siklus sterilisasi.

## Frekuensi proses kontrol kualitas

Tabel frekuensi yang disarankan sehubungan dengan penggunaan indikator dalam memantau kualitas (QC) dalam proses sterilisasi.

Tipe indikator	Frekuensi penggunaan
Proses	Setiap siklus sterilisasi
Kimia	Pada tiap wadah
Biologi	Mingguan, pada tiap peralatan sterilisasi, didalam wadah yang terdapat bahan utk disterilisasi

### b. User Maintenance

#### Pemeliharaan Rutin

Autoklaf adalah peralatan yang memerlukan pengawasan dan pemeliharaan preventif berkelanjutan karena banyak komponen dan sistemnya. Pemeliharaan difokuskan pada rutinitas dasar yang dapat dilakukan oleh operator. Untuk melakukan perawatan terperinci, instruksi yang dijelaskan dalam manual servis pabrikan harus diikuti.

#### Verifikasi harian

Sebelum melakukan proses sterilisasi, lakukan verifikasi harian, sebagai berikut:

1. Tempatkan formulir baru pada perangkat untuk mendokumentasikan pengembangan siklus sterilisasi.
2. Pastikan bahwa printer yang terhubung dengan autoklaf baik itu stylus atau printer tinta telah siap digunakan (tersedia tinta dan kertas rekaman).
3. Pastikan air dingin, udara bertekanan, dan katup suplai uap terbuka.
4. Aktifkan sakelar yang memicu pemanasan autoklaf. Setelah mengaktifkan kontrol ini, uap diizinkan masuk ke *chamber* sterilisasi. Ketika uap memasuki *chamber* sterilisasi, proses pemanasan dimulai. Untuk menghindari kehilangan panas, tutup penutup autoklaf sampai tiba saatnya menambahkan beban untuk sterilisasi.
5. Verifikasi bahwa tekanan dari jalur pasokan uap setidaknya 2,5 bar.
6. Uji kondisi manometer dan termometer.
7. Pastikan tidak ada kebocoran uap di salah satu sistem yang berfungsi di autoklaf.
8. Bersihkan bagian depan autoklaf, kontrol, indikator dan pegangannya dengan kain lembab.

#### Pemeliharaan Mingguan

Penanggung Jawab: Operator peralatan

1. Bersihkan ruang sterilisasi drainase filter. Buang residu yang tertahan di dalamnya.

2. Bersihkan bagian dalam bilik sterilisasi menggunakan produk pembersih yang tidak mengandung klorin. Bersihkan bagian yang digunakan untuk menempatkan keranjang.
3. Bersihkan dengan larutan asetat, jika larutan dengan klorin sedang disterilkan. Klorin menyebabkan korosi bahkan pada stainless steel. Kemudian bersihkan dan cuci dengan banyak air.
4. Bersihkan permukaan tahan karat eksternal dengan deterjen ringan. Pelarut seperti etilen klorida dapat digunakan, menghindari menyentuh permukaan apa pun dengan penutup, tanda, atau penutup plastik yang dicat.
5. Dalam autoklaf dengan pintu yang diaktifkan secara manual, verifikasi bahwa mekanisme ini telah di periksa dan disesuaikan dengan baik dan lancar.
6. Tiriskan generator uap (jika ada). Untuk melakukan ini, buka katup yang terletak di bagian bawah generator yang memungkinkan isinya dikeringkan. Umumnya hal ini dilakukan pada akhir kegiatan mingguan. Ikuti rekomendasi pabrikan.
7. Jangan pernah menggunakan wol baja untuk membersihkan bagian dalam ruang sterilisasi.
8. Periksa fungsi autoklaf dengan menggunakan indikator biologis atau kimia. Untuk memeriksa suhu, gunakan strip uji kimia. Saat membeli, periksa informasi kesesuaian waktu dan suhu paparan tes strip.

### **Pemeliharaan Enam Bulanan**

Penanggung jawab : Teknisi autoklaf / Elektromedis

1. Periksa apakah manometer berfungsi seperti yang diharapkan.
2. Aktifkan katup pengaman secara manual untuk memverifikasi bahwa katup pengaman beroperasi dengan baik. Gunakan obeng besar untuk memindahkan tuas aktivasi yang biasanya terletak di bagian atas katup. Pastikan wajah dan tubuh operator tidak berada di jalur uap. Setelah katup diaktifkan, pastikan tidak ada kebocoran uap. Jika ada kebocoran, katup harus diaktifkan kembali sampai tertutup rapat. Peringatan: Jika kebocoran uap tidak dihilangkan, ini akan memperburuk segel dengan cepat dan seluruh sistem katup pengaman harus diganti.
3. Lumasi gasket pintu. Gunakan pelumas dan prosedur yang direkomendasikan oleh produsen peralatan. Beberapa produsen merekomendasikan prosedur berikut:

- a) Lepaskan paking. Untuk melakukan ini, perlu turun dari alur, melonggarkan mekanisme retensi (sekrup dan pelat)
  - b) Bersihkan paking dan alur dengan alkohol sehingga tidak ada bahan asing untuk mempengaruhi segel. Permukaan gasket harus tetap halus dan bersih.
  - c) Oleskan pelumas yang direkomendasikan oleh pabrikan ke badan paking sampai benar-benar terlindungi. Banyak produsen autoklaf menggunakan pelumas grafit yang tahan terhadap suhu tinggi.
  - d) Pasang kembali paking. Dalam autoklaf ruang persegi panjang, ini biasanya dipasang menempatkan paking di tengah salah satu sisi alur perakitan dan menyesuaikan bagian yang tersisa ke arah samping, sampai disesuaikan dengan baik di dalam alur. Prosedur yang sama diulangi untuk setiap sisi yang tersisa. Dalam autoklaf ruang bundar, perakitan paking dimulai pada bagian atas dan disesuaikan secara progresif ke dalam alur tanpa menariknya, sampai seluruh paking dipasang. Selanjutnya, elemen perakitan disesuaikan.
4. Verifikasi bahwa segel katup pengaman dalam kondisi baik.
  5. Bersihkan titik-titik sistem pena registrasi dengan air atau alkohol dan kembalikan level tinta. Umumnya, tekanan terdaftar dengan tinta merah dan suhu dengan hijau.
  6. Bersihkan bagian dalam generator uap (untuk peralatan dengan aksesori ini).

Untuk generator uap, prosedur pembersihan melibatkan melakukan kegiatan berikut:

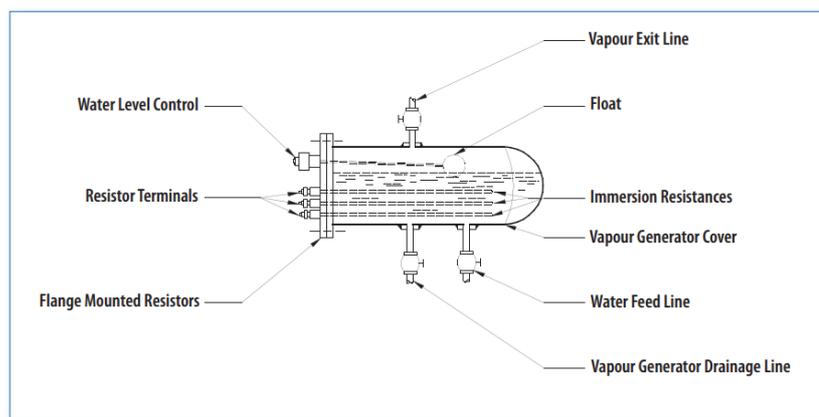
- a) Putuskan sambungan pasokan listrik ke peralatan.
- b) Buang tekanan uap dan tunggu peralatan mencapai suhu kamar.
- c) Lepaskan penutup depan generator.
- d) Lepaskan terminal listrik dari resistor pemanas (perendaman).
- e) Lepaskan sekrup yang menahan pelat depan tempat resistansi pemanas dipasang dan turunkan pelat depan.
- f) Periksa paking dan gantikan jika perlu.
- g) Bersihkan kotoran yang menumpuk di permukaan resistor pemanas. Gunakan produk yang direkomendasikan.
- h) Rakit ulang dalam urutan terbalik.

### **Pemeliharaan tahunan**

Penanggung jawab: Teknisi autoklaf /Elektromedis

1. Bersihkan semua filter.

2. Uji dan sesuaikan ketinggian air tangki sehingga berada dalam jarak 20 mm dari level maksimum.
3. Verifikasi dan sesuaikan ketegangan pegas katup diafragma.
4. Turunkan, bersihkan, dan sesuaikan katup pengaman.
5. Ganti filter udara.
6. Lakukan pengujian proses sterilisasi umum secara rinci tekanan, suhu, waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap fase siklus, keadaan lampu sinyal proses dan berfungsinya sistem registrasi. Verifikasi bahwa itu berfungsi dalam toleransi yang dibuat oleh pabrikan.
7. Lakukan rutinitas triwulanan.



Gambar 19 sistem pembangkit uap pada autoklaf

### Pemeliharaan Komponen Khusus

Termasuk berikutnya adalah beberapa rutinitas khusus yang membutuhkan teknisi servis dan berlaku untuk komponen peralatan. Mengingat bahwa autoklaf memiliki beberapa desain, rutinitas yang ditetapkan di sini hanya berlaku untuk model peralatan tertentu.

### Pemeliharaan katup solenoida

1. Verifikasi suara yang dibuat oleh gelendong atau solenoida (bersenandung). Kebisingan yang berlebihan adalah peringatan panas berlebih karena arus listrik yang sangat tinggi melalui solenoida. Arus bergantian naik ketika impedansi [Z] sirkuit berkurang. Ini terjadi ketika solenoida tidak cukup dikelilingi oleh penutup besi tertutup. Celah udara di sirkuit magnetik dapat disebabkan oleh kotoran yang mencegah penutup pelindung mencapai posisi final ketika solenoida diberi energi. Bersihkan rumah gelendong dan intinya dengan hati-hati agar gerakan piston tidak terhalang oleh fi lth.

2. Ganti cincin-O antara solenoida dan badan katup setelah dibongkar.
3. Sebelum pembongkaran apa pun, verifikasi bagaimana katup solenoida dipasang. Beberapa memiliki indikasi pemasangan yang jelas tetapi yang lain tidak memiliki informasi seperti itu.
4. Saat turun dari katup solenoid yang dibantu servo, kontrol posisi ces orifi yang membuatnya bersentuhan dengan lingkungan kerja, sehingga dapat memasang kembali katup.

**Pembersihan filter uap:** Sebelum membongkar filter uap, hilangkan tekanan uap dalam sistem.

1. Angkat penutupnya.
2. Lepaskan filter jala.
3. Bersihkan dengan hati-hati.
4. Instal ulang filter jala.
5. Pasang kembali penutupnya.

#### c. Troubleshooting operasional

Berikut adalah beberapa masalah yang paling umum. Mengingat keragaman merek, model, dan teknologi yang tersedia, disarankan agar pengguna mengikuti instruksi dari panduan pengguna untuk autoklaf yang digunakan

TROUBLESHOOTING TABLE		
PROBLEM	PROBABLE CAUSE	SOLUTION
The sterilization indicator did not indicate the successful end of the sterilization cycle.	The sterilization chamber is incorrectly loaded or over-loaded.	Check the load distribution and the load quantity. Adjust according to the manufacturer's recommendations.
	The vapour trap is defective.	Check the vapour trap. Repair or substitute it.
	The sterilization time is insufficient.	Check the sterilization time. Adjust to the cycle type.
	The autoclave does not reach the temperature and sterilization pressure selected.	Check the temperature selection. Check the vapour pressure corresponding to the selected cycle. Check for possible vapour leaks in the door (gasket) or in the passage control devices.
	There is insufficient vapour penetration.	Reduce the quantity of packets to be sterilized; this allows a better vapour flow.
	The pre-treatment is inadequate. Too much air has remained inside the chamber.	Seek the assistance of a specialized service technician to check the exhaust system.
The sterilization cycle is interrupted without any apparent reason.	The biological indicator is inappropriate for the cycle conducted.	Check the user specifications of the biological indicator. Repeat the sterilization cycle.
	Inadequate vapour, water or air pressure. As a result, the regulation and servo-assisted control devices are not activated.	Check vapour, water and air feed pressures. Adjust the regulation systems.
The sterilized material comes out damp.	The vapour trap is defective.	Check/clean the vapour trap. Substitute the trap.
	The sterilization chamber drainage is blocked.	Check the drainage system. Clean.
	The autoclave is overloaded.	Reduce the load quantity in the chamber. Repeat the sterilization cycle.
	The autoclave is not levelled.	Level the autoclave.
The biological indicator is positive.	The biological indicator was incorrectly selected.	Use a biological indicator of another lot or manufacturer. Carefully register the parameters.
Vapour pressure too low.	The door's gasket is defective.	Check the gasket; replace it.
	The internal vapour leaks into another autoclave component.	Check the traps, electrovalves etc.
There is excessive vapour pressure.	The autoclave is overloaded with textile material.	Reduce the autoclave's load.
	Autoclave is not calibrated.	Calibrate the autoclave.

### 6.3.10 STIRING HEATING PLATE

#### a. Prinsip pengoperasian

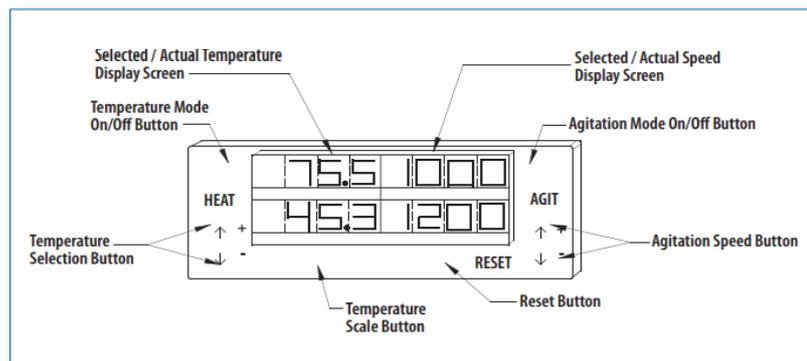
Stiring heating plate atau pelat pengaduk panas adalah alat yang berfungsi untuk memanaskan dan mencampur cairan yang terkandung dalam wadah laboratorium seperti flask, tabung reaksi, dan gelas kimia.

Umumnya, *Stiring heating plate* memiliki permukaan datar untuk menempatkan wadah yang berisi cairan untuk dipanaskan dan diaduk. Permukaannya terbuat dari konduktor termal yang baik seperti aluminium [Al] atau bahan keramik. Beberapa pelat pemanas secara eksklusif menggunakan sumber radiasi seperti inframerah (cahaya inframerah) untuk pemanasan. *Stiring heating plate* memiliki elemen pemanas (resistor listrik), sistem kontrol (hidup dan mati, kontrol suhu, kontrol getaran dan motor masing-masing). Motor yang digunakan dalam jenis instrumen ini umumnya dari induksi fase tunggal bernama *shaded pole*. Kisaran kecepatan tergantung pada jumlah *pole* dan frekuensi tegangan umpan.

**Suhu:** Suhu Kamar hingga sekitar 500 °C.

**Kecepatan rotasi:** Dari 60 RPM hingga sekitar 1200 RPM.

#### Kontrol Stiring Heating Plate



Gambar 20 Kontrol alat stiring heating plate secara umum

Kekuatan motor alat ini sekitar 1/20 hp; ditandai dengan memiliki torsi rendah dan harganya murah. Mereka disebut motor induksi *shade pole*.

Pada bagian kontrol memiliki tombol untuk memilih suhu dan kecepatan *stiring heating plate*. Ini dapat digunakan secara independen atau dikombinasi. Untuk memilih parameter, hanya tombol kontrol yang sesuai yang perlu diaktifkan dan suhu serta kecepatan dipilih, mana saja yang diperlukan.

## Persyaratan Pemasangan

*Stiring heating plate* perlu dihubungkan ke outlet listrik dalam kondisi baik dengan tiang arde. Outlet harus kompatibel dengan peralatan dan sesuai dengan standar kelistrikan nasional dan internasional. Secara umum, *stiring heating plate* beroperasi dengan tegangan 120 V/60 Hz, atau 230 V/50-60 Hz. Untuk operasi normal, diperlukan permukaan yang rata dengan dan kokoh yang cukup untuk menopang berat *stiring heating plate* bersama dengan wadah dan cairan didalamnya.

### b. User Maintenance

#### PERAWATAN RUTIN

*Stiring heating plate* dirancang untuk bekerja dalam kondisi normal dan membutuhkan perawatan minimal. Peralatan ini bekerja tanpa masalah selama beberapa tahun jika dipasang dan dioperasikan dengan baik.

Dokumen ini menyajikan perawatan rutin umum yang direkomendasikan oleh produsen. Prosedur khusus harus dilakukan dengan hati-hati mengikuti rekomendasi produsen.

#### Frekuensi Pembersihan: Bulanan

1. Bersihkan peralatan dalam posisi vertikal untuk menghindari bahan pembersih mencapai komponen internal.
2. Gunakan deterjen ringan. Oleskan ke permukaan luar menggunakan selembar kain dengan tekstur yang mirip dengan saputangan.
3. Pastikan peralatan benar-benar kering sebelum menghubungkannya lagi.

#### Frekuensi Penggantian permukaan keramik

Rekomendasi umum untuk substitusi permukaan keramik adalah sebagai berikut:

1. Pastikan pelat pemanas terputus dan dingin. Ini mencegah risiko sengatan listrik atau luka bakar.
2. Tangani peralatan dengan sangat hati-hati karena permukaan keramik yang rusak memiliki tepi yang sangat tajam.
3. Tempatkan unit dengan permukaan pemanas menghadap ke bawah.
4. Lepaskan sekrup yang menahan penutup bawah dan lepaskan.
5. Temukan dan lepaskan kabel yang terhubung dengan listrik (dalam model dengan elemen tersebut).
6. Lepaskan kabel yang menghubungkan kontrol peralatan dan resistor.

7. Lepaskan sekrup yang mengencangkan penutup atas ke alas. Verifikasi bahwa mereka tidak mempengaruhi sambungan ke resistor pemanas.
8. Tempatkan permukaan keramik baru di lokasi yang sesuai.
9. Amati bagaimana perangkat pengaman penutup keramik yang rusak diposisikan. Lepaskan perangkat pengaman dan letakkan elemen pemanas dan insulasi di dalam permukaan baru, pertahankan keselarasan dan keseimbangan yang sama dengan aslinya. Pasang perangkat pengaman baru.
10. Sambungkan kembali komponen dalam urutan terbalik dengan yang dijelaskan di atas.

### c. Pemeliharaan

#### Penggantian sekering

##### Frekuensi : kapanpun diperlukan

Jika *stiring heating plate* terhubung dan sakelar utama dalam posisi hidup tetapi tidak memanaskan, ada kemungkinan sekering perlu diganti. Berikut ini adalah proses untuk mengganti sekering:

1. Tempatkan sakelar utama dalam posisi mati dan lepaskan kabel listrik.
2. Lepaskan bagian atas kompartemen sekering dengan obeng.
3. Ganti sekering dengan yang baru dan spesifik sama dengan aslinya.
4. Pasang kembali penutup kompartemen sekering.

### d. Troubleshooting Operasional

TABEL TROUBLESHOOTING		
MASALAH	PENYEBAB	SOLUSI
Listrik tidak tersambung	Kerusakan pada sikring	Ganti Sikring
	Kerusakan pada sambungan elektrik ke alat	Lihat kondisi listrik ruang
	Tidak tersambung dengan outlet listrik	Sambungkan alat dengan outlet listrik
	Kerusakan pada kabel	Ganti kabel
Plate tidak memanaskan	Belum dilakukan penyetelan fungsi pemanas	Aktifkan fungsi pemanas pada panel control
	Resistor pemanas rusak	

### 6.3.11 SPECTROFOTOMETER

#### **Pemeliharaan enam bulanan**

#### **Frekuensi: Setiap enam bulan**

1. Periksa instrumen secara visual untuk memverifikasi integritasnya sesuai dengan pabrikan spesifikasi.
2. Pastikan tombol atau kontrol dan penutup mekanis dipasang dengan kuat dan labelnya jelas.
3. Pastikan semua aksesori bersih dan utuh.
4. Periksa penyetelan dan kondisi mur, baut dan sekrup.
5. Pastikan sambungan listrik tidak retak atau pecah. Uji apakah ini digabungkan dengan benar.
6. Jika berlaku:
  - a. Pastikan bahwa kabel mengamankan perangkat dan terminal bebas dari debu, kotoran atau korosi.
  - b. Pastikan kabel tidak menunjukkan tanda-tanda penyambungan atau menjadi usang.
  - c. Periksa bahwa sistem pentanahan (internal dan eksternal) memenuhi kode listrik persyaratan.
7. Pastikan sakelar sirkuit atau interupsi, kotak sekering dan indikator bebas dari debu, korosi dan kotoran.
8. Periksa keselarasan lampu jika direkomendasikan oleh pabrikan.

#### **Frekuensi: Setiap tahun**

Tes ini harus dilakukan oleh ahli atau tenaga elektromedis dan hasilnya harus dicatat dan diarsipkan untuk ditindaklanjuti melewati waktu.

1. Periksa lokasi pemasangan untuk keamanan listrik dan infrastruktur fisik.
2. Untuk instrumen yang menggunakan daya utama:
  - a. Periksa apakah voltasenya sesuai dan tidak tidak bervariasi lebih dari 5% dari tegangan di spesifikasi peralatan.
  - b. Polaritas stopkontak sudah benar.
  - c. Periksa apakah ada cukup ruang di sekitar instrumen untuk kabel penghubung dan untuk ventilasi.
3. Uji integritas counter dan kebersihannya.

4. Pastikan instrumen jauh dari peralatan menghasilkan getaran dan radiasi matahari langsung.
5. Periksa apakah tidak ada kelembaban yang berlebihan, debu atau tinggi suhu.
6. Pastikan tidak ada sumber asap, gas atau korosifemisi terdekat

### 6.3.12 COLORIMETER

#### **Pemeliharaan enam bulanan**

#### **Frekuensi: Setiap enam bulan**

1. Periksa kondisi alat secara visual untuk memverifikasi integritasnya komponennya sesuai dengan pabrikan spesifikasi.
2. Pastikan tombol atau kontrol dan penutup mekanis dipasang dengan kuat dan labelnya jelas.
3. Pastikan semua aksesoris bersih dan utuh.
4. Periksa penyetelan dan kondisi mur, baut dan sekrup.
5. Pastikan sambungan listrik tidak retak atau pecah. Uji apakah ini sudah terhubung dengan benar.
6. Jika berlaku:
  - a. Pastikan bahwa kabel mengamankan perangkat dan terminal bebas dari debu, kotoran atau korosi.
  - b. Pastikan kabel tidak menunjukkan tanda-tanda bad connection..
  - c. Periksa bahwa sistem ground (internal dan eksternal) memenuhi kode listrik persyaratan.
7. Pastikan sakelar sirkuit atau interupsi, kotak sekering dan indikator bebas dari debu, korosi dan kotoran.
8. Periksa keselarasan lampu jika direkomendasikan oleh pabrikan.

#### **Frekuensi: Setiap tahun**

Tes ini harus dilakukan oleh ahli listrik atau insinyur dan hasilnya harus dicatat dan diarsipkan untuk ditindaklanjuti melewati waktu.

1. Periksa lokasi pemasangan untuk keamanan listrik dan infrastruktur fisik.
2. Untuk instrumen yang menggunakan daya utama:
  - a. Periksa apakah voltasenya sesuai dan tidak bervariasi lebih dari 5% dari tegangan di spesifikasi peralatan.
  - b. Polaritas stopkontak sudah benar.

3. Periksa apakah ada cukup ruang di sekitar instrumen untuk kabel penghubung dan untuk ventilasi.
4. Uji integritas counter dan kebersihannya.
5. Pastikan instrumen jauh dari peralatan menghasilkan getaran dan radiasi matahari langsung.
6. Periksa apakah tidak ada kelembaban yang berlebihan, debu atau tinggi suhu.
7. Pastikan tidak ada sumber asap, gas atau korosif emisi terdekat

### 6.3.13 BIOLOGICAL SAFETY CABINET

#### a. Prinsip pengoperasian

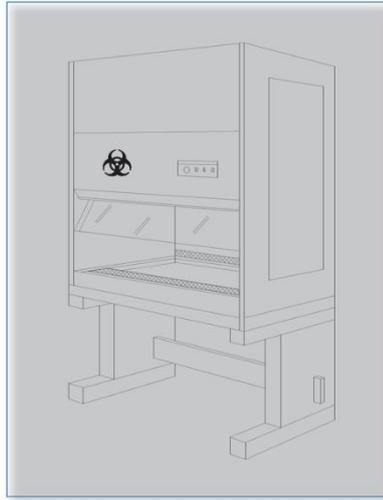
Peralatan ini dirancang untuk mengendalikan aerosol dan mikropartikel yang terkait dengan pengelolaan bahan biologis yang berpotensi beracun atau menular di laboratorium dalam kegiatan seperti agitasi, sentrifugasi, pemipetan, dan pembukaan wadah bertekanan.

Lemari pengaman telah dirancang untuk melindungi pengguna, lingkungan, dan sampel yang dimanipulasi menggunakan kondisi ventilasi yang sesuai. Mereka juga dikenal sebagai *lemari laminar flow* dan / atau *lemari keamanan hayati*.

Kabinet keamanan biologis digunakan untuk hal-hal berikut:

- a. Untuk melindungi pekerja dari risiko yang terkait dengan pengelolaan bahan biologis yang berpotensi menular.
- b. Untuk melindungi sampel yang dianalisis agar tidak terkontaminasi.
- c. Untuk melindungi lingkungan.

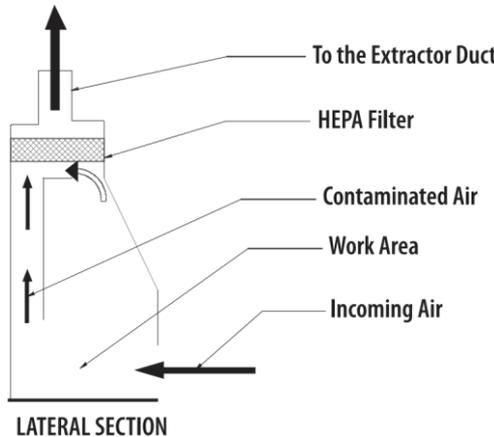
Lemari digunakan untuk pekerjaan rutin yang berkaitan dengan patogen (parasit, bakteri, virus, jamur), kultur sel dan dalam kondisi yang sangat tepat, pengelolaan agen beracun.

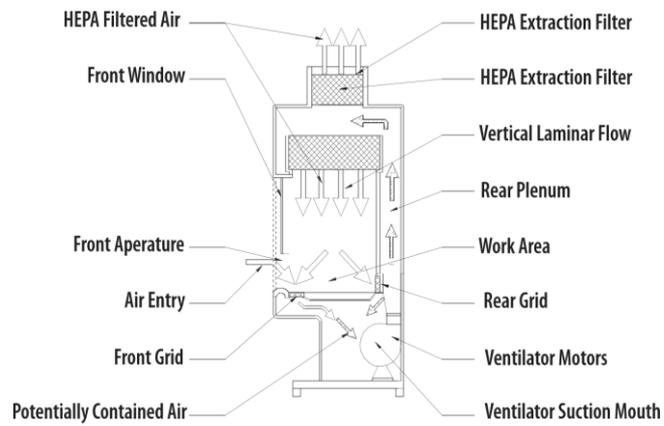


Kabinet pengaman biologis adalah ruang yang umumnya dibangun dari baja. Ini memiliki jendela kaca depan dengan ketinggian yang dapat disesuaikan, sistem ventilasi dengan motor listrik, ventilator dan satu set saluran yang saat berfungsi, menghasilkan kondisi tekanan negatif di dalam kabinet. Ini memaksa udara untuk melarikan diri dari dalam kabinet melalui bukaan depan untuk menghasilkan tirai udara yang melindungi operator.

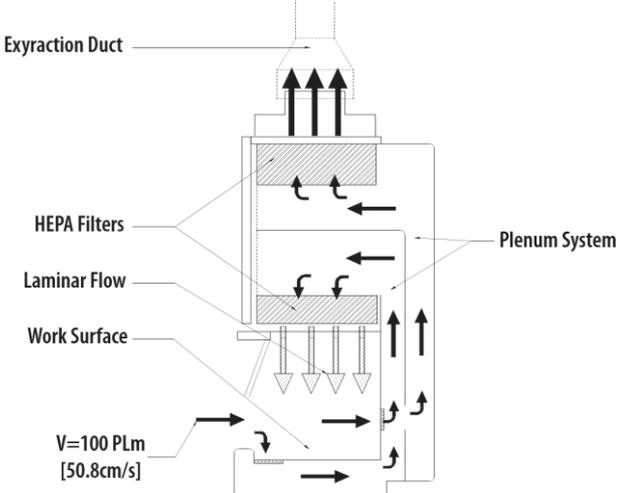
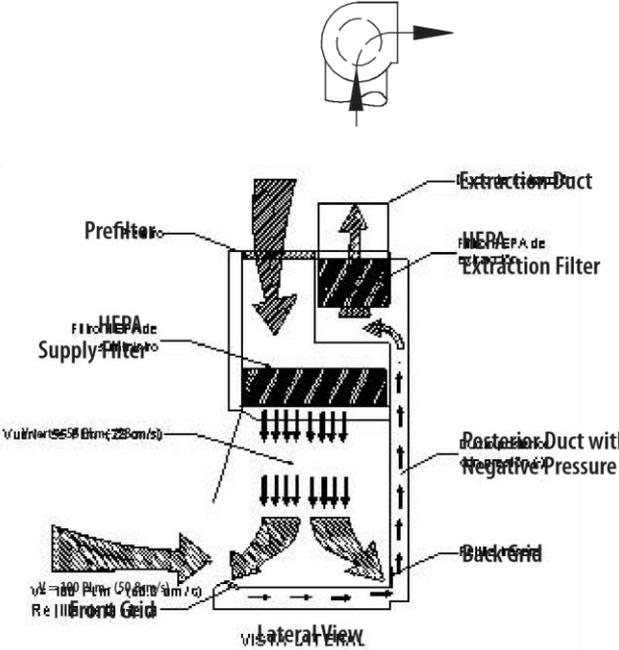
Secara internal, udara dilakukan melalui serangkaian kisi dan saluran untuk akhirnya dirawat dalam HEPA<sup>1</sup> filters. Tergantung pada desain kabinet, udara didaur ulang di dalam laboratorium atau diekstraksi dan diperbarui dalam proporsi yang beragam. Air flow, yang dalam lemari Kelas II bergerak dari filter menuju permukaan kerja, adalah laminar. Ringkasan dari jenis kabinet yang ada dan karakteristik utamanya disajikan berikutnya.

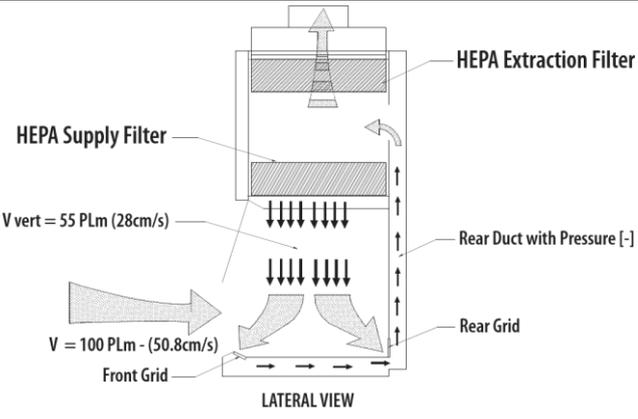
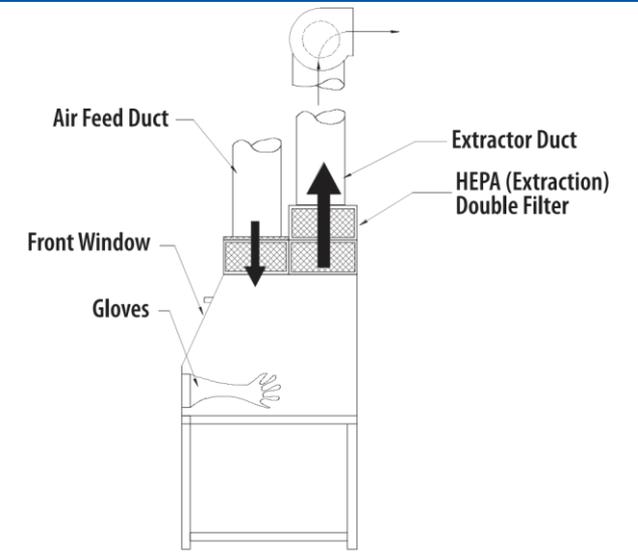
**Ringkasan jenis kabinet keselamatan biologis**

Jenis kabinet, dengan ilustrasi	Karakteristik
<b>KELAS I – TIPE A</b>	
 <p>LATERAL SECTION</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Perlindungan yang diberikan: kepada operator dan lingkungan.</li> <li>2. Kecepatan udara saat memasuki kabinet: 38 cm / s.</li> <li>3. Cocok untuk bekerja dengan agen bio-safety level 1, 2 atau 3.</li> <li>4. Filtrasi HEPA, terletak di sistem ekstraksi yang mungkin atau mungkin tidak terhubung ke eksterior.</li> <li>5. Kerugian: Tidak melindungi sampel yang dimanipulasi di kabinet.</li> </ol>
<b>KELAS II – TIPE A</b>	



1. Perlindungan dari ered: Kepada operator, produk dan lingkungan
2. Kecepatan udara saat memasuki kabinet: 38 cm / s.
3. Cocok untuk bekerja dengan agen dengan biosafety level 1, 2 atau 3.
4. Sistem filtrasi: dua HEPA fi lters, satu terletak di permukaan kerja; yang kedua pada sistem ekstraksi yang mungkin atau mungkin tidak terhubung ke eksterior. Jika mereka terhubung ke eksterior, ia menggunakan koneksi jenis bel.
5. Mereka mendaur ulang sekitar 70% dari volume udara dan memperbarui 30% darinya.

Jenis kabinet, dengan ilustrasi	Karakteristik
<b>KELAS II – TIPE B1</b>	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Perlindungan yang diberikan: kepada operator, produk dan lingkungan.</li> <li>2. Kecepatan udara memasuki kabinet: 50,8 cm / s.</li> <li>3. Cocok untuk bekerja dengan agen dengan biosafety level 1, 2 atau 3.</li> <li>4. Sistem filtrasi: Dua HEPA fi lters. Ini mengekstraksi udara yang berpotensi terkontaminasi (70 %) melalui saluran dan mendaur ulang di dalam kabinet, setelah filtering, udara yang diambil dari eksterior, melalui kisi-kisi depan (30 %).</li> <li>5. Semua saluran yang terkontaminasi secara biologis memiliki tekanan negatif.</li> <li>6. Memungkinkan bekerja dengan sejumlah kecil bahan kimia beracun dan radioaktif.</li> </ol>
<b>KELAS II – TIPE B2</b>	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Perlindungan yang diberikan: kepada operator, produk dan lingkungan.</li> <li>2. Kecepatan udara saat memasuki kabinet 50,8 cm/s.</li> <li>3. Cocok untuk bekerja dengan agen keamanan hayati level 1, 2 atau 3.</li> <li>4. Sistem filtrasi: Dua HEPA fi lters. Ini dikenal sebagai kabinet ekstraksi total. Itu tidak memiliki jenis resirkulasi apa pun.</li> <li>5. Semua saluran yang terkontaminasi secara biologis memiliki tekanan negatif.</li> <li>6. Ini memiliki saluran ekstraksi yang memungkinkan bekerja dengan bahan kimia beracun dan radioaktif.</li> </ol>
<b>KELAS II – TIPE B3 ATAU A/B3</b>	

Jenis kabinet, dengan ilustrasi	Karakteristik
 <p>LATERAL VIEW</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Perlindungan yang diberikan: kepada operator, produk dan lingkungan.</li> <li>2. Kecepatan udara saat memasuki kabinet: 50,8 cm / s.</li> <li>3. Cocok untuk bekerja dengan agen keamanan hayati level 1, 2 atau 3.</li> <li>4. Sistem filtrasi: Dua HEPA fi lters.</li> <li>5. Semua saluran yang terkontaminasi secara biologis memiliki tekanan negatif.</li> <li>6. Ini dikenal sebagai kabin gabungan. Itu dapat dihubungkan melalui saluran. Ini didenominasi sebagai Tipe B3. Jika saluran hilang, itu adalah Tipe A. Ini mendaur ulang 70% dari volume udara di dalam kabinet.</li> </ol>
<b>KELAS III</b>	
 <p>LATERAL VIEW</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Perlindungan yang diberikan: kepada operator, produk dan lingkungan.</li> <li>2. Sistem filtrasi: dua HEPA filters secara seri dalam ekstraksi; a HEPA filter dalam penerimaan.</li> <li>3. Cocok untuk bekerja dengan agen classified biosafety level 4.</li> <li>4. Kabinet yang benar-benar tertutup. Elemen intake dan ekstraksi dilakukan melalui kotak double-door pass-through. Manipulasi bahan dilakukan dengan menggunakan sarung tangan tertutup di bagian depan kabinet.</li> </ol>

### b. Instalasi dan Penempatan BSC

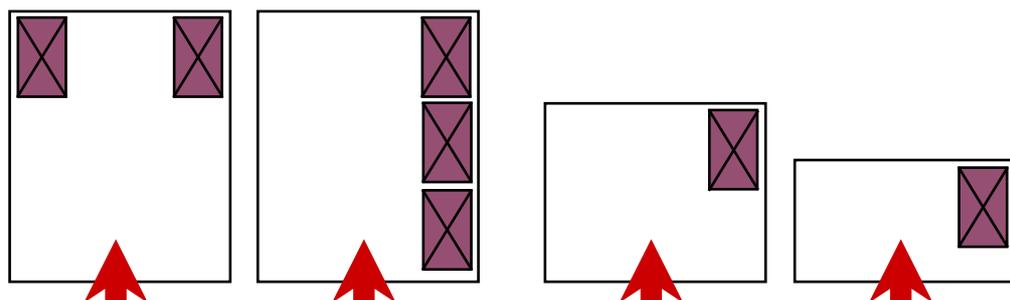
Pastikan BSC memiliki sertifikasi uji produk terstandar yang telah di verifikasi. Standard Internasional yang digunakan, umumnya adalah : NSF/ANSI standard No.49 (USA), EN 12469 (European), AS 1807 (Australia) dan JIS K3800 (Jepang), dan atau mengikuti pengujian produk sesuai peraturan national tentang keselamatan peralatan laboratoriium yang telah ditetapkan.

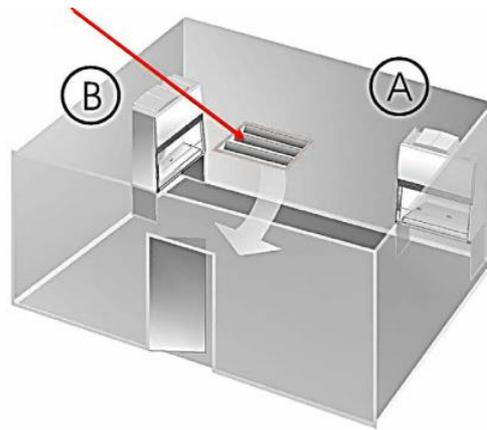
Petugas harus memeriksa secara menyeluruh lokasi pemasangan BSC untuk memastikan memenuhi persyaratan untuk pengoperasian kabinet yang tepat. Kabinet harus ditempatkan jauh dari jalur lalulalang, pintu, kipas, ventilasi, lemari asam atau *fume hoods*, dan perangkat penanganan udara lainnya yang dapat mengganggu pola aliran udaranya. Semua jendela di ruangan harus ditutup. kabinet. BSC harus terletak jauh dari pintu masuk. Jika ini tidak memungkinkan, BSC harus ditempatkan di dinding samping tegak lurus dengan sisi engsel pintu.

Penempatan sebaiknya **menjauhi**:

- Pintu dan jendela
- Lalu Lalang orang
- Penyuplai udara seperti – *Air Conditioner (AC)*
- Peralatan *laboratory* lain

Stop kontak listrik yang dicolokkan ke BSC harus memiliki pemutus sirkuit khusus atau penambahan UPS (Uninterruptible Power Supply). Ini akan mencegah *shutdown* kabinet yang tidak disengaja, jika perangkat lain membebani sirkuit, Penggunaan UPS juga memberikan waktu yang cukup untuk petugas melakukan pengamanan pekerjaan saat terjadi mati lampu.





Gambar 21 Gambar Penempatan BSC (NSF 49)

Pada gambar 21 penempatan BSC (NSF49), Lokasi A menunjukkan lokasi yang disarankan. Lokasi B adalah lokasi alternatif. Aliran udara di atas atau di dekat lokasi kabinet harus dialihkan dari muka kabinet.

Berdasarkan NSF 49, BSC harus ditempatkan sesuai dengan jarak minimum yang dihitung dari sisi BSC atau depan BSC, sebagai berikut:

- a. 6 in (150 mm) dari dinding atau kolom yang berdekatan;
- b. 6 in (150 mm) antara dua BSC bersisian;
- c. 6 inci (150 mm) antara kedua sisi kabinet dan 6 inci (150 mm) di belakang BSC untuk pembersihan dan pemeliharaan;
- d. 40 in (1020 mm) ruang terbuka di depan BSC;
- e. 60 in (1520 mm) dari dinding yang berlawanan, meja kerja dan area lalu Lalang orang
- f. 20 in (510 mm) antara BSC dan meja kerja di sepanjang dinding tegak lurus;
- g. 100 in (2540 mm) antara dua BSC yang saling berhadapan;
- h. 60 in (1520 mm) dari balik ambang pintu;
- i. 40 in (1020 mm) dari sisi ayunan pintu yang berdekatan;
- j. 6 in (150 mm) dari sisi engsel pintu yang berdekatan.

Lakukan *site certification* setelah BSC diinstalasi. Personel elektromedis dan perawatan Gedung mengawasi jika diperlukan untuk menghubungkan BSC ke pipa di laboratorium, listrik, dan sistem ventilasi udara masukan (*intake air*) / udara buang (*exhaust*)

### c. User Maintenance

## PENGGUNAAN KABINET PENGAMAN

Pemanfaatan kabinet keselamatan biologis yang benar dicapai dengan mematuhi instruksi berikut:

1. Rencanakan pekerjaan yang akan dilakukan di kabinet keselamatan biologis terlebih dahulu. Tentukan prosedur dan peralatan apa yang akan digunakan. Koordinasikan waktu penggunaan kabinet dengan profesional laboratorium lainnya untuk menghindari gangguan atau *traffic* yang tidak diinginkan saat sedang digunakan.
2. Nyalakan kabinet. Matikan lampu UV jika menyala. Nyalakan lampu *fluorescent light* dan ventilator kabinet. Verifikasi bahwa kisi-kisi di depan dan di belakang bebas dari halangan. Siapkan area kerja. Biarkan kabinet berfungsi setidaknya selama 15 menit.
3. Cuci tangan dan lengan bawah dengan sabun germicidal. Kenakan pakaian pelindung pribadi: mantel / keseluruhan dengan lengan panjang dan manset yang dapat disesuaikan, kacamata pelindung dan masker jika pekerjaan membutuhkannya. Siapkan permukaan interior kabinet dengan menerapkan etanol 70% atau disinfektan yang sesuai. Setelah ini, biarkan udara mengalir masuk.
4. Hanya muat dan pasang bahan dan peralatan yang diperlukan untuk pengujian atau manipulasi. Bedakan antara area bersih dan area kotor. Tempatkan bahan sedemikian rupa sehingga bahan yang bersih tidak mencampur atau menyilangkan bahan bekas atau kotor atau menghambat sirkulasi udara internal melalui kisi-kisi depan dan belakang. Tempatkan kantong keamanan hayati untuk membuang bahan limbah, wadah dengan disinfektan untuk pipet dan wadah untuk menyimpan benda tajam. Hindari menemukan benda yang sangat besar di dekat satu sama lain. Setelah finalisasi penempatan bahan, flow udara harus dibiarkan menyapu kabinet selama sekitar 3 hingga 5 menit untuk menghilangkan partikel yang dihasilkan atau dibebaskan selama pemuatan bahan dan peralatan.
5. Memulai kegiatan. Perkenalkan tangan secara perlahan ke area kerja. Lanjutkan proses dan tugas dengan cara yang metodis dan hati-hati (dari area bersih ke area yang berpotensi terkontaminasi). Simpan bahan setidaknya 10 cm di belakang kisi depan. Cobalah untuk melakukan kegiatan yang paling berisiko dan

mencemari ke arah belakang area kerja kabinet. Hindari penggunaan fl ames terbuka dari korek api karena ini merusak pola laminar fl ow dan dapat membakar filter. Hindari melepaskan tangan dari area kerja sampai semua prosedur selesai dan bahan yang berpotensi berbahaya dibuang di dalam kantong keamanan hayati atau di pipet dan wadah tajam.

6. Bersihkan kabinet, biarkan udara mengalir bebas selama 3 hingga 5 menit setelah mengakhiri semua prosedur.
7. Dekontaminasi permukaan semua bahan dan peralatan yang bersentuhan dengan bahan yang terkontaminasi secara biologis. Oleskan etanol 70% atau desinfektan yang sesuai dan biarkan pengeringan. Angkat peralatan dan bahan dan desinfeksi area di bawahnya. Tutup wadah terbuka sebelum dikeluarkan dari area kerja. Pindahkan bahan ke tempat yang sesuai (inkubator, autoklaf, dll.).
8. Buang sarung tangan dan lepaskan elemen pelindung pribadi. Buang ini mengikuti prosedur yang ditetapkan laboratorium. Cuci tangan dengan banyak air dan sabun.
9. Matikan ventilator, lampu fluorescent, tutup bukaan depan dan nyalakan sinar ultraviolet.

**Catatan:** Jika terjadi kebocoran atau tumpahan di dalam kabinet saat digunakan, itu harus tetap beroperasi dan semua benda atau peralatan yang terlibat harus menjalani proses dekontaminasi permukaan. Ini akan mencegah kabinet melepaskan kontaminan.

Perawatan umum bio safety cabinet ditunjukkan di bawah ini:

#### **Frekuensi: Mingguan**

1. Dekontaminasi permukaan kerja dan permukaan interior kabinet dengan etanol 70%.
2. Bersihkan pintu kaca depan dan permukaan lampu ultraviolet, menggunakan larutan pembersih rumah tangga.
3. Verifikasi presisi pembacaan manometer, yang menunjukkan setiap penurunan tekanan yang terjadi melalui HEPA filter. Daftarkan tanggal dan bacaan di buku catatan kabinet.

#### **Frekuensi: Bulanan**

1. Bersihkan permukaan eksterior, terutama bagian depan dan atas menggunakan selembar kain lembab untuk menghilangkan debu.
2. Desinfektan permukaan kompartemen bawah dengan Etanol 70% atau larutan desinfektan yang sesuai.
3. Verifikasi keadaan katup servis.
4. Lakukan tugas yang jatuh tempo setiap minggu.

#### **Frekuensi: Setiap tahun**

1. Melaksanakan proses sertifikasi sesuai garis besar yang ditetapkan dalam peraturan NSF 49.
2. Periksa intensitas lampu UV dengan radiometer. Ganti jika perlu.
3. Uji keadaan lampu fluorescent, ganti jika perlu.
4. Lakukan tugas yang jatuh tempo setiap bulan.

#### **Pemeliharaan Enam Bulanan**

##### **Sertifikasi kabinet**

Proses kation sertifikasi lemari pengaman biologis diatur oleh Standard NSF 49, yang berlaku untuk semua kabinet Kelas II, sebagai berikut

1. **Tes kekencangan udara.** Ini dilakukan pada permukaan eksterior. Tentukan apakah sambungan, segel, penetrasi, dan penyolderan bebas dari kebocoran.
2. **Tes kebocoran FILTER HEPA.** Menentukan integritas pasokan dan ekstraksi HEPA filters, lokasinya dan bingkai yang dipasang.
3. **Tes peningkatan suhu.** Menentukan peningkatan suhu maksimum di kabinet saat ventilator dan lampu beroperasi.
4. **Uji kebisingan.** Menentukan tingkat kebisingan yang dihasilkan oleh kabinet.
5. **Uji intensitas bercahaya.** Menentukan intensitas bercahaya pada permukaan kerja kabinet.
6. **Uji getaran.** Tentukan berapa banyak getaran yang ada di kabinet saat berfungsi.
7. **Uji perlindungan** kepada personel, hingga produk dan uji biologi kontaminasi silang. Tes ini menentukan apakah aerosol terkandung dalam kabinet, jika kontaminan eksternal mencapai area meja kerja dan apakah aerosol dikurangi oleh kabinet.
8. **Tes stabilitas.** Menentukan apakah kabinet memiliki stabilitas struktural. Menganalisis ketahanan terhadap guncangan, terhadap distorsi melalui gaya

yang diterapkan, terhadap defleksi permukaan kerja yang mengalami beban dan ketahanan terhadap kemiringan permukaan kerja karena kondisi pemuatan yang berat.

9. **Uji kecepatan flow vertikal.** Menentukan kecepatan udara yang bergerak secara vertikal menuju permukaan kerja.
10. **Entri flow tes kecepatan.** Menentukan kecepatan di mana flow memasuki kabinet melalui bukaan depan dan volume ekstraksi kabinet.
11. **Tes asap.** Menentukan apakah flow udara di sepanjang perimeter bukaan depan maju ke arah kabinet, dan jika flow vertikal yang bergerak ke bawah tidak menunjukkan titik mati atau flow kembali pada permukaan kerja.
12. **Tes pelarian drainase.** Defines kapasitas pertikaian untuk tumpahan di bawah permukaan kerja.
13. **Uji fungsi sistem motor/ventilator.** Menentukan apakah sistem memberikan tekanan statis yang diperlukan.
14. **Uji sistem listrik.** Menentukan apakah ada potensi risiko pelepasan listrik. Mengukur arus yang keluar, polaritas, fungsi sistem perlindungan cacat tanah dan hambatan sirkuit tanah.

#### d. Evaluasi Fungsional Bsc

Tabel 9 Evaluasi fungsional lemari pengaman biologis

Parameter	Pengamatan
Identifikasi kelembagaan kabinet	Merek, model, jenis, seri, lokasi, kode inventaris, tanggal.
<b>ELEKTRIS</b>	
Voltase	Pengukuran tegangan. Membutuhkan voltmeter.
Ampere	Pengukuran arus listrik. Membutuhkan klip voltmeter atau amperemeter.
Motor/ventilator	Verifikasi kation suhu operasi. Verifikasi tingkat kebisingan dan getaran.
Iluminasi – Fluoresen	Confirmation bahwa lampu itu fungsional.
– Ultraviolet	Confirmation dari jam operasional lampu dan intensitas cahayanya. Membutuhkan radiometer.
Outlet listrik	Revisi integritas, kualitas kontak dan tegangan yang tersedia.
Switch	Kontrol negara dan integritas.
Kabel dan konektor integritas	Kation verifikasi visual.
Alarm	Pengujian status dan kalibrasi.
<b>FISIK</b>	
Finishes internal/eksternal	Kation verifikasi visual.

Keadaan filters dan filters pra-fi	Kation verifikasi visual. Tidak boleh ada kebocoran, baik di bahan filtering maupun di segel.
Segel/gasket	Kation verifikasi visual. Tidak boleh ada kebocoran.
Jendela geser	Kation verifikasi visual. Harus bisa dipindahkan dengan lancar dan mempertahankan posisi yang dipilih.
<b>OPERASIONAL</b>	
Kecepatan aliran	Kontrol kecepatan sesuai dengan kelas dan jenis kabinet. Membutuhkan anemometer (pengukur angin).
Tingkat kebisingan	Membutuhkan audiometer.
Tekanan diff ential di HEPA filter.	Ambil manometer membaca kabinet.
<b>PERFORMA</b>	
Menghitung partikel	Metode defined dalam Standar Federal 209D, E. Membutuhkan generator DOP, fotometer dan penghitung partikel.
<b>KONDISI AREA INSTALASI</b>	
Suhu	Membutuhkan termometer: sekitar 20-22 °C.
Kelembaban	Membutuhkan hygrometer: sekitar 45-55 %.
Kebersihan	Harus memadai.
Arus udara	Tidak boleh ada arus udara untuk meredam kerja kabinet.

### Pemeliharaan khusus

Akhirnya, kabinet akan membutuhkan perawatan khusus. Berikut ini adalah beberapa prosedur yang harus dilakukan sesuai dengan manual layanan teknis pabrikan oleh kontraktor khusus.

1. Kation sertifikasi tahunan sesuai dengan Peraturan yang berlaku.
2. Perubahan motorik. Umumnya, ia menggunakan rol tertutup bebas perawatan dan berfungsi dengan induksi melalui kontrol frekuensi. Motor ini tidak memiliki sikat.
3. Mengganti ventilator.
4. Mengganti HEPA filter
5. Frekuensi penggantian tergantung pada penggunaan kabinet dan sistem kontrol lingkungan yang dipasang di laboratorium. Jika ada kontrol debu yang baik, filter bisa bertahan bertahun-tahun.
6. Perbaiki sistem kontrol elektronik: alarm kontrol flow, posisi jendela, kontrol kecepatan.
7. Perbaiki/pembersihan katup pengatur flow, penyesuaian tipe bel fittings

## 6.3.14 ALAT IMMUNOLOGI ANALYZER

### a. Prinsip pengoperasian

## Pengertian Immunoassay

Immunoassay adalah sebuah metode bioanalitik yang telah banyak digunakan dalam bidang penting, seperti riset, analisis farmasi (diagnosis penyakit, pemantauan terapi obat) dalam penemuan obat, serta industri farmasi. Immunoassay merupakan tes kimia bergantung pada reaksi antigen dan antibodi.

Immunoassay menjadi bentuk dari tes kimia yang digunakan untuk dapat mendeteksi serta mengukur zat tertentu menggunakan reaksi imunologis.

## Fungsi Alat *Immunologi Analyzer Alinity i*

Fungsi Alat Immunologi Analyzer itu sendiri untuk pemeriksaan Hepatitis B (HBsAg, anti HBS, anti HBc total), Hepatitis A (anti HAV IgM), Hepatitis C (Anti HCV), Tumor, Thyroid, Toxoplasma IgG-IgM, Rubella IgG-IgM, CMV IgG-IgM, HSV I-II, anti amoeba IgG-IgM, IgE, cortisol, LH, FSH, Prolactin, Estradiol, Progesteron, Testosteron, DNA, CRP, RF, ASTO, VDRL, TPHA, anti TB IgM, Rapid test (anti HIV, anti HCV, HBsAg)

## Immunologi Analyzer

Prinsip operasi Immunologi Analyzer memberikan tinjauan atas teknologi deteksi chemiluminescent microparticle immunoassay (CMIA), pemrosesan assay dan sistem optik yang digunakan untuk pengukuran analyte.

Metode CMIA Chemiluminescent microparticle immunoassay (CMIA) adalah teknologi deteksi yang digunakan untuk mengukur konsentrasi analyte.

## Bagian-Bagian Alat *Immunologi Analyzer*



Keterangan Gambar Alat 1 :

1. Modul pemroses

2. RSM

3. SCM

Keterangan Gambar Alat 2 :

1. Monitor

2. Tutup SCM depan

3. Rack SCM

4. Bar code scanner [pemindai bar code]

5. Pintu depan SCM : Memberikan akses ke komputer antarmuka pengguna dan penguncian prosedur

### **Pengoperasian Alat Immunologi Analyzer**

Untuk melaksanakan tugas tertentu, operator mungkin perlu memati-hidupkan daya [cycle power] keseluruhan Alinity i, ke reagent and sample manager (RSM) atau satu modul pemroses atau lebih. Untuk memati-hidupkan daya, komponen tertentu harus dimatikan dan setelah itu harus dihidupkan setelah kurun-waktu tertentu berlalu. Setelah daya hidup, maka start harus dilaksanakan untuk mengalihkan status instrumen ke Idle.

#### **A. Menghidupkan daya modul pemroses**

1. Cari pemutus daya utama modul pemroses.
2. Apabila saklar daya modul pemroses mati, naikkan saklar untuk menghidupkan daya modul pemroses.

**CATATAN:** Setelah daya dihidupkan, maka modul pemroses akan mulai dijalankan dan status instrumen beralih ke Stopped

3. Untuk mengalihkan status instrumen ke Idle, start modul pemroses.
4. Tutup pintu elektronik depan modul pemroses.

#### **B. Mematikan daya modul pemroses**

1. Buka pintu elektronik depan modul pemroses.
2. Cari saklar daya modul pemroses.
3. Turunkan saklar daya modul pemroses untuk mematikan daya modul pemroses.

**CATATAN:** Untuk mematikan daya seluruh modul pemroses dalam sistem multimodule, maka daya harus dimatikan terpisah untuk tiap modul.

4. Untuk mematikan seluruh daya ke modul pemroses, laksanakan langkah 5 dan 6. Apabila daya reagent carousel tidak perlu dimatikan, maka langsung ke langkah 7.
5. Cari pemutus daya utama modul pemroses.
6. Pindahkan pemutus daya utama modul pemroses ke posisi OFF/O untuk mematikan seluruh daya modul pemroses.
7. Biarkan daya modul pemroses tetap mati [off] minimal selama 1 menit sebelum daya dihidupkan kembali.
8. Tutup pintu elektronik depan modul pemroses.  
(Untuk mematikan daya modul pemroses Alinity i selama lebih dari 7 hari, lakukan shutdown jangka-panjang.)

#### **C. Menghidupkan daya reagent and sample manager (RSM)**

1. Buka pintu depan SCM.
2. Naikkan saklar daya SCM.

**CATATAN:** Bila saklar daya SCM sudah dihidupkan, maka daya akan dihidupkan untuk RSM tiap modul pemroses dalam nstru multimodule. Setelah daya dihidupkan, maka RSM akan mulai dijalankan dan status nstrument akan beralih ke Stopped.

3. Untuk mengalihkan status instrumen ke Idle, start RSM.
4. Tutup pintu depan SCM.

#### **D. Mematikan daya reagent and sample manager (RSM)**

1. Buka pintu depan system control module (SCM).
2. Turunkan saklar daya SCM.

**CATATAN:** Bilamana saklar daya SCM dimatikan, maka daya akan dimatikan untuk RSM tiap modul pemroses dalam sistem multimodule dan untuk scanner bar code SCM.

3. Tutup pintu depan SCM.

### **6.3.15 Pemeliharaan Alat Immunologi Analyzer Alinity i**

#### **Daily Maintenance [Pemeliharaan Harian] (i-series)**

Laksanakan prosedur pemeliharaan Harian ini untuk menyelesaikan tugas di bawah ini:

- Bersihkan dan kondisikan sample pipettor probe.

- Bersihkan wash zone 1 probe dan wash zone 2 probe dengan larutan 0,5% sodium hypochlorite [natrium hipoklorit].
- Bilas dan prime Pre-Trigger Solution dan Trigger Solution.

**Estimasi waktu** 23 menit\*

\* Prosedur ini mungkin memerlukan tambahan 5 menit hingga 25 menit apabila diperlukan pemindahan bulk solution.

**Material yang diperlukan**

- Maintenance Cleaning Cartridge, LN 02R5240
- Larutan 0,5% sodium hypochlorite [natrium hipoklorit]
- Divais pengukur yang dapat memberikan 25 mL
- Probe Conditioning Solution, LN 01R5840 (dalam reagent carousel)

**Instrumen yang diperlukan status**

- Warming atau Idle Setting [pengaturan] utama prosedur
- System control module [Modul kontrol sistem]: Optional On
- Processing module [Modul pemroses]: Optional On

**Manual Pipettor Probe Cleaning (i-series)**

Laksanakan prosedur pemeliharaan Mingguan ini untuk mengangkat, secara manual, terbentuknya garam dari reagen 1, reagen 2 dan sample pipettor probe :

**Estimasi waktu** 4 menit

**Material yang diperlukan**

- Air yang telah dimurnikan
- Kain pembersih dari katun

**Instrumen yang diperlukan status**

- Stopped, Warming atau Idle
- Setting [pengaturan] utama prosedur Modul pemroses: Required On

**Manual Wash Zone Probe Cleaning (i-series)**

Laksanakan prosedur pemeliharaan Mingguan ini untuk mengangkat, secara manual, terbentuknya garam dari wash zone 1 probe dan wash zone 2 probe.

**Estimasi waktu** 4 menit

**Material yang diperlukan**

- Air yang telah dimurnikan

- Kain pembersih dari katun

**Instrumen yang diperlukan status**

- Stopped, Warming atau Idle
- Setting [pengaturan] utama prosedur Modul pemroses: Required On

**Manual Wash Cup Cleaning (i-series)**

Laksanakan prosedur pemeliharaan Mingguan ini untuk mengangkat, secara manual, terbentuknya garam dari reagen 1, reagen 2 dan sample wash cup dan wash cup baffle.

**Estimasi waktu** 8 menit

**Material yang diperlukan**

- Air yang telah dimurnikan
- Kain pembersih dari katun

**Instrumen yang diperlukan status**

- Stopped, Warming atau Idle
- Setting [pengaturan] utama prosedur Modul pemroses: Required On

**Air Filter Cleaning (i-series)**

Laksanakan prosedur pemeliharaan Setiap Setengah Tahun ini untuk mengangkat, secara manual, terbentuknya debu dari saringan udara modul pemroses. Memutar antara dua set saringan udara direkomendasikan karena saringan harus kering sewaktu dipasang kembali.

**Estimasi waktu** 8 menit

**Material yang diperlukan**

- Dua Saringan, Processing Center, LN 04S6701
- Air keran

**Instrumen yang diperlukan status**

- Stopped, Warming atau Idle
- Setting [pengaturan] utama prosedur Processing module: Off

**Manual RSM Loading Area and Positioner Cleaning (i-series)**

Laksanakan prosedur pemeliharaan Sesuai Kebutuhan ini untuk membersihkan, secara manual, daerah loading, sample positioner dan reagent positioner dari reagent and sample manager (RSM) yang terkait khusus dengan modul.

### **Estimasi waktu 4 menit\***

\*Waktu ini tidak termasuk 10 menit waktu kontak yang diperlukan untuk larutan 0,5% sodium hypochlorite [natrium hipoklorit].

### **Material yang diperlukan**

- Dua Saringan, Processing Center, LN 04S6701
- Larutan 0,5% sodium hypochlorite [natrium hipoklorit]
- Quaternary ammonium detergent
- Tisu bebas lint [serat] Instrumen yang diperlukan status
- Stopped, Warming atau Idle
- Setting [pengaturan] utama prosedur
- System control module [modul kontrol sistem]: Required On
- Processing module [modul pemroses]: Required On

### **Manual RSM Transport Cleaning**

Laksanakan prosedur pemeliharaan Sesuai Kebutuhan ini untuk membersihkan, secara manual, cermin pembaca bar code dan lengan pengangkut dari reagent and sample manager (RSM).

### **Estimasi waktu 4 menit\***

\*Waktu ini tidak termasuk 10 menit waktu kontak yang diperlukan untuk larutan 0,5% sodium hypochlorite [natrium hipoklorit].

### **Material yang diperlukan**

- Larutan 0,5% sodium hypochlorite [natrium hipoklorit] \*\*
- Quaternary ammonium detergent\*\*
- Isopropyl alcohol [Isopropil alkohol]\*\*\*
- Kain microfiber \*\*\*
- Tisu bebas lint [serat]

\*\*Item-item ini hanya untuk lengan angkut RSM.

\*\*\*Item-item ini hanya untuk cermin pembaca bar code RSM.

### **Instrumen yang diperlukan status**

- Stopped, Warming atau Idle

**Setting [pengaturan] utama prosedur** System control module [modul kontrol sistem]: Required On

## **Membersihkan dan menghilangkan kontaminasi komponen luar**

### **Material yang diperlukan**

- Tisu bebas lint [serat]
- Larutan 0,5% sodium hypochlorite [natrium hipoklorit] 87
- Quaternary ammonium detergent
- Laksanakan prosedur ini untuk membersihkan dan menghilangkan kontaminasi pada komponen-komponen di bawah ini:
- Permukaan luar modul pemroses
- Permukaan luar system control module [modul kontrol sistem]
- Container limbah RV (i-series)
- Rack sampel
- Rack vial
- Tray

## **Membersihkan dan menghilangkan kontaminasi pada scanner barcode**

### **Material yang diperlukan**

- Tisu bebas lint [serat]
- Larutan 0,5% sodium hypochlorite [natrium hipoklorit]
- Quaternary ammonium detergent

### **Instrumen yang diperlukan status**

- Stopped, Warming atau Idle
- Seka daerah permukaan dan jendela scan dari scanner bar code dengan quaternary ammonium detergent.
- Basahi atau seka daerah permukaan dan jendela scan dengan larutan 0,5% sodium hypochlorite [natrium hipoklorit].
- Biarkan disinfektant tetap berada di permukaan minimal selama 10 menit waktu kontak
- Buang semua material penyerap dan kain penyeka sesuai peraturan di tingkat lokal, negara bagian dan nasional.

## **Bersihkan dan hilangkan kontaminasi pada monitor**

### **Material yang diperlukan**

- Tisu bebas lint [serat]

- Larutan 0,5% sodium hypochlorite [natrium hipoklorit]
- Quaternary ammonium detergent
- Matikan daya monitor. Jangan seka layar selagi monitor hidup.
- Seka layar dengan quaternary ammonium detergent.
- Basahi atau seka layar dengan larutan 0,5% sodium hypochlorite [natrium hipoklorit]. Biarkan disinfektant tetap berada di layar minimal selama 10 menit waktu kontak.
- Bila layar sudah kering, hidupkan daya monitor.
- Buang semua material penyerap dan kain seka sesuai peraturan di tingkat lokal, negara bagian dan nasional.

### 6.3.16 BLOOD GAS ANALYZER

#### Pemeliharaan enam bulanan

1. Periksa bagian luar peralatan apakah ada kerusakan atau perangkat keras yang hilang.
2. Periksa kabel listrik, strain relief dan steker dari tanda-tanda kerusakan.
3. Matikan unit, buka penutup yang dapat diakses pengguna dan periksa unit dari kerusakan.
4. Bersihkan komponen interior dan eksterior unit dengan vakum atau udara bertekanan.
5. Periksa interior untuk tanda-tanda korosi atau perangkat keras yang hilang. Perbaiki sesuai kebutuhan.
6. Periksa komponen listrik dari tanda-tanda panas yang berlebihan atau kerusakan.
7. Periksa interior untuk kerusakan mekanis atau elektrik.
8. Verifikasi suhu ruang pengukur yang benar.
9. Verifikasi operasi yang benar pada rentang pengukuran dengan kontrol dan/atau standar.
10. Verifikasi pengoperasian alarm tinggi dan rendah untuk pemicu dan waktu respons yang benar.
11. Pastikan pengoperasian semua kecepatan drive perekam berada dalam akurasi  $\pm 3\%$ .
12. Verifikasi pengoperasian yang benar dari semua tombol, kontrol, tampilan dan/atau indikator.

13. Verifikasi pengoperasian unit yang benar di semua modalitas fungsional.
14. Bersihkan bagian luar unit termasuk semua aksesoris, kabel, kontrol, dan layar.
15. Ukur tahanan kabel arde (Uji keamanan listrik #3, maksimum 0,50 ohm)
16. Ukur kebocoran sasis ke ground (Uji keamanan listrik #4, maksimum 100 mikroampere)
17. Titik perjalanan alarm diuji untuk akurasi dan aktivasi
18. Volume alarm diperiksa
19. Pastikan alarm tidak dapat dimatikan atau dinonaktifkan secara permanen
20. Jika ditemukan kekurangan kecil dan dapat dengan mudah diperbaiki, lakukan koreksi atau penyesuaian dan dokumentasikan di bagian komentar formulir ini. Buat formulir pemeliharaan korektif untuk perbaikan besar atau kalibrasi.

### 6.3.17 OSMOMETER OTOMATIS

#### Pemeliharaan enam bulanan :

1. Periksa bagian luar peralatan apakah ada kerusakan atau perangkat keras yang hilang.
2. Periksa kabel listrik, strain relief dan steker dari tanda-tanda kerusakan.
3. Matikan unit, buka penutup yang dapat diakses pengguna dan periksa unit dari kerusakan.
4. Bersihkan komponen interior dan eksterior unit dengan vakum atau udara bertekanan.
5. Periksa interior untuk tanda-tanda korosi atau perangkat keras yang hilang. Perbaiki sesuai kebutuhan.
6. Periksa komponen listrik dari tanda-tanda panas yang berlebihan atau kerusakan.
7. Verifikasi pengoperasian yang benar dari semua tombol, kontrol, tampilan dan/atau indikator.
8. Verifikasi operasi unit yang benar di semua modalitas fungsional.
9. Bersihkan bagian luar unit termasuk semua aksesoris, kabel, kontrol, dan layar.
10. Ukur tahanan kabel ground. (Uji keamanan listrik #3, maksimum 0,15 ohm.)
11. Ukur kebocoran sasis ke tanah. (Uji keamanan listrik #4, 100 mikroampere maksimum.)

12. Jika ditemukan kekurangan kecil dan dapat dengan mudah diperbaiki, lakukan koreksi atau penyesuaian dan dokumentasikan di bagian komentar formulir ini. Buat formulir pemeliharaan korektif untuk perbaikan besar atau kalibrasi.

### 6.3.18 MICROPLATE READER

#### a. Prinsip Pengoperasian

Microplate Reader dikenal sebagai “Pembaca pelat mikro fotometrik atau pembaca ELISA” adalah spektrofotometer khusus yang dirancang untuk membaca hasil uji ELISA, teknik yang digunakan untuk menentukan keberadaan antibodi atau antigen spesifik dalam sampel. Teknik ini didasarkan pada deteksi antigen atau antibodi yang ditangkap pada permukaan padat menggunakan antibodi berlabel langsung atau sekunder, menghasilkan reaksi yang produknya dapat dibaca oleh spektrofotometer. Kata ELISA adalah singkatan dari “Enzyme-Linked Immunosorbent Assay”.



PhotocourtesyofBioRadLaboratories

#### Tujuan Microplate Reader

Microplate Reader digunakan untuk membaca hasil uji ELISA. Teknik ini memiliki aplikasi langsung dalam imunologi dan serologi. Di antara aplikasi lain itu mengkonfirmasi keberadaan antibodi atau antigen dari agen infeksi dalam suatu organisme, antibodi dari vaksin atau auto-antibodi, misalnya pada rheumatoid arthritis.

#### Prinsip Kerja

Microplate Reader adalah spektrofotometer khusus. Berbeda dengan spektrofotometer konvensional yang memfasilitasi pembacaan pada rentang panjang gelombang yang lebar, pembaca pelat mikro memiliki filter atau kisi difraksi yang membatasi rentang panjang gelombang yang digunakan dalam ELISA, umumnya

antara 400 hingga 750 nm (nanometer). Beberapa pembaca beroperasi dalam kisaran ultraviolet dan melakukan analisis antara 340 hingga 700 nm. Sistem optik yang dimanfaatkan oleh banyak produsen menggunakan serat optik untuk memasok cahaya ke sumur pelat mikro yang berisi sampel. Berkas cahaya, melewati sampel memiliki diameter berkisar antara 1 sampai 3 mm. Sistem deteksi mendeteksi cahaya yang datang dari sampel, memperkuat sinyal dan menentukan absorbansi sampel. Sebuah sistem pembacaan mengubahnya menjadi data yang memungkinkan interpretasi hasil tes. Beberapa pembaca pelat mikro menggunakan sistem cahaya berkas ganda.

Sampel uji ditempatkan di pelat yang dirancang khusus dengan jumlah sumur tertentu di mana prosedur atau pengujian dilakukan. Pelat 8 kolom dengan 12 baris dengan total 96 sumur yang umum. Ada juga pelat dengan jumlah sumur yang lebih banyak. Untuk aplikasi khusus, tren saat ini adalah meningkatkan jumlah sumur (384 pelat sumur) untuk mengurangi jumlah reagen dan sampel yang digunakan serta throughput yang lebih besar. Lokasi sensor optik pembaca pelat mikro bervariasi tergantung pada produsen: ini dapat ditempatkan di atas pelat sampel, atau langsung di bawah sumur pelat.

Saat ini pembaca pelat mikro memiliki kontrol yang diatur oleh mikroprosesor; koneksi antarmuka ke sistem informasi; program kontrol kualitas dan proses, yang melalui komputer, memungkinkan otomatisasi pengujian lengkap.

Peralatan yang dibutuhkan untuk pengujian ELISA, adalah sebagai berikut:

1. Pembaca pelat mikro.
2. Mesin cuci piring mikro.
3. Sistem pengeluaran cairan (pipet multisaluran dapat digunakan).
4. Inkubator untuk menginkubasi pelat.

Fase mekanis dari teknik ELISA menggunakan peralatan saat tes ELISA dilakukan, biasanya mengikuti langkah-langkah berikut:

1. Pencucian pertama pelat dapat dilakukan dengan menggunakan pencuci pelat mikro.
2. Dengan menggunakan dispenser cair atau pipet multisaluran, sumur diisi dengan larutan yang disiapkan untuk digunakan dalam pengujian.
3. Pelat ditempatkan di inkubator dimana pada suhu yang terkontrol, serangkaian reaksi berlangsung.

Tahap 1, 2 dan 3 dapat diulang beberapa kali tergantung pada pengujian, sampai reagen yang ditambahkan menyelesaikan reaksinya.

Akhirnya, ketika semua langkah inkubasi telah selesai, pelat dipindahkan ke Microplate Reader. Pembacaan pelat dilakukan dan diagnosis lalu disimpulkan.

Fase biokimia dari teknik ELISA, dari sudut pandang biokimia:

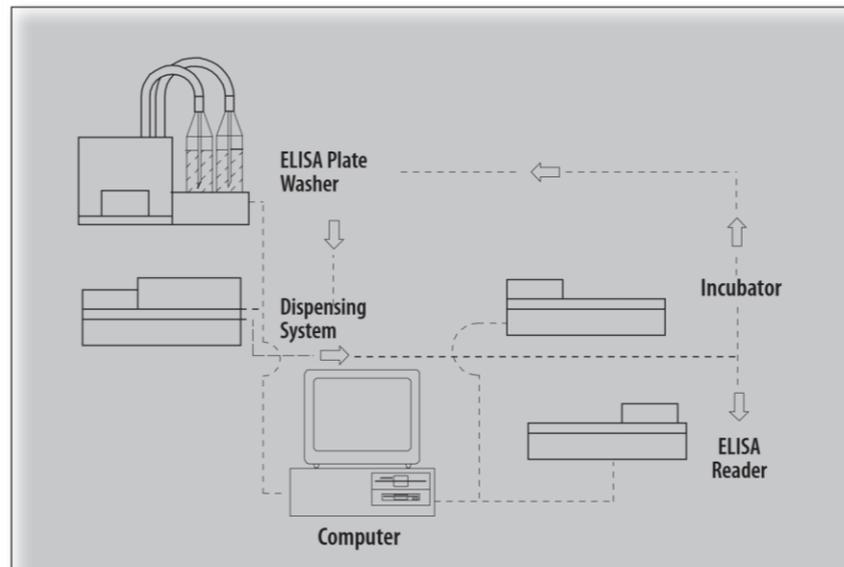
1. Sumur pelat dilapisi dengan antibodi atau antigen.
2. Sampel, kontrol dan standar ditambahkan ke sumur dan diinkubasi pada suhu berkisar antara suhu kamar dan 37 °C untuk jangka waktu yang ditentukan, sesuai dengan karakteristik pengujian. Selama inkubasi, antigen sampel berikatan dengan antibodi yang dilapisi pelat; atau antibodi dalam sampel berikatan dengan antigen yang dilapisi pada pelat, sesuai dengan keberadaan dan kuantitasnya dalam sampel yang dianalisis.
3. Setelah inkubasi, antigen atau antibodi yang tidak terikat dicuci dan dikeluarkan dari pelat oleh pencuci pelat mikro menggunakan buff pencuci yang sesuai.
4. Selanjutnya, antibodi sekunder, yang disebut konjugat, ditambahkan. Ini menampung enzim yang akan bereaksi dengan substrat untuk menghasilkan perubahan warna pada langkah selanjutnya.
5. Kemudian dimulai periode inkubasi kedua di mana konjugat ini akan berikatan dengan kompleks antigen-antibodi di dalam sumur.
6. Setelah inkubasi, siklus pencucian baru dilakukan untuk menghilangkan konjugat yang tidak terikat dari sumur.
7. Substrat ditambahkan. Enzim bereaksi dengan substrat dan menyebabkan larutan berubah warna. Ini akan menunjukkan berapa banyak kompleks antigen-antibodi yang ada pada akhir tes.
8. Setelah waktu inkubasi selesai, reagen ditambahkan untuk menghentikan reaksi enzim-substrat dan untuk mencegah perubahan warna lebih lanjut. Reagen ini adalah tes ELISA. umumnya asam encer.
9. Terakhir, pelat masuk dibaca oleh pelat mikro. Nilai yang dihasilkan digunakan untuk menentukan jumlah spesifik atau keberadaan antigen atau antibodi dalam sampel

Catatan: Beberapa sumur digunakan untuk standar dan kontrol. Standar memungkinkan titik potong didefinisikan. Standar dan kontrolnya diketahui jumlahnya dan digunakan untuk mengukur keberhasilan pengujian, mengevaluasi data terhadap

konsentrasi yang diketahui untuk setiap kontrol. Proses yang dijelaskan di atas adalah umum, meskipun ada banyak tes ELISA dengan varian tes khusus.

### Persyaratan Instalasi

Agar Pembaca pelat mikro dapat beroperasi dengan benar, hal-hal berikut perlu diperhatikan:



1. Lingkungan yang bersih dan bebas debu.
2. Meja kerja yang stabil jauh dari peralatan yang bergetar (centrifuge, agitator). Ukurannya harus sesuai sehingga ada ruang kerja di sisi pembaca pelat mikro. Peralatan pelengkap yang diperlukan untuk melakukan teknik yang dijelaskan di atas adalah: mesin cuci, inkubator, dispenser dan komputer dengan lampiran periferalnya.
3. Sumber pasokan listrik, yang sesuai dengan norma dan standar negara. Di negara-negara Amerika misalnya, frekuensi 110 V dan 60 Hertz umumnya digunakan, sedangkan wilayah lain di Dunia menggunakan 220-240V, 50/60HZ.

### Kalibrasi Microplate Reader

Kalibrasi pembaca pelat mikro adalah proses khusus yang dilakukan oleh teknisi yang harus melaksanakan instruksi yang diberikan oleh masing-masing pabrikan. Untuk melakukan kalibrasi, perlu memiliki satu set filter abu-abu yang dipasang pada pelat dengan ukuran geometri yang sama dengan yang digunakan dalam analisis. Pabrikan

menyediakan pelat kalibrasi ini untuk setiap panjang gelombang yang digunakan peralatan.

Pelat kalibrasi dilengkapi dengan setidaknya tiga nilai kerapatan optik yang telah ditetapkan sebelumnya dalam rentang pengukuran; nilai rendah, sedang, dan tinggi.

Untuk melakukan kalibrasi, ikuti proses ini:

1. Tempatkan pelat kalibrasi pada peralatan.
2. Lakukan membaca lengkap dengan pelat kalibrasi. Periksa apakah ada perbedaan membaca yang diperoleh dari sumur ke sumur. Jika hal ini terjadi, balikkan pelat ( $180^\circ$ ) dan ulangi membaca untuk membedakan bahwa perbedaan yang disebabkan oleh pelat itu sendiri. Secara umum, dapat diterima bahwa instrumen tidak memerlukan kalibrasi lebih lanjut jika hasil pelat sesuai dengan yang diharapkan pada dua panjang gelombang.
3. Verifikasi menanyakan menanyakan kalibrasi. Jika demikian, lanjutkan dengan kalibrasi mengikuti rutinitas yang digariskan oleh pabrikan, memverifikasi bahwa linearitas tetap dipertahankan mungkin.
4. Jika instrumen tidak memiliki pelat kalibrasi, verifikasi dengan menempatkan solusi di lubang pelat dan segera membaca lengkap. Kemudian balikkan pelat  $180^\circ$  dan baca pelatnya lagi. Jika kedua membaca menampilkan nilai rata-rata yang identik di setiap baris, pembaca dikalibrasi.
5. Verifikasi bahwa pembaca dikalibrasi, kolom demi kolom. pilih piring kosong yang bersih dan membaca. Jika tidak ada perbedaan antara masing-masing membaca rata-rata kolom pertama kolom terakhir, maka dapat membaca bahwa alat pembaca tersebut terkalibrasi.

## **b. User Maintenance**

### **Pemeliharaan Rutin**

Pemeliharaan yang dijelaskan selanjutnya berfokus secara eksklusif pada Microplate Reader.

### **Pemeliharaan Dasar (Frekuensi: Setiap hari)**

Pemeliharaan dasar, dalam hal ini dilakukan oleh user atau Penata Laboratorium, sebagai berikut:

1. Periksa apakah sensor optik setiap saluran bersih. Jika kotoran terdeteksi, bersihkan permukaan jendela pemancar cahaya dan sensor dengan sikat kecil.

2. Konfirmasikan bahwa sistem pencahayaan bersih.
3. Pastikan kalibrasi alat pembaca sudah memadai. Ketika pemakaian harian dimulai, biarkan pembaca melakukan pemanasan selama 30 menit. Selanjutnya, lakukan pembacaan kosong dan kemudian baca sepiring penuh substrat. Bacaannya harus sama. Jika tidak, balikkan pelat dan ulangi pembacaan untuk menentukan apakah penyimpangan berasal dari pelat atau pembaca.
4. Periksa sistem geser laci otomatis. Itu harus halus dan konstan

#### **Pemeliharaan preventif (Frekuensi: Triwulanan)**

Pemeliharaan preventif, dalam hal ini dilakukan oleh teknisi atau Elektromedis, sebagai berikut:

1. Verifikasi stabilitas lampu. Gunakan pelat kalibrasi, lakukan pembacaan dengan interval 30 menit dengan pelat yang sama. Bandingkan bacaan. Tidak boleh ada perbedaan.
2. Bersihkan sistem optik detektor dan sistem pencahayaan.
3. Bersihkan laci piring.
4. Verifikasi keselarasan setiap sumur dengan sistem emisi cahaya dan deteksi.

#### **c. Troubleshooting Operasional**

<b>TABEL TROUBLESHOOTING</b>		
<b>MASALAH</b>	<b>PENYEBAB</b>	<b>SOLUSI</b>
Pembaca memberikan nilai yang tidak masuk akal.	Lampu penerangan tidak berfungsi.	Ganti lampu dengan yang memiliki karakteristik yang sama dengan aslinya.
Pembacaan bervariasi dari baris ke baris.	Sensor optik kotor.	Bersihkan sensor.
	Lensa atau komponen sistem penerangan kotor.	Bersihkan lensa sistem pencahayaan.
Pembaca menampilkan nilai absorbansi yang tinggi.	Kurangnya kalibrasi dalam satu atau lebih saluran.	Verifikasi kalibrasi masing-masing saluran.
	Reagen kedaluwarsa dan/atau tidak disiapkan dengan benar.	Periksa untuk melihat apakah TMB tidak berwarna dan persiapannya memadai.
	Kontaminasi dengan sampel lain.	Ulangi pengujian untuk memverifikasi pelabelan, mesin cuci, dan cara pipet digunakan.

TABEL TROUBLESHOOTING		
MASALAH	PENYEBAB	SOLUSI
	Filter panjang gelombang salah.	Verifikasi panjang gelombang yang direkomendasikan untuk pengujian. Sesuaikan jika salah.
	Pencucian yang tidak memadai atau tidak efisien.	Pastikan metode pencucian yang digunakan. Gunakan tes kontrol kualitas yang sesuai.
	Waktu inkubasi yang sangat lama atau suhu yang sangat tinggi.	Periksa waktu inkubasi dan suhu.
	Pengenceran sampel yang salah.	Periksa proses pengenceran sampel.
	Beberapa reagen dihilangkan.	Verifikasi bahwa tes telah dilakukan sesuai dengan prosedur yang ditetapkan.
Pembaca menampilkan nilai absorbansi rendah.	Waktu inkubasi yang sangat singkat dan suhu yang sangat rendah.	Periksa suhu dan waktu inkubasi.
	Reagen tidak pada suhu kamar.	Periksa apakah reagen stabil pada suhu kamar.
	Mencuci piring secara berlebihan.	Sesuaikan proses pencucian dengan apa yang ditunjukkan oleh produsen pengujian.
	Filter panjang gelombang salah.	Verifikasi panjang gelombang yang dipilih. Gunakan panjang gelombang yang direkomendasikan untuk pengujian.
	Reagen yang kedaluwarsa atau tidak disiapkan dengan benar.	Periksa reagen yang digunakan. Uji pengenceran.
	Sebuah reagen dihilangkan.	Verifikasi bahwa tes dilakukan sesuai dengan prosedur yang ditetapkan.
	Pelat menampilkan goresan di bagian bawah sumur.	Siapkan piring baru dan ulangi tes.
	Piring yang salah dipilih atau kotor.	Pastikan jenis pelat yang digunakan. Siapkan piring baru dan ulangi tes.
	Sumur pelat telah mengering.	Ubah cara piring dicuci.

TABEL TROUBLESHOOTING		
MASALAH	PENYEBAB	SOLUSI
	Pelat tidak ditempatkan dengan benar atau duduk tidak rata di pembaca.	Periksa penempatan piring. Ulangi pembacaan.
	Kelembaban atau sidik jari pada bagian luar bagian bawah pelat.	Pastikan pelat di bawah dasar sumur bersih.
	Jumlah residu pencuci buffer di dalam sumur sebelum menambahkan substrat.	Konfirmasikan bahwa buff cuci sudah dilepas seluruhnya.
	Tablet substrat tidak larut sepenuhnya.	Pastikan tablet larut dengan benar.
	Tablet substrat telah terkontaminasi oleh kelembaban atau klip logam atau tidak lengkap.	Uji integritas dan penanganan tablet substrat.
	Posisi sumur kosong bisa saja diubah dan jumlah yang salah telah dikurangi pada setiap pembacaan.	Pastikan bahwa pengaturan pelat sudah benar.
Pembacaan menampilkan variasi tak terduga dalam pembacaan kerapatan optik.	Lampu pembaca tidak stabil.	Ganti lampu dengan yang memiliki karakteristik serupa dengan aslinya.
Pembacaan menampilkan peningkatan atau penurunan bertahap dari kolom ke kolom.	Kalibrasi motor muka pelat yang tidak tepat.	Kalibrasi muka sehingga pada setiap langkah sumur tetap tepat sejajar dengan sistem pencahayaan.
Pembacaan kerapatan optik sangat rendah dibandingkan dengan kriteria evaluasi optik operator.	Pembacaan dilakukan dengan panjang gelombang yang berbeda dari yang dibutuhkan untuk pengujian.	Verifikasi panjang gelombang yang digunakan saat melakukan pembacaan. Jika ini masalahnya, sesuaikan panjang gelombang dan ulangi pembacaan. Pastikan filter panjang gelombang yang direkomendasikan telah dipilih.
Low reproducibility.	Homogenitas sampel.	Campur reagen sebelum digunakan. Biarkan ini untuk menyeimbangkan suhu kamar.

TABEL TROUBLESHOOTING		
MASALAH	PENYEBAB	SOLUSI
	Prosedur pemipetan yang salah.	Pastikan ujung pipet diganti di antara sampel dan cairan berlebih di dalamnya dibuang.
	Pembaca tidak dikalibrasi.	Periksa kalibrasi. Gunakan set kontrol kualitas yang sesuai.
		Tunggu hingga alat pembaca memanaskan hingga mencapai suhu pengoperasiannya.
	Instrumen.	Periksa tanggal kedaluwarsa reagen.
	Reagen kadaluarsa.	
Sampel kosong menunjukkan absorbansi yang tinggi.	Substrat yang terkontaminasi.	Substrat yang terkontaminasi.
Data tidak ditransfer dari pembaca ke mikroprosesor.		
Sinar cahaya yang tidak sejajar.	Pembaca dipindahkan atau dipindahkan tanpa menggunakan tindakan pencegahan yang diperlukan.	Hubungi teknisi servis khusus.
	Sumber cahaya – lampu – telah diganti dan penggantinya belum dipasang atau disejajarkan dengan benar.	Verifikasi perakitan dan penyelesaiannya.
	Pelat tidak dimuat dengan benar.	Mengecek proses identifikasi sampel, ulangi pembacaan penyesuaian.
	identifikasi yang salah dari sampel yang terdaftar di pembaca	Mengecek proses identifikasi sampel, ulangi pembacaan penyesuaian.
Komputer menunjukkan kesalahan.	Program yang mengontrol pengaktifan alarm dan pesan peringatan rusak atau tidak divalidasi oleh pabrikan.	Hubungi teknisi servis khusus.
Pembaca menunjukkan kegagalan dalam mendeteksi kesalahan.	Berbagai komponen kegagalan tampilan sistem, seperti sistem deteksi level cairan.	Hubungi teknisi servis khusus.

## BASIC DEFINITIONS

**Chemiluminescence.** Emisi cahaya atau pendaran yang dihasilkan langsung dari reaksi kimia pada suhu lingkungan.

**ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay).** Teknik biokimia yang digunakan terutama dalam imunologi untuk mendeteksi keberadaan antibodi atau antigen dalam sampel.

**ELISA Plate.** Bahan habis pakai standar untuk melaksanakan teknik ELISA. Umumnya, pelat memiliki 96 sumur dalam konfigurasi tipikal 8 baris kali 12 kolom. Ada juga pelat ELISA dengan 384 sumur atau hingga 1536 sumur untuk pengujian throughput tinggi khusus di pusat-pusat dengan permintaan tinggi.

**Microplate Washer (Mesin cuci piring mikro).** Peralatan yang digunakan untuk mencuci piring selama tahap tertentu dari uji ELISA dengan tujuan menghilangkan komponen yang tidak terikat selama reaksi. Mesin cuci microplate menggunakan buff ers khusus dalam proses pencuciannya.

**Enzim.** Protein yang mempercepat (mengkatalisis) reaksi kimia.

**Fluorophore.** Molekul yang menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu dan memancarkannya pada panjang gelombang yang lebih tinggi.

**Microplate Reader (Pembaca pelat mikro).** Nama yang diberikan untuk spektrofotometer dengan kapasitas untuk membaca pelat mikro.

**TMB (Tetramethylbenzidine),** substrat untuk enzim horseradish peroxidase (HRP).

### 6.3.19 MICROPLATE WASHER

#### a. Prinsip Pengoperasian

Microplate washer atau “plate or ELISA washer” dirancang untuk melakukan operasi pencucian yang diperlukan dalam teknik ELISA. Mesin cuci pelat mikro melakukan pencucian sumur pelat ELISA selama tahapan teknik yang berbeda.



Photo courtesy of BioRad Laboratories

#### Tujuan Microplate Washer

Mesin cuci pelat mikro telah dirancang untuk memasok buffer pembersih yang diperlukan untuk teknik ELISA secara terkendali. Dengan cara yang sama, peralatan mengeluarkan dari setiap sumur, zat yang berlebihan dari reaksi. Tergantung pada pengujian yang dilakukan, mesin cuci dapat melakukan intervensi dari satu hingga empat kali, memasok buffer pencuci, mengaduk dan mengeluarkan reagen yang tidak terikat sampai waktu dan siklus yang diprogram selesai. Mesin cuci memiliki dua reservoir; satu untuk buff er cuci, yang lain untuk limbah yang dihasilkan selama proses pencucian.

#### Prinsip Kerja

Mesin cuci pelat mikro telah dirancang untuk melakukan operasi pencucian dalam teknik ELISA. Peralatan memiliki setidaknya, subsistem berikut yang bervariasi tergantung pada desain pabrikan.

- **Subsistem kontrol.** Umumnya, mesin cuci dikendalikan oleh mikroprosesor yang memungkinkan langkah-langkah pemrograman dan pengendalian dilakukan oleh mesin cuci seperti: jumlah siklus pencucian (1-5); waktu yang diharapkan; memasok dan mengekstraksi tekanan; format pelat (96–384 sumur);

penyesuaian fungsi hisap sesuai dengan jenis sumur (fl di bagian bawah, bagian bawah V atau bagian bawah yang dibulatkan atau strip yang digunakan); volume didistribusikan atau disedot; siklus perendaman dan agitasi, dll.

- **Subsistem pasokan.** Secara umum, ini terdiri dari reservoir untuk larutan pencuci; satu atau beberapa pompa; biasanya jarum suntik tipe perpindahan positif dan kepala dispenser yang memasok larutan pencuci ke sumur yang berbeda melalui jarum. Kepala biasanya dilengkapi dengan delapan pasang jarum untuk mencuci dan menyedot secara bersamaan sumur dari baris yang sama (sub-sistem pasokan dan ekstraksi bertemu di kepala). Ada model dengan dua belas pasang jarum dan lain-lain yang melakukan proses pencucian secara bersamaan di semua sumur. Beberapa mesin cuci menawarkan kemungkinan bekerja dengan berbagai jenis larutan pencuci, melakukan perubahan larutan sesuai dengan program yang dimasukkan oleh operator.
- **Sistem ekstraksi atau hisap.** Ini membutuhkan mekanisme vakum dan sistem penyimpanan untuk mengumpulkan cairan dan limbah yang dikeluarkan dari sumur. Vakum dapat disuplai oleh pompa eksternal dan internal. Ekstraksi dilakukan dengan satu set jarum yang dipasang di kepala mesin cuci/pengering. Jumlah jarum bervariasi dari satu hingga tiga, sesuai dengan model mesin cuci yang digunakan.

Jika hanya menggunakan satu jarum, maka operasi pencucian dan ekstraksi dilakukan dengan jarum tunggal ini. Jika menggunakan dua jarum, satu digunakan untuk memasok larutan pencuci dan yang lainnya untuk ekstraksi. Jika menggunakan tiga jarum, yang pertama digunakan untuk memasok larutan pencuci, yang kedua untuk ekstraksi dan yang ketiga untuk mengontrol (mengekstraksi) kelebihan volume di dalam sumur. Umumnya, jarum ekstraksi lebih panjang dari jarum suplai, yang memungkinkannya untuk maju (vertikal) hingga ketinggian berkisar antara 0,3 dan 0,5 mm dari dasar sumur.

- **Sub-sistem lanjutan.** Ini terdiri dari mekanisme yang menggerakkan kepala suplai dan ekstraksi secara horizontal untuk mencapai setiap sumur di pelat ELISA. Ketika gerakan horizontal ke baris berikutnya terjadi, ada gerakan vertikal ke arah sumur untuk mengeluarkan atau mengekstrak larutan pencuci. Ada mesin cuci yang melakukan operasi ini secara bersamaan.

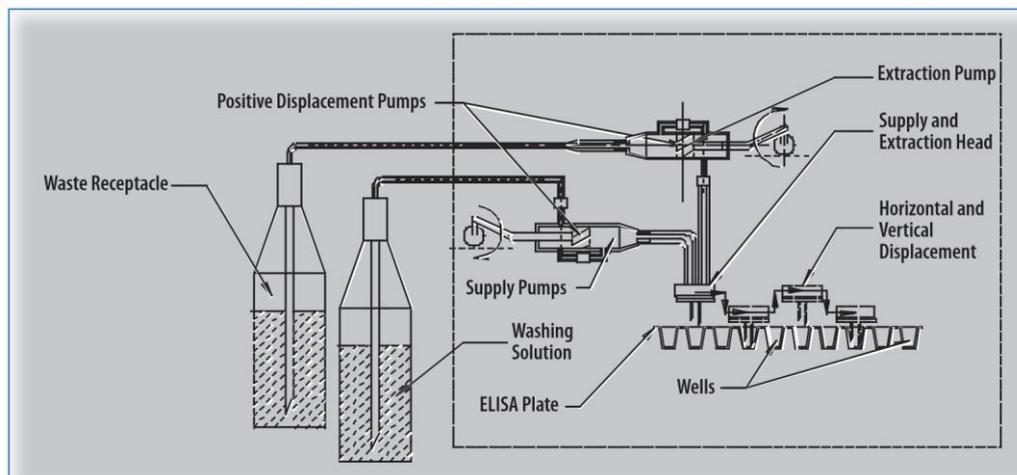
Sub-sistem yang dijelaskan sebelumnya ditunjukkan pada Gambar 2. Gambar 3 menunjukkan berbagai jenis sumur yang paling umum ditemukan di lempeng mikro. Setiap jenis sumur cocok untuk jenis pengujian tertentu

### Proses Pencucian

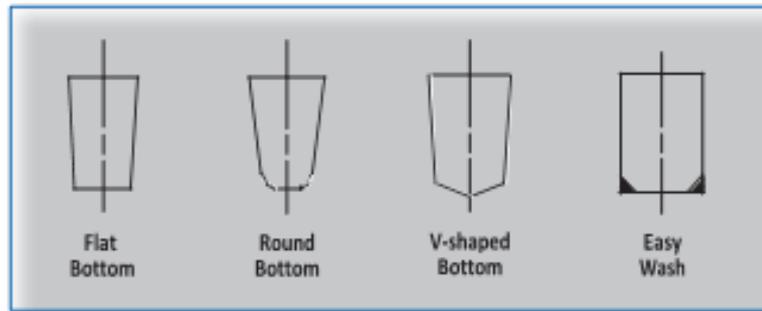
Pencucian microplate merupakan salah satu tahapan dari teknik ELISA. Solusi khusus digunakan dalam langkah pencucian. Di antara yang paling umum digunakan adalah larutan buffer fosfat atau PBS. Larutan penyangga fosfat memiliki stabilitas 2 bulan jika disimpan pada suhu 4 °C. Diperkirakan bahwa 1 hingga 3 liter larutan diperlukan untuk mencuci satu pelat mikro dan 300 l digunakan di setiap sumur per siklus. Pencucian dapat dilakukan secara manual, tetapi lebih baik menggunakan pencuci piring mikro otomatis untuk hasil yang lebih baik dan untuk meminimalkan penanganan zat yang berpotensi terkontaminasi.

Diantara proses pencucian yang digunakan oleh mesin cuci microplate ditampilkan:

- **Aspirasi dari atas ke bawah.** Ketika fase aspirasi dimulai, jarum bergerak vertikal dan aspirasi dimulai segera saat jarum masuk ke dalam cairan. Proses berlanjut sampai jarum mencapai posisi terendah sangat dekat dengan bagian bawah sumur. Pada titik ini mereka dihentikan untuk menghindari penyedotan udara yang seharusnya mengalir melawan dinding lateral interior sumur. Jenis aspirasi ini mencegah aliran udara mengeringkan protein terikat pada permukaan sumur.



Gambar 22 Mesin Cuci Piring Mikro



Gambar 23 Profil Sumur

- **Distribusi dan aspirasi secara simultan.** Dalam jenis mesin cuci tertentu, sistem pencucian dan aspirasi beroperasi secara bersamaan, menghasilkan turbulensi terkontrol di dalam sumur yang menghilangkan zat yang tidak terikat selama inkubasi.
- **Aspirasi dari dasar sumur.** Dalam sistem ini, aspirasi cairan yang terkandung dalam sumur dilakukan awalnya dengan jarum aspirasi dalam posisi sangat dekat dengan bagian bawah, segera memulai siklus pengisapan, biasanya dikontrol waktu. Sistem ini dapat mengaspirasi udara jika ada perbedaan ketinggian tangka

#### Kalibrasi mesin cuci

Mesin cuci pelat mikro sangat penting untuk menjamin bahwa teknik ELISA bekerja seperti yang diharapkan. Penyelarasan yang harus diperhitungkan untuk berfungsinya peralatan secara efektif disajikan berikut ini:

- **Posisi jarum (kepala suplai dan aspirasi).** Penyesuaian posisi horizontal dan vertikal terhadap sumur harus diverifikasi dengan hati-hati. Jika pelat memiliki fl di dasar sumur, jarum suplai harus diperiksa untuk memastikan posisinya sangat dekat dengan dinding sumur. Jika bagian bawahnya bulat atau berbentuk V, jarum pengisap harus ditempatkan di tengah sumur: pada gerakan vertikal, jarak dasar jarum dipertahankan di dalam sumur, biasanya antara 0,3 hingga 0,5 mm. Jarum tidak boleh dibiarkan menyentuh dasar sumur untuk menghindari gangguan mekanis antara titik jarum dan dasar sumur selama fungsi aspirasi.
- **Waktu aspirasi.** Sesuaikan waktu aspirasi dengan tepat sehingga film larutan yang menempel pada dinding sumur dapat mengalir ke dasar. Hindari selang waktu yang sangat lama untuk mencegah lapisan pada sumur mengering. Periksa apakah jarum sistem hisap bersih (bebas dari penghalang).

- **Volume Terdistribusi.** Periksa apakah volume yang didistribusikan sedekat mungkin dengan kapasitas maksimum sumur; pastikan bahwa semua sumur terisi secara merata (pada level yang sama). Pastikan jarum pendistribusi bersih (bebas dari penghalang).
- **Vakum.** Sistem suction harus dikalibrasi secara efisien. Jika vakum terlalu kuat, pengujian dapat diubah. Bahkan, itu bisa mengeringkan sumur dan sangat melemahkan aktivitas enzim di sumur dan benar-benar mengubah hasil tes. Mayoritas mesin cuci berfungsi dengan vakum berkisar antara 60 dan 70% dari tekanan atmosfer. Di beberapa mesin cuci, vakum dibuat di pompa eksternal yang beroperasi sebagai aksesori mesin cuci. Pengoperasiannya dikendalikan oleh mesin cuci, yang berarti bahwa pompa vakum hanya beroperasi bila diperlukan.

### **Verifikasi Proses Pencucian**

Untuk memverifikasi bahwa proses pencucian dilakukan sesuai dengan spesifikasi teknik ELISA, produsen tes ELISA telah mengembangkan prosedur untuk dilakukan secara teratur. Salah satu kontrolnya adalah dengan menggunakan reagen peroksidase, yang diteteskan menggunakan pipet di sumur pelat untuk dibaca pada 405, 450 dan 492 nm. Segera sumur dicuci dan substrat tidak berwarna ditambahkan (TMB/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>– Tetramethylbenzidine/Hydrogen Peroxide). Apapun konjugat yang tersisa akan menghidrolisis enzim dan kromogen akan berubah menjadi biru. Setelah menghentikan reaksi dengan asam, TMB akan berubah menjadi kuning lagi. Intensitas warna yang dihasilkan berhubungan langsung dengan efisiensi proses pencucian.

### **Persyaratan Instalasi**

Agar mesin cuci pelat mikro dapat beroperasi dengan benar, hal-hal berikut diperlukan:

1. Lingkungan yang bersih dan bebas debu.
2. Meja kerja yang stabil terletak jauh dari peralatan yang menghasilkan getaran, (centrifuge, dan agitator). Ukurannya harus sesuai untuk menempatkan peralatan pelengkap yang diperlukan: pembaca, inkubator, distributor, dan komputer dengan pelengkap periferalnya di sisi pencuci pelat mikro.
3. Stopkontak listrik dalam kondisi baik dengan tiang arde dan, sambungan listrik yang sesuai dengan norma dan standar negara atau laboratorium. Di negara-negara Amerika, 110 V dan 60 Hz frekuensi yang umum digunakan. Di bagian lain Dunia, frekuensi 220-240 V dan 50/60 Hz umumnya digunakan.

## b. User Maintenance

### Pemeliharaan Rutin

Pemeliharaan rutin yang dijelaskan selanjutnya berfokus secara eksklusif pada mesin cuci pelat mikro.

### Pemeliharaan dasar (Frekuensi: Setiap hari)

1. Verifikasi volume yang didistribusikan.
2. Uji keseragaman pengisian.
3. Verifikasi efisiensi sub-sistem aspirasi.
4. Konfirmasikan pembersihan jarum suplai dan ekstraksi.
5. Bersihkan mesin cuci dengan air suling setelah digunakan, untuk menghilangkan setiap sisa garam di saluran subsistem pasokan dan ekstraksi. Jarum dapat disimpan terendam dalam air suling.
6. Pastikan badan mesin cuci telah dibersihkan. Jika perlu, bersihkan permukaan luar dengan selembar kain, yang dibasahi dengan deterjen ringan.

### Pemeliharaan preventif (Frekuensi: Triwulan)

1. Bongkar dan bersihkan saluran dan konektor. Verifikasi integritas mereka. Jika kebocoran atau sisa korosi terdeteksi, sesuaikan dan/atau ganti.
2. Verifikasi integritas komponen mekanis. Lumasi sesuai dengan instruksi pabrik.
3. Uji penyesuaian masing-masing subsistem. Kalibrasi sesuai dengan rekomendasi pabrikan.
4. Konfirmasikan integritas konektor listrik dan kabel antar-koneksi.
5. Bersihkan mesin cuci dengan air suling setelah digunakan untuk menghilangkan setiap sisa garam di saluran subsistem pasokan dan ekstraksi.
6. Verifikasi integritas sekring, dan titik kontak nya bersih.

Catatan: Tenaga teknis yang terlatih harus melakukan pemeliharaan sistem kontrol. Jika perlu, hubungi produsen atau perwakilannya

## c. Troubleshooting Operasional

TABEL TROUBLESHOOTING		
MASALAH	PENYEBAB	SOLUSI
Setelah selesai mencuci, larutan sisa	Sistem ekstraksi washer menunjukkan kegagalan.	Verifikasi apakah sistem vakum berfungsi pada tekanan yang sesuai.

**TABEL TROUBLESHOOTING**

MASALAH	PENYEBAB	SOLUSI
tetap berada di dalam sumur.	Konduktor/pipa dari sistem vakum memiliki diameter yang berbeda dari yang direkomendasikan.	Periksa apakah diameter saluran sesuai dengan rekomendasi pabrikan.
	Garis hisap menunjukkan penghalang.	Pastikan saluran vakum bersih.
	Wadah untuk menyimpan sampah sudah penuh.	Konfirmasi tingkat penerima sampah.
	Filter saluran lembap atau terhalang.	Verifikasi keadaan dan integritas filter sistem penyedotan.
	Titik-titik jarum tidak ditempatkan dengan benar dan tidak mencapai dasar sumur.	Periksa penempatan titik jarum.
	Sebuah microplate yang berbeda digunakan dalam pengujian.	Verifikasi jenis pelat yang diperlukan untuk pengujian.
	Mesin cuci belum dibersihkan secara memadai.	Periksa proses pembersihan.
	Operator tidak mengikuti instruksi pabrik dengan benar.	Periksa proses yang direkomendasikan oleh pabrikan. Lakukan penyesuaian yang diperlukan.
Siklus pencucian tidak berjalan dengan baik.	Pelat yang ditempatkan di mesin cuci tidak disejajarkan dengan benar.	Periksa penempatan pelat di mesin cuci.
	Cadangan larutan pencuci habis.	Periksa wadah penyimpanan larutan pembersih. Ganti volume yang hilang.
	Mesin cuci tidak dibersihkan dengan cukup pada awal siklus kerja.	Bersihkan secukupnya untuk menghomogenkan kelembaban di setiap komponennya dan untuk menghilangkan gelembung udara.
	Volume larutan pencuci yang didistribusikan telah salah diprogram.	Verifikasi volume yang diperlukan untuk setiap jenis pengujian dan untuk setiap pelat.
	Pelat ditempatkan secara tidak benar di mesin cuci.	Periksa pemasangan pelat yang benar di mesin cuci.

**TABEL TROUBLESHOOTING**

MASALAH	PENYEBAB	SOLUSI
	Pengaturan siklus salah dipilih.	Tinjau pengaturan siklus yang direkomendasikan untuk setiap jenis pelat.
	Pelat yang digunakan berbeda dari yang direkomendasikan oleh pabrikan.	Pastikan pelat yang digunakan benar-benar kompatibel dengan mesin cuci.
	Level cairan di sumur tidak memadai.	
	Tabung pemasok larutan pencuci tidak memiliki diameter atau ketebalan yang ditentukan oleh pabrikan.	Periksa spesifikasi pabrikan. Jika perlu, benar.
	Tekanan tidak cukup untuk memberikan jumlah larutan pencuci yang memadai.	Periksa sistem suplai dan saluran suplai, mungkin ada halangan di saluran pengisian.
Wadah cuci menunjukkan pertumbuhan jamur dan bakteri.	Sistem ini tidak sering digunakan.	Periksa prosedur yang digunakan untuk mencegah pertumbuhan jamur dan bakteri.
	Prosedur pengendalian yang memadai (desinfeksi) tidak digunakan.	Periksa prosedur yang digunakan untuk mencegah pertumbuhan jamur dan bakteri.
	Tabung dan konektor tidak diubah dengan frekuensi yang diperlukan.	Verifikasi frekuensi perubahan yang disarankan oleh pabrikan dan atau departemen teknis.
	Larutan pencuci telah terkontaminasi.	Konfirmasi prosedur yang digunakan dalam persiapan dan pengelolaan larutan pencuci dengan tujuan untuk menentukan penyebab kontaminasi dan menghilangkannya.
	Pemeliharaan belum dilakukan sesuai dengan jadwalnya.	Periksa tanggal yang direncanakan untuk melakukan pemeliharaan. Beritahu mereka yang bertanggung jawab.

## BASIC DEFINITIONS

**Buffer.** Suatu larutan yang mengandung asam lemah dan garamnya atau, basa lemah dan garamnya, yang membuatnya tahan terhadap perubahan pH pada suhu tertentu.

**PBS.** Salah satu solusi yang digunakan untuk melakukan operasi pencucian pada pengujian ELISA. PBS adalah singkatan dari Phosphate Buffer Solution. Ini terbuat dari zat berikut: NaCl, KCl, NaHPO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O dan KH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Pabrikan menyediakan buletin teknis yang menunjukkan proporsi dan instruksi untuk menyiapkan PBS. Secara umum, satu bagian PBS pekat dicampur dengan 19 bagian air deionisasi.

**Piring (ELISA).** Bahan habis pakai dengan dimensi standar, dirancang untuk menampung sampel dan reaksi untuk teknik ELISA. Secara umum, sumur ini memiliki 96, 384 atau 1536 dan terbuat dari plastik seperti polistirena dan polipropilena. Ada pelat yang diperlakukan secara khusus untuk memfasilitasi kinerja pengujian.

**Pompa perpindahan positif.** Sebuah pompa yang diatur oleh sebuah pendorong yang bergerak di sepanjang silinder. Mekanismenya mirip dengan jarum suntik. Dilengkapi dengan satu set katup untuk mengontrol aliran ke dan dari pompa.

**TMB/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.** (Tetrametilbenzidin/hidrogen peroksida). Seperangkat reagen yang digunakan untuk memverifikasi kualitas pencucian yang dilakukan pada sumur yang digunakan dalam teknik ELISA.

### 6.3.20 WATER DISTILLER

#### a. Prinsip Pengoperasian

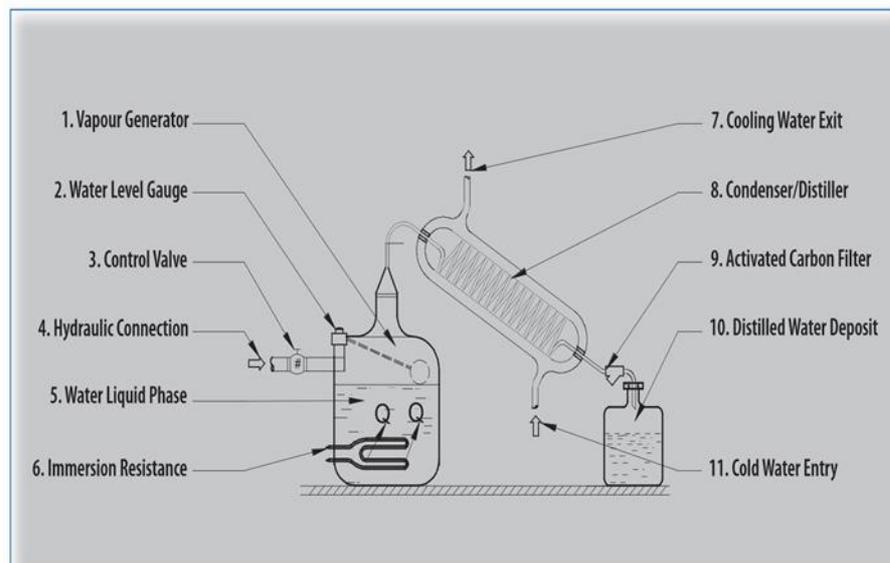
Kata *Distiller* berasal dari kata Latin *distillare* yang berarti menguapkan cairan melalui panas. *Water Distiller*, juga disebut unit penyulingan atau penyulingan air, yang digunakan di laboratorium, memurnikan air yang mengalir melalui proses penguapan dan pendinginan yang terkontrol. Setelah menerapkan energi panas ke air dalam fase cair dengan proses pemanasan, itu berubah menjadi uap. Hal ini memungkinkan molekul air untuk terpisah dari molekul zat lain yang dicampur atau diencerkan. Uap air dikumpulkan dan dilewatkan melalui kondensor, di mana ia didinginkan dan dikembalikan ke fase cair. Kemudian, air yang terkondensasi dikumpulkan ke dalam tangki penyimpanan yang berbeda. Air suling menunjukkan karakteristik murni dibandingkan dengan air mengalir; praktis bebas dari bahan pencemar.

#### Tujuan water distiller

*Water Distiller* menghasilkan air yang sangat murni dari air minum yang biasanya disediakan oleh layanan saluran air di pusat kota. Air suling ditandai dengan kurangnya padatan dalam suspensi. Ini digunakan dalam berbagai aplikasi di pusat-pusat yang

menyediakan layanan kesehatan, terutama di unit laboratorium, dalam mencuci, sterilisasi dan dietetika. Semakin khusus prosedur di laboratorium, semakin besar tingkat kemurnian yang dibutuhkan. Misalnya: persiapan reagen atau bahan biologis membutuhkan air dengan kualitas terbaik. *Distilasi* adalah salah satu proses mendasar untuk mencapai hal ini (walaupun mungkin bukan satu-satunya yang diperlukan). Air yang digunakan di laboratorium harus bebas dari pirogen, dengan konsentrasi total padatan tidak lebih besar dari 1 ppm, nilai pH antara 5,4 dan 7,2 dan hambatan listrik minimal  $3 \times 10^5$  ohm/cm pada 25 °C.

### Diagram water distiller



Gambar 24 Water Distiller

### Prinsip Kerja

Fungsi penyuling didasarkan pada fenomena yang ditunjukkan di alam yang dikenal sebagai siklus air. Energi yang berasal dari matahari memanaskan air dari laut dan mengubah sebagiannya menjadi uap air. Uap ini terkonsentrasi di awan. Ketika kondisi atmosfer cocok, ini mendinginkan dan memadatkan air yang kembali ke permukaan bumi dalam bentuk hujan.

#### Fungsi *water distiller*

*Water distiller* mereproduksi fenomena alam yang dijelaskan di atas. Konfigurasi dan desain bervariasi tergantung pada volume air yang dibutuhkan. Berikut ini adalah penjelasan umum tentang komponen-komponen distiller dan penjelasan bagaimana fungsinya.

1. Pembangkit uap (*Vapour Generator*). Juga dikenal sebagai tangki perebusan, komponen ini adalah wadah di mana air yang akan disuling disimpan. Secara umum, ia memiliki sambungan hidrolik yang memungkinkan air yang diuapkan dan disuling untuk diisi ulang. Biasanya terbuat dari kaca dalam penyulingan kecil atau dari baja tahan karat dengan penutup tembaga, timah atau titanium dalam mesin berkapasitas besar. Ini dapat memiliki kontrol umpan level, aliran, dan kualitas air, yang melindungi penyuling jika terjadi ketidakaturan dalam pasokan air. Sebagai sumber energi, ia menggunakan uap air yang berasal dari boiler atau generator uap, atau energi panas dari resistor perendaman listrik melalui konduksi langsung. Hal ini menyebabkan suhu air naik sampai, dalam kondisi normal (tekanan atmosfer sama dengan atmosfer dan percepatan gravitasi sama dengan  $9,80665 \text{ m/s}^2$ ) air dalam fase cair berubah menjadi uap pada  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ .
2. level air (*Water Level*). Perangkat yang memungkinkan jumlah air diatur di dalam generator uap. Ini bergabung langsung ke sambungan yang memasok air yang digunakan oleh penyuling. Ketika jumlah air dalam fase cair yang terkandung dalam tangki mendidih berkurang, perangkat memungkinkan jumlah cairan yang diuapkan untuk dipulihkan.
3. Katup control (*Control Valve*). Perangkat mekanik atau elektromekanis yang memungkinkan aliran air menuju tangki pembangkit uap diatur.
4. Sambungan hidrolik (*Hydraulic Connection*). Jaringan yang mensuplai air dalam fasa cair ke tangki pembangkit uap.
5. Air dalam fase cair. Air di dalam tangki pembangkit uap. Ini menerima energi panas dari resistor perendaman dan diubah menjadi uap ketika kondisi suhu dan tekanan yang diperlukan terpenuhi.
6. Resistor perendaman (*Immersion Resistor*). Perangkat menghasilkan panas ketika arus listrik bersirkulasi melalui mereka. Ini diisolasi oleh tutup keramik dan dilindungi dari lingkungan eksternal oleh pelindung logam.
7. Outlet air pendingin. Jalur pembawa air yang digunakan untuk mengkondensasikan uap air sehingga menghilangkan energi panas darinya (pendinginan).
8. Kondensor. Perangkat di mana uap kehilangan energi panas, mendingin dan kembali ke fase cairnya. Untuk mempercepat proses, konveksi paksa dengan sirkulasi fluida suhu rendah (udara atau air) di sekitar saluran melalui mana aliran uap digunakan.

9. *Filter*. Penyuling memiliki filter karbon aktif yang terletak di pintu keluar kondensor atau kolektor. Ini menghilangkan rasa atau partikel yang mungkin ada dalam uap yang terkondensasi.
10. Wadah air suling. Perangkat di mana cairan yang menyelesaikan proses distilasi dikumpulkan. Air suling harus disimpan dalam wadah plastik khusus untuk menghindari kontaminasi ion. Wadah polyethylene, polypropylene atau polytetrafluoroethylene umumnya digunakan

### **Persyaratan Instalasi**

Tergantung pada desain, kapasitas dan jenis penyuling, instalasi yang diperlukan dapat bervariasi. Persyaratan yang paling umum adalah sebagai berikut:

1. Lingkungan yang berventilasi baik di mana peralatan dipasang. Hal ini diperlukan karena penyuling memindahkan panas ke fluida dan meningkatkan suhu area di mana ia dipasang. Hal ini diperlukan untuk menyediakan ruang kosong di sekitar penyuling sehingga terjadi aliran udara. Beberapa penyuling dirakit di dalam kotak logam dan perlu dipasang pada penyangga untuk menyediakan sirkulasi udara di bawahnya.
2. Sambungan air minum. Biasanya sambungan hidrolis yang dibutuhkan memiliki diameter 1/2". Untuk memastikan kerja alat, kualitas air yang mensuplay penyuling harus dievaluasi untuk menentukan apakah perlu memasang sistem pengolahan untuk mencegah adanya *inkrustasi* atau sedimen di tangki penghasil uap dan pada resistor perendaman. Air minum digunakan untuk memberi makan generator uap dan untuk mendinginkan kondensor.
3. Sambungan air suling. Air suling yang dihasilkan awalnya dikumpulkan ke dalam tangki penyimpanan. Dalam peralatan berkapasitas besar, itu didistribusikan ke titik konsumsi dari tangki melalui jaringan. Dalam peralatan kecil atau menengah, itu dipindahkan ke wadah dari mana ia digunakan di titik umpan.
4. Membersihkan sambungan. Hal ini digunakan untuk mengalirkan kotoran yang mungkin menumpuk di tangki pembangkit uap menggunakan *siphon* yang terletak di dekat penyuling.
5. Sambungan listrik yang dilengkapi dengan kontrol dan perangkat pengaman yang memenuhi standar kelistrikan nasional dan internasional yang digunakan di laboratorium, disesuaikan dengan kapasitas elemen resistif penyuling. Pada umumnya tegangan 220-240 V, 50/60 Hz

Catatan: Perhatikan selalu rekomendasi pabrik tentang pemasangan untuk memastikan penyuling beroperasi sesuai dengan spesifikasi.

## **b. User Maintenance**

### **Pemeliharaan Rutin**

Pemeliharaan tergantung pada desain dan kapasitas penyuling. Pemeliharaan yang dijelaskan dalam manual ini berfokus pada penyuling yang dilengkapi dengan tangki pembangkit uap baja tahan karat dengan resistor pencelupan dan kondensor yang didinginkan melalui udara pendorong ventilator.

Peringatan: Sebelum melakukan pemeriksaan atau pemeliharaan rutin, pastikan penyuling dimatikan dan diputus dari sumber listrik.

### **Inspeksi dan pembersihan tangki pembangkit uap**

#### **Frekuensi: Bulanan**

1. Lepaskan panel pelindung atau buka pintu yang memungkinkan akses ke tangki pendidih atau generator uap.
2. Lepaskan penutup tangki mendidih.
3. Periksa secara visual apakah dinding bagian dalam atau resistor pencelupan menunjukkan endapan padat atau sedimen. Jumlah endapan yang ada tergantung pada kualitas air yang diumpankan ke penyuling. Jika terjadi penumpukan sedimen, maka harus dibersihkan agar tidak merusak resistor.
4. Bersihkan akumulasi deposit. Secara umum, proses pembersihan membutuhkan produk kimia yang dirancang khusus untuk menghilangkannya. Produk harus dipilih sesuai dengan karakteristik air yang digunakan. Ini ditentukan oleh analisis kimia.
5. Kuras air dari tangki generator hingga ketinggiannya kira-kira 10 cm di atas lokasi pemeriksaan ketinggian air atau tahanan pencelupan (pastikan ketinggian air lebih tinggi dari dasar tangki untuk memastikan semua elemen tetap terendam dalam air).
6. Tambahkan produk kimia yang direkomendasikan untuk jenis air yang digunakan.
7. Aduk rata.
8. Biarkan bahan kimia bekerja semalaman atau seperti yang direkomendasikan oleh pabrikan.
9. Tiriskan isi tangki keesokan paginya.

10. Tambahkan air bersih, cuci dan tiriskan sampai bahan kimia benar-benar hilang bersama dengan residu mineral dari permukaan yang terkena.
11. Pasang kembali penutup.
12. Tempatkan panel depan atau sesuaikan pintu.
13. Operasikan peralatan secara normal.  
Peringatan: Dalam situasi apa pun, larutan yang digunakan untuk menghilangkan sedimen tidak boleh disuling

### **Penggantian filter karbon aktif**

#### **Frekuensi: Setiap tiga bulan**

Biasanya, filter karbon aktif terendam air di bawah sistem dispenser yang berasal dari tangki penyimpanan air suling. Itu dirakit pada casing yang dipasang pada jalur distribusi air suling. Secara umum, ini adalah perangkat yang dapat dengan mudah diganti. Proses berikut umumnya dilakukan:

1. Lepaskan bagian atas filter.
2. Hapus elemen filter yang digunakan.
3. Pasang elemen baru dengan karakteristik yang sama seperti aslinya.
4. Pasang kembali bagian atas filter. Peringatan: Filter disetel di dalam casingnya dengan menggunakan O-ring atau gasket yang harus dipasang dengan hati-hati di dalam alurnya untuk menghindari kebocoran air suling.

### **Pembersihan kondensor**

#### **Frekuensi: Setiap tahun**

1. Untuk membersihkan kondensor, perlu melepas panel pelindung atau membuka pintu, memberikan akses ke kondensor.
2. Pastikan penyuling terputus dari stopkontak listrik.
3. Lepaskan kondensor. Putuskan sistem penghubung untuk masuknya uap dan koneksi yang menghubungkan kondensor ke tangki penyimpanan produk sulingan.
4. Lepas sekrup yang menghubungkan ventilator dengan kondensor. Lepaskan terminal ventilator dari titik koneksinya.
5. Lepaskan ventilator dan bersihkan kotoran yang terkumpul pada bilah. Lumasi sumbu rotasi dengan oli mineral (dua tetes). air juga dapat digunakan.
6. Bilas bagian-bagiannya.
7. Keringkan.

8. Pasang kembali dalam urutan terbalik seperti yang dijelaskan. Sterilisasi tangki penyimpanan air suling
9. Lepaskan kondensor. Kotoran, debu, dan bulu yang terhisap terakumulasi di permukaan sirip yang menyebar. Udara bertekanan atau sikat yang dibasahi dengan sabun

### Pengoperasian Water Distiller

Sebelum mengoperasikan penyuling air baru, disarankan untuk memastikan bahwa tangki penyimpanan air suling steril dan bersih. Untuk melakukan sterilisasi, gunakan proses kimia dengan pemutih (berbasis klorin). Prosedurnya adalah sebagai berikut:

1. Pastikan sakelar utama mati .
2. Buka panel depan untuk mengakses tangki penyimpanan produk sulingan.
3. Lepaskan filter karbon aktif dari wadahnya.
4. Siapkan larutan pemutih klorin dengan konsentrasi 200 ppm dan tambahkan ke tangki penyimpanan.
5. Biarkan larutan berinteraksi dengan tangki setidaknya selama tiga jam.
6. Kosongkan tangki penyimpanan menggunakan saluran drainase.
7. Nyalakan penyuling dan biarkan tangki penyimpanan diisi dengan air suling.
8. Kuras kembali tangki penyimpanan.
9. Pasang filter karbon aktif pada tempatnya.
10. Biarkan penyuling mengisi tangki penyimpanan dengan air suling. Filter karbon aktif akan menghilangkan sisa pemutih klorin yang digunakan.

### c. Troubleshooting Operasional

TABEL TROUBLESHOOTING		
DEFINISI	PENYEBAB	SOLUSI
Penyuling tidak menghasilkan air suling.	Tidak ada sumber listrik	Pastikan konektor listrik disetel dengan baik di outlet listrik.
		Konfirmasikan bahwa ada daya di sirkuit yang mensuplay penyuling.
		Pastikan sakelar utama dalam posisi hidup.
		Uji untuk memastikan bahwa ada air di generator uap atau ruang didih.
	Resistensi perendaman terbakar.	Verifikasi integritas ketahanan perendaman. Ukur kontinuitas atau hambatan listrik dalam ohm.

TABEL TROUBLESHOOTING		
DEFINISI	PENYEBAB	SOLUSI
		Ganti dengan yang lain yang memiliki karakteristik yang sama dengan aslinya.
Ada air di sekitar penyuling.	Penyuling atau beberapa komponennya tidak disetel dengan benar.	Uji filter untuk memastikan bahwa karbon aktif terpasang dengan baik dan air mengalir melaluinya.
		Pastikan tangki pengumpul cairan kental ditempatkan dengan benar.
		Pastikan instalasi drainase tidak mengalami kebocoran.
Ada uap di sekitar penyuling.	Ventilasi penyuling tidak memadai.	Pastikan penyuling memiliki ruang kosong di sekelilingnya dan di belakang.
		Uji bahwa tidak ada benda yang mengganggu aliran udara menuju penyuling.
	Singkirkan benda apa pun yang mempengaruhi aliran udara	
	Ventilasi pendingin tidak berfungsi.	Periksa kondisi ventilator. Jika ON dan tidak berfungsi, ganti ventilator dengan yang lain dengan karakteristik yang sama seperti aslinya.
Ada uap di sekitar penyuling.	Filter karbon sudah aus.	Ganti filter karbon aktif.

## DEFINISI

**Distilasi.** Suatu proses dimana suatu cairan dalam fase cair dipanaskan sampai diubah menjadi uap dan kemudian didinginkan dan dikondensasi kembali menjadi fase cair. Proses distilasi digunakan untuk memisahkan zat campuran, memanfaatkan perbedaan volatilitasnya. Untuk mendapatkan zat yang sangat murni, siklus distilasi berturut-turut dilakukan dengan tujuan menghilangkan zat lain yang ada dalam campuran secara bertahap.

**Kekerasan (air).** Karakteristik kimia air ditentukan oleh kandungan karbonat, bikarbonat, klorin, sulfat, dan terkadang kalsium nitrat dan magnesium. Resistensi yang dihasilkan tidak diinginkan dalam beberapa proses. Ada dua jenis resistor dalam air.

- Kekerasan sementara. Ini ditentukan oleh kandungan magnesium dan kalsium karbonat dan bikarbonat. Ini dapat dihilangkan dengan merebus air dan kemudian menyaring endapan. Ini juga dikenal sebagai resistensi karbonat.
- Kekerasan permanen. Ini ditentukan oleh semua garam kalsium dan magnesium, kecuali karbonat dan bikarbonat. Itu tidak dapat dihilangkan dengan mendidihkan air dan juga dikenal sebagai resistensi non-bikarbonat.

**Interpretasi resistensi:** Resistensi sebagai interpretasi  $\text{CaCO}_3$

0–75 air lunak

75–150 air dengan sedikit hambatan

150–300 tahan air

> 300 air dengan ketahanan yang luar biasa

Dalam air minum, batas maksimum yang diperbolehkan adalah 300 mg/l. Dalam air untuk pemanas, batasnya adalah 0 mg / l.

- Ketahanan atau kekerasan kalsium ( $\text{RCa}^{++}$ ). Jumlah kalsium yang ada dalam air.

## DEFINISI

- Ketahanan atau kekerasan magnesium ( $\text{RMg}^{++}$ ). Jumlah magnesium yang ada dalam air.
- Resistansi total atau kekerasan umum [TH]. Jumlah dalam larutan kalsium [Ca] dan magnesium [Mg] sebagai kation, tanpa memperhitungkan sifat anion yang ada dalam air. Ini dinyatakan sebagai ppm (bagian per juta) kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ).

**Inkrustasi (skala).** Nama yang diberikan untuk padatan dalam suspensi yang diendapkan berlapis-lapis di permukaan wadah penyimpanan air.

**Larutan.** Campuran homogen dari dua atau lebih zat yang ditandai dengan tidak adanya reaksi kimia antara komponen-komponen campuran cair. Komponen cair yang umumnya muncul dalam proporsi yang lebih besar disebut pelarut dan yang ditemukan dalam jumlah yang lebih kecil dalam larutan, zat terlarut.

### 6.3.21 Dispenser

Dispenser adalah peralatan dalam kelompok pipet dan dilutor. Kata dispenser berasal dari awalan *x dis* yang berarti privasi, dan dari bahasa latin *pensum* yang berarti tugas. Ada berbagai jenis dispenser seperti, model yang memenuhi persyaratan kerja kimia dan lainnya yang digunakan dalam mikrobiologi, bakteriologi, imunologi, dan farmakologi. Ada unit pengeluaran otomatis yang dikendalikan oleh program komputer, yang digunakan di institusi di mana terdapat permintaan pengujian yang tinggi dan dengan demikian memerlukan prosedur otomatis. Bab ini menampilkan dispenser manual, juga disebut pipet pengulang, karena ini adalah yang paling umum digunakan.

### FOTO DAN DIAGRAM DARI DISPENSER



Gambar 25. Dispenser

### TUJUAN DISPENSER

Dispenser adalah peralatan serbaguna yang dapat digunakan di laboratorium untuk melakukan aktivitas berikut:

1. Untuk menyedot dan mengeluarkan volume cairan atau larutan ketika tidak membutuhkan ketelitian yang tinggi.
2. Untuk mendistribusikan volume cairan atau larutan yang disimpan dalam wadah penerima dalam volume parsial yang telah ditentukan sebelumnya (pemberian berulang dengan volume akhir yang konstan).
3. Untuk mencampur solusi dengan aspirasi dan pengiriman berturut-turut, menggunakan perangkat aspirasi dan suplai.
4. Mentitrasi larutan atau stok virus dengan mengeluarkan bahan yang akan dititrasi dengan pengenceran serial ke dalam pengencer hingga mencapai titik akhir.
5. Untuk mengencerkan konsentrasi suatu larutan dengan mencampurkan volume tertentu dari larutan ini dengan pengencer.
6. Untuk menggunakan mirip dengan pipet (dengan menyedot volume dan kemudian mengeluarkannya).
7. Untuk mendistribusikan media kultur dalam cawan Petri. Dispenser otomatis yang dilengkapi dengan aksesoris untuk memindahkan cawan Petri dan menyimpannya setelah media kultur dikeluarkan sering digunakan. Aplikasi yang tepat (skala kecil)

media kultur dilakukan dengan menggunakan jarum suntik plastik sekali pakai dengan jarum N° 16.

Dispenser biasanya dapat diprogram untuk aktivitas seperti itu sesuai dengan petunjuk pabrikan yang disediakan.

### **Prinsip operasi**

Secara umum, dispenser modern dikendalikan oleh mikroprosesor dan memiliki komponen berikut (Perhatikan bahwa penomoran di bawah sesuai dengan yang ada di Gambar).

1. **Pemilih volume.** Thumbwheel ini digunakan untuk mengatur volume yang akan dikeluarkan. Pilihan yang dibuat ditampilkan di layar dispenser.
2. **Layar digital.** Ini menunjukkan data yang terkait dengan fungsi yang dipilih, seperti volume yang dipilih, jenis ujung yang ada di kepala pengeluaran dan informasi yang terkait dengan alarm dan pesan kesalahan yang mungkin muncul selama pengoperasian, misalnya: baterai lemah atau ujung yang dipilih salah untuk volume yang dipilih.
3. **Tuas dosis.** Tuas ini mengaktifkan pendorong yang terpasang pada adaptor perpindahan positif seperti jarum suntik, di mana piston diaktifkan di sepanjang silinder untuk mengeluarkan volume cairan yang dipilih.
4. **Tuas pengisian.** Tuas mekanis yang diaktifkan secara manual untuk menyedot cairan ke dalam reservoir adaptor.
5. **Tombol keluarkan.** Mekanisme yang melepaskan elemen pengeluaran (adaptor) dari kepala perangkat dosis.
6. **Konektor penyalur.** Ini adalah off shoot yang menghubungkan elemen pengaturan ke kepala dispenser. Ini berisi sistem gasket dan panduan untuk memastikan penyesuaian yang memadai.
7. **Skala dosis.** Ini menunjukkan volume maksimum yang dapat dikeluarkan dengan adaptor yang dipilih. Dalam beberapa kasus, ini juga menunjukkan volume yang tersisa.

8. Mengeluarkan adaptor. Wadah yang menampung larutan yang disedot atau disuplai dalam siklus dispensasi. Ada banyak variasi, tergantung model dispenser. Ada yang sederhana atau gabungan dengan tips yang disesuaikan.
9. Pemberian tip. Ini memfasilitasi penyediaan atau menggambar solusi. Ujungnya terletak di ujung adaptor dispenser. Tanpa itu, tidak mungkin menggunakan dispenser.
10. Sakelar hidup dan mati.
11. Tempat baterai.

### Aksesoris dispenser

Aksesoris diperlukan. Contoh adaptor ditunjukkan pada gambar di bawah ini. Agar dispenser dapat melakukan tugas tertentu, volume diserahkan yang sesuai.

Dispenser telah dikembangkan untuk bekerja dengan rentang volume yang telah ditentukan sebelumnya. Sebelum digunakan, jenis larutan yang akan digunakan dan volume yang akan dikeluarkan harus dipertimbangkan. Pabrikan menawarkan beragam model adaptor. Tabel dengan rentang kerja umum ditampilkan berikutnya.

Kapasitas Adaptor	Volume yang dihisap
0.1 ml	1–20 $\mu$ l
0.2 ml	2–40 $\mu$ l
1 ml	10–100 $\mu$ l
5 ml	50–500 $\mu$ l

10 ml	100 µl - 2 ml
25 ml	250 µl - 5 ml

### **PERSYARATAN UNTUK OPERASI**

Tergantung pada jenis dispenser, kondisi minimum yang diperlukan untuk pengoperasian, beberapa di antaranya adalah sebagai berikut:

1. Pastikan dispenser telah dirancang untuk solusi yang akan digunakan. Verifikasi kompatibilitas bahan dalam panduan pengguna yang disediakan oleh pabrikan.
2. Lingkungan yang bersih, dilengkapi dengan tempat kerja dengan ukuran yang sesuai, berventilasi baik dan terang.
3. Pastikan suhu ruangan stabil, dengan kisaran variasi  $\pm 0,5$  °C, antara 4 sampai 40 °C dan suhu optimum 20 °C.
4. Gunakan perlindungan keselamatan pribadi yang sesuai jika bekerja dengan bahan beracun atau bahan yang menimbulkan risiko biologis.
5. Gunakan tip yang dirancang khusus oleh pabrikan untuk setiap aplikasi tertentu.

### **PERAWATAN RUTIN**

Perawatan dispenser sederhana. Rutinitas yang dirinci di bawah menampilkan aktivitas yang paling penting:

Frekuensi: Setiap hari

1. Bersihkan dispenser dengan kain lembap dan detergen lembut.
2. Disinfeksi dispenser menggunakan isopropanol 60%.
3. Mencegah masuknya kelembapan ke bagian dalam kontrol elektronik dan/atau mekanismenya.

Penggantian baterai (sesuai kebutuhan)

1. Buka tempat baterai. Hal ini biasanya dilakukan hanya dengan menggeser penutup dari posisi "tertutup" ke posisi "terbuka".
2. Lepas baterai yang sudah aus. Buang sesuai dengan rekomendasi.
3. Pasang baterai dengan karakteristik yang sama dengan aslinya. Verifikasi polaritas listrik sehingga terpasang dengan benar. Sebelum memasukkannya, bersihkan permukaan kontak dengan sepotong kain bersih.
4. Tutup dan sesuaikan tutupnya.

TABLE TROUBLESHOOTING		
MASALAH	KEMUNGKINAN PENYEBAB	SOLUSI
Tidak mungkin memasang adaptor di kepala dispenser. Komponen rusak. Carilah bantuan dari teknisi servis khusus.	Tidak mungkin memasang adaptor di kepala dispenser. Komponen rusak. Carilah bantuan dari teknisi servis khusus.	Tidak mungkin memasang adaptor di kepala dispenser. Komponen rusak. Carilah bantuan dari teknisi servis khusus.
Komponen pengeluaran terkontaminasi. Amati apakah ada beberapa jenis obstruksi. Bersihkan jika perlu. Carilah bantuan dari teknisi servis khusus.	Komponen pengeluaran terkontaminasi. Amati apakah ada beberapa jenis obstruksi. Bersihkan jika perlu. Carilah bantuan dari teknisi servis khusus.	Komponen pengeluaran terkontaminasi. Amati apakah ada beberapa jenis obstruksi. Bersihkan jika perlu. Carilah bantuan dari teknisi servis khusus.

<p>Adaptor tidak dapat dilepas dari kepala dispenser. Ada kegagalan dalam sistem elektronik. Inisiasi ulang peralatan. (Matikan dan hidupkan). Pilih opsi ekstraksi manual.</p>	<p>Adaptor tidak dapat dilepas dari kepala dispenser. Ada kegagalan dalam sistem elektronik. Inisiasi ulang peralatan. (Matikan dan hidupkan). Pilih opsi ekstraksi manual.</p>	<p>Adaptor tidak dapat dilepas dari kepala dispenser. Ada kegagalan dalam sistem elektronik. Inisiasi ulang peralatan. (Matikan dan hidupkan). Pilih opsi ekstraksi manual.</p>
<p>Ada kegagalan dalam mekanisme penyesuaian. Periksa apakah piston bergerak maju dan mundur. Lepaskan silinder di atas wadah limbah.</p>	<p>Ada kegagalan dalam mekanisme penyesuaian. Periksa apakah piston bergerak maju dan mundur. Lepaskan silinder di atas wadah limbah.</p>	<p>Ada kegagalan dalam mekanisme penyesuaian. Periksa apakah piston bergerak maju dan mundur. Lepaskan silinder di atas wadah limbah.</p>
<p>Ujung perangkat pengeluaran (adaptor) menetes. Ujungnya rusak. Gantikan perangkat pengeluaran.</p>	<p>Ujung perangkat pengeluaran (adaptor) menetes. Ujungnya rusak. Gantikan perangkat pengeluaran.</p>	<p>Ujung perangkat pengeluaran (adaptor) menetes. Ujungnya rusak. Gantikan perangkat pengeluaran.</p>
<p>Perangkat pengeluaran jenis pipet menetes. Ujung pengeluaran tidak diatur dengan baik. Bebaskan ujung pengeluaran dari kerucut penyesuaian. Sesuaikan dengan kuat.</p>	<p>Perangkat pengeluaran jenis pipet menetes. Ujung pengeluaran tidak diatur dengan baik. Bebaskan ujung pengeluaran dari kerucut penyesuaian. Sesuaikan dengan kuat.</p>	<p>Perangkat pengeluaran jenis pipet menetes. Ujung pengeluaran tidak diatur dengan baik. Bebaskan ujung pengeluaran dari kerucut penyesuaian. Sesuaikan dengan kuat.</p>
<p>Ujung pengeluaran salah dipilih. Verifikasi jenis tip yang direkomendasikan oleh pabrikan.</p>	<p>Ujung pengeluaran salah dipilih. Verifikasi jenis tip yang direkomendasikan oleh pabrikan.</p>	<p>Ujung pengeluaran salah dipilih. Verifikasi jenis tip yang direkomendasikan oleh pabrikan.</p>

Piston atau segel piston rusak. Ganti piston dan seal. Gunakan suku cadang pengganti yang disediakan oleh pabrikan.	Piston atau segel piston rusak. Ganti piston dan seal. Gunakan suku cadang pengganti yang disediakan oleh pabrikan.	Piston atau segel piston rusak. Ganti piston dan seal. Gunakan suku cadang pengganti yang disediakan oleh pabrikan.
Layar menunjukkan sinyal baterai lemah. Baterai sudah aus. Ganti baterai.	Layar menunjukkan sinyal baterai lemah. Baterai sudah aus. Ganti baterai.	Layar menunjukkan sinyal baterai lemah. Baterai sudah aus. Ganti baterai.
Layar tidak menunjukkan sinyal apa pun. Baterai sudah aus. Ganti baterai.	Layar tidak menunjukkan sinyal apa pun. Baterai sudah aus. Ganti baterai.	Layar tidak menunjukkan sinyal apa pun. Baterai sudah aus. Ganti baterai.
Sistem elektronik rusak. Minta bantuan teknisi servis khusus.	Sistem elektronik rusak. Minta bantuan teknisi servis khusus.	Sistem elektronik rusak. Minta bantuan teknisi servis khusus.
Layar menampilkan sinyal kesalahan. Beragam Mintalah bantuan teknisi layanan khusus.	Layar menampilkan sinyal kesalahan. Beragam Mintalah bantuan teknisi layanan khusus.	Layar menampilkan sinyal kesalahan. Beragam Mintalah bantuan teknisi layanan khusus.
Layar menampilkan kesalahan pengisian. Cairan tidak cukup untuk dispenser. Pastikan volume yang tersedia untuk pengeluaran sudah memadai. Jika tidak, masukkan atau hisap volume yang cukup untuk jumlah yang akan dikeluarkan.	Layar menampilkan kesalahan pengisian. Cairan tidak cukup untuk dispenser. Pastikan volume yang tersedia untuk pengeluaran sudah memadai. Jika tidak, masukkan atau hisap volume yang cukup untuk jumlah yang akan dikeluarkan.	Layar menampilkan kesalahan pengisian. Cairan tidak cukup untuk dispenser. Pastikan volume yang tersedia untuk pengeluaran sudah memadai. Jika tidak, masukkan atau hisap volume yang cukup untuk jumlah yang akan dikeluarkan.

<p>Layar menunjukkan kesalahan volume total. Lebih banyak cairan yang disedot daripada yang dapat diterima oleh adaptor atau tip. Keluarkan semua cairan. Periksa operasi dicoba lagi.</p>	<p>Layar menunjukkan kesalahan volume total. Lebih banyak cairan yang disedot daripada yang dapat diterima oleh adaptor atau tip. Keluarkan semua cairan. Periksa operasi dicoba lagi.</p>	<p>Layar menunjukkan kesalahan volume total. Lebih banyak cairan yang disedot daripada yang dapat diterima oleh adaptor atau tip. Keluarkan semua cairan. Periksa operasi dicoba lagi.</p>
<p>Layar menampilkan kesalahan pemilihan tip. Ujung yang dipasang tidak dirancang untuk melakukan operasi yang dicoba. Verifikasi jenis tip apa yang dirancang untuk melakukan operasi. Ganti ujungnya.</p>	<p>Layar menampilkan kesalahan pemilihan tip. Ujung yang dipasang tidak dirancang untuk melakukan operasi yang dicoba. Verifikasi jenis tip apa yang dirancang untuk melakukan operasi. Ganti ujungnya.</p>	<p>Layar menampilkan kesalahan pemilihan tip. Ujung yang dipasang tidak dirancang untuk melakukan operasi yang dicoba. Verifikasi jenis tip apa yang dirancang untuk melakukan operasi. Ganti ujungnya.</p>
	<p>Ujungnya rusak. Tempatkan tip baru dengan spesifikasi yang sama seperti aslinya.</p>	<p>Ujungnya rusak. Tempatkan tip baru dengan spesifikasi yang sama seperti aslinya.</p>

## DEFINISI DASAR

**Media budaya.** Bahan cair atau padat yang dikembangkan untuk keperluan medis untuk membudidayakan dan mengidentifikasi mikroorganisme yang mampu menghasilkan penyakit (patogen) dan untuk berbagai keperluan lainnya.

**Elemen pengeluaran (adaptor).** Perangkat yang juga disebut Combitips, terpasang pada kepala pengeluaran untuk mengeluarkan larutan. Ukuran dan bentuk yang berbeda tersedia sesuai dengan volume yang akan dibagikan dan karakteristik larutan yang digunakan.

**Cawan petri.** Pelat dangkal yang terbuat dari kaca atau plastik yang digunakan untuk kultur mikroorganisme di laboratorium.

**Mencampur.** Penambahan zat yang tidak menghasilkan reaksi kimia. Dalam campuran homogen, komposisi dan penampilannya harus seragam.

### 6.3.22 Oven Kering

Oven pengering digunakan di laboratorium untuk mengeringkan dan mensterilkan wadah kaca dan logam. Produsen telah mengembangkan beberapa jenis oven pengering untuk tujuan tersebut: beberapa beroperasi dengan konveksi alami atau dengan konveksi paksa, yang lain dengan konveksi gravitasi. Secara umum, oven beroperasi antara suhu kamar dan 350 °C. Mereka juga dikenal sebagai oven udara panas, atau poupinel atau pupinel.

#### TUJUAN OVEN

Oven pengering digunakan untuk mensterilkan atau mengeringkan peralatan gelas dan bahan logam yang digunakan untuk pemeriksaan atau pengujian yang dilakukan di laboratorium. Sterilisasi panas kering bahan bersih dilakukan pada suhu 180 °C selama dua jam dalam oven. Setelah dipanaskan oleh udara kering bersuhu tinggi, kelembapan menguap dari peralatan gelas dan dengan demikian kemungkinan ada aktivitas biologis yang tersisa dihilangkan.

#### PRINSIP OPERASIONAL

Umumnya, oven pengering memiliki ruang internal dan eksternal. Ruang internal terbuat dari bahan aluminium atau stainless steel dengan sifat perpindahan panas yang sangat baik. Ini memiliki satu set rak yang terbuat dari kisi-kisi stainless steel sehingga udara bersirkulasi bebas di sekitar objek yang membutuhkan pengeringan atau sterilisasi panas kering. Itu diisolasi dari ruang eksternal dengan bahan isolasi yang mempertahankan kondisi suhu tinggi secara internal dan menunda perpindahan panas ke luar. Ruang luar terbuat dari laminasi baja, ditutupi dengan film pelindung dari cat elektrostatis. Panas dihasilkan melalui rangkaian resistor listrik yang mentransfer energi panas ini ke ruangan. Resistor ini terletak di bagian bawah oven dan panas dipindahkan dan didistribusikan melalui konveksi alami atau paksa (dalam oven dengan ventilasi internal).

Daya (energi per satuan waktu) yang dihamburkan oleh resistor listrik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$P = I^2R$$

Di mana:

$I$  = Intensitas arus listrik dalam ampere [A]

$R$  = hambatan listrik dalam ohm [ $\Omega$ ]

Mengingat bahwa energi tidak diciptakan atau dimusnahkan tetapi diubah, adalah mungkin untuk menghitung energi termal yang setara dengan elemen resistif. Dalam kasus kawat resistif, jumlah panas [ $q$ ] yang hilang dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$I^2 R = q \cdot \pi r^2 L$$

Di mana:

$R$  = tahanan kawat resistif  $I$  = intensitas arus listrik  $r$  = jari-jari luar kawat  $L$  = panjang kawat tahanan  $q$  = kalor yang dihasilkan per satuan volume

Perlawanan [ $R$ ] dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$R = \rho L$$

SEBUAH

Di mana:

$\rho$  = resistivitas bahan resistor A = permukaan kawat resistansi

Oven memiliki pintu logam dengan insulasi termalnya sendiri yang dilengkapi dengan pegangan berinsulasi serupa untuk mencegah luka bakar di tangan. Pintu dipasang di bagian depan oven dengan satu set engsel yang memungkinkannya terbuka pada sudut 180°.

Oven modern dikendalikan oleh modul dengan mikroprosesor. Hal ini memungkinkan pemilihan parameter pengoperasian peralatan dan alarmnya; dan pemrograman siklus atau proses termal yang dikendalikan, tidak hanya suhu tetapi juga cara yang mereka butuhkan untuk bervariasi dalam waktu melalui fase pemanasan/pendinginan (alami) atau melalui suhu stabil yang dipertahankan dalam interval waktu tertentu. Oven beroperasi secara normal dari suhu kamar hingga 350 °C. Beberapa model memiliki rentang operasi yang terbatas. Oven yang lebih tua hanya memiliki satu set resistor, yang operasinya dikendalikan oleh termostat.

**Tabel berikut menampilkan hubungan suhu/waktu yang diperlukan untuk sterilisasi panas kering dalam oven pengering.**

Table 10. Temperature/Waktu sterilisasi dengan panas kering

Temperature (°C )	Waktu (minutes)
180	30
170	60
160	120
150	150
140	180

121

360

### **PERSYARATAN INSTALASI**

Untuk dapat digunakan, oven pengering membutuhkan hal-hal berikut:

1. Meja kerja yang besar, kuat, dan rata.
2. Ruang bebas minimal 5 cm di sekeliling oven dan ruang yang cukup untuk meletakkan bahan yang akan diproses.
3. Stopkontak listrik dengan tiang arde dengan ukuran yang sesuai untuk memasok daya listrik ke oven. Itu harus dalam kondisi baik dan memenuhi standar kelistrikan nasional atau internasional yang digunakan di laboratorium dan tidak boleh lebih dari 1 m dari peralatan. Tegangan tipikal yang digunakan adalah 110 V atau 220 V/60 Hz.
4. Memverifikasi bahwa sirkuit listrik memiliki perangkat perlindungan yang diperlukan untuk menjamin suplai listrik yang memadai.

### **PENGOPERASIAN OVEN**

Serangkaian tindakan pencegahan harus diperhitungkan untuk pengoperasian oven yang benar. Di antara yang paling penting adalah sebagai berikut:

1. Jangan menggunakan bahan yang mudah terbakar atau meledak di dalam oven.
2. Hindari tumpahan larutan asam atau uap korosif di dalam oven untuk mencegah korosi pada permukaan dan rak bagian dalam.
3. Gunakan elemen pelindung diri (sarung tangan berpelindung, kaca mata pengaman, dan penjepit untuk meletakkan atau mengeluarkan zat atau bahan di dalam oven pengering).

### **RUTIN OPERASI**

Secara umum, prosedur berikut dilakukan:

1. Aktifkan sakelar utama dengan menekan tombol yang biasanya ditandai dengan simbol [I].
2. Tekan tombol yang diidentifikasi sebagai Program.
3. Pilih temperatur operasional dengan menekan tombol bertanda (+) hingga temperatur yang dipilih muncul di layar. Oven akan memulai proses pemanasan hingga mencapai suhu yang dipilih.
4. Untuk oven yang dapat diprogram, instruksi harus diikuti seperti yang ditentukan oleh pabrikan untuk menyetel parameter tambahan seperti waktu, jenis pemanasan dan alarm.

## **KONTROL OVEN**

Diagram kontrol yang mengatur oven pengering modern ditunjukkan pada Gambar. Dimungkinkan untuk mengidentifikasi elemen-elemen berikut:

1. Sakelar utama.
2. Layar untuk mengontrol suhu saat ini dan yang dipilih.
3. Tombol pemilihan parameter (menu).
4. Tombol untuk siklus operasi pemrograman.
5. Tombol untuk menaikkan dan menurunkan suhu.

Setiap pabrikan memberikan instruksi terperinci untuk mengoperasikan ontrol ini. Secara umum, mereka terletak di bagian bawah oven dan didinginkan oleh ventilator yang mensirkulasikan udara ambien di dalam ruang perakitan tempat komponen elektronik lainnya dipasang.

## **SIRKUIT LISTRIK**

Rangkaian listrik dasar oven pengering. Elemen-elemen berikut diuraikan:

1. Sakelar utama. Ini memberi energi atau mematikan oven.

2. Kontrol. Ini mengontrol fungsi oven (suhu, waktu, jenis pemanasan dan pendinginan, mode operasi yang dipilih seperti pemanasan awal, sterilisasi, dehidrasi, persiapan, pengeringan, dan bahkan pemanggangan).
3. Resistor. Elemen pemanas mengubah energi listrik menjadi energi panas.
4. Sistem indikator. Perangkat yang melengkapi kontrol umum. Ini menunjukkan jika oven menyala dan beroperasi.

## **KONTROL KUALITAS**

Kontrol kualitas oven pengering sedikit menuntut karena sterilisasi dengan panas kering memiliki suhu dan waktu sebagai parameter kritis. Umumnya spora *Bacillus subtilis* (varietas Niger) digunakan sebagai indikator biologis. Ini harus diinkubasi selama beberapa jam setelah proses sterilisasi. Muatan spora awal indikator biologis berkisar antara  $5 \times 10^5$  dan  $1 \times 10^6$ . Efektivitas siklus tergantung pada difusi panas, jumlah yang tersedia dan jumlah yang hilang. Tindakan mikrobisidalnya dipengaruhi oleh adanya bahan organik atau kotoran pada artikel. Sterilisasi dengan panas kering harus dibatasi pada bahan yang tidak dapat disterilkan dalam autoklaf.

## **PERAWATAN RUTIN**

Perawatan yang dibutuhkan oleh oven pengering sederhana dan tidak diperlukan perawatan rutin yang rumit. Rutinitas perawatan umum yang harus dilakukan sebagaimana diperlukan dijelaskan selanjutnya. Prosedur bervariasi tergantung pada jenis oven dan desain dari produsen yang berbeda.

Peringatan: Sebelum melakukan perawatan rutin apa pun pada oven, pastikan oven berada pada suhu ruangan dan dicabut dari stopkontak listrik.

### **Akses ke komponen elektronik**

Frekuensi: Kapan pun diperlukan

Komponen elektronik oven biasanya terletak di bagian bawahnya. Untuk dapat memeriksanya, lakukan sebagai berikut:

1. Cabut oven dari stopkontak listrik.

2. Gerakkan oven ke depan hingga bagian depan alas sejajar dengan tepi ruang kerja.
3. Tempatkan dua irisan setebal kira-kira 3 cm di bawah masing-masing penyangga depan. Ini akan meninggikan bagian depan oven dan memudahkan pemeriksaan elemen elektronik setelah penutup bawah dilepas.
4. Lepaskan sekrup yang menahan penutup bawah dan angkat. Selanjutnya, periksa komponen kontrol elektronik. Secara umum, elemen berikut terletak di kompartemen ini.
  - a. Panel kontrol yang dapat diprogram
  - b. Rilis keselamatan
  - c. Sakelar utama dan pemutus arus (gabungan)
5. Pasang kembali penutup setelah pemeriksaan selesai.

### **Mengubah resistor pemanas**

Frekuensi: Kapan pun diperlukan

Prosedur yang dijelaskan selanjutnya harus dilakukan oleh personel dengan pengetahuan listrik yang baik.

1. Cabut oven dari stopkontak listrik.
2. Lepaskan termometer dari bagian atas wadah.
3. Buka pintu dan lepaskan rak.
4. Lepaskan probe termometer.
5. Lepaskan sekrup yang menahan panel bawah.
6. Lepaskan panel bawah.
7. Lepaskan sekrup yang menahan kabel umpan listrik resistor dan lepaskan terminal yang mengencangkannya ke resistor.
8. Lepaskan sekrup yang menahan resistor serta resistor eksternal.

9. Pasang resistor baru dengan karakteristik yang sama dengan aslinya.
10. Pasang kembali komponen dan sambungkan kembali komponen kelistrikan.

### **Mengganti ventilator pendingin**

Frekuensi: Kapan pun diperlukan

Untuk mengganti ventilator pendingin (umumnya terletak di bagian bawah), prosedur ini harus diikuti:

1. Lanjutkan seperti yang dijelaskan untuk membuka kompartemen elektronik.
2. Lepaskan terminal pasokan listrik ventilator.
3. Lepas sekrup yang menahan ventilator.
4. Pasang ventilator dengan spesifikasi yang sama dengan aslinya; sambungkan kabel yang memberi makan ventilator ke terminal.
5. Pasang kembali penutup pelindung.

### **Penggantian paking pintu**

Frekuensi: Kapan pun diperlukan

Paking pintu biasanya terbuat dari silikon.

1. Matikan oven dan buka pintunya.
2. Kendurkan alat pengaman yang menahan paking di tempatnya.
3. Lepas paking menggunakan obeng untuk melepaskannya dari pemandu penahan. Menghindari menggunakan kekuatan berlebihan yang dapat mendistorsi perumahan.
4. Pasang gasket pengganti mulai dari bagian atas. Selanjutnya, pindahkan sisa paking ke samping, kencangkan dengan elemen rakitan yang mengencangkannya ke pintu. Selesaikan prosedur di bagian bawah pintu dengan cara yang sama.

### **Perubahan termokopel**

Frekuensi: Kapan pun diperlukan

1. Buka kompartemen kontrol elektronik.
2. Lepaskan kabel penghubung termokopel dari titik sambungannya pada kartu kontrol.
3. Kendurkan rakitan termokopel dari bagian atas oven. Gerakkan ke arah bagian depan sampai panjang bebas kabel konektor minimal 15 cm dibiarkan terbuka.
4. Potong kabel dari termokopel untuk melepas pembungkusnya.
5. Amankan ujung terpotong dari termokopel yang rusak dengan kabel dari penggantinya. Gunakan selotip untuk mencegahnya menjadi longgar.
6. Tarik perlahan termokopel yang rusak di luar kompartemen elektronik sambil tetap menyambungkan kabel listrik untuk digunakan sebagai panduan selama pengantiannya
7. Putuskan sambungan kabel termokopel lama dan pasang kabel termokopel baru ke dalamnya terminal koneksi masing-masing. Periksa apakah polaritas asli dipertahankan.
8. Pasang kembali penutup pelindung.

### **Penggantian engsel pintu**

Frekuensi: Kapan pun diperlukan

Untuk mengganti engsel pintu, lanjutkan seperti yang dijelaskan selanjutnya:

1. Buka pintu dan angkat dari engselnya.
2. Lepaskan sekrup rakitan dari engsel yang rusak.
3. Lepas engsel yang rusak.
4. Pasang engsel baru dan kencangkan dengan sekrup rakitan.
5. Pasang kembali pintu.

TABLE TROUBLESHOOTING		
MASALAH	KEMUNGKINAN PENYEBAB	SOLUSI
Tidak ada listrik ke oven. Oven tidak terhubung. Hubungkan oven ke stopkontak listrik.	Tidak ada listrik ke oven. Oven tidak terhubung. Hubungkan oven ke stopkontak listrik.	Tidak ada listrik ke oven. Oven tidak terhubung. Hubungkan oven ke stopkontak listrik.
Sakelar utama mati. Aktifkan sakelar mulai.	Sakelar utama mati. Aktifkan sakelar mulai.	Sakelar utama mati. Aktifkan sakelar mulai.
Pemutus sirkuit rusak. Ubah pemutus sirkuit.	Pemutus sirkuit rusak. Ubah pemutus sirkuit.	Pemutus sirkuit rusak. Ubah pemutus sirkuit.
Kartu kendali rusak. Gantikan kartu kendali.	Kartu kendali rusak. Gantikan kartu kendali.	Kartu kendali rusak. Gantikan kartu kendali.
Kabel konektor rusak. Periksa/perbaiki kabel konektor.	Kabel konektor rusak. Periksa/perbaiki kabel konektor.	Kabel konektor rusak. Periksa/perbaiki kabel konektor.
	Kabel konektor rusak. Periksa/perbaiki kabel konektor.	Kabel konektor rusak. Periksa/perbaiki kabel konektor.
Suhu tinggi yang tidak menentu. Termokopel rusak. Ganti termokopel.	Suhu tinggi yang tidak menentu. Termokopel rusak. Ganti termokopel.	Suhu tinggi yang tidak menentu. Termokopel rusak. Ganti termokopel.
Kontrolnya rusak. Gantikan kontrolnya.	Kontrolnya rusak. Gantikan kontrolnya.	Kontrolnya rusak. Gantikan kontrolnya.

Oven menunjukkan kesalahan pemanasan. Suhu lebih rendah dari yang dipilih. Ubah pilihan suhu. Tunggu hingga mencapai suhu yang dipilih.	Oven menunjukkan kesalahan pemanasan. Suhu lebih rendah dari yang dipilih. Ubah pilihan suhu. Tunggu hingga mencapai suhu yang dipilih.	Oven menunjukkan kesalahan pemanasan. Suhu lebih rendah dari yang dipilih. Ubah pilihan suhu. Tunggu hingga mencapai suhu yang dipilih.
Termokopel rusak. Ganti termokopel.	Termokopel rusak. Ganti termokopel.	Termokopel rusak. Ganti termokopel.
Resistor pemanas rusak. Ganti resistor pemanas.	Resistor pemanas rusak. Ganti resistor pemanas.	Resistor pemanas rusak. Ganti resistor pemanas.
Relai rusak. Gantikan relai.	Relai rusak. Gantikan relai.	Relai rusak. Gantikan relai.
Kontrolnya rusak. Ganti kontrol.	Kontrolnya rusak. Ganti kontrol.	Kontrolnya rusak. Ganti kontrol.
Layar menampilkan pesan "buka". Sirkuit termokopel terbuka. Verifikasi sambungan termokopel atau gantikan termokopel.	Layar menampilkan pesan "buka". Sirkuit termokopel terbuka. Verifikasi sambungan termokopel atau gantikan termokopel.	Layar menampilkan pesan "buka". Sirkuit termokopel terbuka. Verifikasi sambungan termokopel atau gantikan termokopel.

## DEFINISI

**Pemutus arus.** Perangkat kontrol listrik yang memungkinkan peralatan atau perangkat untuk ON atau OFF. Ini juga disebut saklar.

**Termokopel Listrik.** Perangkat yang digunakan untuk pengukuran suhu yang akurat. Ini terdiri dari kabel dari dua logam berbeda yang disatukan di satu ujung, menghasilkan tegangan kecil yang sebanding dengan perbedaan suhu antara kedua ujungnya. Fenomena ini dikenal sebagai "efek Seebeck" untuk menghormati penemunya, dokter Jerman Thomas Seebeck.

**Panas.** Suatu bentuk energi yang dipindahkan dari satu sistem pada suhu tertentu ke sistem lain pada suhu yang lebih rendah melalui perbedaan suhu antara keduanya. Ketika

sebuah sistem bermassa besar [M] dihubungkan dengan sistem lain bermassa kecil [m'] pada suhu yang berbeda, suhu yang dihasilkan mendekati suhu awal dari sistem bermassa lebih besar. Maka dikatakan bahwa sejumlah kalor  $\Delta Q$  telah dipindahkan dari sistem bertemperatur lebih tinggi ke sistem bertemperatur lebih rendah. Jumlah panas  $\Delta Q$  sebanding dengan perubahan suhu  $\Delta T$ . Konstanta proporsi [C] atau kapasitas kalor dari sistem, memungkinkan hubungan berikut:  $\Delta Q = C\Delta T$ , yang menyimpulkan bahwa salah satu akibat dari perubahan temperatur dalam suatu sistem adalah perpindahan kalor.

**Perlawanan.** Oposisi bahwa bahan atau sirkuit listrik memaksakan aliran arus listrik. Ini adalah milik sirkuit yang mengubah energi listrik menjadi panas karena menentang aliran arus. Resistansi [R], suatu benda dengan penampang seragam seperti kawat, berbanding lurus dengan panjang [l] dan berbanding terbalik dengan luas penampang [a]. Resistansi dihitung dengan persamaan berikut:

$$R = k \times l$$

sebuah

Dimana: k = konstanta yang bergantung pada satuan yang digunakan l = Panjang konduktor  
a = luas penampang konduktor

Ohm ( $\Omega$ ) adalah satuan umum hambatan listrik; satu ohm sama dengan satu volt per ampere. Termostat. Perangkat yang mengatur suhu sistem. Ini biasanya beroperasi dengan perluasan salah satu komponennya yang secara mekanis mengaktifkan elemen lain, misalnya sakelar yang mengontrol fungsi tertentu.

### 6.3.23 INCUBATOR

Kata inkubator berasal dari kata Latin *incubare* yang berarti merenung. Inkubator dirancang sebagai ruang dengan suhu, atmosfer, dan kelembapan yang terkontrol untuk tujuan memelihara organisme hidup di lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhannya. Di antara kegunaannya yang paling umum adalah inkubasi kultur bakteriologis, virus, mikrobiologis, dan seluler; penentuan permintaan biokimia untuk oksigen (BOD) dan penyimpanan biologis.

Inkubator bervariasi dalam kompleksitas dan desain. Beberapa hanya mengontrol suhu sementara yang lain juga mengontrol komposisi atmosfer. Beberapa memiliki kapasitas untuk mencapai kondisi temperatur di bawah temperatur ruangan dengan sistem refrigerasi. Tergantung pada desain dan spesifikasinya, kontrol inkubator

Inkubator standar suhu dari -10 °C dan naik ke 75 °C atau sedikit lebih. Beberapa inkubator memiliki injeksi CO<sub>2</sub> untuk mencapai kondisi atmosfer khusus di mana pertumbuhan berbagai spesies organisme dan sel disukai.

## **PRINSIP OPERASIONAL**

Inkubator menggunakan beragam sarana perpindahan panas dan kontrol lingkungan untuk mencapai kondisi untuk prosedur laboratorium khusus. Secara umum, ini memiliki sistem resistor listrik yang dikendalikan oleh termostat atau mikroprosesor. Adapun sistem perpindahan panas, inkubator menggunakan konduksi dan konveksi alami atau paksa.

### **Konduksi termal**

Dalam inkubator yang berfungsi dengan konduksi termal, satu set resistor listrik memindahkan panas langsung ke dinding ruang tempat sampel diinkubasi. Resistor merupakan wilayah bersuhu tinggi, sedangkan bilik adalah salah satu bersuhu lebih rendah. Pemindahan energi panas selalu terjadi dari daerah yang bersuhu lebih tinggi menuju daerah yang bersuhu lebih rendah menurut persamaan dasar Fourier berikut:

$$q = -kA \frac{\partial T}{\partial x}$$

$\partial x$

Di mana:

q = jumlah panas yang dipindahkan secara konduksi k = konduktivitas termal bahan a = luas perpindahan panas

$\partial T$  = gradien temperatur dalam arah aliran kalor

Tanda minus (-) dimasukkan ke dalam persamaan untuk memenuhi hukum kedua termodinamika.

## Konveksi termal

Dalam inkubator dengan konveksi termal, panas yang dihasilkan oleh sistem resistor dipindahkan melalui sirkulasi udara di ruang inkubasi, mentransfernya ke sampel. Efisiensi proses ini tergantung pada pola aliran udara. Secara umum, udara masuk dari bagian bawah inkubator dan dipanaskan dalam kompartemen yang mengalir ke ruang inkubasi menurut pola yang seragam. Akhirnya keluar melalui pipa yang terletak di bagian atas inkubator.

Persamaan dasar yang menjelaskan konveksi adalah :

$$q = hA(T_w - T_\theta)$$

Di mana:

$q$  = Jumlah kalor yang dipindahkan melalui konveksi  
 $h$  = Koefisien konveksi untuk perpindahan kalor  
 $A$  = Luas perpindahan kalor

$T_w$  = Temperatur pada permukaan resistor

$T_\theta$  = Temperatur fluida (udara)

Beberapa inkubator juga memiliki ventilator untuk mengalirkan udara dengan konveksi paksa. Dalam diagram berikut, tiga desain yang digunakan untuk inkubator ditunjukkan pada Gambar 39: konduksi termal, konveksi alami, dan konveksi paksa.

Ketika suhu yang lebih rendah dari suhu kamar [ $T_a$ ] diperlukan di ruang inkubasi, perlu adanya sistem pendingin. Ini memungkinkan panas diekstraksi untuk menjaga ruang inkubasi tetap dingin. Sistem pendingin dioperasikan oleh sistem kontrol suhu inkubator. Air masuk keadaan cair memiliki kapasitas penyerapan dan retensi termal yang besar. Beberapa pabrik telah memasukkan ruang air yang mengelilingi ruang inkubasi ke dalam desain mereka. Ini sangat berguna untuk menjamin kondisi suhu yang sangat stabil di dalam ruang inkubasi.

Tersedia inkubator yang dirancang untuk menyuntikkan dan mempertahankan konsentrasi gas seperti karbon dioksida ( $CO_2$ ) dalam ruang inkubasi antara 3% dan 5%.

Sistem kontrol suhu inkubator didasarkan pada penggunaan termostat (bi-logam atau cairan ekspansi); termokopel, termistor atau beragam elemen semikonduktor. Ini menggunakan

sirkuit elektronik yang mengontrol, melalui mikroprosesor, suhu serta fungsi inkubator. Setiap pabrikan telah mengembangkan desainnya sendiri. Suhu inkubator aktual atau terprogram dan informasi lainnya ditampilkan pada layar light emitting diodes (LED).

Agar suhu inkubator dapat diatur dengan baik, harus ada perbedaan minimal 5 °C antara suhu ruang [Tc] dan suhu ruangan [Ta]. Jika suhu ruangan [Tc] harus lebih rendah dari suhu ruangan [Ta], diperlukan sistem refrigerasi. Karena itu, perolehan inkubator bergantung pada jenis prosedur yang dilakukan di laboratorium. Spesifikasi teknis harus dipelajari dan didefinisikan dengan hati-hati agar akuisisi dapat memenuhi kebutuhan sebenarnya dari setiap laboratorium.

### **KONTROL INKUBATOR**

Diagram yang ditunjukkan pada Gambar 40 mengilustrasikan jenis kontrol yang biasanya ditemukan dalam model inkubator terbaru.

1. Sakelar utama untuk menghidupkan atau mematikan peralatan. Beberapa pabrikan menyertakan pemutus perlindungan. Sakelar memiliki dua posisi: posisi ON [I], inkubator diberi energi. Pada posisi [O], inkubator dimatikan.
2. Layar yang menampilkan parameter yang dipilih. Misalnya: suhu yang dipilih, suhu alarm (maksimum dan minimum).
3. Dua tombol kontrol biasanya diidentifikasi sebagai Menu dan Pilihan atau Set. Ini memungkinkan inkubator untuk diprogram dan untuk menentukan ambang batas alarm.
4. Dua tombol pilihan untuk penyesuaian suhu. Tombol pemilihan digunakan dalam kombinasi dengan tombol kontrol.
5. Satu set tampilan LED yang menandakan status operasional. Jika sistem pemanas sedang beroperasi, LED berbunyi "Panas". Jika inkubator sedang diprogram, tampilan LED berbunyi sebagai "Program".
6. Tombol pemilihan dan kontrol terletak di panel kontrol.

Setiap pabrikan menggunakan kontrol yang sesuai dengan desain inkubator: secara umum, inkubator memiliki kontrol yang disebutkan di atas. Instruksi ditemukan dalam manual pengguna yang disediakan oleh produsen.

Pada umumnya parameter yang diinginkan dipilih dengan menggunakan tombol Menu. Dengan menggunakan tombol pilihan, parameter disesuaikan hingga mencapai titik yang diinginkan. Pemilihan kemudian dikonfirmasi dengan menggunakan tombol Seleksi atau Set.

## **PERSYARATAN INSTALASI**

Inkubator memerlukan kondisi berikut untuk fungsinya:

1. Sambungan listrik yang memenuhi standar kelistrikan yang digunakan di negara tersebut. Outlet listrik yang memberi makan inkubator tidak boleh lebih dari 1,5 m dari inkubator. Sambungan listrik harus memasok tegangan 120 V, 60 Hz atau 220-240 V, 50/60 Hz dan memiliki sambungan pentanahan sendiri.
2. Ruang kosong di sisi dan belakang peralatan untuk memungkinkan jalur kabel dan ventilasi yang diperlukan untuk fungsi normal inkubator. Ruang ini diperkirakan antara 5 dan 10 cm.
3. Area di laboratorium yang variasi suhunya minimal.
4. Meja atau penghitung yang kokoh dan rata, mampu menopang berat inkubator. Berat inkubator dengan tiga rak adalah antara 60 dan 80 kg.

## **PEMELIHARAAN RUTIN DAN PENGGUNAAN INKUBATOR**

Operasi umum dan perawatan rutin untuk inkubator ditampilkan berikutnya. Prosedur khusus harus diikuti sesuai dengan rekomendasi dari masing-masing pabrikan.

### **Rekomendasi untuk operasi**

1. Jangan menggunakan inkubator jika terdapat bahan yang mudah terbakar atau mudah terbakar karena komponen di dalam peralatan ini dapat menjadi sumber api selama pengoperasian.

2. Hindari menumpahkan larutan asam di dalam inkubator. Ini menyebabkan bahan ruang inkubasi memburuk. Jika memungkinkan, coba gunakan zat yang pH-nya netral. Hindari inkubasi zat yang menghasilkan uap korosif.
3. Hindari menempatkan wadah pada penutup bawah yang melindungi elemen pemanas resistif.
4. Gunakan elemen pelindung pribadi saat menggunakan inkubator: kacamata pengaman, sarung tangan, penjepit untuk meletakkan dan melepas wadah.
5. Hindari berada di depan inkubator terbuka. Beberapa zat mengeluarkan uap yang tidak boleh dihirup.
6. Kalibrasi inkubator tempat inkubator dipasang untuk memastikan keseragaman dan stabilitasnya.
7. Verifikasi suhu operasional inkubator pada pagi dan sore hari, dengan instrumen terkalibrasi yang bersertifikat (termometer, termokopel, dll.).
8. Daftarkan dalam dokumen atau formulir yang sesuai untuk setiap ekskursi yang terdeteksi di inkubator (yaitu suhu, kelembapan, atau tingkat CO<sub>2</sub>) dan tindakan korektif yang diperlukan.
9. Harian: Pastikan suhu dalam inkubator tidak bervariasi lebih dari satu derajat celsius (+/- 1 °C). Rekam suhu.
10. Tambahkan zat penghambat mikroba yang tidak mudah menguap jika diperlukan air di dalam inkubator untuk mempertahankan

### **Rekomendasi pembersihan**

Bersihkan kultur sel atau inkubator bakteri secara teratur, setidaknya setiap 14 hari dan setelah terjadi tumpahan bahan infeksius, gunakan disinfektan yang sesuai.

1. Lepaskan inkubator sebelum memulai proses pembersihan.
2. Gunakan bahan pembersih non-abrasif: selembur kain yang dibasahi dengan detergen lembut untuk membersihkan permukaan interior dan eksterior yang mudah dijangkau.

3. Hindari kontak antara bahan pembersih dan elemen listrik.
4. Tunggu hingga inkubator kering (bebas kelembapan) sebelum menyambungkannya kembali.

### **Perawatan rutin**

Inkubator yang dipasang dan dioperasikan dengan baik memiliki sedikit tuntutan pemeliharaan dan bertahun-tahun dapat berlalu sebelum memerlukan intervensi teknis apa pun. Saat melakukan aktivitas perawatan apa pun, itu harus dilakukan sesuai dengan rekomendasi pabrikan.

Peringatan: Sebelum melakukan perbaikan apa pun, pastikan inkubator telah didekontaminasi, bersih, dan terputus dari saluran umpan listrik.

Pemeliharaan rutin yang disajikan selanjutnya harus dilakukan hanya oleh personel yang disetujui dengan pelatihan teknis di inkubator yang mengetahui risiko yang dijalankan dalam jenis kegiatan ini. Rutinitas ini berfokus pada verifikasi kondisi dan fungsi yang benar dari komponen-komponen berikut:

1. Paking pintu. Ini umumnya terbuat dari bahan dasar silikon yang dijamin dapat digunakan selama beberapa tahun. Untuk mengganti paking, pintu harus diturunkan dan mekanisme yang mengikatnya ke pintu harus dilepas. Secara umum, paking dipasang di alur. Gasket baru harus memiliki spesifikasi yang sama dengan aslinya. Pemasangannya dilakukan dengan menggunakan rumah paking di pintu dan mekanisme pengencang yang bisa sesederhana satu set sekrup di beberapa inkubator.
2. Elemen pemanas (sistem resistor). Elemen pemanas umumnya terletak di bagian bawah inkubator. Untuk menggantinya, perlu melepas panel dan penutup bawah inkubator. Di beberapa inkubator, pintunya juga harus dilepas (bagian luar, logam, bagian dalam, kaca). Setelah penutup pelindung dilepas, resistor dan sistem sensor suhu diputus dan diganti dengan yang baru dengan spesifikasi yang sama seperti aslinya. Semua elemen yang dilepas kemudian dipasang kembali, dan kalibrasi dilakukan.

3. Ventilator pendingin. Jika terjadi kerusakan, komponen ini harus diganti dengan ventilator dengan karakteristik yang sama dengan aslinya. Untuk memasangnya, kompartemen tempat penyimpanannya harus dibuka. Di beberapa inkubator, perlu melepas pintu dan beberapa panel pelindung. Setelah ini selesai, ventilator yang rusak dilepas dan diganti dengan yang baru, memastikan bahwa udara berhembus ke arah yang benar. Semua elemen yang diturunkan kemudian dipasang kembali. Untuk mengganti komponen yang disebutkan di bawah, lakukan dengan cara yang sama seperti yang dijelaskan untuk komponen sebelumnya. Sangatlah penting untuk menggunakan suku cadang pengganti dengan spesifikasi yang sama dengan aslinya.
4. Ventilator sirkulasi internal.
5. Kontrol elektronik.
6. Komponen elektronik.
7. Termokopel.
8. Pintu kaca (internal).
9. Tangani.
10. Badan inkubator (elemen internal dan eksternal).

#### d. Troubleshooting operasional

**Kondisi umum yang disampaikan dalam tabel berikut harus dilaksanakan oleh personel yang kompeten dengan pelatihan khusus dalam pengoperasian dan pemeliharaan inkubator. Kasus khusus harus ditangani sesuai dengan rekomendasi pabrikan.**

**TABEL TROUBLESHOOTING**

#### Inkubator Standar

MASALAH	PENYEBAB	SOLUSI
Inkubator tidak berfungsi.	Tidak ada daya di jaringan umpan listrik.	Periksa kondisi sambungan listrik.
	Tombol on/off dalam posisi off.	Tempatkan sakelar ke posisi ON.
	Kabel umpan listrik rusak.	Periksa kabel atau ganti.

Inkubator menampilkan kesalahan pemanasan.	Kontrol suhu rusak.	Periksa dan sesuaikan atau ganti kontrol suhu.
	Resistor pemanas rusak.	Ganti resistor dengan yang cadangan dengan karakteristik yang sama seperti aslinya.
	Koneksi resistor pemanas rusak.	Bersihkan titik koneksi. Sesuaikan koneksi.
	Termokopel listrik rusak.	Ganti termokopel listrik.
	Suhu yang dipilih lebih rendah dari suhu kamar.	Periksa spesifikasi inkubator. Hanya inkubator berpendingin yang dapat beroperasi dalam kondisi ini. Biasanya suhu sekitar lebih rendah dari inkubator.
	Relai rusak.	Ganti relai.
	Gasket pintu rusak.	Ganti paking pintu.
Alarm tetap menyala dan suhu lebih tinggi dari yang dipilih.	Suhu yang dipilih diubah ke nilai yang lebih rendah dari batas maksimum alarm.	Tunggu hingga suhu inkubator turun ke suhu yang dipilih.
	Kontrol suhu rusak. Ganti pengatur suhu.	Ganti pengatur suhu.
	Relai rusak.	Ganti relai.
Layar terus menunjukkan tanda kesalahan.	Biasanya LED menampilkan huruf EEE. Dioda alarm berkedip.	Biarkan inkubator menjadi dingin hingga stabil pada suhu operasional yang dipilih.
<b>Inkubator Suhu Rendah</b>		
<b>MASALAH</b>	<b>PENYEBAB</b>	<b>SOLUSI</b>
Kontrol inkubator tidak berfungsi. Saklar dimatikan.	Saklar dimatikan.	Hidupkan sakelar utama.
	Tidak ada umpan listrik.	Verifikasi sirkuit umpan listrik.
Pembacaan suhu tidak menentu. (Ini lebih tinggi atau lebih rendah dari yang dipilih).	Ada akumulasi embun beku di sekitar evaporator.	Defrost menurut prosedur yang ditentukan oleh pabrikan.
		Kurangi suhu pendinginan.
Suhu di ruang inkubasi seragam, tetapi lebih tinggi dari yang dipilih.	Ada akumulasi embun beku di sekitar evaporator.	Defrost menurut prosedur yang ditentukan oleh pabrikan.
	Aliran udara di interior terhalang oleh sampel.	Atur ulang isi inkubator untuk memungkinkan udara mengalir.

Suhu lebih tinggi atau lebih rendah dari yang dipilih.	Kontrol suhu mungkin memerlukan kalibrasi.	Kalibrasi sesuai dengan prosedur yang ditentukan oleh pabrikan.
Kontrol terputus saat beroperasi.	Saluran tegangan tidak memadai.	Verifikasi jalur voltase, ini tidak boleh berbeda lebih dari 5% dari voltase yang ditentukan yang ditunjukkan pada pelat.
		Sambungan listrik rusak.
Kompresor tidak berfungsi meskipun LED pendingin menyala.	Pelindung termal kompresor terbuka.	Verifikasi voltase; itu tidak boleh bervariasi lebih dari 5% dari tegangan yang ditentukan pada pelat.
Pembacaan suhu lebih tinggi dari yang dipilih dan membunyikan alarm di atas 40 °C.	Relai pendingin rusak.	Ganti relai pendingin.
	Kompresor rusak.	Ganti kompresor. Isi refrigeran dan kalibrasi (ini adalah prosedur khusus yang memerlukan alat khusus).

## DEFINISI

Permintaan Oksigen Biokimia (BOD). Jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme aerob untuk menguraikan bahan organik dalam sampel. Ini digunakan sebagai indikator tingkat pencemaran air. (BOD) diukur sebagai massa dalam miligram oksigen yang digunakan per liter sampel ketika diinkubasi pada 20 °C selama 6 hari.

LED (Light-emitting diode). Ini adalah perangkat elektronik yang banyak digunakan untuk menampilkan data di layar.

Perlawanan. Oposisi bahwa bahan atau sirkuit listrik memaksakan aliran arus listrik. Ini adalah milik sirkuit yang mengubah energi listrik menjadi panas karena menentang aliran arus. Resistansi [R], suatu benda dengan penampang seragam seperti kawat, berbanding lurus dengan panjang [l] dan berbanding terbalik dengan luas penampang [a]. Resistansi dihitung dengan persamaan berikut:

$$R = k \times l$$

sebuah

Dimana:  $k$  = konstanta yang bergantung pada satuan yang digunakan,  $l$  = Panjang konduktor,  $a$  = luas penampang konduktor

Ohm ( $\Omega$ ) adalah satuan umum hambatan listrik; satu ohm sama dengan satu volt per ampere.

konduksi termal. Ini adalah bentuk perpindahan panas dalam suatu zat ketika panas mengalir dari titik suhu yang lebih tinggi ke suhu yang lebih rendah.

konveksi termal. Ini adalah bentuk perpindahan panas melalui pergerakan fluida atau udara.

Termistor. Ini adalah komponen elektronik, resistansi yang bervariasi dengan suhu. Mereka adalah perangkat berbiaya rendah yang digunakan dalam beragam aplikasi; yang paling umum adalah kontrol suhu.

Termokopel. Perangkat untuk pengukuran suhu yang akurat yang terdiri dari dua logam berbeda yang disatukan di satu ujung, menghasilkan tegangan kecil yang sebanding dengan perbedaan suhu antara keduanya ketika salah satu sambungan memiliki suhu lebih tinggi dari yang lain. Fenomena ini dikenal sebagai "efek Seebeck" untuk menghormati penemunya, dokter Jerman Thomas Seebeck.

Termostat. Ini adalah perangkat yang mengatur suhu suatu sistem. Secara umum, ia beroperasi dengan memperluas salah satu komponennya yang secara mekanis mengaktifkan yang lain, misalnya sakelar yang mengontrol fungsi tertentu.

#### 6. 4. Pengecekan Antara

Merupakan kegiatan untuk mengukur mutu kinerja suatu alat laboratorium Kesehatan dengan cara:

1. Menggunakan minimal dua alat laboratorium dengan spesifikasi sama, sebaiknya dengan merk dan type yang sama
2. Menggunakan sampel yang sama
3. Dilakukan dilakukan oleh SDM yang sama

4. Melakukan perbandingan hasil pengukuran dari kedua alat yang berbeda
5. Toleransi yang diijinkan telah disepakati diawal, atau sesuai dengan referensi/ standar/ metode yang ada
6. Melakukan simpulan hasil pengecekan antara

## 6. 5. Biaya Pemeliharaan

### A. Menghitung nilai investasi alat elektromedik (*Annualized Investment Cost*)

Metode perencanaan biaya pemeliharaan peralatan kesehatan menggunakan sistem persentasi dari harga pengadaan, mengakibatkan biaya pemeliharaan suatu peralatan kesehatan akan sama untuk setiap tahun selama usia pakai alat tersebut.

Kenyataannya biaya pemeliharaan dipengaruhi oleh usia pakai suatu peralatan kesehatan, karena semakin bertambah usia pakai pada umumnya biaya pemeliharaan peralatan kesehatan juga akan semakin meningkat. Dengan menggunakan persentasi dari *Annualized Investment Cost* (AIC), maka perencanaan biaya pemeliharaan kesehatan dapat dihitung mengikuti usia pakai suatu peralatan kesehatan.

Biaya kegiatan perbaikan peralatan kesehatan akan meningkat sesuai dengan tingkat kerusakan serta usia pakai, dimana usia teknis (usia manfaat) akan semakin berkurang. Dengan melakukan perhitungan biaya pemeliharaan maksimal (*Maximum Maintenance Expenditure Limit = MMEL*), akan diperoleh nilai biaya pemeliharaan yang sesuai dengan sisa usia manfaat. Untuk mengukur tingkat efisiensi biaya pemeliharaan dapat dilakukan dengan membandingkan biaya pemeliharaan swakelola dengan jika pemeliharaan dilakukan oleh pihak lain atau pihak III.

**Biaya investasi (*Invesment Cost*)** adalah pengeluaran untuk barang modal yang pemanfaatannya dapat berlangsung selama satu tahun atau lebih, misalnya gedung, alat kerja, alat ukur dan kalibrasi, dll. Biaya investasi berhubungan dengan konsep biaya kesempatan (*opportunity cost*) dan depresiasi. Analisa biaya investasi dilakukan untuk suatu masa tertentu, pada umumnya untuk masa satu tahun anggaran, sehingga biaya investasi selalu disetahunkan (*annualized*). Nilai investasi disetahunkan suatu barang, dikenal dengan istilah "biaya investasi disetahunkan" (*Annualized Invesment Cost/AIC*), nilai tersebut dipengaruhi oleh nilai uang yang dibandingkan dengan inflasi, usia pakai serta usia teknis barang bersangkutan, dalam bentuk rumus sebagai berikut:

$$AIC = \frac{IIC(1 + i)^t}{L}$$

$AIC = \text{Annualized Investment Cost}$

$IIC = \text{Initial Investment Cost}$

$t = \text{Usia Pakai}$

$r = \text{Inflasi}$

$L = \text{Usia teknis barang investasi}$

Contoh perhitungan,

Pengadaan sebuah Alat labkes Harga Rp. 45.000.000,- pada tahun 2022 dengan usia teknis 6 tahun, jika tingkat inflasi adalah 8 %. Berapa nilai Investasi tahun 2028?

$$AIC = \frac{IIC(1+i)^t}{L}$$

$$AIC = \frac{Rp. 45.000.000 \times (1+8\%)^5}{6}$$

$$AIC = \frac{Rp. 45.000.000 \times 1,46932808}{6}$$

$$AIC = \frac{Rp. 66.119.763}{6}$$

$$AIC_{2024} = Rp. 11.019.961$$

Nilai AIC, contoh diatas dari awal sampai akhir usia teknis :

$$AIC_{2023} = Rp. 8.100.000$$

$$AIC_{2024} = Rp. 8.748.000$$

$$AIC_{2025} = Rp. 9.447.840$$

$$AIC_{2026} = Rp. 10.203.667$$

$$AIC_{2027} = Rp. 11.019.961$$

$$AIC_{2028} = Rp. 11.901.557$$

Jumlah Total = Rp.59.901.557

Sementara nilai investasi untuk straight line,

(pemeliharaan dengan persentase harga pengadaan)

$$= \frac{Rp. 45.000.000}{6} = Rp. 7.500.000$$

## B. Anggaran Pemeliharaan

Biaya Operasional (Operational Cost) yaitu biaya yang diperlukan untuk dapat mengoperasikan barang investasi, sehingga barang tersebut dapat berfungsi sebagaimana mestinya, termasuk dalam kelompok ini adalah : biaya gaji, insentif, biaya

makan, biaya obat dan bahan habis pakai, biaya listrik, air, telephone, biaya umum dan sebagainya.

Biaya pemeliharaan (Maintenance Cost) adalah biaya yang diperlukan untuk mempertahankan usia teknis dan menjaga fungsi barang investasi, agar barang tersebut dapat memproduksi sesuai dengan kapasitasnya. Termasuk dalam kelompok ini adalah biaya : pemeliharaan gedung, pemeliharaan alat kerja, pemeliharaan alat ukur dan kalibrasi serta pemeliharaan fasilitas lainnya.

Total biaya = Beaya (investasi + operasional + pemeliharaan)

Annualized Investment Cost atau biaya investasi disetahunkan adalah suatu metode untuk menghitung “penggunaan” biaya investasi pada tahun berjalan. Metode ini seperti menghitung biaya depresiasi atau penyusutan pada system akunting keuangan. Annualized Investment Cost menggunakan prinsip Nilai Sekarang (Present Value = PV) akan lebih rendah dibanding dengan Nilai Dimasa Depan (Future Value = FV), karena adanya inflasi nilai uang serta dihitung dengan memperhatikan usia pakai serta usia teknis suatu peralatan kesehatan.

Jika perencanaan anggaran dibuat berdasarkan perhitungan AIC dengan besaran 15%, maka anggaran pemeliharaan untuk masing-masing alat kesehatan adalah :

Nama Alat	Harga	Tahun	Usia Teknis	Pem - 2025	Pem - 2026	Pem - 2027
Alat Kesehatan -1	Rp 10.000.000	2022	5 Tahun	Rp 377.914	Rp 408.147	Rp 440.798
Alat Kesehatan -2	Rp 12.000.000	2022	5 Tahun	Rp 453.496	Rp 489.776	Rp 528.958
Alat Kesehatan -3	Rp 15.000.000	2022	6 Tahun	Rp 566.870	Rp 612.220	Rp 661.198
Alat Kesehatan -4	Rp 20.000.000	2022	6 Tahun	Rp 755.827	Rp 816.293	Rp 881.597
Alat Kesehatan -5	Rp 25.000.000	2022	7 Tahun	Rp 944.784	Rp 1.020.367	Rp 1.101.996

Dengan menggunakan perhitungan anggaran pemeliharaan berdasarkan AIC, diharapkan penyusunan anggaran pemeliharaan peralatan kesehatan di rumah sakit akan lebih realistis, dibandingkan dengan sistem perhitungan sebelumnya.

Adapun besarnya anggaran pemeliharaan masing-masing alat dihitung dalam batas maksimum beaya pemeliharaan per-tahun alat elektromedik.

### C. Batas Maksimum Biaya Pemeliharaan Alat Elektromedik

Pengertian batas biaya pemeliharaan adalah besarnya biaya maksimum yang harus dikeluarkan dalam rangka melakukan memelihara/ memperbaiki atau mengembalikan kondisi alat elektromedik sesuai dengan spesifikasi manufaktur.

Pelaksanaan kegiatan pemeliharaan alat kesehatan tentu membutuhkan biaya, terutama pada saat harus melakukan perbaikan atas bagian yang rusak. Perhitungan Batas Maksimum Biaya Pemeliharaan (*Maximum Maintenance Expenditure Limit = MMEL*) adalah suatu cara untuk menghitung biaya yang masih dapat diterima untuk memperbaiki atau memelihara suatu peralatan kesehatan di rumah sakit.

MMEL membutuhkan beberapa data sebagai dasar perhitungan batas maksimum biaya pemeliharaan, yaitu usia teknis dan harga pengganti dan MEL Faktor. Perhitungan MMEL dilakukan sebagai berikut.

1. Pastikan Usia Pakai, Usia Teknis dan Harga Pengganti alat kesehatan tersebut. Usia Pakai dihitung sejak alat kesehatan tersebut digunakan sampai saat perhitungan dilakukan dan Harga Pengganti adalah harga alat kesehatan saat perhitungan dilakukan dengan spesifikasi setara.
2. Tentukan sisa usia manfaat alat kesehatan tersebut.

$$\text{Sisa Usia Manfaat} = \text{Usia Teknis} - \text{Usia Pakai.}$$

3. Hitung Persentasi Manfaat

$$\text{Persentasi Manfaat} = \frac{\text{Sisa Usia Teknis}}{\text{Usia Teknis}}$$

4. Tentukan MEL Faktor, berikut adalah MEL Faktor yang disusun oleh Logistik Tentara Amerika dan di kutip oleh *American Hospital Association*.

Furniture Rumah Sakit	: 80%
Peralatan Listrik Dasar	: 80%
Peralatan Mekanik Dasar	: 80%
Peralatan Listrik mekanik dasar	: 80%
Peralatan Khusus	: 90%

5. Hitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{MMEL} = (\text{MEL Faktor}) \times (\text{Persentasi Usia Manfaat}) \times (\text{Harga Pengganti})$$

Contoh Perhitungan :

Sebuah alat Labkes yang mulai digunakan sejak tahun 2003 dengan Usia Teknis adalah 8 tahun atau 16.064 Jam, mengalami kerusakan pada tahun 2008 dengan usia pakai adalah 5 tahun atau 9.480 Jam.

Hitunglah biaya maksimum perbaikan alat Labkes tersebut, jika harga pengganti dengan spesifikasi yang sama adalah Rp. 78.000.000,-

Jawab :

Sisa Usia Teknis = Usia Teknis – Usia Pakai

$$= 16.064 - 9.480$$

$$= 5.584 \text{ Jam}$$

$$\% \text{ Usia Manfaat} = \frac{\text{Sisa Usia Teknis}}{\text{Usia Teknis}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Usia Manfaat} = \frac{5.584}{16.064} \times 100\% = 34,54\%$$

MMEL = MEL Faktor x Persentasi Usia Manfaat x Harga Pengganti

$$\text{MMEL} = 90 \% \times 34,54 \% \times \text{Rp. } 78.000.000,- = \text{Rp. } 24.247.080,-$$

Berarti jika biaya perbaikan alat defibrilator tersebut lebih besar dari Rp. 24.247.080, maka alat defibrilator tersebut secara ekonomi tidak layak untuk diperbaiki dan lebih tepat jika diganti dengan Alat Labkes yang baru.

**Tabel 11 Usia Teknis Alat Kesehatan (AHA, 1996)**

No.	Medical Equipment	Life in Years.	Life in Units	Unit of Measure
1	Absorptiometer, Dual Photon, X-ray	8	200,800	exposure
2	Absorptiometer, Single Photon, X-ray	8	200,800	exposure
3	Aerator	12	24,096	hours
4	Air Compressor	15	30,120	hours
5	Air Sampler	10	20,080	hours
6	Alcohol Analyzer	8	16,064	hours
7	Amalgamator	6	12,048	hours
8	Amino Acid Analyzer	8	16,064	hours
9	Analyzer, Alcohol	8	16,064	hours
10	Analyzer, Amino Acid	8	16,064	hours
11	Analyzer, Antibody Susceptible	8	16,064	hours
12	Analyzer, Blood Gas/ph	8	16,064	hours
13	Analyzer, BUN	6	12,048	hours
14	Analyzer, Carbon Dioxide	5	10,040	hours
15	Analyzer, Carbon Monoxide	8	16,064	hours
16	Analyzer, Cell	10	20,080	hours
17	Analyzer, Clinical Chemistry	8	16,064	hours
18	Analyzer, Coagulation	5	10,040	hours
19	Analyzer, Defibrillator	8	16,064	hours
20	Analyzer, ECG Monitor	5	10,040	hours
21	Analyzer, Electrical Safety	8	16,064	hours
22	Analyzer, Electrolyte	7	14,056	hours
23	Analyzer, Electrosurgical	10	20,080	hours
24	Analyzer, Enzyme	5	10,040	hours
25	Analyzer, Esophageal Motility	7	14,056	hours
26	Analyzer, Glucose	7	14,056	hours
27	Analyzer, Hearing Aid	10	20,080	hours
28	Analyzer, Infusion Pump	5	10,040	hours
29	Analyzer, Lactate	7	14,056	hours
30	Analyzer, Lithium	8	16,064	hours
31	Analyzer, Middle Ear	10	20,080	hours
32	Analyzer, Nitrogen	8	16,064	hours
33	Analyzer, Nitrous Oxide	8	16,064	hours
34	Analyzer, Oxygen	10	20,080	hours
35	Analyzer, Pacemaker Function	8	16,064	hours
36	Analyzer, Platelet Aggregation	5	10,040	hours
37	Analyzer, Pulmonary Function	10	20,080	hours
38	Analyzer, Radioimmunoassay	8	16,064	hours
39	Analyzer, Sodium/Potassium	8	16,064	hours
40	Analyzer, Ultrasonic Unit	9	18,072	hours
41	Analyzer, Vision Function	10	20,080	hours
42	Anesthesia Apparatus	10	20,080	hours
43	Antibiotic Susceptibility Analyzer	8	16,064	hours
44	Apnea Monitor	7	61,320	hours
45	Arthroscope System	10	20,080	hours
46	Articulator, Dental	10	20,080	hours
47	Aspirator, Dental	10	20,080	hours
48	Aspirator, Surgical	10	20,080	hours
49	Aspirator, Thoracic	10	20,080	hours
50	Aspirator, Uterine	10	20,080	hours
51	Audiometer	10	20,080	hours
52	Audiometric Booth	15	131,400	hours
53	Auditory Function Screening Device	10	20,080	hours
54	Auscultoscope	10	20,080	hours
55	Autotransfusion Unit	8	16,064	hours

No.	Medical Equipment	Life in Years.	Life in Units	Unit of Measure
56	Balance, Electronic	7	20,080	hours
57	Balance, Mechanical	10	20,080	hours
58	Basal Metabolism Unit	8	16,064	hours
59	Bassinet	12	105,120	hours
60	Bath, Paraffin, Clinical, Laboratory	10	20,080	hours
61	Bath, Paraffin, Physical Therapy	12	16,064	hours
62	Bath, Sitz	10	20,080	hours
63	Bath, Water, Electric	10	20,080	hours
64	Bath, Whirlpool	10	20,080	hours
65	Battery Charger	10	20,080	hours
66	Bed, Air Fluidized	10	20,080	hours
67	Bed, Birthing	12	105,120	hours
68	Bed, Circle, Electric	12	105,120	hours
69	Bed, Electric	12	105,120	hours
70	Bed, Hydraulic	12	105,120	hours
71	Bed, Pediatric	15	131,400	hours
72	Billirubinometer	8	16,064	hours
73	Biofeedback System	8	16,064	hours
74	Blast Cleaning Unit, Dental	10	20,080	hours
75	Blender, Clinical Laboratory	10	20,080	hours
76	Blood Cell Processor	10	20,080	hours
77	Blood Flow Detector, Ultrasonic	10	20,080	hours
78	Blood Gas/ph Analyzer	8	16,064	hours
79	Blood Glucose Monitor	8	70,080	hours
80	Blood Grouping System, Automated	9	18,072	hours
81	Blood Pressure Apparatus, Electronic	8	16,064	hours
82	Blood Recovery System	8	16,064	hours
83	Blood Warmer	8	16,064	hours
84	Booth, Audiometric	15	131,400	hours
85	Breast Pump	10	20,080	hours
86	Bronchoscope, Fiberoptic (FO)	6	12,048	hours
87	Bronchoscope, Rigid	10	20,080	hours
88	BUN Analyzer	6	12,048	hours
89	Cabinet, Dental (Sand Blasting )	10	20,080	hours
90	Cabinet, Warming	12	105,120	hours
91	Calibrator, Audiometer	8	16,064	hours
92	Calibrator-Analyzer	8	16,064	hours
93	Calibrator/Generator ECG	8	16,064	hours
94	Caloric Irrigation Unit	10	20,080	hours
95	Camera, Endoscopic	8	16,064	hours
96	Camera, Fundus	8	96,384	hours
97	Camera, GAMMA	8	80,320	hours
98	Camera, Identification (X-ray Film)	8	96,384	hours
99	Camera, Multi-Image	10	120,480	hours
100	camera, Radiographic Photospot	8	96,384	hours
101	Camera, Scintillation	8	96,384	hours
102	Camera, Surgical	8	321,280	hours
103	Camera, Video	8	16,064	hours
104	Capnograph	10	20,080	hours
105	Carbon Dioxide, Analyzer	5	10,040	hours
106	Carbon Dioxide, Monitor, Exhaled Gas	10	87,600	hours
107	Carbon Dioxide, Monitor, Transcutaneous	10	87,600	hours
108	Carbon Monoxide Analyzer	8	16,064	hours
109	Cardiac Output Unit	6	12,048	hours
110	Cart, Resuscitation	10	87,600	hours
111	Casting Unit, Dental	8	16,064	hours
112	Cell, Analyzer	10	20,080	hours
113	Cell, Saver	8	16,064	hours
114	Cell, Separator	8	16,064	hours
115	Cell, Washer	5	10,040	hours

No.	Medical Equipment	Life in Years.	Life in Units	Unit of Measure
116	Central Gas, Systems	10	87,600	hours
117	Centrifuge, Cell Washing	8	16,064	hours
118	Centrifuge, Laboratory, floor	10	20,080	hours
119	Centrifuge, Laboratory, High Speed	6	12,048	hours
120	Centrifuge, Refrigerated	8	16,064	hours
121	Centrifuge, Table Top	8	16,064	hours
122	Chair, Chamber, Hyperbaric	15	60,240	hours
123	Chair, Chloridometer	10	41,600	hours
124	Chair, Chromatography Equipment Gas	10	41,600	hours
125	Chair, Circulatory Assist Unit, Intra-Aortic Ballon	8	32,128	hours
126	Chair, Dental	10	41,600	hours
127	Chair, Examination/ Treatment	10	41,600	hours
128	Chair, Medical Instrument & Supply Sets	16	140,160	hours
129	Chair, Optometry	10	41,600	hours
130	Chair, Podiatric	10	41,600	hours
131	Charger, Battery	10	20,080	hours
132	Cleaner, Bedpan	10	20,080	hours
133	Cleaner, Dental, Steam	8	16,064	hours
134	Cleaner, Ultrasonic	10	20,080	hours
135	Cleaner, Vacuum	8	16,064	hours
136	Cleaner, Vacuum, Surgical	6	12,048	hours
137	Clinical Chemistry Analyzer	8	16,064	hours
138	Co-oximeter	10	20,080	hours
139	Coagulation Analyzer	5	10,040	hours
140	Coagulation Timer	8	16,064	hours
141	Coagulation, Sonic	10	20,080	hours
142	Collector, Dust	10	20,080	hours
143	Collimator, Radiographic	10	20,080	hours
144	Colonoscope	5	10,040	hours
145	Color Vision Tester	12	24,096	hours
146	Colposcope	7	14,056	hours
147	Compression Unit, Intermittent	10	20,080	hours
148	Compressor, Air	12	24,096	hours
149	Computerized Tomography (CT) Scanner prior to 1993	8	481,920	hours
150	CT Scanner, After 1993	5	502,000	hours
151	CT Scanner, After 1993 W/Upgrades	20	2,008,000	hours
152	Counter, Blood Cell	10	20,080	hours
153	Counter, Cell	5	10,040	hours
154	Counter, Colony	8	16,064	hours
155	Counter, GAMMA	8	16,064	hours
156	Counter, Particle	8	16,064	hours
157	Counter, Pill	10	20,080	hours
158	Counter, Platelet	8	16,064	hours
159	Counter, Scintillation	8	16,064	hours
160	Chruser, Syringe and Needle	10	20,080	hours
161	Cryogenic Blood Banking Equipment	10	20,080	hours
162	Cryostat	10	20,080	hours
163	Cryosurgical Unit	10	20,080	hours
164	Cryosurgical Unit, Ophthalmic	10	20,080	hours
165	Curring Unit, Dental, Acrylic	8	16,064	hours
166	Cutter, Bone	10	20,080	hours
167	Cutter, Cast	8	16,064	hours
168	Cutter-Aspirator, Vitrectomy	8	16,064	hours
169	Cutter-Vacuum, Orthopedic Cast	6	12,048	hours
170	Cystic-Fibrosis Screening Devices	10	20,080	hours
171	Cystometer	10	20,080	hours
172	Cystoscope	10	20,080	hours
173	Cystourethroscope	10	20,080	hours
174	Darkroom, X-ray	6	12,048	hours
175	Defibrillator (w/proper battery replacement)	8	8,000	deep cycle charges
176	Defibrillator Analyzer	8	16,064	hours

No.	Medical Equipment	Life in Years.	Life in Units	Unit of Measure
177	Defibrillator / Monitor	8	16,064	hours
178	Demineralizer	8	16,064	hours
179	Densitometer, Recording	8	16,064	hours
180	Dental Articulator	10	20,080	hours
181	Dental Aspirator	10	20,080	hours
182	Dental Cabinet ( Sand Blasting )	10	20,080	hours
183	Dental Chair	10	20,080	hours
184	Dental Engine	8	16,064	hours
185	Dental Instrument Sterilizer	15	30,120	hours
186	Dental Operating and Treatment Unit	10	20,080	hours
187	Depth Perception Apparatus	10	20,080	hours
188	Dermatome	10	20,080	hours
189	Diathermy Unit	10	20,080	hours
190	Diathermy Unit, Ultrasonic	12	24,096	hours
191	Diluter	10	20,080	hours
192	Dispenser, Paraffin	10	20,080	hours
193	Distilling Apparatus	15	30,120	hours
194	Dosimeter, Radiation	10	20,080	hours
195	Dosimeter, Sound	10	20,080	hours
196	Drill, Bone	10	20,080	hours
197	Drill, Cranial	10	20,080	hours
198	Dryer, X-ray Film	10	20,080	hours
199	Dynamometer	15	30,120	hours
200	Dynamometer Exercise System	12	24,096	hours
201	ECG Monitor	10	87,600	hours
202	ECG Monitor Analyzer	5	10,040	hours
203	EEG Monitor	10	87,600	hours
204	Electrical Safety Analyzer	8	16,064	hours
205	Electro-oculograph	8	16,064	hours
206	Electrocardiograph, Interpretive	8	16,064	hours
207	Electrocardiograph, Multichannel	8	16,064	hours
208	Electrocardiograph, Three Channel	8	16,064	hours
209	Electrocautery Unit	10	20,080	hours
210	Electroencephalograph	10	20,080	hours
211	Electrolyte Analyzer	7	14,056	hours
212	Electromyograph	10	20,080	hours
213	Electronic Balance	7	14,056	hours
214	Electronystagmograph	8	16,064	hours
215	Electrophoresis Unit	8	16,064	hours
216	Electroretinograph	8	16,064	hours
217	Electrosurgical Analyzer	10	20,080	hours
218	Electrosurgical Unit	8	16,064	hours
219	Endoscope	10	20,080	hours
220	Endoscopic Camera	8	16,064	hours
221	Endoscopic Power Supply	10	20,080	hours
222	ENT Treatment Unit	12	48,192	hours
223	Enteral Feeding Pump	10	20,080	hours
224	Enzyme Analyzer	5	10,040	hours
225	Ergometer	10	20,080	hours
226	Esophageal Motility Analyzer	7	14,056	hours
227	Evoked Potential Unit	10	20,080	hours
228	Exerciser, Physical Therapy	15	30,120	hours
229	Eye Movement Monitor	10	20,080	hours
230	Fetal Heart Detector	8	70,080	hours
231	Fetal Monitor	10	87,600	hours
232	Fiberoptic Bronchoscope	6	12,048	hours
233	Fiberoptic Light Instruments	8	16,064	hours
234	Fibrometer	10	20,080	hours
235	Filter/Tank Unit, Pharmaceutical	6	12,048	hours
236	Fluorometer	10	20,080	hours

No.	Medical Equipment	Life in Years.	Life in Units	Unit of Measure
237	Freezer, Blood Cell	10	20,080	hours
238	Freezer, Blood Plasma	12	24,096	hours
239	Freezer, Laboratory	10	20,080	hours
240	Fundus Camera	8	96,384	exposures
241	Furnace, Dental	8	16,064	hours
242	GAMMA Camera	8	80,320	exposures
243	GAMMA Counter	8	16,064	hours
244	Gas Sampling Unit	10	20,080	hours
245	Gas Scavenger System, Anesthesia Unit	10	87,600	hours
246	Gastroscope, Rigid	5	10,040	hours
247	Gastroscope, Flexible	5	10,040	hours
248	Generator, Hydrogen	10	20,080	hours
249	Glucose Analyzer	7	14,056	hours
250	Grinding/Polishing Machine, Dental	8	16,064	hours
251	Headlight	12	24,096	hours
252	Hearing Aid Analyzer	10	20,080	hours
253	Heart Rate Monitor	10	87,600	hours
254	Heart-Lung Bypass system	8	70,080	hours
255	Heart Sealing Unit	10	20,080	hours
256	Heat Treating Unit, Ophthalmic	10	20,080	hours
257	Heater, Heat Treatment Pad	10	20,080	hours
258	Hemodialysis Unit	5	10,040	hours
259	Hemoglobinometer	10	20,080	hours
260	Hood, Chemical	10	60,240	hours
261	Hood, Dental Laboratory	10	60,240	hours
262	Hood, Fume	10	60,240	hours
263	Hood, Isolation, Laminar Air Flow	10	60,240	hours
264	Hood, Microbiological	12	72,288	hours
265	Humidifier	10	87,600	hours
266	Hydrocollator	10	20,080	hours
267	Hyperbaric Chamber	15	30,120	hours
268	Hypo/Hypothermia Unit	10	20,080	hours
269	Hypodermic Injection Unit	8	16,064	hours
270	Hypothermia Apparatus	10	20,080	hours
271	Identification Camera (X-ray Film)	8	96,384	exposures
272	Illuminator, X-ray, Motorized	8	16,064	hours
273	Immunodiffusion Equipment	10	20,080	hours
274	Incubator, Aerobic	10	87,600	hours
275	Incubator, Anaerobic	10	87,600	hours
276	Incubator, Infant	10	87,600	hours
277	Incubator, Infant, Transport	8	48,192	hours
278	Incubator, Test Tube, Laboratory	10	40,160	hours
279	Infusion Controller	10	20,080	hours
280	Infusion Pump	5	43,800	hours
281	Infusion Pump Analyzer	5	10,040	hours
282	Injector	10	20,080	hours
283	Injector, Angiographic	10	20,080	hours
284	Insufflator	10	20,080	hours
285	Irrigator	10	20,080	hours
286	Isokinetic Exercise Equipment	12	24,096	hours
287	Lactate Analyzer	7	14,056	hours
288	Lantern, Color Perception Testing	12	24,096	hours
289	Laparoscope	10	20,080	hours
290	Laser, Argon	10	20,080	hours
291	Laser, Carbon Dioxide	10	20,080	hours
292	Laser, Dye	10	20,080	hours
293	Laser, Krypton	10	20,080	hours
294	Laser, Nd:YAG	10	20,080	hours
295	Laser, Ophthalmic	10	20,080	hours
296	Lathe, Dental Laboratory	8	16,064	hours

No.	Medical Equipment	Life in Years.	Life in Units	Unit of Measure
297	Lavage Unit, Dental , Oral	8	16,064	hours
298	Lavage Unit, Surgical	8	16,064	hours
299	Lensometer	12	24,096	hours
300	Lift, Patient	10	20,080	hours
301	Ligth(Lamp), Bilirubin	10	87,600	hours
302	Ligth(Lamp), Dental	10	87,600	hours
303	Ligth(Lamp), Dental Activator	8	70,080	hours
304	Ligth(Lamp), Examination	10	87,600	hours
305	Ligth(Lamp), Fiberoptic	8	16,064	hours
306	Ligth(Lamp), Infrared	10	87,600	hours
307	Ligth(Lamp), Microscopic	10	40,160	hours
308	Ligth(Lamp), Phototherapy	10	87,600	hours
309	Ligth(Lamp), Surgical	10	87,600	hours
310	Ligth(Lamp), Ultraviolet	10	87,600	hours
311	Line Isolation Monitor	25	219,000	hours
312	Linear Accelerator	7	14,056	hours
313	Liquid Oxygen System	10	175,200	hours
314	Lithium Analyzer	8	16,064	hours
315	Lithotripter, Extracorporeal	5	30,120	electrodes
316	Lithotripter, Ultrasonic	5	30,120	electrodes
317	Loader, X-ray Film	6	12,048	hours
318	Magnet, Eye	10	20,080	hours
319	Magnetic Resonance Imaging 0,5 Tesla	8	1,124,480	slices
320	Magnetic Resonance Imaging 1,5 Tesla	8	1,124,480	slices
321	Magnetic Resonance Imaging Mobile	5	702,800	slices
322	Manikin	6	12,048	hours
323	Marker, Ocular	8	16,064	hours
324	Mechanical Balance	10	60,240	hours
325	Mercury Monitor/Detector	10	20,080	hours
326	Metal Detector, Magnetic	14	28,112	hours
327	Meter, Foot Candle	8	16,064	hours
328	Meter, Leakage,RF	8	16,064	hours
329	Microscope, Contact Lens	8	16,064	hours
330	Microscope, Electron	10	20,080	hours
331	Microscope, Laboratory	12	105,120	hours
332	Microscope, Operating	12	24,096	hours
333	Microscope, Phase Contrast	12	24,096	hours
334	Microscope, Stereo	12	105,120	hours
335	Microscope, Ultraviolet	12	24,096	hours
336	Microsurgical Instruments	10	20,080	hours
337	Microtome, Cryostat	10	20,080	hours
338	Microtome, Rotary	10	20,080	hours
339	Middle Ear Analyzer	10	20,080	hours
340	Mixer, Clinical Laboratory	10	20,080	hours
341	Mixer, X-ray Film Chemistry	10	20,080	hours
342	Mixer-Investor, Vacuum	8	16,064	hours
343	Moist Therapy Pack Conditioner	10	20,080	hours
344	Monitor, Apnea	7	61,320	hours
345	Monitor, Blood Glucose	8	70,080	hours
346	Monitor, Carbon Dioxide, Exhaled Gas	10	87,600	hours
347	Monitor, Carbon Dioxide, Transcutaneous	10	87,600	hours
348	Monitor, ECG	7	87,600	hours
349	Monitor, EEG	8	70,080	hours
350	Monitor, Eye Movement	8	70,080	hours
351	Monitor, Fetal Heart, Ultrasonic	7	61,320	hours
352	Monitor, Heart Rate	7	87,600	hours
353	Monitor, Oxygen, Transcutaneous	8	70,080	hours
354	Monitor, Pressure	8	70,080	hours
355	Monitor, Pulse	7	87,600	hours
356	Monitor, Radiation	8	70,080	hours

No.	Medical Equipment	Life in Years.	Life in Units	Unit of Measure
357	Monitor, Respiration	10	87,600	hours
358	Monitor, Temperature	8	70,080	hours
359	Monitor, Transcutaneous	7	61,320	hours
360	Nebulizer, Pneumatic	10	20,080	hours
361	Nebulizer, Ultrasonic	10	20,080	hours
362	Nephroscope	10	20,080	hours
363	Nitrogen Analyzer	8	16,064	hours
364	Nitrous Oxide Analyzer	8	16,064	hours
365	Oculoplethysmograph	8	16,064	hours
366	Ophthalmometer	11	22,088	hours
367	Organ Preservation System	10	20,080	hours
368	Osmometer	10	20,080	hours
369	Oven, Dental	8	16,064	hours
370	Oven, Drying	10	20,080	hours
371	Oximeter, Ear	10	20,080	hours
372	Oximeter, In Vitro	10	20,080	hours
373	Oximeter, Pulse	5	10,040	hours
374	Oxygen, Analyzer	10	20,080	hours
375	Oxygen, Blender	10	20,080	hours
376	Oxygen, Concentrator	8	16,064	hours
377	Oxygen, Meter	8	16,064	hours
378	Oxygenator	10	20,080	hours
379	Oxygen-Air Proportioner	10	20,080	hours
380	Pacemaker, Cardiac, External	5	10,040	hours
381	Pacemaker, Function Analyzer	8	43,800	hours
382	Package Sealer	10	20,080	hours
383	Pad, Circulating Fluid, Localized Heating/Cooling		20,080	hours
384	Paraffin Bath, Clinical, Laboratory	10	20,080	hours
385	Paraffin Bath, Physical Therapy	12	24,096	hours
386	PCA Pump	5	42,000	hours
387	Percussor	5	10,040	hours
388	Perimeter	10	20,080	hours
389	Peritoneal Dialysis Unit	8	16,064	hours
390	ph Meter	10	20,080	hours
391	Phonocardiograph	8	16,064	hours
392	Phorometer	12	24,096	hours
393	Phoropter	12	24,096	hours
394	Photometer, Flame	8	16,064	hours
395	Photometer, Reflectance	10	20,080	hours
396	Phototachometer	5	10,040	hours
397	Phototherapy Unit	10	20,080	hours
398	Phototherapy Unit, Hyperbilirubinemia	8	16,064	hours
399	Physiologic Monitor System, Acute Care	7	61,320	hours
400	Physiologic Monitor System, Cardiac Catheterization	7	61,320	hours
401	Physiologic Monitor System, Neonatal	7	61,320	hours
402	Physiologic Monitor System, Strees Exercise	7	61,320	hours
403	Pill Counter, Pharmaceutical	10	40,160	hours
404	Pipette, Automatic	10	20,080	hours
405	Platelet Aggregation Analyzer	5	10,040	hours
406	Plethysmograph	10	20,080	hours
407	Pneumatic Tester	8	16,064	hours
408	Pneumothorax Unit	12	24,096	hours
409	Porcelain Furnace, Dental	10	20,080	hours
410	Pressure Monitor	10	87,600	hours
411	Pressure Pad, Alternating	10	20,080	hours
412	Processor, X-ray Film, Automatic, Dental	8	32,128	hours
413	Processor, X-ray Film, Automatic, Full Size	6	24,096	hours
414	Processor, X-ray Film, Automatic, Table Top	7	28,112	hours
415	Projector, Chart, Eye	10	40,160	hours
416	Projector, Cine	10	20,080	hours

No.	Medical Equipment	Life in Years.	Life in Units	Unit of Measure
417	Projector, Microscope	12	48,192	hours
418	Projector, Ophthalmic	10	40,160	hours
419	Prophylactic Unit, Dental, Ultrasonic	6	12,048	hours
420	Pulmonary Function Analyzer	10	20,080	hours
421	Pulse Monitor	10	87,600	hours
422	Pulse Oximeter	5	10,040	hours
423	Pump, Breast	10	20,080	hours
424	Pump, Enternal Feeding	10	20,080	hours
425	Pump, Infusion	5	43,800	hours
426	Pump, PCA	5	42,000	hours
427	Pump, Suction	10	20,080	hours
428	Pump, Suction, Oxytocin	10	20,080	hours
429	Pump, Vacuum	10	20,080	hours
430	Pump, Volumetric	10	20,080	hours
431	Radiation Counter	8	16,064	hours
432	Radiation Monitor	8	16,064	hours
433	Radiographic Photospot Camera	8	96,384	exposure
434	Radiographic Table Systems	10	240,960	overhead tube exp.
435	Radiographic Unit, Chest	8	192,768	overhead tube exp.
436	Radiographic Unit, Dental	8	192,768	overhead tube exp.
437	Radiographic Unit, General Purpose under 500 mA	12	289,152	overhead tube exp.
438	Radiographic Unit, General Purpose over 500 mA	8	192,768	overhead tube exp.
439	Radiographic Unit, Mammographic	10	240,960	overhead tube exp.
440	Radiographic Unit, Mobile	8	192,768	overhead tube exp.
441	Radiographic Unit, Therapeutic	8	192,768	overhead tube exp.
442	Radiographic Unit, Tomographic Computer Assisted	8	481,920	slices
443	Radiographic Unit, Tomographic Not Computer Assisted	10	240,960	overhead tube exp.
444	Radiographic/Fluoroscopic Unit, General Purpose	10	240,960	overhead tube exp.
445	Radiographic/Fluoroscopic Unit, Mobile	8	192,768	overhead tube exp.
446	Radioimmunoassay Analyzer	8	16,064	hours
447	Radiometer	8	16,064	hours
448	Radiometer, Ultraviolet	8	16,064	hours
449	Radiotherapy Unit	8	16,064	hours
450	Recorder, Chart	10	20,080	hours
451	Recorder, Echocardiographic	8	16,064	hours
452	Recorder, Long Term	6	12,048	hours
453	Recorder, Long Term ECG, Portable	5	10,040	hours
454	Recorder, Tape	8	16,064	hours
455	Recorder, Video Disk	8	16,064	hours
456	Refractometer	10	20,080	hours
457	Refractor, Ophthalmologic	10	20,080	hours
458	Refrigerator, Cold Pack Therapy	12	105,120	hours
459	Refrigerator, Biologic	12	105,120	hours
460	Refrigerator, Blood	12	105,120	hours
461	Refrigerator, Blood Bank	10	87,600	hours
462	Refrigerator, Laboratory	12	105,120	hours
463	Refrigerator, Morgue	12	105,120	hours
464	Refrigerator/Freezer	12	105,120	hours
465	Regulator, High Pressure, Gas	10	87,600	hours
466	Renal Transport Unit	8	16,064	hours
467	Respiration Monitor	10	20,080	hours
468	Resuscitator, Pulmonary, Gas	6	12,048	hours
469	Resuscitator, Pulmonary, Manual	10	12,048	hours
470	Rotator	10	20,080	hours
471	Sample, Air	10	20,080	hours
472	Sanitizer	12	48,192	hours
473	Saw, Autopsy	10	20,080	hours
474	Saw, Bone	10	20,080	hours
475	Saw, Surgical	10	20,080	hours
476	Scale, Autopsy	12	105,120	hours

No.	Medical Equipment	Life in Years.	Life in Units	Unit of Measure
477	Scale, Bed	10	20,080	hours
478	Scale, Floor	14	28,112	hours
479	Scale, Infant	15	30,120	hours
480	Scale, laboratory	8	16,064	hours
481	Scanner, Computerized Tomography (CT) prior to 1993	8	481,920	slices
482	Scanner, CT, After 1993	5	502,000	slices
483	Scanner, CT, After 1993 W/Upgrades	20	2,008,000	slices
484	Scanner, Long-term Recording, ECG	7	14,057	hours
485	Scanner, Ultrasonic, General Purpose	8	16,064	hours
486	Scintillation Camera	8	96,384	exposures
487	Scintillation Counter	8	16,064	hours
488	Sealing Machine	10	20,080	hours
489	Sealing Machine, Unit Dose	10	20,080	hours
490	Sensitometer, Radiographic	10	20,080	hours
491	Shaker, Laboratory	10	20,080	hours
492	Shapener, Dental	7	14,056	hours
493	Shapener, Microtome Knife	10	20,080	hours
494	Simulator, Arrhythmia	7	14,056	hours
495	Simulator, ECG	10	20,080	hours
496	Simulator, Medical Functions	8	16,064	hours
497	Simulator, Radiotherapy	10	20,080	hours
498	Sink, Portable	12	72,288	hours
499	Sink, Surgical Scrub	12	140,160	hours
500	Sitz Bath	10	20,080	hours
501	Slide Stainer	10	20,080	hours
502	Slit Lamp	10	20,080	hours
503	Sodium/Potassium Analyzer	8	16,064	hours
504	Spectrometer, Mass	8	16,064	hours
505	Spectrophotometer	8	16,064	hours
506	Sphygmomanometer, Electronic	8	16,064	hours
507	Spirometer	10	20,080	hours
508	Stapler, Automatic, Suture	5	10,040	hours
509	Sterilizer, Agar	10	40,160	hours
510	Sterilizer, Dental Instrument	15	30,120	hours
511	Sterilizer, Ethylene Oxide	16	32,128	hours
512	Sterilizer, Inoculating Loop	15	30,120	hours
513	Sterilizer, Steam (16X16X26)	12	36,000	hours
514	Sterilizer, Steam (20X20X38)	12	36,000	hours
515	Sterilizer, Steam (24XX Series)	15	45,000	hours
516	Sterilizer, Steam (26XX Series)	15	45,000	hours
517	Sterilizer, Steam, Laboratory	12	9,000	hours
518	Sterilizer, Steam, Table Top	10	30,000	hours
519	Sterilizer, Steam/Ethylene Oxide	16	32,128	hours
520	Stethoscope, Electronic	10	20,080	hours
521	Stethoscope, Ultrasonic	7	14,056	hours
522	Stimulator, Bone Growth	10	20,080	hours
523	Stimulator, Nerve	10	20,080	hours
524	Stimulator, Visual	18	36,144	hours
525	Stirrer	10	20,080	hours
526	Stretcher	15	131,400	hours
527	Suction Apparatus	10	20,080	hours
528	Suction Pump	10	20,080	hours
529	Suction/Pressure Unit	10	20,080	hours
530	Surgical Aspirator	10	20,080	hours
531	Surgical Camera	8	321,280	exposures
532	Syringe Pump, Oxytocin	10	20,080	hours
533	Table, Examination/Treatment	15	131,400	hours
534	Table, Fracture	15	131,400	hours
535	Table, Nuclear Medicine	10	40,160	hours
536	Table, Obstretical	20	175,200	hours

## BAB VII PENGHAPUSAN

Penghapusan adalah tindakan menghapus Barang Milik Negara (BMN) / Barang Milik Daerah (BMD) dari daftar barang dengan menerbitkan surat keputusan dari pejabat yang berwenang untuk membebaskan Pengguna dan/atau Kuasa Pengguna Barang dan/atau Pengelola Barang dari tanggung jawab administrasi dan fisik atas barang yang berada dalam penguasaannya sesuai peraturan yang berlaku.

Penghapusan BMN / BMD merupakan transaksi untuk menghapus Barang Milik Negara dari pembukuan berdasarkan suatu Surat Keputusan Penghapusan.

### 7. 1. Penghapusan Alat Kesehatan

Alat kesehatan dapat dihapuskan apabila memenuhi kriteria antara lain :

1. Persyaratan teknis:
  - a. Secara fisik alat kesehatan tidak dapat digunakan karena rusak, dan tidak ekonomis bila diperbaiki.
  - b. Secara teknis alat kesehatan tidak dapat digunakan lagi akibat modernisasi.
  - c. Alat kesehatan telah melampaui batas usia teknis/kadaluarsa/usang
  - d. Alat kesehatan mengalami perubahan dalam spesifikasi karena penggunaan, seperti terkikis, aus, dan lain-lain sejenisnya.
2. Secara ekonomis lebih menguntungkan bagi negara apabila alat kesehatan dihapus, karena biaya operasional dan pemeliharaan alat kesehatan lebih besar dari manfaat yang diperoleh.
3. Alat kesehatan hilang, hilang, kecurian atau terbakar (disertai bukti dokumen)

Untuk Aset Tak Berwujud dapat dihapus jika memenuhi kriteria yang secara normal dapat diperkirakan wajar menjadi penyebab penghapusan, antara lain karena sudah tidak sesuai dengan perkembangan teknologi, tidak sesuai dengan kebutuhan organisasi, rusak berat, atau masa manfaat/kegunaan telah berakhir.

Kelengkapan Dokumen penyerahan BMN/BMD :

- a. Dokumen Serah terima barang
- b. Update/pembaharuan sistem pengelolaan asset/persediaan

Penghapusan Barang Milik Negara (BMN) / Barang Milik Daerah (BMD) meliputi:

- a. Penghapusan BMN / BMD dari Daftar Barang Pengelola.

Penghapusan BMN / BMD dari Daftar Barang Pengelola dilakukan dalam hal BMN / BMD sudah tidak berada dalam penguasaan Pengelola Barang karena:

1. Penyerahan kepada Pengguna Barang.
2. Pemindahtanganan.
3. adanya putusan pengadilan yang telah memperoleh kekuatan hukum tetap dan sudah tidak ada upaya hukum lainnya.
4. menjalankan ketentuan peraturan perundang-undangan.
5. Pemusnahan.
6. Sebab-sebab lain.

Penghapusan BMN / BMD dilakukan dengan menerbitkan keputusan Penghapusan BMN.

- b. Penghapusan BMN / BMD dari Daftar Barang Pengguna dan/atau Daftar Barang Kuasa Pengguna.

Penghapusan BMN / BMD dari Daftar Barang Pengguna dan/atau Daftar Barang Kuasa Pengguna dilakukan dalam hal BMN / BMD sudah tidak berada dalam penguasaan Pengguna Barang dan/atau Kuasa Pengguna Barang disebabkan karena:

1. penyerahan kepada Pengelola Barang.
2. pengalihan status penggunaan BMN / BMD kepada Pengguna Barang lain.
3. Pemindahtanganan.
4. adanya putusan pengadilan yang telah memperoleh kekuatan hukum tetap dan sudah tidak ada upaya hukum lainnya.
5. menjalankan ketentuan peraturan perundangundangan.
6. Pemusnahan.
7. Sebab-sebab lain.

Penghapusan BMN / BMD dilakukan dengan menerbitkan keputusan Penghapusan BMN dari Pengguna Barang setelah mendapat persetujuan dari Pengelola Barang.

- c. Penghapusan BMN / BMD dari Daftar Barang Milik Negara.

Penghapusan BMN / BMD dari Daftar Barang Milik Negara dilakukan dalam hal terdapat:

1. Penghapusan BMN / BMD dari Daftar Barang Pengelola.

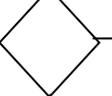
2. Penghapusan BMN / BMD dari Daftar Barang Pengguna dan/atau Daftar Barang Kuasa Pengguna.

Penghapusan BMN / BMD dilakukan berdasarkan keputusan Pengelola Barang, untuk BMN / BMD yang berada pada Pengelola Barang dan berdasarkan keputusan dan/atau laporan Penghapusan BMN / BMD dari Pengguna Barang, untuk BMN / BMD yang berada pada Pengguna Barang.

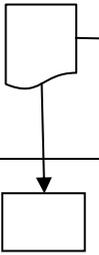
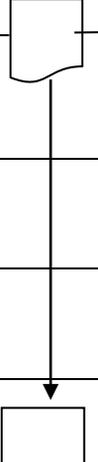
Penghapusan juga berlaku untuk SPA yang dimiliki oleh laboratorium, karena sebagai institusi milik negara maka aset laboratorium merupakan kekayaan negara, oleh karena itu SPA dicatat pada akuntansi kekayaan negara. Setiap penambahan SPA yang memenuhi persyaratan akuntansi, akan menambah kekayaan negara demikian juga pada saat pengurangan alat kesehatan, akan mengurangi kekayaan negara. Pengurangan kekayaan negara dapat dilakukan dengan melakukan penghapusan SPA dari daftar kekayaan negara yang harus dilakukan sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Penghapusan SPA dilakukan agar pemanfaatan SPA di laboratorium efektif, efisien dan akuntabel serta membebaskan Pengguna dan atau Kuasa Pengguna Barang dari tanggung jawab administrasi dan fisik SPA yang berada dalam penguasaannya.

## LAMPIRAN I SOP AP PERBAIKAN

<b>LOGO DAN NAMA INSTITUSI</b>	Nomor SOP	X/2/4.4.3/10/002 <b>(contoh penomoran)</b>
	Tanggal Pembuatan	28 Oktober 2022
	Tanggal Revisi	28 Oktober 2025
	Tanggal Efektif	28 Oktober 2022
	Disahkan Oleh	KEPALA  ..... NIP. ....
Nama SOP	<b>PEERBAIKAN ALAT LABORATORIUM KESEHATAN</b>	
<b>Dasar Hukum:</b>	<b>Kualifikasi Pelaksana:</b>	
1. Pedoman Pengelolaan Peralatan Kesehatan di Fasilitas Pelayanan Kesehatan, Direktorat Jenderal Bina Upaya Kesehatan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Tahun 2015. 2. Peraturan Menteri Kesehatan No ..... tentang Standar Pelayanan Laboratorium Kesehatan ..... 3. Keputusan Kepala Laboratorium Kesehatan Provinsi/Kota/Kabupaten..... 4. ....	1. Mampu berkoordinasi dengan unit kerja lain 2. Elektromedis yang memiliki kompetensi melaksanakan perbaikan alat laboratorium 3. ATLM/Pranata Laboratorium yang memiliki Kompetensi melaksanakan perbaikan operasional (user repair) alat laboratorium 4. Memiliki STR dan SIP yang masih berlaku 5. Memiliki Sertifikat Pelatihan Alat Laboratorium 6. ....	
<b>Keterkaitan:</b>	<b>Peralatan/Perlengkapan:</b>	
1. Program Kerja Pemeliharaan 2. Buku Petunjuk Pengoperasian Alat 3. Buku Petunjuk Pemeliharaan Alat 4. Lembar Kerja Pemeliharaan Alat 5. Data Inventaris Alat	1. Laptop/PC, printer, alat tulis kantor 2. Alat Pelindung Diri (APD) 3. Bahan dan alat kerja 4. Alat ukur standar 5. ....	
<b>Peringatan:</b>	<b>Pencatatan dan Pendataan:</b>	
1. Apabila prosedur ini tidak dilaksanakan maka jaminan kembali kinerja alat tidak dapat dipastikan 2. ....	1. Lembar Kerja Pemeliharaan yang telah diisi 2. Pembaharuan data di logbook alat 3. Pembaharuan data di logbook kegiatan 4. ....	

No.	Aktivitas	Penanggung jawab / Pelaksana						Mutu Baku			Keterangan
		ATLM	PJ Lab	Elektro medis	Kepala TU	PPK/PP	Perusahaan / Vendor	Persyaratan/ kelengkapan	Waktu (menit)	Output	
1	Mengajukan permohonan perbaikan alat laboratorium kepada Kepala Tata Usaha (TU)							Form Pengajuan/ Surat Permohonan	15	Disposisi	
2	Menerima permohonan perbaikan dan mendisposisi										
3	Menerima surat permohonan perbaikan dan mendisposisikan kembali							Form Pengajuan/ Surat Permohonan	15	Disposisi	
4	Menerima disposisi permohonan perbaikan							Disposisi	15	Disposisi	
5	Melakukan kajian teknis : (1) perbaikan tanpa suku cadang (2) perbaikan dengan suku cadang							Telaah/Kajian	30	Telaah/ Kajian dibuat	
6	(1) Melaksanakan perbaikan tanpa suku cadang							Kegiatan Perbaikan	60 - 120	Perbaikan selesai	
7	Melaksanakan pengesahan dokumen di Lembar Kerja Perbaikan.							Lembar Kerja (LK)	15	LK dibuat	
8	Menerima hasil perbaikan alat dengan kondisi laik pakai,							Kartu Kendali/ Logbook Alat	15	Alat Telah dipelihara	
											

9	Melaksanakan verifikasi Kajian Teknis (2) Perbaikan dengan suku cadang						Berkas Kajian Teknis	15	Berkas Kajian Teknis diterima	
10	Membuat Surat penawaran Harga (SPH)						Surat Penawaran Harga (SPH)	15	SPH dibuat	
11	Menerima Surat penawaran Harga (SPH) dan selanjutnya membuat surat permohonan pengadaan suku cadang dengan melampirkan Kajian Teknis Perbaikan dan SPH kepada PPK/PP						Surat Penawaran Harga (SPH) / Berkas Kajian Teknis Perbaikan	3 hari	SPH diterima dan Berkas Persyaratan pengadaan lengkap	
12	Melaksanakan proses pengadaan melalui penunjukan langsung (PL) / Lelang sesuai dengan nilai dan pagu anggaran.						Pengadaan PL / lelang	1 – 3 minggu	Penunjukan langsung / Lelang dilaksanakan	
13	Membuat dan menerbitkan SPK kepada Perusahaan/ Vendor						Surat Perintah Kerja (SPK)	1 hari	SPK dikeluarkan dan diterima	
14	Melaksanakan pekerjaan perbaikan dengan suku cadang berkoordinasi dengan PJ Lab., Elektromedis dan ATLM						Pelaksanaan Perbaikan	1 hari	Perbaikan dilaksanakan	

15	Membuat Serah Terima (BAST) pekerjaan/Barang/ Berita Acara (BA) Uji Fungsi/Service Report berkoordinasi dengan PJ Lab., Elektromedis dan ATLM.							BAST Pekerjaan/Barang/Service report/BA Uji Fungsi	1 hari	Perbaikan penggantian suku cadang selesai	
16	Menerima alat hasil perbaikan dengan suku cadang.							Alat Laboratorium	15	Alat selesai diperbaiki	
17	Menyimpan Salinan BAST/ BA Uji Fungsi/Service report							Salinan BAST /BA Uji Fungsi /Service report	15	Berkas disimpan	
18	Menyimpan salinan service report dan membuat LK Perbaikan dengan acuan service report							Salinan Service Report / LK	15	Berkas disimpan	
19	Melengkapi seluruh berkas BAST pekerjaan/Barang/ BA Uji Fungsi/Service Report untuk proses penagihan.							BAST Pekerjaan/Barang/Service report/BA Uji Fungsi	15	Berkas lengkap	
20	Menerima seluruh berkas lengkap yang dipersyaratkan untuk memproses pembayarannya							BAST Pekerjaan/Barang/Service report/BA Uji Fungsi	15	Pembayaran selesai	
21	Menerima seluruh hasil perbaikan untuk didokumentasikan							Berkas Perbaikan	15	Perbaikan selesai	

<b>LOGO DAN NAMA INSTITUSI</b>	<b>FORMULIR PEMBUATAN / REVISI DOKUMEN*)</b>	
Nama dokumen	: Standar Operasional Prosedur Perbaikan Alat Laboratorium	
Nomor dokumen	: X/2/4.4.3/10/001 (contoh penomoran)	
Tanggal terbit	: 28 Oktober 2022	Nomor revisi : 0 / 01 / 02 / 03 / dst
Deskripsi pembuatan / revisi *) (memilih dengan mencoret salah satu) Lab.Kes membuat standar operasional prosedur perbaikan alat lab. untuk membantu perbaikan alat lab. mulai dari proses analisa, kajian, pekerjaan teknis dan administratif sampai alat selesai dilakukan perbaikan untuk menjamin Kembali kinerja alat laboratorium. (contoh redaksi pembuatan), atau Lab.Kes merevisi dan menetapkan standar operasional prosedur perbaikan alat lab. untuk memperbaharui prosedur perbaikan alat lab. mulai dari proses analisa, kajian, pekerjaan teknis dan administratif sampai alat selesai dilakukan pemeliharaan demi menjamin kembali kinerja alat laboratorium. (contoh redaksi revisi)		
Alasan pembuatan / revisi *) Sebagai acuan dalam melaksanakan perbaikan alat laboratorium di Lab. Kes. (contoh redaksi pembuatan) , atau Sebagai penyesuaian acuan baru dalam melaksanakan perbaikan alat laboratorium di Lab. Kes. (contoh redaksi revisi)		
..... , ..... Pemohon/unit pemilik proses          ..... NIP. ....	Kepala          ..... NIP. ....	

\*) Dicoret salah satu untuk memilih

**LOGO DAN NAMA INSTITUSI**

Diselesaikan oleh :

Diperiksa oleh :

.....  
NIP. ....

.....  
NIP. ....

....., .....

Judul konsep  
Standar Operasional Prosedur Perbaikan Alat Laboratorium

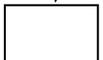
No.	Nama / Jabatan	Revisi
1.	.....	.....
2.	.....	.....
3.		
4.		

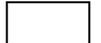
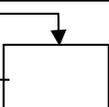
Ditetapkan  
Kepala ,

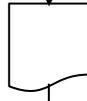
.....  
NIP. ....

## LAMPIRAN II SOP AP PEMELIHARAAN

<b>LOGO DAN NAMA INSTITUSI</b>	Nomor SOP	X/2/4.4.3/10/001 ( <b>contoh penomoran</b> )
	Tanggal Pembuatan	28 Oktober 2022
	Tanggal Revisi	28 Oktober 2025
	Tanggal Efektif	28 Oktober 2022
	Disahkan Oleh	KEPALA  ..... NIP. ....
Nama SOP	<b>PEMELIHARAAN ALAT LABORATORIUM KESEHATAN</b>	
<b>Dasar Hukum:</b>	<b>Kualifikasi Pelaksana:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pedoman Pengelolaan Peralatan Kesehatan di Fasilitas Pelayanan Kesehatan, Direktorat Jenderal Bina Upaya Kesehatan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Tahun 2015.</li> <li>2. Peraturan Menteri Kesehatan No ..... tentang Standar Pelayanan Laboratorium Kesehatan .....,.....</li> <li>3. Keputusan Kepala Laboratorium Kesehatan Provinsi/Kota/Kabupaten.....</li> <li>4. ....</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mampu berkoordinasi dengan unit kerja lain</li> <li>2. Elektromedis yang memiliki kompetensi melaksanakan pemeliharaan alat laboratorium</li> <li>3. ATLM/Pranata Laboratorium yang memiliki Kompetensi melaksanakan pemeliharaan harian (user maintenance) alat laboratorium</li> <li>4. Memiliki STR dan SIP yang masih berlaku</li> <li>5. Memiliki Sertifikat Pelatihan Alat Laboratorium</li> <li>6. ....</li> </ol>	
<b>Keterkaitan:</b>	<b>Peralatan/Perlengkapan:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Program Kerja Pemeliharaan</li> <li>2. Buku Petunjuk Pengoperasian Alat</li> <li>3. Buku Petunjuk Pemeliharaan Alat</li> <li>4. Lembar Kerja Pemeliharaan Alat</li> <li>5. Data Inventaris Alat</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Laptop/PC, printer, alat tulis kantor</li> <li>2. Alat Pelindung Diri (APD)</li> <li>3. Bahan dan alat kerja</li> <li>4. Alat ukur standar</li> <li>5. ....</li> </ol>	
<b>Peringatan:</b>	<b>Pencatatan dan Pendataan:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apabila prosedur ini tidak dilaksanakan maka jaminan kinerja alat tidak dapat dipastikan</li> <li>2. ....</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lembar Kerja Pemeliharaan yang telah diisi</li> <li>2. Pembaharuan data di logbook alat</li> <li>3. Pembaharuan data di logbook kegiatan</li> </ol>	

4. ....											
No.	Aktivitas	Penanggung jawab / Pelaksana					Mutu Baku			Keterangan	
		ATLM	PJ Lab	Elektro medis	Kepala TU	PPK/PP	Perusahaan / Vendor	Persyaratan/ kelengkapan	Waktu (menit)		Output
1	Mengajukan permohonan pemeliharaan alat laboratorium kepada Kepala Tata Usaha (TU) sesuai jadwal yang telah ditetapkan.							Form Pengajuan/ Surat Permohonan	15	Disposisi	
2	Menerima surat permohonan pemeliharaan							Form Pengajuan/ Surat Permohonan	15	Disposisi	
3	Menerima disposisi permohonan pemeliharaan							Disposisi	15	Disposisi	
4	Melakukan kajian teknis : (3) Pemeliharaan tanpa suku cadang (4) pemeliharaan dengan suku cadang				(2)			Telaah/Kajian	30	Telaah/ Kajian dibuat	
5	(2) Melaksanakan pemeliharaan tanpa suku cadang				(1)			Kegiatan Pemeliharaan	60 - 120	Pemeliharaan selesai	
6	Melaksanakan pengesahan dokumen di Lembar Kerja Pemeliharaan.							Lembar Kerja (LK)	15	LK dibuat	
7	Menerima hasil pemeliharaan alat dengan kondisi laik pakai,							Kartu Kendali/ Logbook Alat	15	Alat Telah dipelihara	

										
										
8	Melaksanakan verifikasi Kajian Tek (2) Pemeliharaan dengan suku cadang						Berkas Kajian Teknis	15	Berkas Kajian Teknis diterima	
9	Membuat Surat penawaran Harga (SPH)						Surat Penawaran Harga (SPH)	15	SPH dibuat	
10	Menerima Surat penawaran Harga (SPH) dan selanjutnya membuat surat permohonan pengadaan suku cadang dengan melampirkan Kajian Teknis Pemeliharaan dan SPH kepada PPK/PP						Surat Penawaran Harga (SPH) / Berkas Kajian Teknis Pemeliharaan	3 hari	SPH diterima dan Berkas Persyaratan pengadaan lengkap	
11	Melaksanakan proses pengadaan melalui penunjukan langsung (PL) / Lelang sesuai dengan nilai dan pagu anggaran.						Pengadaan PL / lelang	1 - 3 minggu	Penunjukan langsung / Lelang dilaksanakan	
12	Membuat dan menerbitkan SPK kepada Perusahaan/ Vendor						Surat Perintah Kerja (SPK)	1 hari	SPK dikeluarkan dan diterima	
13	Melaksanakan pekerjaan pemeliharaan dengan suku cadang berkoordinasi dengan PJ Lab., Elektromedis dan ATLM						Pelaksanaan Pemeliharaan	1 hari	Pemeliharaan dilaksanakan	

14	Membuat Serah Terima (BAST) pekerjaan/Barang/ Berita Acara (BA) Uji Fungsi/Service Report berkoordinasi dengan PJ Lab., Elektromedis dan ATLM.							BAST Pekerjaan/Barang/Service report/BA Uji Fungsi	1 hari	Pemeliharaan penggantian suku cadang selesai	
15	Menerima alat hasil pemeliharaan dengan suku cadang.							Alat Laboratorium	15	Alat selesai dipelihara	
16	Menyimpan Salinan BAST/ BA Uji Fungsi/Service report							Salinan BAST /BA Uji Fungsi /Service report	15	Berkas disimpan	
17	Menyimpan salinan service report dan membuat LK Pemeliharaan dengan acuan service report							Salinan Service Report / LK	15	Berkas disimpan	
18	Melengkapi seluruh berkas BAST pekerjaan/Barang/ BA Uji Fungsi/Service Report untuk proses penagihan.							BAST Pekerjaan/Barang/Service report/BA Uji Fungsi	15	Berkas lengkap	
19	Menerima seluruh berkas lengkap yang dipersyaratkan untuk memproses pembayarannya							BAST Pekerjaan/Barang/Service report/BA Uji Fungsi	15	Pembayaran selesai	
20	Menerima seluruh hasil pemeliharaan untuk							Berkas Pemeliharaan	15	Pemeliharaan selesai	

	didokumentasikan											
--	------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

<b>LOGO DAN NAMA INSTITUSI</b>	<b>FORMULIR PEMBUATAN / REVISI DOKUMEN*)</b>	
Nama dokumen	: Standar Operasional Prosedur Pemeliharaan Alat Laboratorium	
Nomor dokumen	: X/2/4.4.3/10/001 <b>(contoh penomoran)</b>	
Tanggal terbit	: 28 Oktober 2022	Nomor revisi : 0 / 01 / 02 / 03 / dst
<p>Deskripsi pembuatan / revisi *) (memilih dengan mencoret salah satu)</p> <p>Lab.Kes membuat standar operasional prosedur pemeliharaan alat lab. untuk membantu pemeliharaan alat lab. mulai dari proses penyiapan jadwal, pekerjaan teknis dan administratif sampai alat selesai dilakukan pemeliharaan demi menjamin kinerja alat laboratorium. <b>(contoh redaksi pembuatan)</b>, atau</p> <p>Lab.Kes merevisi dan menetapkan standar operasional prosedur pemeliharaan alat lab. untuk memperbaharui prosedur pemeliharaan alat lab. mulai dari proses penyiapan jadwal, pekerjaan teknis dan administratif sampai alat selesai dilakukan pemeliharaan demi menjamin kinerja alat laboratorium. <b>(contoh redaksi revisi)</b></p>		
<p>Alasan pembuatan / revisi *)</p> <p>Sebagai acuan dalam melaksanakan pemeliharaan alat laboratorium di Lab. Kes. <b>(contoh redaksi pembuatan)</b> , atau</p> <p>Sebagai penyesuaian acuan baru dalam melaksanakan pemeliharaan alat laboratorium di Lab. Kes. <b>(contoh redaksi revisi)</b></p>		
..... , ..... Pemohon/unit pemilik proses       ..... NIP. ....	Kepala       ..... NIP. ....	

\*) Dicoret salah satu untuk memilih

**LOGO DAN NAMA INSTITUSI**

Diselesaikan oleh :

Diperiksa oleh :

.....  
NIP. ....

.....  
NIP. ....

....., .....

Judul konsep  
Standar Operasional Prosedur Pemeliharaan Alat Laboratorium

No.	Nama / Jabatan	Revisi
1.	.....	.....
2.	.....	.....
3.		
4.		

Ditetapkan  
Kepala ,

.....  
NIP. ....

