

# **KEGIATAN PEMBELAJARAN 1**

## **Tugas, fungsi kerja dan pembagian personal Laboratorium**

Capaian Pembelajaran:

Menerapkan sistem manajemen Laboratorium Kimia mengacu ISO 17025:2005

Sub Capain Pembelajaran Mata Kegiatan

1. Mengkoordinasikan sumber daya laboratorium analitik

### **Pokok-Pokok Materi:**

1. Laboratorium Kimia dan Sistem Manajemen
2. Personal Laboratorium Pengukuran dan Kalibrasi
3. Sistem Manajemen Peralatan dan Bahan Kimia
4. Prosedur Operasional Standar/SOP manajemen laboratorium kimia

### **1. Laboratorium Kimia dan Sistem Manajemen ISO/IEC 17025:2005**

Laboratorium berasal dari kata laboratory yang memiliki pengertian yaitu: tempat yang dilengkapi peralatan untuk melangsungkan eksperimen atau melakukan pengujian dan analisis di dalam sains/kimia (*laboratory is a place equipped for experimental study in a science or for testing and analysis*). Selain itu, laboratorium merupakan ruangkerja seorang ilmuwan dan tempat menjalankan eksperimen bidang studi sains (kimia, fisika, biologi, dsb.) (the workplace a saintist also a place devoted to experiments in any branch of natural science , as chemistry, physics, biology etc).

Terdapat berbagai tipe laboratorium yang umumnya sudah dikenal yaitu laboratorium yang bergerak dalam bidang pendidikan dan bergerak dalam bidang penelitian. Kali ini, Anda akan diajak untuk mengenal lebih jauh tentang laboratorium penelitian atau yang lebih dikenal dengan sebutan laboratorium pengukuran dan kalibrasi. Kedua laboratorium tersebut tentunya akan memiliki sistem manajemen laboratorium yang berbeda-beda.

Sistem manajemen laboratorium merupakan suatu proses pendayagunaan sumber daya secara efektif dan efisien untuk mencapai suatu sasaran yang diharapkan secara optimal dengan memperhatikan keberlanjutan fungsi sumber daya. Henri Fayol (1996) menyatakan bahwa pengelolaan hendaknya dijalankan berkaitan dengan unsur atau fungsi-fungsi manajer, yakni perencanaan (Planning), pengorganisasian (Organizing), pemberian komando (Commanding), pengkoordinasian (Coordinating), dan pengendalian. (Controlling) dengan akronim yang terkenal POCCC.

Manajemen (pengelolaan) laboratorium kimia meliputi beberapa aktivitas yaitu perencanaan, penataan, pengadministrasian, pengamanan, perawatan, dan pengawasan.

Sebagai suatu sistem, maka sasaran pengelolaan laboratorium kimia berkaitan dengan pengelola dan pengguna (personel), fasilitas laboratorium (bangunan, peralatan umum laboratorium, peralatan, (equipments), bahan kimia (chemicals), kesehatan dan keamanan kerja, dan aktifitas yang dilaksanakan di laboratorium untuk menjaga keberlanjutan fungsinya. Sesuai dengan capaian pembelajaran yang telah direncanakan dalam RPS modul teknik kimia, pada modul ini diharapkan mahasiswa dapat menerapkan sistem manajemen Laboratorium Kimia yang mengacu pada standar ISO 17025.

ISO/IEC 17025: 2005 atau ISO/IEC 17025:2017 adalah standar persyaratan kompetensi untuk laboratorium kalibrasi dan pengukuran. Persyaratan-persyaratan yang diminta bersifat umum untuk berbagai jenis dan ukuran organisasi yang melakukan pengujian dan/ atau kalibrasi. Ruang lingkup standar ini mencakup pengujian dan kalibrasi dengan metode baku, dan metode yang dikembangkan oleh laboratorium sendiri. Secara garis besar standar sistem manajemen dari klausul-klausul ISO/IEC 17025 terdiri dari lima klausul, yaitu Ruang Lingkup, Acuan Normatif, Istilah dan Definisi, Persyaratan Manajemen, dan Persyaratan Teknis. Singkat kata, inti persyaratan-persyaratan standar ini ada dalam dua klausul terakhir. Persyaratan manajemen meliputi persyaratan-persyaratan sistem manajemen sebagaimana yang banyak kita temukan dalam SMM ISO 9001, seperti pengendalian dokumen, pengendalian rekaman, penanganan pelanggan dan kontrak, tindakan perbaikan, audit, dan lain-lain. Sedangkan persyaratan teknis meliputi, di antaranya, persyaratan-persyaratan personil, akomodasi dan kondisi lingkungan, pemilihan metode, peralatan, pengambilan sampel, dan penerbitan laporan hasil uji dan inspeksi laboratorium.

Dalam klausul 4.1.5 pembagian personal laboratorium dibagi kedalam dua kelompok yaitu personal manajerial dan personal teknis yang memiliki kewenangan dan sumber daya yang cukup untuk melaksanakan tugasnya, termasuk penerapan pemeliharaan dan peningkatan sistem manajemen atau dari prosedur untuk melaksanakan pengukuran dan/ atau kalibrasi, dan untuk memulai tindakan, mencegah atau meminimalkan terjadinya penyimpangan.

a. Persyaratan manajemen laboratorium

Dalam ISO 17025:2005 untuk laboratorium pengujian dan kalibrasi persyaratan manajemen meliputi:

- 4.1 Organisasi
- 4.2 Sistem Manajemen
- 4.3 Pengendalian Dokumen
- 4.4 Kaji ulang permintaan, tender dan kontrak

- 4.5 Sub kontrak pengujian dan kalibrasi
- 4.6 Pembelian jasa dan perbekalan
- 4.7 Pelayanan kepada customer
- 4.8 Pengaduan
- 4.9 Pengendalian pekerjaan pengujian dan/atau kalibrasi yang tidak sesuai
- 4.10 Peningkatan/Improvement
- 4.11 Tindakan Perbaikan
- 4.12 Tindakan Pencegahan
- 4.13 Pengendalian rekaman
- 4.14 Audit Internal
- 4.15 Kaji Ulang Manajemen

Organisasi laboratorium pengukuran dan kalibrasi memiliki personil manajerial dan teknis yang memiliki tugas dan tanggung jawab, serta mempunyai wewenang dan sumberdaya yg diperlukan untuk melaksanakan tugasnya, termasuk implementasi, pemeliharaan dan peningkatan sistim manajemen, dan mengidentifikasi terjadinya penyimpangan dari sistem manajemen atau dari prosedur pelaksanaan pengujian/kalibrasi dan untuk memulai tindakan pencegahan atau meminimalkan penyimpangan.

Laboratorium menetapkan, menerapkan dan memelihara sistem manajemen yg sesuai dengan lingkup kegiatannya. Dokumentasi sistem manajemen dikomunikasikan, dimengerti, tersedia, dan diterapkan oleh semua personil yang terkait.

Kebijakan sistem manajemen laboratorium yang berkaitan dengan mutu, termasuk pernyataan kebijakan mutu harus ditetapkan dalam Panduan Mutu (apa pun namanya). Seluruh sasaran harus ditetapkan dan dikaji-ulang dalam kaji ulang manajemen. Pernyataan Kebijakan Mutu harus diterbitkan di bawah kewenangan manajemen puncak. Pernyataan kebijakan mutu mencakup sedikitnya :

- a. komitmen pada praktek profesional dan pada mutu pengujian dan kalibrasi dalam melayani customer;
- b. pernyataan manajemen untuk standar pelayanan lab;
- c. tujuan sistem manajemen yang terkait dengan mutu;
- d. persyaratan bahwa personil memahami dokumentasi mutu dan menerapkan kebijakan serta prosedur didalam pekerjaan mereka.
- e. komitmen manajemen laboratorium untuk kesesuaian dengan Standar ini dan secara berkelanjutan meningkatkan efektifitas sistem manajemen.

Manajemen Puncak harus memberikan bukti komitmen tentang pengembangan dan implementasi sistem manajemen dan meningkatkan efektifitasnya secara berkelanjutan. Manajemen Puncak harus mengkomunikasikan kepada organisasi mengenai pentingnya memenuhi persyaratan pelanggan demikian juga persyaratan perundang-undangan dan peraturan lainnya. Panduan Mutu harus menjadi acuan untuk prosedur pendukung termasuk prosedur teknisnya. Harus ada outline struktur dokumentasi yang digunakan dalam sistem manajemen.

Peranan dan tanggung jawab manajemen teknis dan manajer mutu, termasuk tanggungjawabnya untuk menjamin kesesuaiannya dengan standar ini, harus ditetapkan dalam panduan mutu. Manajemen Puncak harus menjamin bahwa integritas sistem manajemen dipelihara, bila terjadi perubahan pada sistem manajemen direncanakan dan diimplementasikan

b. persyaratan teknis

Dalam sistem manajemen laboratorium pengujian/kalibrasi persyaratan teknis meliputi:

- 5.1 Umum
- 5.2 Personil
- 5.3 Kondisi akomodasi dan lingkungan
- 5.4 Metode pengujian, metode kalibrasi dan validasi metode
- 5.5 Peralatan
- 5.6 Ketertelusuran pengukuran
- 5.7 Pengambilan sampel
- 5.8 Penanganan barang yang diuji dan dikalibrasi
- 5.9 Jaminan mutu hasil pengujian dan kalibrasi
- 5.10 Pelaporan hasil

Personil yang melaksanakan tugas-tugas tertentu harus memenuhi syarat berdasarkan pendidikan, pelatihan, pengalaman dan keterampilan. Kebijakan dan prosedur untuk mengidentifikasi pelatihan yang dibutuhkan dan memberikan pelatihan. Selain itu dapat dipastikan bahwa pekerjaan personil yang dikontrak disupervisi dan sesuai dengan sistem manajemen laboratorium. Pemeliharaan deskripsi pekerjaan teknis manajerial dari personil kunci. Otorisasi untuk pengambilan sampel, pengujian/kalibrasi, penandatanganan sertifikat, penafsiran / pendapat, pengoperasian peralatan tertentu. Pemeliharaan rekaman kualifikasi, pelatihan dan keterampilan personil.

Persyaratan teknis lainnya adalah persyaratan teknis yang meliputi akomodasi dan kondisi lingkungan yang mempengaruhi hasil pengujian / kalibrasi harus didokumentasikan

dan dikendalikan. Selain itu, monitoring, kontrol dan catatan lingkungan kondisi. terdapat pemisahan yang efektif antara pengujian yang berpotensi kontaminasi silang, pengendalian akses ke ruang pengujian / kalibrasi, dan pengaturan kerumah tanggaan yang baik

## **2. Personal Laboratorium Pengukuran dan Kalibrasi**

Pada dasarnya pengelolaan laboratorium pengukuran dan kalibrasi merupakan tanggung jawab bersama dari semua personel, baik personal manajerial dan teknis. Oleh karena itu setiap personel yang terlibat harus memiliki kesadaran dan merasa terpenggil untuk sama-sama mengatur, memelihara dan mengusahakan manajemen yang memiliki sistem yang baik dan penjaminan kualitas keselamatan kerja. Mengatur dan memelihara laboratorium dimaksudkan melakukan segala macam upaya agar laboratorium selalu tetap berfungsi sebagaimana mestinya. Sedangkan upaya menjaga keselamatan kerja mencakup usaha untuk selalu mencegah kemungkinan terjadinya kecelakaan sewaktu bekerja di laboratorium dan penanganannya bila terjadi kecelakaan.

Manajemen laboratorium pengukuran dan kalibrasi yang baik semestinya menerapkan konsep-konsep GLP (*Good Laboratory Practices*) yang meliputi: perencanaan dan pelaksanaan yang benar (*Good Planning and execution*), praktek pengambilan sampel yang baik (*Good Sampling Practice*), praktek melakukan analisa yang baik (*Good Analytical Practice*), praktek melakukan pengukuran yang baik (*Good Measurement Practice*), praktek mendokumentasikan hasil pengujian/data yang baik (*Good Documentation Practice*), praktek menjaga akomodasi dan lingkungan kerja yang baik (*Good Housekeeping Practice*), yang dianalogikan dengan penjaminan mutu dengan konsep ISO/IEC 17025.

Para personel pengelola laboratorium hendaknya memiliki keterampilan dan pemahaman tentang laboratorium dan fasilitasnya. Mengetahui dan mampu bekerja sesuai tugas dan tanggung jawabnya, mengikuti peraturan dan melaksanakan tugas yang diberikan oleh lembaganya.

## **3. Manajemen Peralatan dan Bahan Kimia**

### **a. Manajemen Peralatan**

Manajemen (penataan) peralatan sangat bergantung kepada fasilitas yang ada di laboratorium dan kepentingan pemakai laboratorium. Fasilitas yang dimaksud dalam hal ini adalah adanya ruang penyimpanan khusus (gudang), ruang persiapan, dan tempat penyimpanan seperti lemari, kabinet, dan rak-rak.

Peralatan laboratorium yang selanjutnya disebut peralatan adalah mesin, perkakas, perlengkapan, dan alat-alat kerja lain yang secara khusus dipergunakan untuk pengujian, kalibrasi, dan/atau produksi dalam skala terbatas.

Peralatan Laboratorium dibagi 3 kategori (Tabel 1.4):

1. Peralatan kategori 3 adalah alat yang cara pengoperasian dan perawatannya sulit, risiko penggunaan tinggi, akurasi/ kecermatan pengukurannya tinggi, serta sistem kerja rumit yang pengoperasiannya memerlukan pelatihan khusus/tertentu dan bersertifikat.
2. Peralatan kategori 2 adalah peralatan yang cara pengoperasian dan perawatannya sedang, risiko penggunaan sedang, akurasi/kecermatan pengukurannya sedang, serta sistem kerja yang tidak begitu rumit dan pengoperasiannya memerlukan pelatihan khusus/tertentu.
3. Peralatan kategori 1 adalah peralatan yang cara pengoperasian dan perawatannya mudah, risiko penggunaan rendah, akurasi/ kecermatan pengukurannya rendah, serta sistem kerja sederhana, pengoperasiannya cukup dengan menggunakan panduan, (Permenpan RB No. 03, 2010).

**Tabel-1.4 Tingkat Kesulitan Pengelolaan Peralatan**

Pengelolaan	Kriteria		
	Kategori 1	Kategori 2	Kategori 3
Pengoperasian	Mudah	Sedang	Sulit
Perawatan	Mudah	Sedang	Sulit
Resiko	Rendah	Sedang	Tinggi
Pengukuran	Kecermatan/akurasi rendah	Kecermatan/akurasi sedang	Kecermatan/akurasi tinggi
Persyaratan pengoperasian	Dengan panduan	Dengan pelatihan	Dengan pelatihan khusus
Sistem kerja	Sederhana	Sedang	Rumit

Setiap alat yang akan dioperasikan harus dalam kondisi yang baik yaitu dengan syarat: a. Siap untuk dipakai (ready for use) b. Bersih c. Berfungsi dengan baik d. Terkalibrasi Peralatan digunakan untuk melakukan suatu kegiatan pendidikan, penelitian, pelayanan masyarakat atau studi tertentu. Karenanya alatalat ini harus selalu siap pakai, agar sewaktu-waktu dapat digunakan.

Peralatan laboratorium sebaiknya dikelompokkan berdasarkan penggunaannya. Perawatan alat secara rutin dapat dilakukan dengan :

- Sebelum alat digunakan hendaknya diperiksa dulu kelengkapannya.
- Harus dibersihkan terlebih dahulu sebelum digunakan.
- Setelah selesai dipergunakan semua alat harus dibersihkan kembali dan jangan disimpan dalam keadaan kotor.
- Kelengkapan alat tersebut harus dicek terlebih dahulu sebelum disimpan.
- Setiap alat yang agak rumit selalu mempunyai buku petunjuk atau keterangan penggunaan. Maka sebelum alat digunakan hendaknya kita membaca terlebih dahulu petunjuk penggunaan alat dan petunjuk pemeliharaan atau perawatannya.
- Setiap alat baru terlebih dahulu diperiksa atau dibaca buku petunjuk sebelum digunakan.

Dalam penyimpanan dan penataan alat yang perlu diperhatikan:

- a. Jenis bahan dasar penyusun alat tersebut. Dengan diketahuinya bahan dasar dari suatu alat kita dapat menentukan cara penyimpanannya.
- b. Alat yang terbuat dari logam tentunya harus dipisahkan dari alat yang terbuat dari gelas atau porselen.
- c. Dalam penyimpanan dan penataan alat aspek bobot benda perlu juga diperhatikan.
- d. Janganlah menyimpan alat-alat yang berat di tempat yang lebih tinggi, agar mudah diambil dan disimpan kembali.

#### b. Manajemen Bahan Kimia

Bahan laboratorium yang selanjutnya disebut bahan adalah segala sesuatu yang diolah/digunakan untuk pengujian, kalibrasi, dan/atau produksi dalam skala terbatas, yang dibagi menjadi dua kategori yaitu:

1. Bahan khusus adalah bahan yang penanganannya memerlukan perlakuan dan persyaratan khusus.
2. Bahan umum adalah bahan yang penanganannya tidak memerlukan perlakuan dan persyaratan khusus, (Permenpan RB No. 03, 2010).

Tabel-1.5 Tingkat Kesulitan Pengelolaan Bahan

Penanganan	Bahan	
	Umum (1)	Khusus (2)
Penyimpanan	Tidak memerlukan persyaratan khusus	Memerlukan persyaratan khusus
Sifat fisis	Tidak eksplosif, tidak korosif, tidak iritant, stabil	eksplosif, korosif, iritant, labil
Sifat kimia	Non toksik, tidak berbahaya	Toksik, berbahaya
Persyaratan metode	Tidak memerlukan kemurnian tinggi	Memerlukan kemurnian tinggi

Dalam laboratorium kimia, penyimpanan zat dan bahan kimia merupakan strategi rencana yang dilakukan dalam melakukan penyimpanan bahan dan zat yang benar untuk mengurangi resiko kecelakaan di laboratorium. (Griffin 2005). Setiap bahan kimia memiliki sifat fisik dan kimia yang berbeda-beda. Maka, dalam penyimpanan dan penataan bahan kimia harus diperhatikan aspek pemisahan (*segregation*), tingkat resiko bahaya (*multiple hazards*), pelabelan (*labeling*), fasilitas penyimpanan (*storage facilities*), wadah sekunder (*secondary containment*), bahan kadaluarsa (*outdate chemicals*), inventarisasi (*inventory*), dan informasi resiko bahaya (*hazard information*).

Prinsip yang perlu diperhatikan dalam penyimpanan bahan di laboratorium:

- A. Aman : bahan disimpan supaya aman dari pencuri.
- B. Mudah dicari : Untuk memudahkan mencari letak bahan, perlu diberi tanda yaitu dengan menggunakan label pada setiap tempat penyimpanan bahan (lemari, rak atau laci).
- C. Mudah diambil : Penyimpanan bahan diperlukan ruang penyimpanan dan perlengkapan.

Pada bahan, pengurutan secara alfabetis akan tepat jika dikelompokkan menurut sifat fisis dan sifat kimianya terutama tingkat kebayaannya untuk pengadministrasian. Bahan kimia yang tidak boleh disimpan dengan bahan kimia lain, harus disimpan secara khusus dalam wadah sekunder yang terisolasi. Hal ini untuk mencegah pencampuran dengan sumber bahaya lain seperti api, gas beracun, ledakan atau degradasi kimia.



Wadah dan tempat penyimpanan harus diberi label yang mencantumkan informasi antara lain:

- Nama kimia dan rumusnya
- Konsentrasi
- Tanggal penerimaan
- Tanggal pembuatan
- Nama orang yang membuat reagen
- Tingkat bahaya
- Klasifikasi lokasi penyimpanan
- Nama dan alamat pabrik

Tempat penyimpanan bahan kimia harus bersih, kering, jauh dari sumber panas atau sinar matahari langsung dan dilengkapi dengan ventilasi yang menuju ruang asap atau ke luar ruangan.

Dengan mempertimbangkan faktor-faktor di atas, beberapa syarat penyimpanan bahan secara singkat adalah sebagai berikut:

#### A. Bahan beracun

Syarat penyimpanan:

- o Ruangan dingin dan berventilasi
- o Jauh dari bahaya kebakaran
- o Dipisahkan dari bahan-bahan yang mungkin bereaksi
- o Kran dari saluran gas harus tetap dalam keadaan tertutup rapat jika tidak sedang dipergunakan
- o Disediakan alat pelindung diri, pakaian kerja, masker, dan sarung tangan

#### B. Bahan korosif

Syarat penyimpanan:

- o Ruangan dingin dan berventilasi
- o Wadah tertutup dan beretiket
- o Dipisahkan dari zat-zat beracun.

### C. Bahan mudah terbakar

Dibagi menjadi 3 golongan:

- 1) Cairan yang terbakar di bawah temperatur  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , misalnya karbon disulfida ( $\text{CS}_2$ ), eter ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$ ), benzena ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ), aseton ( $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ ).
- 2) Cairan yang dapat terbakar pada temperatur antara  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$  -  $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ , misalnya etanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ), methanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ).
- 3) Cairan yang dapat terbakar pada temperatur  $21\text{ }^{\circ}\text{C}$  –  $93,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , misalnya kerosin (minyak tanah), terpentin, naftalena, minyak bakar.

Syarat penyimpanan:

- o Temperatur dingin dan berventilasi
- o Jauhkan dari sumber api atau panas, terutama loncatan api listrik dan bara.
- o Tersedia alat pemadam kebakaran

### D. Bahan mudah meledak

Syarat penyimpanan:

- o Ruangan dingin dan berventilasi
- o Jauhkan dari panas dan api
- o Hindarkan dari gesekan atau tumbukan mekanis

### E. Bahan Oksidator

Syarat penyimpanan:

- o Temperatur ruangan dingin dan berventilasi
- o Jauhkan dari sumber api dan panas, termasuk loncatan api listrik dan bara rokok
- o Jauhkan dari bahan-bahan cairan mudah terbakar atau reduktor

### F. Bahan reaktif terhadap Air

Syarat penyimpanan:

- o Temperatur ruangan dingin, kering, dan berventilasi
- o Jauh dari sumber nyala api atau panas
- o Bangunan kedap air
- o Disediakan pemadam kebakaran tanpa air ( $\text{CO}_2$ , dry powder)

### G. Bahan reaktif terhadap Asam

Syarat penyimpanan:

- o Ruangan dingin dan berventilasi
- o Jauhkan dari sumber api, panas, dan asam
- o Ruangan penyimpanan perlu didesain agar tidak memungkinkan terbentuk kantong-kantong hidrogen
- o Disediakan alat pelindung diri seperti kaca mata, sarung tangan, pakaian kerja

#### H. Gas bertekanan

Syarat penyimpanan:

- o Disimpan dalam keadaan tegak berdiri dan terikat
- o Ruangan dingin dan tidak terkena langsung sinar matahari
- o Jauh dari api dan panas
- o Jauh dari bahan korosif yang dapat merusak kran dan katup-katup

Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan, Tabel-1.6 dan Tabel-1.7 merupakan pedoman dalam penyimpanan bahan kimia di laboratorium. Mana saja penyimpanannya yang harus didekatkan dan mana saja yang harus dipisahkan.

**Tabel-8**  
Matriks Bahan Kimia yang *incompatible*  
(tidak boleh disimpan bersamaan)

	Asam Anorganik	Asam Oksidator	Asam Organik	Basa	Oksidator	Anorganik Racun	Organik racun	Reaktif air	Pelut organik
Asam anorganik			X	X		X	X	X	X
Asam oksidator			X	X		X	X	X	X
Asam organik	X	X		X	X	X	X	X	
Basa	X	X	X				X	X	X
Oksidator			X				X	X	X
Anorganik racun	X	X	X				X	X	X
Organik racun	X	X	X	X	X	X			
Reaktif air	X	X	X	X	X	X			
Pelut organik	X	X		X	X	X			

x = tidak boleh disimpan bersamaan

Tabel-9  
Klasifikasi Penyimpanan Bahan Kimia

Bahan Kimia	Tidak Boleh Bercampur dengan
Asam asetat CH <sub>3</sub> COOH	Asam kromat, H <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ; Asam nitrat, HNO <sub>3</sub> ; Senyawa hidroksil, -OH; Etilen glikol, C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> ; Asam perklorat, HClO <sub>4</sub> ; Peroksida, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; Permanganat, KMnO <sub>4</sub>
Aseton CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	Campuran asam nitrat dan asam sulfat pekat, (HNO <sub>3</sub> pkt + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> pkt); Basa kuat, NaOH, KOH
Asetilen C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	Flor, F <sub>2</sub> ; Klor, Cl <sub>2</sub> ; Brom, Br <sub>2</sub> ; Tembaga, Cu; Perak, Ag; Raksa, Hg
Logam alkali Li, Na, K	Air, H <sub>2</sub> O; Karbon tetraklorida, CCl <sub>4</sub> ; Hidrokarbon terklorinasi, CH <sub>3</sub> Cl; Karbon dioksida, CO <sub>2</sub> ; halogen, F <sub>2</sub> , Cl <sub>2</sub> , Br <sub>2</sub> , I <sub>2</sub>
Ammonia anhidros, NH <sub>3</sub>	Raksa, Hg; Kalsium, Ca; Klor, Cl <sub>2</sub> ; Brom, Br <sub>2</sub> ; Iod, I <sub>2</sub> ; Asam florifa, HF; Hipoklorit, HClO, Ca(ClO) <sub>2</sub>
Ammonium nitrat, NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	Asam; serbuk logam; cairan dapat terbakar; Klorat, ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ; Nitrit, NO <sub>2</sub> ; belerang, S <sub>8</sub> ; serbuk organik; bahan dapat terbakar
Anilin C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	Asam nitrat, HNO <sub>3</sub> ; Hidrogen proksida, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
Bahan arsenat, AsO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Bahan reduktor
Azida, N <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Asam
Brom, Br <sub>2</sub>	Amonia, NH <sub>3</sub> ; Asetilen, C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> ; butadiena, C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> ; butana, C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> ; metana, CH <sub>4</sub> ; propana, C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ( atau gas minyak bumi), hidrogen, H <sub>2</sub> ; Natrium karbida, NaC; terpentin; benzen, C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ; serbuk logam
Kalsium oksida, CaO	Air, H <sub>2</sub> O
Karbon aktif, C	Kalsium hipoklorit, Ca(ClO) <sub>2</sub> ; Semua oksidator
Karbon tetraklorida, CCl <sub>4</sub>	Natrium, Na
Klorat, ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Garam ammonium; asam; Serbuk logam; Belerang, S <sub>8</sub> ; Bahan organik serbuk; Bahan dapat terbakar
Asam kromat, H <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ; Krom trioksida, Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Asam asetat, CH <sub>3</sub> COOH; Naftalen, C <sub>10</sub> H <sub>8</sub> ; Kamper, C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O; gliserol, HOCH <sub>2</sub> CH(OH)CH <sub>2</sub> OH; Gliserin; terpentin; alkohol; cairan mudah terbakar
Klor, Cl <sub>2</sub>	Ammonia, acetylene, butadiene, butane, methane, propane (or other petroleum gases), hydrogen, sodium carbide, turpentine, benzene, finely divided metals
Klor dioksida, ClO <sub>2</sub>	Ammonia, metana, fosfin, Asam sulfida
Tembaga	Asetilen, hidrogen peroksida
Cumene hidroperoksida	Asam, organik atau anorganik
Sianida	Asam
Cairan dapat terbakar	Ammonium nitrat, Asam kromat, hidrogen peroksida, Asam nitrat, Natrium peroksida, halogen
Hidrokarbon	Flor, klor, brom, ASam kromat, Natrium peroksida
Asam sianat	Asam nitrat, Basa
Asam florida	Ammonia, aqueous or anhydrous
Hidrogen peroksida	Tembaga, Krom, Besi, Kebanyakan logam atau garamnya, Alkohol, Aseton, bahan organik, Anilin, Nitrometan, Cairan dapat terbakar
Asam sulfida	Asam nitrat berasap, Asam lain, Gas oksidator, Asetilen, Ammonia (berair atau anhidros), Hidrogen

<b>Bahan Kimia</b>	<b>Tidak Boleh Bercampur dengan</b>
Hipoklorit	Asam, Karbon aktif
Iod	Asetilen, Ammonia (berair atau anhidros), Hidrogen
Raksa	Asetilen, Asam fulmanat, Amonia
Nitrat	Asam sulfat
Asam nitrat (pekat)	Asam asetat, Anilin, Asam kromat, Asam sianat, Asam sulfida, Cairan dapat terbakar, Gas dapat terbakar, Tembaga, Kuningan, Logam berat
Nitrit	Asam
Nitroparafin	Basa anorganik, Amina
Asam oksalat	Perak, Raksa
Oksigen	Oli, Lemak, hidrogen; Cairan, padatan, dan Gas dapat terbakar
Asam perklorat	Asetat anhidrid, Bismut dan aliasinya, Alkohol, Kertas, Kayu, Lemak dan oli
Peroksida, organik	Asam (organik atau mineral), Hindari gesekan, Simpan di tempat dingin
Fosfor (putih)	Udara, Oksigen, Basa, Bahan reduktor
Kalium	Karbon tetraklorida, Karbon dioksida, Air
Kalium klorat dan Perklorat	Asam sulfat dan asam lain
Kalium permanganat	Gliserin, Etilen glikol, Benzaldehid, Asam sulfat
Selenida	Bahan reduktor
Perak	Asetilen, Asam oksalat, Asam tartrat, Senyawa amonium, Asam fulmanat
Natrium	Karbon tetraklorida, Karbon dioksida, Air
Natrium Nitrit	Ammonium nitrat dan Garam ammonium lain
Natrium peroksida	Etil atau metil alkohol, Asam asetat glacial, Asetat anhidrida, Benzaldehid, Karbon disulfida, Gliserin, Etilen glikol, Etil asetat, Metil asetat, furfural
Sulfida	Asam
Asam sulfat	Kalium klorat, Kalium perklorat, kalium permanganat (atau senyawa dari logam ringan seperti natrium, litium, dll.)
Telurida	Bahan reduktor
(From Manufacturing Chemists' Association, <i>Guide for Safety in the Chemical Laboratory</i> , pp. 215-217, Van Nostrand Reinhold	

Seperti halnya pada pembahasan tentang penataan alat, pada penataan bahan kimiapun diperlukan sumber literatur untuk mengetahui spesifikasi masing-masing bahan kimia tersebut. Spesifikasi bahan kimia akan dijumpai pada buku katalog bahan.

#### **4. Standard Operating Procedure (SOP) Laboratorium Kimia**

##### ***Pengertian SOP Laboratorium Kimia***

*Standard Operating Procedure* (SOP) laboratorium kimia merupakan serangkaian instruksi kerja tertulis yang dibakukan (terdokumentasi) mengenai proses penyelenggaraan administrasi laboratorium kimia, bagaimana, dan kapan harus dilakukan, di mana dan oleh

siapa dilakukan. SOP ini terdiri dari rumusan indikator-indikator teknis, administratif, dan prosedural sesuai tata kerja yang ada di laboratorium kimia.

Tujuan disusunnya standar operasional prosedur laboratorium adalah untuk membantu memperlancar pengelolaan laboratorium guna memaksimalkan kegunaan dari laboratorium beserta semua sumber daya yang ada didalamnya, sehingga dapat membantu terselenggaranya kegiatan praktikum yang berkualitas. Selain itu, SOP yang telah disusun dapat digunakan sebagai dasar hukum jika terjadi penyimpangan tatalaksana yang ada di laboratorium.

Dengan kata lain bahwa tujuan akhir dari SOP adalah tercapainya pengelolaan laboratorium yang efektif dan efisien dan terciptanya suasana laboratorium yang kondusif sehingga dapat membangkitkan minat untuk melakukan praktikum, penelitian, pengabdian masyarakat bagi para pengguna.

Dengan adanya SOP ini juga dapat mengarahkan personal pengelola laboratorium untuk melaksanakan tugas rutinnnya lebih disiplin dan terarah. Pelaksanaan tugas rutin personal pengelola laboratorium kimia akan mudah dikontrol dengan adanya SOP. Akan tetepi sebelum dilakukan pengontrolan, maka diperlukan penyusunan sebuah SOP yang dapat digunakan. Hal ini disebabkan dalam pengontrolan penerapan SOP laboratorium berkaitan erat dengan ada atau tidaknya SOP laboratorium kimia.

### ***Penyusunan SOP***

Adapun penyusunan SOP laboratorium kimia meliputi beberapa tahapan antara lain (1) menentukan tujuan yang ingin dicapai, (2) membuat rancangan awal, (3) melakukan evaluasi internal, (4) melakukan evaluasi eksternal, (5) melakukan uji coba, (6) menempatkan prosedur pada unit terkait, dan (7) menjalankan prosedur yang dibuat.

Selain tahapan-tahapan yang telah disebutkan di atas, penyusunan SOP juga memperhatikan prinsip-prinsip penyusunan SOP. Prinsip-prinsip penyusunan SOP tersebut dijelaskan di bawah ini.

- a. SOP harus memperhatikan alur pelaksanaan kegiatan yang mudah ditelusuri jika terjadi masalah saat pelaksanaan nantinya.

- b. Perumusan SOP harus sesuai dengan kebutuhan dan aturan kebijakan yang sedang berlaku.
- c. SOP harus memperhatikan lamanya waktu pelaksanaan, porsi tugas masing-masing pelaksana laboratorium sehingga akan diketahui tanggung jawab dari masing-masing pelaksana pengelola laboratorium.
- d. SOP laboratorium harus dapat menjadi pedoman terhadap norma waktu, hasil kerja yang tepat serta bagian pendanaan jika dimungkinkan ada pembiayaan di dalamnya.
- e. Bahasa yang digunakan dalam SOP harus mudah dipahami oleh semua penggunanya.

Jika diperhatikan lebih lanjut, tahap akhir penyusunan SOP adalah menjalankan prosedur. Pada tahap ini diperlukan tindakan pengontrolan penerapan SOP sebagaimana akan dijelaskan di bawah ini.

### **Pengontrolan Penerapan SOP di Laboratorium Kimia**

Penerapan SOP yang berupa pedoman tertulis bertujuan untuk membantu ketercapaian tujuan laboratorium sebagai salah satu sarana sumber belajar di sekolah. SOP laboratorium kimia berupa alur, langkah-langkah, tahapan-tahapan yang harus dilakukan ketika menyelesaikan sebuah kegiatan/proses kinerja ilmiah kimia. SOP laboratorium kimia meliputi SOP peralatan di laboratorium kimia, SOP bahan praktikum kimia dan SOP prosedur kegiatan praktikum kimia. SOP laboratorium ini akan menjadi pedoman dan alat komunikasi secara tak langsung bagi berbagai pihak yang akan berhubungan dengan laboratorium kimia seperti peserta didik, guru kimia, laboran, teknisi, Kepala Laboratorium kimia maupun Kepala Sekolah.

Pengontrolan penerapan SOP dalam kaitannya dengan peralatan di dalam laboratorium kimia melibatkan proses pengadministrasian dari alat-alat yang berada dalam laboratorium kimia. Selain itu juga memuat bagaimana peraturan/sanksi yang diberikan jika terjadi kerusakan alat. Semua itu dirumuskan dalam bentuk SOP kemudian disusun instrumen pengontrolan penerapan SOP. Hal ini juga berlaku untuk pengontrolan penerapan SOP bahan kimia dan juga laboran/teknisi kimia. Pengontrolan penerapan SOP bahan kimia berisi tentang jenis-jenis/karakteristik bahan kimia jika direaksikan atau digabungkan dengan bahan-bahan kimia yang lain. Peraturan penyimpanan dan pembuangan bahan-bahan kimia juga harus diatur di dalam SOP ini. Hal ini dilakukan agar bahan-bahan kimia yang tersimpan di dalam laboratorium terjaga dengan baik. Sedangkan untuk pengontrolan penerapan SOP laboran/teknisi kimia memuat siapa-siapa saja yang diperkenankan menjadi laboran/teknisi kimia, tentunya memperhatikan kualifikasi akademiknya yang meliputi pengetahuan dan keterampilan yang dimiliki berkaitan dengan laboratorium kimia.

SOP bagi peserta didik akan berguna untuk memberi arahan apa saja kegiatan yang harus dilakukan ketika bekerja/belajar di laboratorium. Guru kimia sebagai salah satu perantara sumber belajar antara laboratorium dan peserta didik juga akan dapat mengarahkan dengan mudah kepada para peserta didik. Laboran sebagai pelaksana di laboratorium dapat mengontrol dengan mudah keterlaksanaan kegiatan laboratorium sesuai dengan tata tertib yang berlaku. Kepala Laboratorium dan Kepala Sekolah sebagai pimpinan dapat mengawasi jalannya kegiatan laboratorium serta sebagai acuan mengukur kinerja laboran dengan diterapkannya SOP ini. Dengan diterapkannya SOP di laboratorium kimia maka kegiatan laboratorium akan menjadi lancar dan melibatkan semua pihak. Oleh karena itu perlu adanya kontrol pada penerapan SOP laboratorium kimia. Salah satu cara mengontrol penerapan SOP laboratorium adalah dengan penggunaan *checklist*.

Komponen untuk mengontrol SOP peralatan dan bahan kimia di laboratorium antara lain:

1. Memastikan peralatan yang digunakan untuk praktikum kimia berada dalam kondisi baik, pengukuran atau pengambilan data sesuai, desain dan jumlahnya memadai sesuai dengan kegiatan praktikum kimia yang akan dilakukan.
2. Memeriksa, membersihkan, merawat dan mengkalibrasi peralatan secara periodik berdasarkan SOP masing-masing peralatan.
3. Memastikan/menjaga dokumentasi setiap kegiatan di setiap *log book* masing-masing peralatan.
4. Memastikan bahwa peralatan dan bahan material yang ada di ruang laboratorium tidak saling mengganggu.
5. Memberi label bahan kimia, reagen dan larutan dengan identitas, konsentrasi dan kemurnian, bahaya yang ditimbulkan, tanggal kadaluarsa, cara penyimpanan, sumber, tanggal pembuatan/persiapan, stabilitas.

Selama proses pengontrolan berlangsung, maka saat itu telah atau sedang dilaksanakannya tahapan pelaksanaan/penerapan dari SOP. Proses penerapan SOP harus memastikan bahwa *output* yang dikehendaki dapat diwujudkan, yaitu:

1. SOP yang baru disusun atau direvisi harus diketahui terlebih dahulu di setiap pelaksanaannya.
2. Semua pengguna dalam hal ini adalah pengelola laboratorium kimia harus dapat mengakses salinan SOP.



3. Setiap personal pengelola laboratorium kimia harus mengetahui peranannya dalam SOP sehingga dapat memaksimalkan pengetahuan dan kemampuannya secara efektif.
4. Kemungkinan timbulnya masalah-masalah dalam proses penerapan SOP harus disiasati dengan penyediaan mekanisme monitoring kinerja pengelola laboratorium.

#### ***Contoh SOP pelaksanaan praktikum***

1. Pengguna laboratorium harus mendapatkan izin menggunakan laboratorium dari Kepala Laboratorium dan mendapatkan pendampingan dari teknisi dan laboran.
2. Tidak diperkenankan untuk melakukan kegiatan praktik sendiri di laboratorium.
3. Pengguna laboratorium harus menggunakan alat pelindung diri (APD) yang telah terstandar.
4. Pengguna laboratorium hendaknya telah mengetahui lokasi sumber listrik, air, gas dan dapat menggunakannya dengan benar di laboratorium.
5. Pengguna laboratorium tidak diperkenankan makan dan minum di laboratorium.
6. Pengguna laboratorium hendaknya mengetahui letak alat pemadam kebakaran dan dapat menggunakannya dengan benar.
7. Pengguna yang ingin bekerja di laboratorium harus mengisi agenda penggunaan ruang laboratorium.
8. Sebelum bekerja, pengguna laboratorium harus mengisi agenda peminjaman alat dan bahan laboratorium serta *ceklist* pengembalian alat.
9. Pengguna laboratorium harus memperhatikan kelengkapan alat dan bahan yang telah disediakan petugas laboratorium di meja praktikum. Alat yang belum lengkap harus dilaporkan ke petugas laboratorium.
10. Penggunaan alat dan bahan praktikum harus sesuai dengan prosedur yang ditetapkan.
11. Periksa alat yang akan dipergunakan sebelumnya, karena kerusakan alat adalah tanggung jawab pengguna.
12. Penggunaan alat dan bahan harus dilaksanakan dengan hati-hati. Jika ada alat yang belum diketahui cara pemakaiannya, pengguna harus membaca SOP alat atau bertanya kepada petugas laboratorium.
13. Alat-alat laboratorium yang rusak selama praktikum harus dilaporkan kepada petugas laboratorium.
14. Jika bahan kimia terkena kulit atau mata, cucilah dengan air yang banyak dan segera lapor kepada petugas laboratorium.
15. Presepsikan bahwa semua bahan kimia adalah berbahaya.

16. Gunakan lemari asap sewaktu mereaksikan bahan kimia yang menghasilkan gas atau senyawa menguap lainnya.
17. Dilarang membuang bahan kimia sisa percobaan atau bahan lain yang memungkinkan merusak dan tersumbatnya saluran pembuangan air. Pembuangan bahan kimia harus dengan perlakuan pengenceran.
18. Dilarang mengambil bahan kimia langsung dari botol induk atau mengembalikan bahan kimia layak pakai ke botol induk.
19. Bahan kimia bekas pakai pada praktikum harus ditampung dalam botol gelas dan diberi label jelas.
20. Setelah selesai bekerja, alat-alat dan meja praktikum harus dalam keadaan bersih.

Beberapa macam SOP lain yang hendaknya disusun di laboratorium kimia diantaranya adalah:

**a. SOP Penggunaan Laboratorium**

SOP ini menjelaskan secara umum tata cara penggunaan laboratorium untuk praktikum, penelitian, pengabdian kepada masyarakat dan lain-lain. SOP ini juga menjelaskan tata tertib penggunaan laboratorium, mulai dari atribut yang harus dipakai, peminjaman alat sampai tanggung jawab pengguna sebelum meninggalkan laboratorium. SOP ini bertujuan untuk menjaga ketertiban dan kelancaran jalannya penggunaan laboratorium.

**b. SOP Penggunaan dan Peminjaman Alat**

SOP ini menjelaskan tentang prosedur penggunaan dan peminjaman peralatan laboratorium untuk keperluan praktikum, penelitian, pengabdian kepada masyarakat dan kegiatan lain oleh pengguna.

**c. SOP Penggunaan Bahan Habis Pakai**

SOP ini menjelaskan prosedur penggunaan bahan habis pakai di Laboratorium Perawatan & Perbaikan untuk keperluan praktikum, penelitian, pengabdian kepada masyarakat dan kegiatan lain oleh pengguna.

**d. SOP Perawatan & Perbaikan Alat Laboratorium**

SOP ini menjelaskan prosedur perawatan dan perbaikan alat Laboratorium Perawatan dan Perbaikan agar alat yang akan dioperasikan dalam kondisi siap untuk dipakai, bersih, dapat berfungsi dan terkalibrasi dengan baik.