



# Pelatihan Petugas Keselamatan dan Pengamanan Kimia

Bangkok, Thailand  
Februari 2010



SAND No. 2009-8395P

Sandia merupakan laboratorium multiprogram yang dioperasikan oleh Sandia Corporation, Lockheed Martin Company, untuk United States Department of Energy's National Nuclear Security Administration berdasarkan kontrak DE-AC04-94AL85000





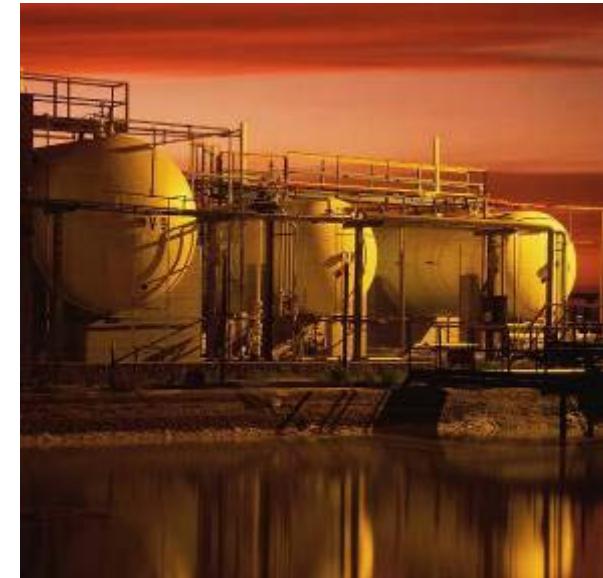
# Gambaran Umum Keselamatan dan Pengamanan Bahan Kimia



# Mengapa peduli akan keselamatan terhadap bahan kimia?

---

- Bahan kimia yang digunakan setiap hari di lab dan pabrik dapat membahayakan.





# Studi menunjukkan, hal-hal berikut dapat terjadi pada ahli kimia:

---

- **Usia lebih pendek, lebih banyak penyakit**

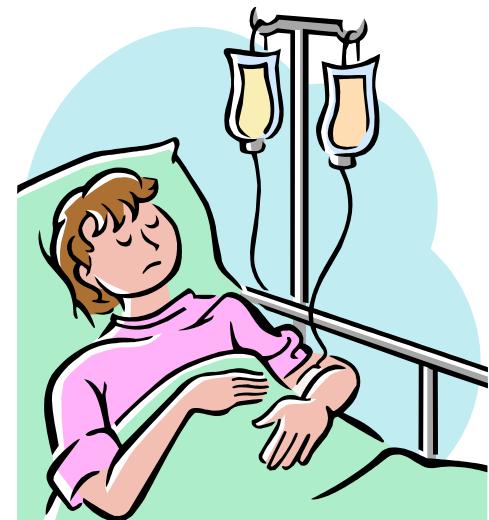
Hoar, S. K. et al, *J. Occup. Med.*, 23, 485 (1981)

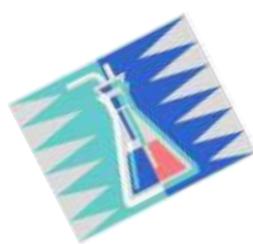
- **Kejadian kangker yang lebih tinggi**

Dement J.M. & Cromer J.R., *Appl. Occup. Environ. Hyg.*, 7,120 (1992)

- **Angka bunuh diri lebih tinggi (wanita)**

Walrath J. et al, *Amer. J. Pub. Health*, 35, 883 (1985)





# Masalah kesehatan yang mungkin disebabkan bahan kimia

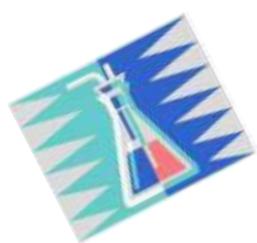
---

## Bahan Kimia

- Vinil klorida
- Asbestos
- Merkuri
- Timbal
- Talidomida
- Metanol
- CO, CS<sub>2</sub>

## Penyakit

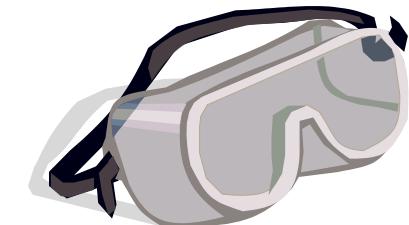
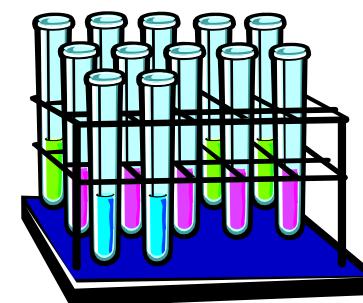
- Kangker Hati
- mesotelioma
- Hepatotoksin ( jondis)
- Neurotoksin, CNS,  
narkosis
- Reprotoksin, cacat lahir
- Reprotoksin, cacat  
perkembangan
- Kebutaan, kematian
- Hematopoitik, hemoglobin,  
sianosis

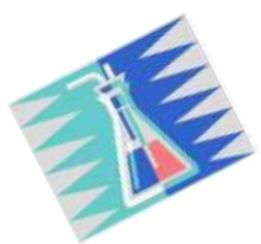


# Namun penyakit tergantung pada beberapa faktor...

---

- Genetik
- Bahan kimia tertentu
- Kontrol proteksi yang digunakan
- Dosis
- Konsentrasi
- Durasi
- Gaya hidup
- Lingkungan Hidup





# University of California Santa Cruz: Kebakaran

- 11 Januari, 2002:  
sekitar pukul 5:30 pagi, lantai 4  
**Bangunan Lab Sinsheimer,  
Dept. Biologi Molekular, Sel  
dan Pengembangan.**

- Pemadam kebakaran merespon alarm dari sistem deteksi panas di dalam bangunan.
- Api terkendali menjelang siang.
- Inventarisasi materi berbahaya yang canggih memungkinkan pemadam kebakaran memasuki bangunan dan menjinakkan api.
- Bangunan tidak memiliki sistem pemancar air otomatis.





# University of California Santa Cruz: Kebakaran, lanjutan.

- Dosen dan mahasiswa kehilangan peralatan, catatan, material, sampel.
- Lab lain dalam bangunan itu ditutup selama berminggu-minggu hingga bulan.
  - Kerusakan karena air dan asap
- Butuh waktu 2 tahun untuk membuka kembali lab yang terbakar.
- Penyebabnya tidak pernah diketahui.





# Bahaya Lingkungan

## California State Univ. Northridge: Gempa Bumi

- Kekuatan 6,7
- 17 Januari, 1994 – 4:31
- 57 tewas, 11000 luka-luka

- Episenter beberapa km dari kampus California State University Northridge



- Beberapa kebakaran di bangunan-bangunan ilmiah dibiarkan saja karena pemadam kebakaran mengkhawatirkan bahaya kimia
- Dosen dan mahasiswa kehilangan peralatan, catatan, material, sampel



# Kecelakan kimia di lab universitas

---

## Kejadian – Bahan Kimia

- **Kebakaran dan satu tewas** – t-butil litium + pentana
- **Dartmouth, sarung tangan salah** – metil merkuri
- **Wroclaw Polandia, ledakan** – perklorat kering
- **Australia, penyerapan kulit** – asam hidroflorik
- **Okazaki Japan, ledakan** – produk sampingan peroksida sintesis
- **OSU, Ledakan silinder US** – silinder nitrogen cair
- **Ledakan di lab Teknik ilmu kimia** –ledakan asam nitrat + ethanol

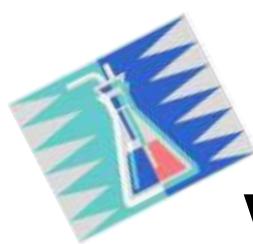


# Bhopal: Bocornya bahan kimia pabrik pestisida

- Salah satu dari bencana kimia terbesar dalam sejarah, yang terjadi pada Desember 1984
- Pabrik *Union Carbide* yang sedang membuat **Sevin** melepaskan ~40 ton metil isosianat pada tengah malam
- Permintaan pestisida yang rendah di daerah setempat menyebabkan pabrik hanya beroperasi setengahnya
- Beberapa perangkat keras rusak atau dimatikan, termasuk peralatan keselamatan
  - Tindakan dan peralatan keselamatan jauh di bawah standar AS
- Pabrik terletak di daerah padat penduduk



\* “The Bhopal disaster and its aftermath: a review”, Edward Broughton, *Environmental Health: A Global Access Science Source* 2005, 4:6, <http://www.ehjournal.net/content/4/1/6>, diakses 12/07



# Video Keselamatan: Bahaya Reaktif





# Bencana kimia industri besar

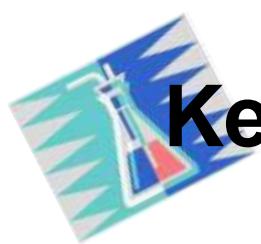
---

## Kecelakaan/lokasi

- ~1912 Toyama Jepang
- 1921 Oppau Jerman
- 1930 Gauley Bridge WV AS
- 1968 Yusho Jepang
- 1974 Flixborough UK
- 1976 Seveso Italia
- 1984 Bhopal India
- 1986 Chernobyl Ukraina
- 2005 Texas City AS
- 2005 Jilin Cina

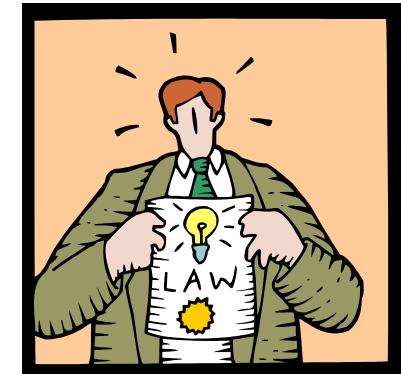
## Produk & keterpaparan kimia

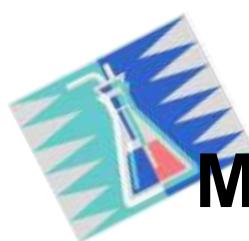
- Penyakit itai-itai/kadmium
- ammonium nitrate
- silika
- *rice oil*/PCB,PDDF
- sikloheksana
- Produksi herbisida/TCDD
- metil isosianat
- Radiasi ionisasi
- Produksi hidrokarbon
- benzena/anilin



# Kecelakaan kimia kini mendapat kontrol dan pengawasan lebih ketat

- Peraturan setiap negara lebih baik
- Peraturan internasional lebih baik
  - IATA
  - GHS
  - REACH
- Masalah lingkungan setelah bencana alam
  - Gempa bumi, angin topan, badai, banjir
- Kesadaran publik meningkat
- Liputan media meningkat
- Toleransi publik berkurang





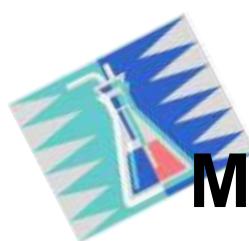
# Mengapa peduli akan keselamatan terhadap bahan kimia?

---

- Kesehatan pekerja
- Keselamatan pekerja
- Keselamatan masyarakat
- Keselamatan lingkungan

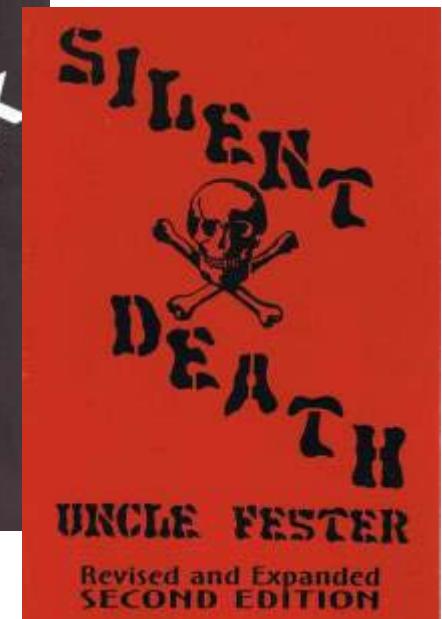
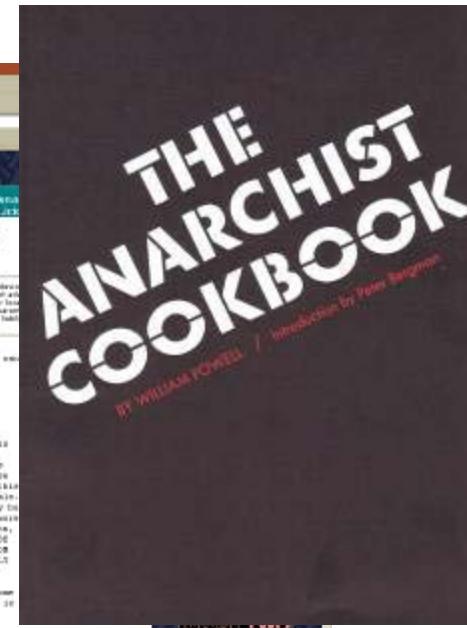


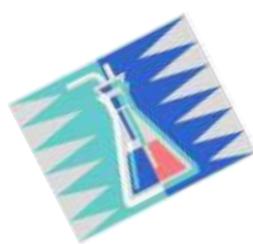
*...Hal yang benar untuk dilakukan!*



# Mengapa peduli akan pengamanan terhadap bahan kimia?

- Sejarah panjang manusia yang dengan sengaja menggunakan bahan kimia untuk membahayakan manusia lainnya.
- Informasi mengenai cara untuk menggunakan dan mengirim bahan kimia mudah untuk didapat:



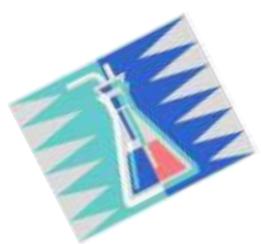


# Aum Shinrikyo: Matsumoto dan Tokyo, Jepang

- Serangan gas sarin terhadap para Hakim di Matsumoto, Juni 1994
  - Gas sarin disemprotkan dari truk pada malam hari
  - 7 tewas, 144 luka-luka
- Serangan gas sarin di KA bawah tanah Tokyo Maret 1995
  - 1 tas masing-masing dengan 600 di 3 jalur KA utama
  - 12 tewas, 3938 luka-luka
- Serangan hidrogen sianida di KA bawah tanah Tokyo, Mei 1995
  - Tas-tas berisi NaCN dan asam sulfur
  - 0 tewas, 4 luka-luka

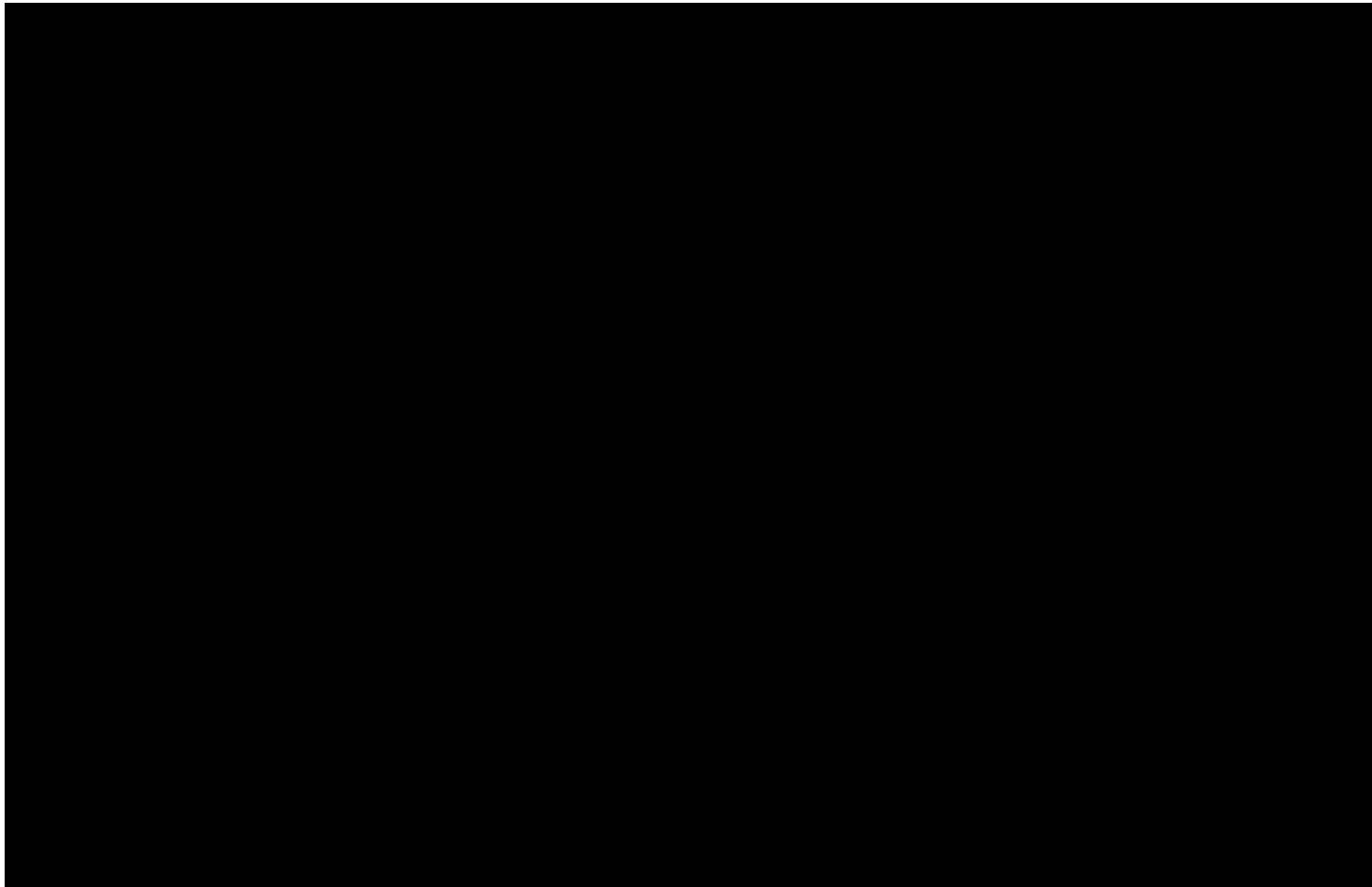


Foto poster yang dicari dari Wikipedia commons



# Aum Shinrikyo: Tokyo, Japan

---

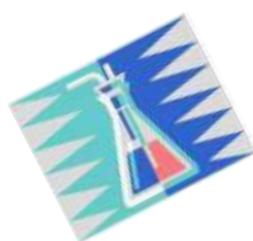




# Aum Shinrikyo: Matsumoto dan Tokyo, Jepang, lanjutan.

- Para ilmuwan muda direkrut dari beberapa universitas ternama di Jepang.
- Memproduksi sarin, tabun, soman, VX.
- Membeli berton-ton bahan kimia melalui melalui perusahaan-perusahaan milik kelompok pemujaan.
- Motivasi: bukti dari ramalan agama, membunuh lawan, mengacaukan tuntutan hukum dan investigasi polisi.





# Irak



- **Banyak kejadian di mana drum-drum gas klorin diledakkan dengan bahan peledak**
  - Klorin kemungkinan dicuri/dibelokkan arahnya dari pabrik penyulingan air atau industri minyak
  - Banyak orang sipil dan bukan pejuang terluka
- **Klorin pertama kali digunakan dalam PDI sebagai senjata kimia**

Pada 23 Maret 2007, polisi di Distrik Jazeera, Ramadi, menyita satu truk berisi "lima 1000 galon barel yang berisi klorin dan lebih dari dua ton bahan peledak"

Dari [http://www.longwarjournal.org/archives/2007/03/al\\_qaedas\\_chlorine\\_w.php](http://www.longwarjournal.org/archives/2007/03/al_qaedas_chlorine_w.php) diunduh pada Jan 2008.



# Mengapa peduli akan pengamanan bahan kimia?

---

- Kesehatan dan keselamatan manusia dan lingkungan
- Hubungan masyarakat
- Menekan peluang terjadinya pelepasan bahan kimia yang tak disengaja
- Menghindari kerugian dan kerusakan lab dan peralatan
- Mencegah pelaku kriminal dan teroris memperoleh bahan kimia berbahaya
  - Berbagai macam bahan kimia telah digunakan
  - Beragam motivasi untuk melakukan aksi
- Menyerang fasilitas kimia secara sengaja dapat menyebabkan terlepasnya bahan kimia berbahaya dalam jumlah besar
  - Melukai atau membunuh orang di area sekitar
  - Melenyapkan pekerjaan dan aset-aset ekonomi



# Masalah Keselamatan dan Pengamanan adalah sama

---

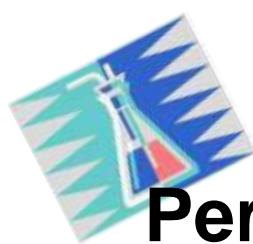
## Variabel

- Berbagai bahan kimia dengan:
  - Properti yang berbeda
  - Bahaya yang berbeda
  - Penerapan yang berbeda
- Berbagai macam cara untuk menyalahgunakan bahan kimia
  - senjata kimia
  - racun

## Melindungi

- Pekerja
- Fasilitas
- Masyarakat
- Lingkungan





# Peraturan Pemerintah: Pengamanan bahan kimia

- Berbeda antara satu negara dengan negara lain
- Perundang-undangan diperlukan untuk memenuhi persyaratan dibawah Konvensi Senjata Kimia (*Chemical Weapons Convention*)
  - Setiap negara membuat hukum yang tepat
  - Setiap negara harus mengumumkan dan melacak bahan-bahan kimia tertentu
- Resolusi PBB 1540
- Perundangan pengendalian ekspor impor





## Pertanyaan Penting:

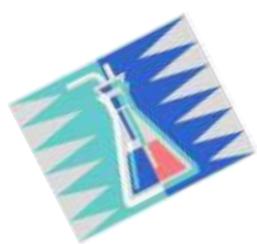
---

**Bagaimana negara anda mengatur dan mengontrol keselamatan dan pengamanan terhadap bahan kimia?**

**...Apakah efektif?**

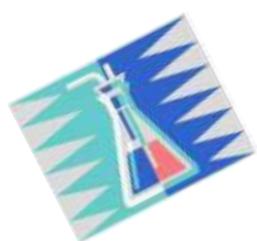
**...Dapatkah dingkatkan?**

**...Bagaimana caranya?**



## Dasar-Dasar

# Keselamatan Laboratorium Kimia

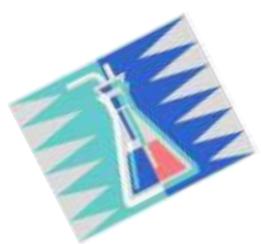


# Referensi

---

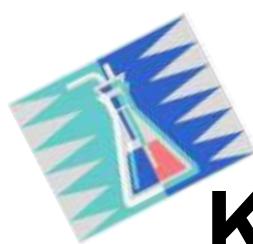
**“Safety in Academic Laboratories, Vol.1 & 2,”**  
**American Chemical Society, Washington DC,**  
**2003, juga tersedia secara *on-line* di:**  
**<http://membership.acs.org/c/ccs/publications.htm>**

**“Prudent Practices in the Laboratory: Handling and Disposal of Chemicals,” National Academy Press, 1995, juga tersedia secara *on-line* di :**  
**[http://www.nap.edu/catalog.php?record\\_id=4911](http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=4911)**



---

# Definisi

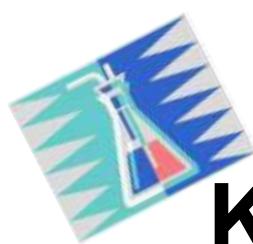


# Keselamatan Laboratorium Kimia

---

*-Kontrol terhadap keterpaparan zat-zat yang berpotensi bahaya untuk mencapai keterpaparan berisiko rendah yang dapat diterima*





# Keselamatan Laboratorium Kimia

---

**Bahaya – berpotensi menyebabkan bahaya**



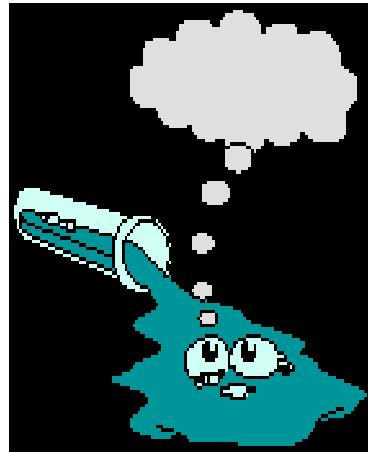
We want to avoid this.

**Risiko – kemungkinan timbulnya bahaya**

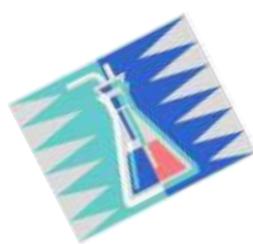


# Bahaya Laboratorium Kimia

---



- **Bahaya kimia**
  - debu, asap, kabut, uap, gas
- **Bahaya fisik**
  - kebakaran, listrik, radiasi, vibrasi tekanan, temperatur, kebisingan
- **Bahaya ergonomi**
  - gerakan berulang (mengukur dengan pipet), mengangkat, area kerja (komputer, instrumen)
- **Bahaya biologi**
  - patogen, darah atau cairan tubuh



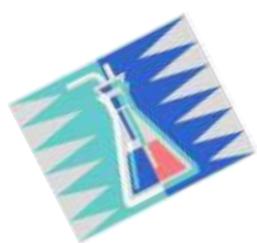
# Keselamatan Laboratorium Kimia

---

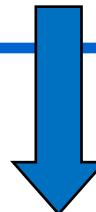
Berdasarkan prinsip

## Higiene Industri

—*Antisipasi, pengenalan, evaluasi dan kontrol terhadap berbagai bahaya kesehatan di lingkungan kerja untuk melindungi kesehatan dan kesejahteraan karyawan dan menjaga masyarakat serta lingkungan*



# Keselamatan Laboratorium Kimia



## Dasar-Dasar Higiene Industri

**Antisipasi**

**Rekognisi**

**Evaluasi**

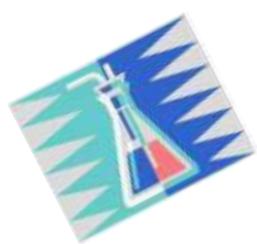
**Kontrol**

**Bahaya kimia**

**Bahaya fisik**

**Bahaya ergonomi**

**Bahaya biologi**



# Antisipasi

***Utamakan Keselamatan!***

**Mempertimbangkan keselamatan sejak awal  
adalah:**



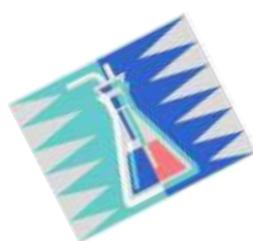
**Lebih mudah,**

**Lebih murah,**

**Lebih aman,**

***... dan menghemat waktu anda!***





# Antisipasi

---

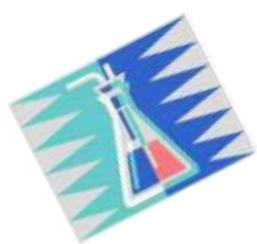
## Perencanaan Ekperimen Tingkat Lanjut:



**Jelaskan eksperimen yang diusulkan**

**Dapatkan informasi keselamatan  
(M)SDS, REACH**

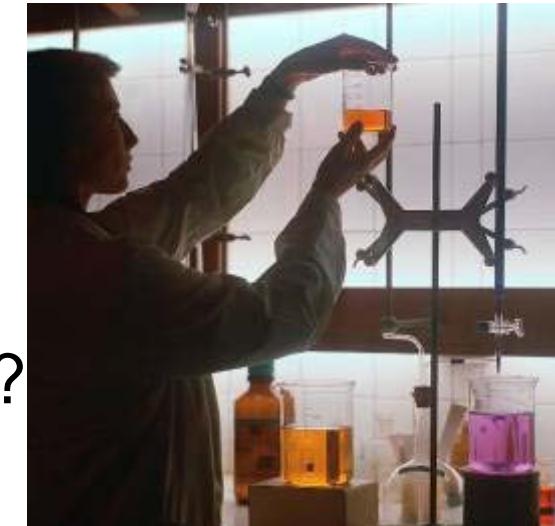
**Konsultasi dengan CSSO?**

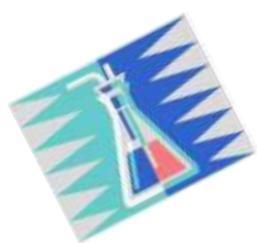


# Antisipasi

## Analsisis Risiko

- Bahan kimia yang mana?
- Seberapa banyak?
- Peralatan khusus yang dibutuhkan?
- Siapa yang melakukan pekerjaan?
- Apakah staf terlatih dengan baik?
- Dapatkah terjadi kesalahan eksperimen?
- Apakah anda memiliki rencana darurat?





# Rekognisi

## Jenis-jenis bahaya lab:



Keracunan bahan kimia



kebakaran/ ledakan

Bahaya fisik



Bahaya biologi

radiasi

Zat-zat khusus





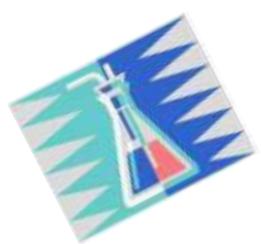
# Rekognisi & Evaluasi

---

## Risiko apa saja yang diantisipasi?

- Apakah peralatan & fasilitas memadai?
- Apakah staf mendapat pelatihan yang tepat dan memadai?
- Apa saja risikonya jika eksperimen salah?
- Apakah ada rencana untuk ini?





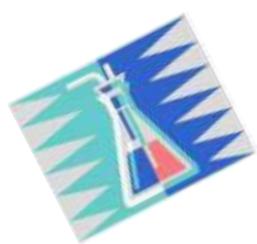
# Kontrol

---

## Bagaimana risiko dikontrol?

- **Kontrol teknis:**
  - penutupan / isolasi
  - ventilasi / sungkup
- **Rencana Darurat**
- **Alat Pelindung Diri (APD)**



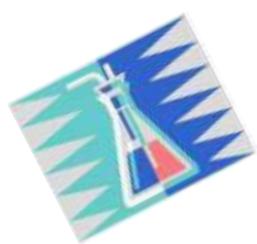


# Evaluasi & Kontrol

---

- Praktik-Praktik Administratif
  - Kebijakan organisasi
- Praktik Operasional
  - Praktik kerja
- Kontrol Teknis
  - ventilasi, penghalang



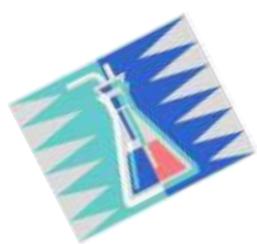


# Praktik-Praktik Administratif

---

Kebijakan *keselamatan organisasi*

yang berlaku untuk setiap orang

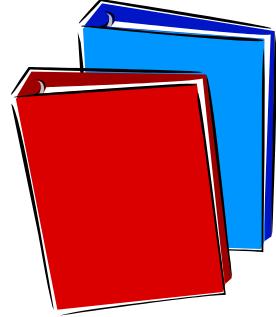


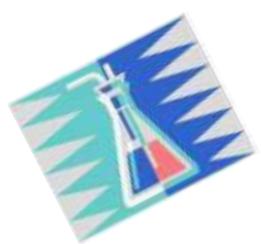
# Kebijakan Keselamatan Lab

---

## ❖ Miliki manual keselamatan

- Jangan sekali-kali bekerja sendirian, khususnya setelah jam kantor.
- Tentukan kapan pelindung mata & APD dibutuhkan.
- Tentukan pekerjaan yang membutuhkan penggunaan sungkup.
- Tentukan pelatihan yang dibutuhkan.
- Jangan melakukan pemipatan dengan mulut.
- Rambut panjang atau pakaian yang berjuntai tidak diperkenankan.



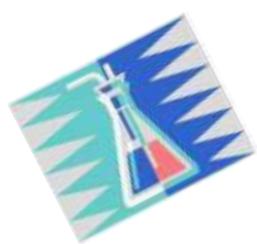


# Kebijakan Keselamatan Lab

---

- Dilarang makan, minum, merokok di dalam laboratorium
- Beri label semua wadah bahan kimia
- Beri label pada lemari pendingin, Tidak Boleh ada makanan
- Beri label pada lemari pendingin yang aman dari ledakan
- Membutuhkan latihan pemadaman api berkala

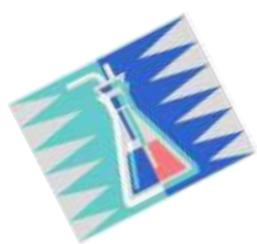




# Kebijakan Keselamatan Lab

---

- Jadwalkan pemeliharaan serta inspeksi rutin dan berkala sungkup.
- Jadwalkan pemeliharaan rutin dan berkala *shower keselamatan* dan tempat pencucian mata.
- Pasang rambu-rambu yang tepat di area-area terlarang:
  - radiasi, keselamatan hayati, karsinogen, tegangan tinggi, laser, yang tidak berkepentingan dilarang masuk, dll.



# Praktik-Praktik Operasional

---

## Prosedur Laboratorium yang Aman:

- Lab hanya membuka pakek, bukan menerima
- Staf penerima dilatih dilatih untuk melihat tanda-tanda kerusakan dan/atau kebocoran pada kiriman
- Area penerimaan harus memiliki perlengkapan penanganan tumpahan
- Ruang/area penerimaan waspada terhadap kiriman yang mencurigakan





# Prosedur Laboratorium yang Aman

---

- Jadwalkan pemeliharaan, kalibrasi dan inspeksi rutin untuk semua sungkup dan peralatan keselamatan.
- Jadwalkan dan berpartisipasi dalam latihan rutin memadamkan api.
- Latih personel dalam menanggapi kondisi darurat.
- Kenakan APD dengan tepat, jangan hanya dimiliki.





# Prosedur Laboratorium yang Aman

---



**Gunakan sungkup dengan tepat:**

- Bekerjalah 6" (15 cm) dari pintu geser
- Di tengah-tengah sungkup
- Bekerjalah pada ketinggian ~18" (45 cm) dari pintu geser sungkup
- Tutup pintu geser ketika tidak digunakan
- Jangan digunakan untuk tempat penyimpanan



# Prosedur Laboratorium yang Aman

---

## Mengangkut bahan kimia dengan aman:

- Gunakan kontainer dalam konsep kontainer
  - Beri label pada semua kontainer
  - Informasikan bahaya kepada pengemudi
  - Sediakan nama dan nomor telefon yang dapat dihubungi
  - Sediakan MSDS





# Transfer Bahan Kimia dengan Tepat

---

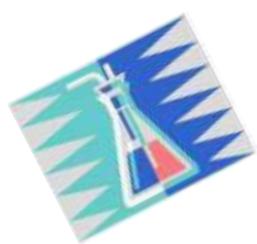
- Beberapa cairan yang mudah terbakar mengakumulasi muatan elektrik statik, yang dapat melepaskan bunga api yang menyulut cairan
- Selalu mengikat logam kontainer pengeluaran dan penerimaan bersama-sama sebelum menumpahkan isinya

**benzene**

**toluene**

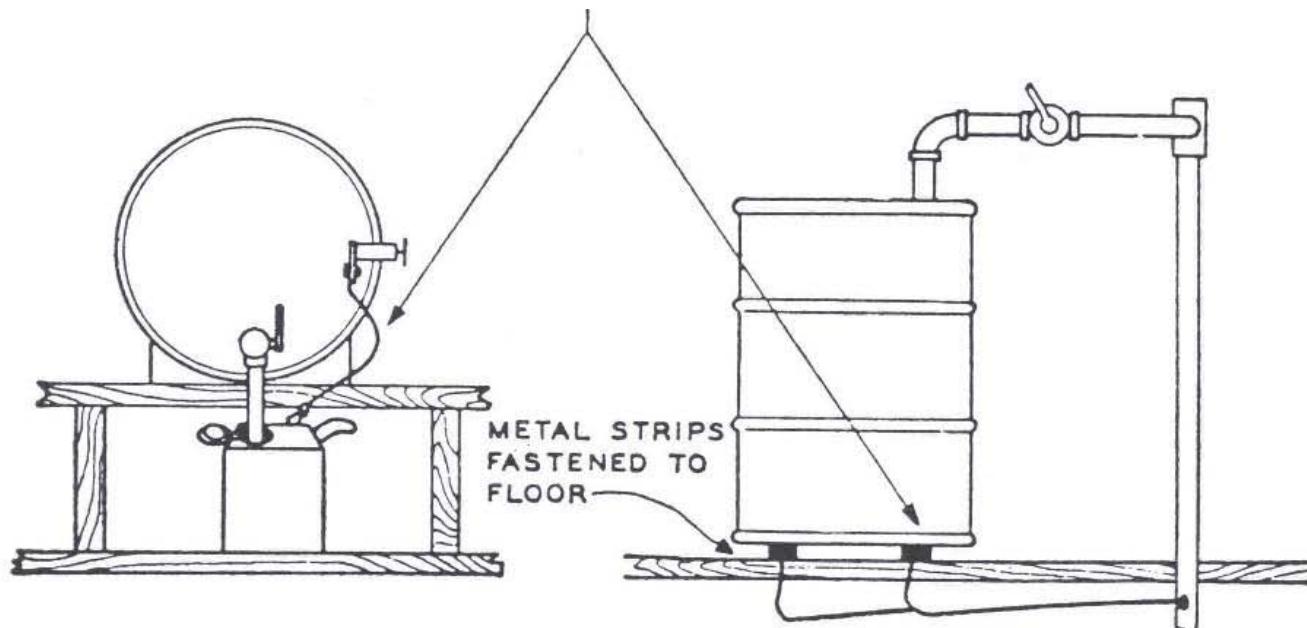
**gasoline**

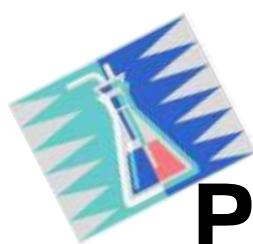
**xylene**



# Kontrol Statik

Ikatkan kawat yang diperlukan kecuali apabila kontainer-kontainer tersebut telah terikat menjadi satu, atau pengaturannya sudah sedemikian rupa sehingga batang pengisinya selalu bersentuhan logam dengan logam dengan kontainer penerima, selama masa pengalihan.



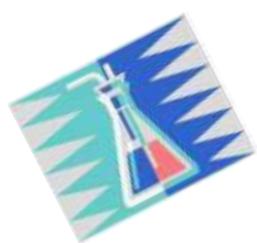


# Prosedur Laboratorium yang Aman



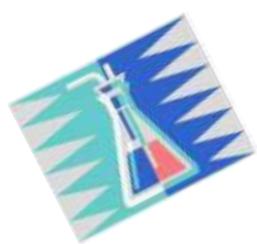
## Kebersihan dan Kerapian:

- Beri label pada semua kontainer
- Bersihkan tumpahan
- Hilangkan bahaya cecaran
- penyimpanan yang tepat



# Kondisi lingkungan kerja yang membahayakan

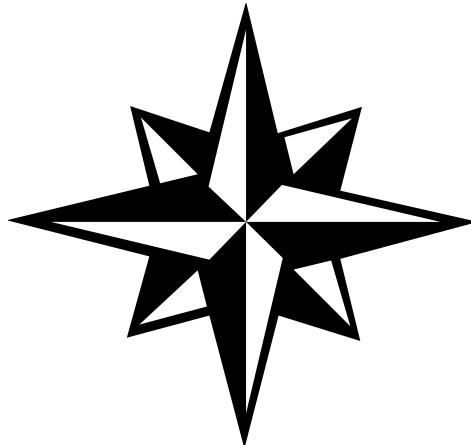




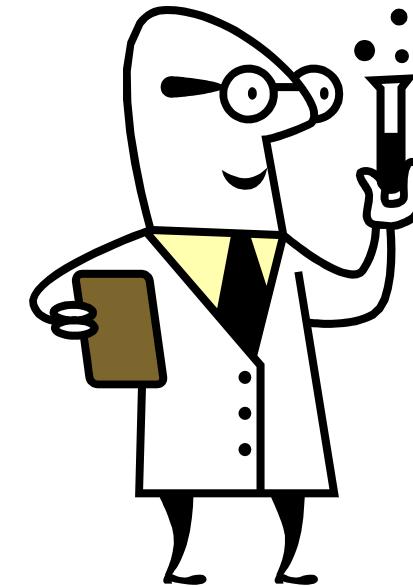
# Kontrol Teknis

---

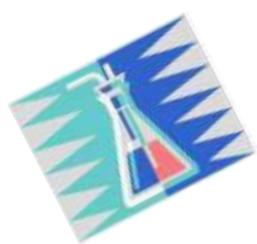
SUMBER



LINTASAN



PENERIMA



# Prinsip-Prinsip Pembendungan Laboratorium

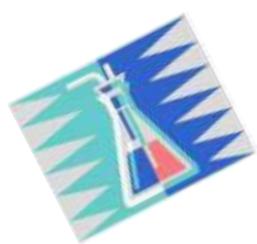
---

*Konsep*



*Kontrol yang Digunakan*





# Kontrol Teknis

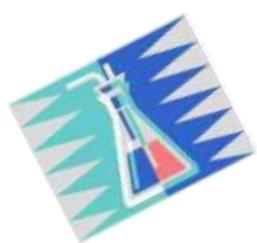
**1. Mengubah proses  
menghilangkan bahaya**



**2. Substitusi**

**Mengganti zat-zat yang berbahaya  
dengan yang tidak berbahaya  
(misalnya - toluena untuk benzena)**





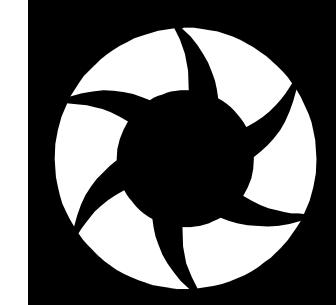
# Kontrol Teknis

---

**3. Isolasi atau kurung proses atau pekerja dengan menggunakan penghalang**

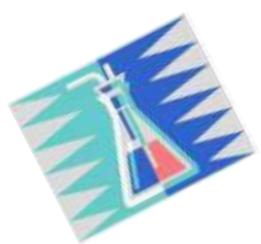


## 4. Ventilasi

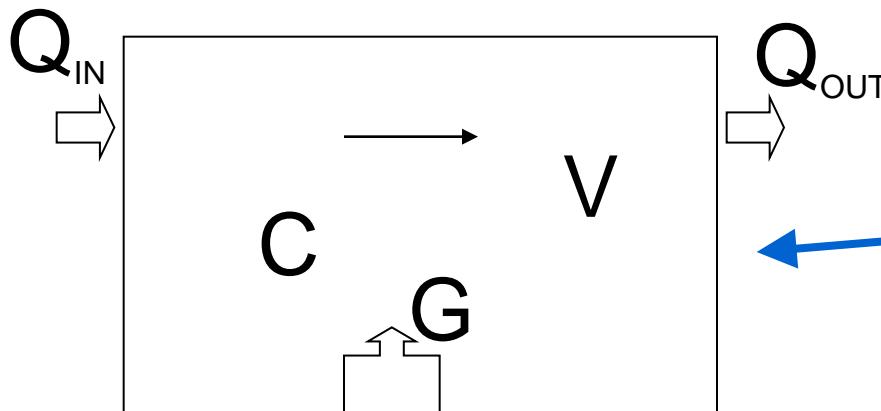


Dilusi (ventilasi umum) – Tidak baik

Ventilasi pembuangan lokal (LEV) – Lebih disukai



# Kontrol Teknis



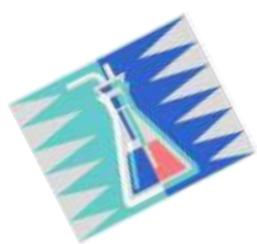
**Ventilasi (umum)**  
**Dilusi**  
***tidak baik***



**Ventilasi  
buangan lokal**  
***lebih disukai*** →

$Q$  = flux,  $C$  = contaminant conc.

$V$  = velocity,  $G$  = generation rate



# Kontrol Teknis

---



**Berfungsi baik  
& digunakan dengan  
benar!**  
sungkup dan ventilasi  
Laboratorium  
merupakan dasar bagi  
kontrol teknis.

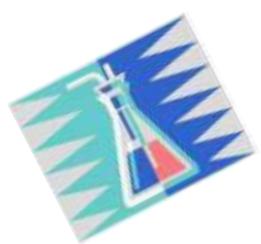


# sungkup Laboratorium

---

## Harus digunakan dan dipelihara dengan benar.





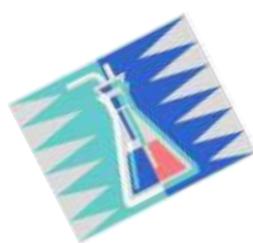
# Kontrol Teknis

---

Ventilasi  
buangan lokal  
meliputi:

*snorkel*



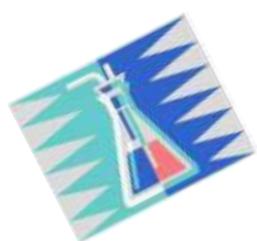


# Kontrol Teknis

---

**Ventilasi buangan lokal meliputi:  
*enklosur berjendela***





# Kontrol Teknis

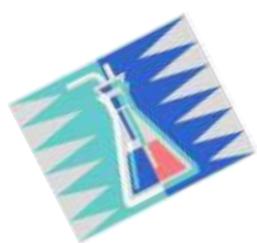
---



**Buangan lokal  
meliputi:**

***Alat pembatasan  
khusus***

**(misalnya – kotak  
sarung tangan)**



# Kontrol Teknis

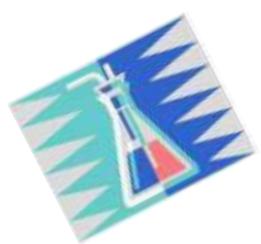
---



**Buangan lokal  
meliputi:**

***Alat pembatasan  
khusus***

**(misalnya – ruang  
isolasi)**



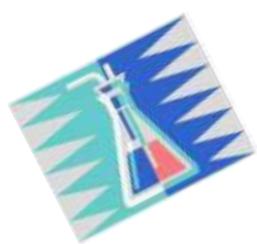
# Kontrol Teknis

---

Buangan lokal meliputi:

*Kabinet keselamatan  
biologi*





# Kontrol Teknis

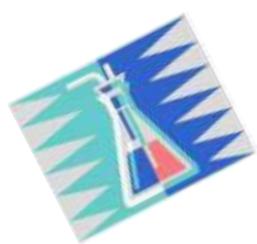
---



- **Fasilitas penghambat khusus**  
ruangan bersih, ruang  
karsinogen, ruang penimbangan



- **Pelindung Keselamatan**  
pelindung radiasi, pintu geser  
sungkup, pelindung percikan

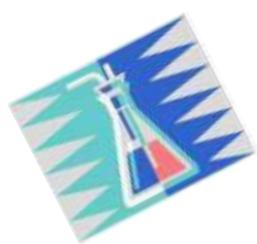


# Kontrol Teknis

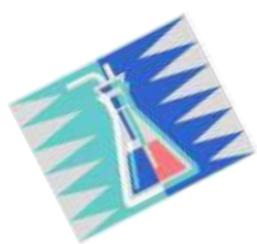
---

**Buangan sungkup tidak boleh tersumbat atau berbalik ke bawah, tetapi harus keluar ke atas**

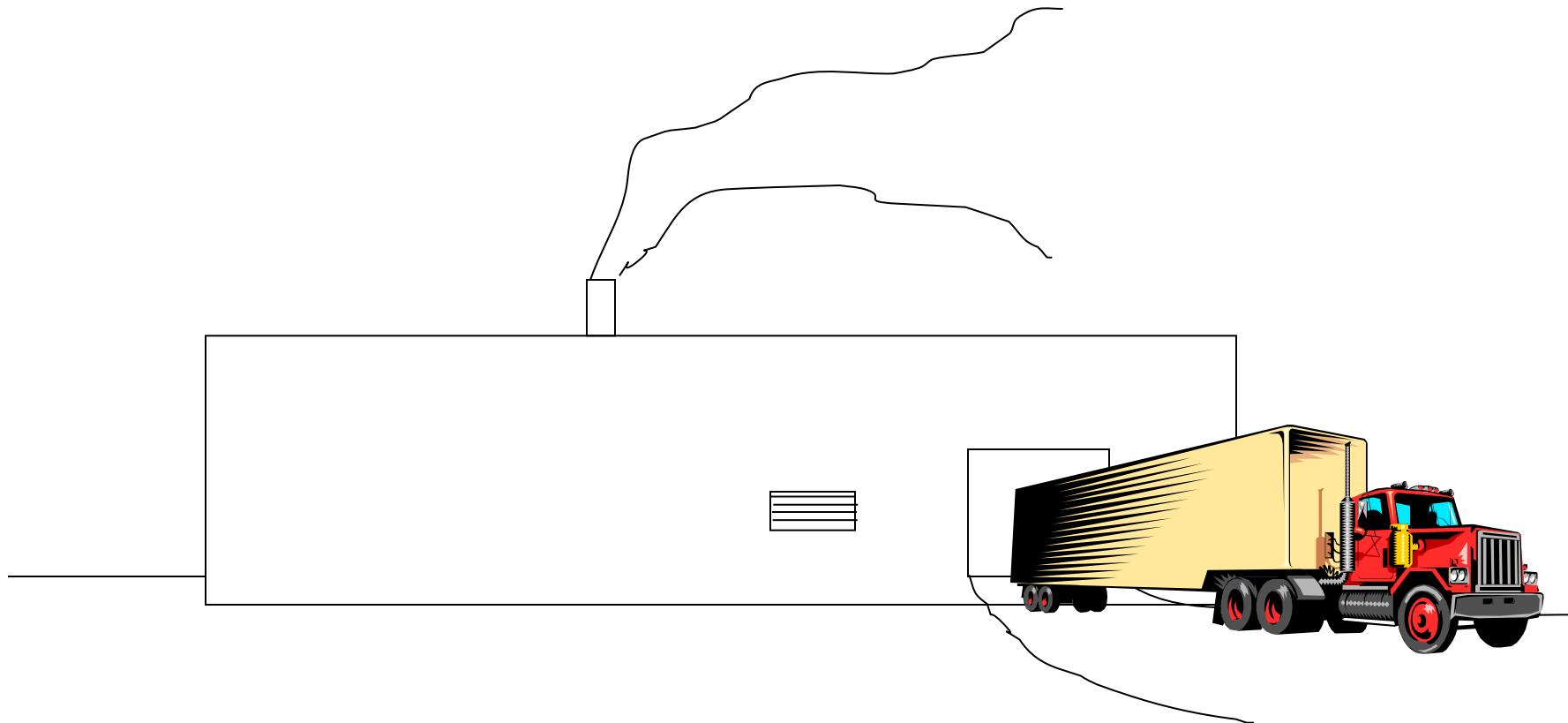




**Hindari  
pengiringusan  
kembali  
  
sebarkan emisi  
lurus ke atas  
dan mengikuti  
angin!**



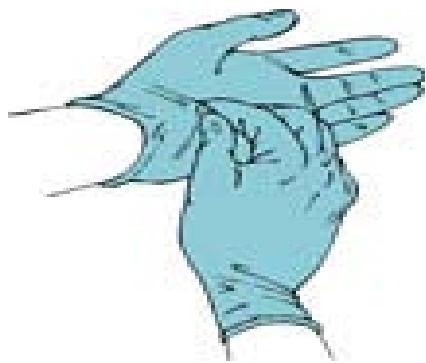
# Hindari penyirkulasian kembali!





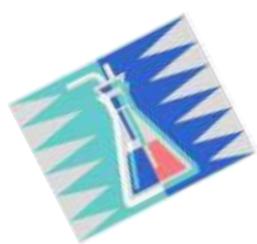
# Alat Pelindung Diri

---



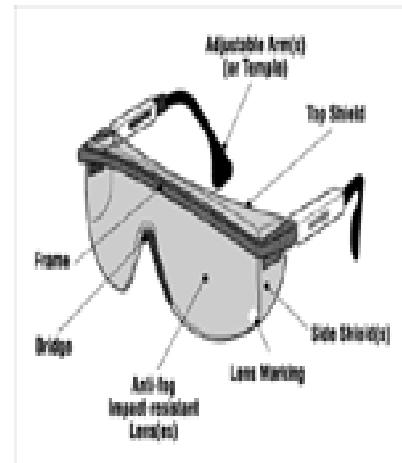
**APD Meliputi:**  
Pelindung mata,  
Sarung tangan,  
Jas Lab. dll.,  
respirator,  
Pelindung kaki yang tepat

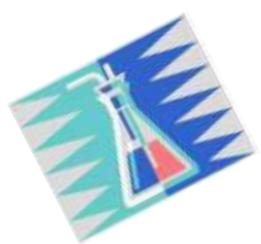




# Alat Pelindung Diri

## Pelindung Mata - *spesifik sesuai jenis bahaya*

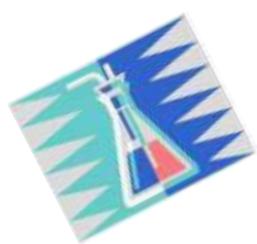




# Alat Pelindung Diri

Sarung Tangan -  
*harus sesuai dengan bahan  
kimia*





# Alat Pelindung Diri

- Jas Lab
- Apron
- Pakaian pelindung lainnya





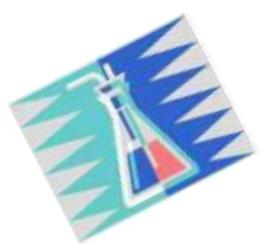
# Alat Pelindung Diri Perlindungan Alat Pernapasan



Membutuhkan:  
pelatihan &  
uji kesehatan

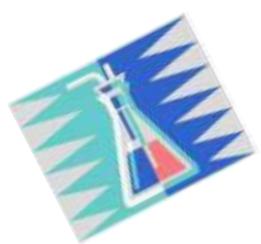
Dapat memberikan  
rasa aman yang palsu.





---

# REHAT



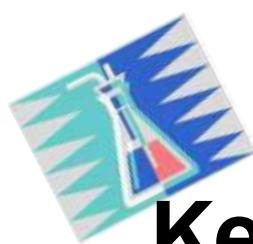
# Hubungan antara

---

# Pengamanan Bahan Kimia

dan

# Keselamatan Kimia



# Hubungan Antara Keselamatan dan Pengamanan Kimia

- Keselamatan Kimia: Melindungi dari kecelakaan
- Pengamanan Kimia: Melindungi dari ancaman bahaya yang disengaja

Banyak praktik yang sama antara keselamatan dan pengamanan kimia, tetapi ada beberapa hal yang saling bertentangan.





# Praktik-Praktik yang Baik Untuk Keselamatan dan Pengamanan Kimia

- **Meminimalkan bahan kimia berbahaya.**
  - Mengganti dengan bahan kimia yang kurang berbahaya, jika memungkinkan.
  - Mengurangi skala eksperimen.
- **Meminimalkan pasokan bahan kimia berbahaya.**
- **Membatasi akses ke bahan kimia berbahaya.**
  - Mengetahui apa yang anda miliki.
  - Mengetahui cara menyimpan, menangani, dan membuang apa yang anda miliki.
  - Mengetahui siapa saja yang telah mengakses bahan, pengetahuan, dan keahlian.
- **Merencanakan apa yang akan dilakukan dalam keadaan darurat.**





# Pertentangan Antara Keselamatan dan Pengamanan Kimia: Membagi Informasi

Secara umum ilmu pengetahuan berarti membagi informasi secara luas, tetapi hal ini mungkin tidak selalu dianjurkan.

## • Keselamatan

- Labeli semua benda sehingga orang dapat mengenali bahan kimia yang berbahaya.
- Biarkan masyarakat dan khususnya petugas respons tindakan darurat mengetahui bahaya kimia yang ada.
- Membagi pengetahuan tentang bahaya kimia sehingga tahu untuk kewaspadaan.

## • Pengamanan

- Label membantu mengidentifikasi target-target untuk pencurian atau serangan.
- Membagi informasi tentang lokasi bahan kimia dapat membuka lokasi target bagi tindak pencurian atau serangan.
- Membagi pengetahuan tentang bahaya kimia dapat menginspirasi perilaku berbahaya (peniru).

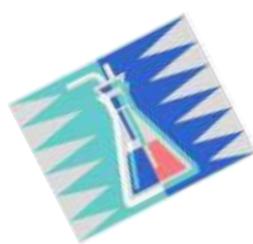


# Pertengangan Antara Keselamatan dan Pengamanan Kimi: Fasilitas Keluar

Mengunci pintu keluar memang aman, tetapi tidak menjamin keselamatan.

- Demi **keselamatan**, orang-orang perlu keluar dari fasilitas dengan cepat melalui banyak rute.
- Demi **keamanan**, anda ingin mengontrol semua pintu keluar dan pintu masuk sehingga bahan kimia (atau peralatan) tidak diambil.





# Prioritas Seting

---

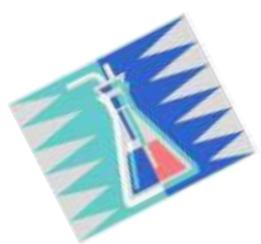
- **Lab harus selamat, aman dan produktif.**
  - Kebijakan dan praktik-praktik harus cukup fleksibel untuk memungkinkan berbagai ketidakpastian dalam penelitian.
  - Kebijakan dan praktik-praktik harus searah dengan hukum, peraturan, praktik dan budaya setempat. Tidak dapat menyalin begitu saja dari tempat lain.
- **Menggunakan tindakan-tindakan pengamanan dan keselamatan yang berdasarkan risiko.**
  - Tidak mampu menanggulangi setiap bahaya yang dapat dibayangkan.
  - Mengidentifikasi ancaman, menandai fasilitas, mengidentifikasi alternatif-alternatif, menganalisis biaya vs kinerja.
- **Mewaspadai kegiatan atau permintaan yang mencurigakan.**



# Semua Fasilitas Kimia Perlu Dilindungi



- Laboratorium penelitian skala kecil
  - Berbagai macam bahan kimia digunakan dalam jumlah kecil .
- Pabrik manufaktur skala besar
  - Jenis-jenis bahan kimia terbatas digunakan dalam jumlah besar.
- Tindakan pengamanan harus sesuai dengan fasilitas dan ancaman.
  - Tidak mampu menanggulangi semua ancaman yang dapat dibayangkan.



---

# Komponen

## Pengamanan Bahan Kimia

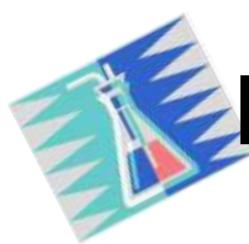


# Pertanyaan tentang Pengamanan Bahan Kimia

---

- Apakah fasilitas anda aman?
- Seberapa mudah orang dapat mencuri bahan kimia?
- Apakah ruang kerja kimia, ruang penyimpanan, ruang kelas dan laboratorium selalu terkunci dan aman?
- Apakah selalu ada orang di sana ketika ruang-ruang tersebut dibuka?
- Apakah anda memeriksa pesanan anda ketika bahan-bahan kimia tiba untuk memastikan beberapa bahan kimia hilang?





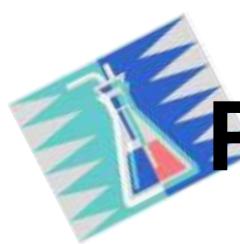
# Komponen Pengamanan Bahan Kimia

---

- Pengamanan fisik di lokasi
- Manajemen personil
- Pengamanan Informasi
- Manajemen kegiatan pengamanan bahan kimia
- Alokasi tanggung jawab pengamanan bahan kimia
- Pengembangan rencana darurat
- Pelatihan pengamanan bahan kimia



**Sasaran:** Memastikan bahwa anda tidak akan secara tak sengaja membantu pelaku kriminal atau teroris untuk mendapatkan bahan kimia berbahaya

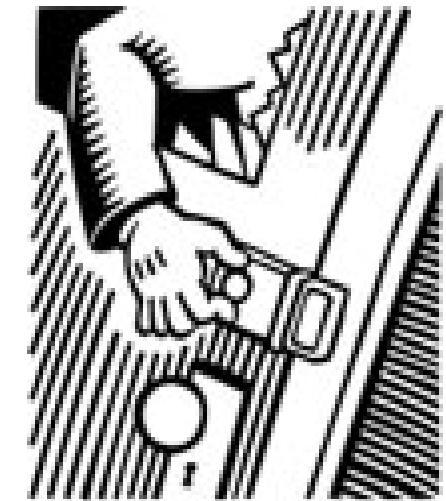


# Pengamanan Bahan Kimia: Lokasi Fisik



**KUNCI!!**

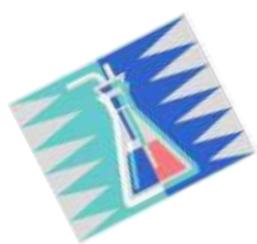
**Obat-obatan yang dikontrol**



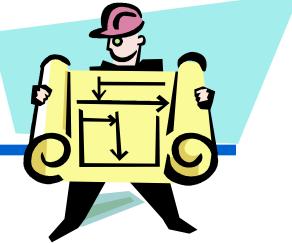
**Agen Jaminan Bahan Kimia**

**Bahan Kimia Sangat Beracun**



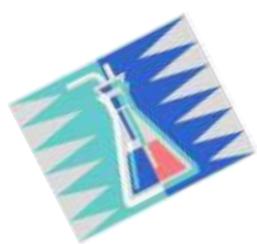


# Karakterisasi Fasilitas



Tandai fasilitas dalam hal:

- Batas lokasi
- Bangunan  
(konstruksi dan sistem HVAC)
- Lokasi ruangan
- Titik-titik akses
- Proses dalam fasilitas
- Sistem perlindungan yang ada
- Kondisi operasi (jam kerja, jam istirahat, kondisi darurat yang potensial)
- Pertimbangan keselamatan
- Jenis dan jumlah karyawan
- Masalah hukum dan peraturan

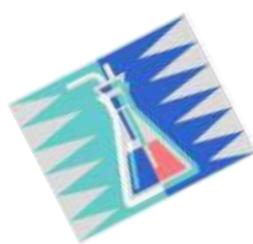


# Karakterisasi Fasilitas

---

**Karakterisasi fasilitas memberikan data penting yang:**

- Mengidentifikasi lokasi dan aset-asetnya untuk dilindungi
- Menegaskan komponen Sistem Perlindungan apa yang sudah ada di fasilitas tersebut
- Mendokumentasikan tata letak fasilitas untuk digunakan dalam analisis

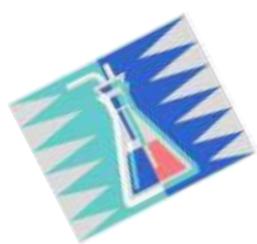


# Pengamanan Bahan Kimia: Manajemen Personil

---

- Menjaga dari ancaman baik dari *Orang Luar* maupun *Orang Dalam*
- Siapa memeriksa orang yang masuk ke dalam bangunan?
- Siapa yang memegang kunci? Bagaimana mereka diberi kuasa?
  - Bangunan
  - Ruang Penyimpanan
  - Lab-Lab Pribadi
- Ketika orang-orang pergi, apakah anda memastikan bila mereka mengembalikan kunci?
  - Jangan biarkan orang membuat kunci duplikat





# Definisi Ancaman

---

## Jenis-Jenis Ancaman:

- **Orang luar**—tidak memiliki akses
- **Orang dalam**—memiliki akses
- **Kolusi**—antara Orang Luar dan Orang Dalam

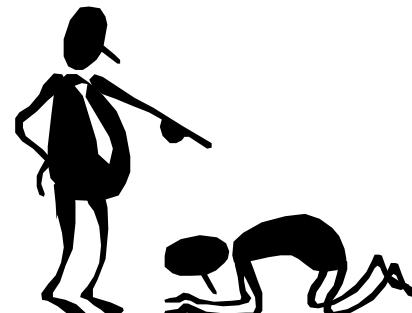
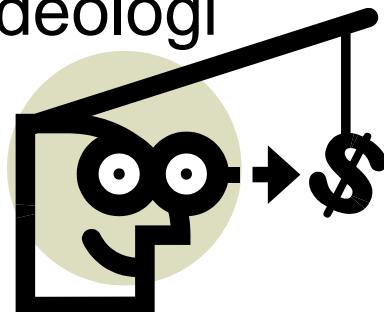


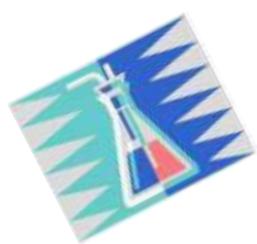


# Apa Yang Mungkin Memotivasi Perlawanan?

---

- Teroris
  - Ideologi
- Pelaku Kriminal
  - Finansial
- Aktivis
  - Ideologi
- Orang Dalam
  - Ego
  - Ideologi
  - Balas dendam
  - Finansial
  - Paksaan





# Identifikasi Target

- Menentukan target-target yang mungkin untuk tindakan-tindakan berikut ini:

- Sabotase**

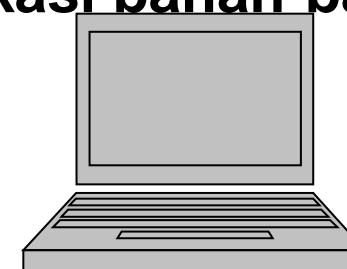
- Mengidentifikasi area-area vital untuk dilindungi

- Pencurian bahan kimia**



- Pencurian informasi**

- Mengidentifikasi lokasi bahan-bahan untuk dilindungi





# Pengamanan Bahan Kimia: pengamanan informasi

---

- Bagaimana anda melacak inventaris bahan kimia?
  - Apakah informasi aman, sehingga orang-orang yang tidak berkepentingan tidak dapat membacanya atau mengubahnya?
- Akankah anda tahu jika:
  - ada bahan-bahan kimia berbahaya lenyap dalam semalam?
  - ada bahan-bahan kimia yang tidak datang?
  - Seseorang dipesani bahan kimia atas nama institusi anda tetapi bahan kimia tersebut dibayar ke tempat lain?

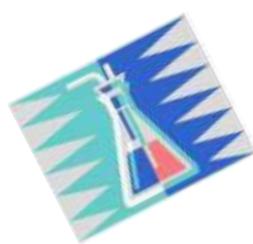




# Pengamanan Bahan Kimia: Berikan Tanggung Jawab

- Identifikasi orang-orang yang bertanggung jawab atas berbagai kegiatan pengamanan bahan kimia:
  - Keamanan fisik, modifikasi bangunan
  - Palacakan dan pelaporan bahan kimia
  - Manajemen personil dan akses
  - Manajemen informasi
  - Perencanaan darurat
- Memastikan mereka memiliki waktu sumber daya untuk melakukan pekerjaan.
- Mengintegrasikan dengan tanggung jawab keselamatan kimia.



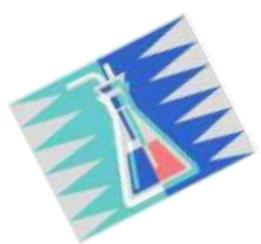


# Pengamanan Bahan Kimia: Perilaku Profesional

- Para profesional kimia menggunakan ilmu mereka secara bertanggung jawab.

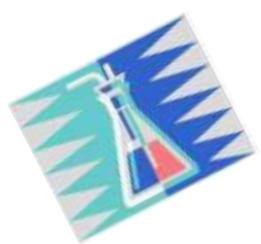


- Guru kimia perlu melatih siswa mereka untuk menggunakan ilmu ilmiah mereka secara bertanggung jawab.



---

# MAKAN SIANG



---

# Aspek Pengamanan Bahan Kimia

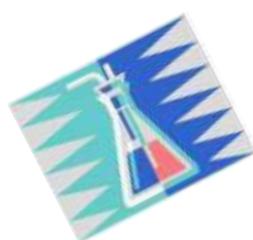
## Bahan kimia fungsi ganda



# Pemahaman tentang bahan kimia fungsi ganda

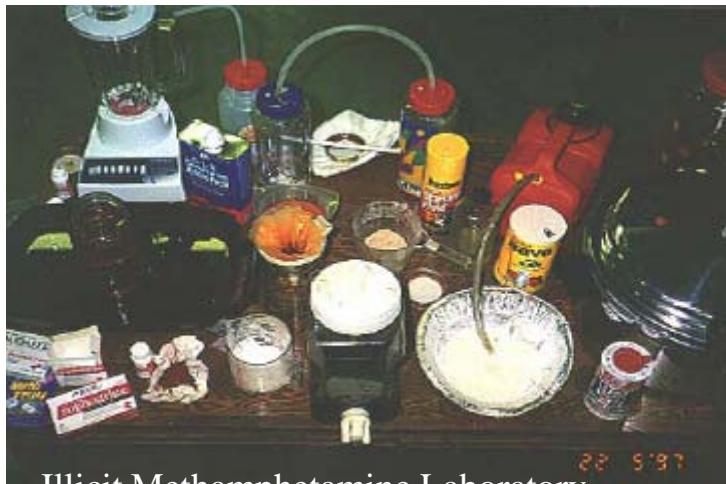
**Bahan kimia fungsi ganda:** Bahan kimia yang digunakan dalam laboratorium atau kehidupan sehari-hari yang dapat juga disalahgunakan.





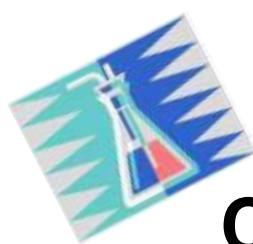
# Contoh bahan kimia fungsi ganda: Pseudoephedrine

- Pseudoephedrine merupakan bahan yang umum dalam obat-obat flu
- Prekursor pada kristal metamfetamin
- Resep untuk mengubahnya tersedia di laman



- meth lab Clandestine di AS pada 2002
  - Menyebabkan 194 kali kebakaran, 117 ledakan, dan 22 kematian
  - Biaya \$23,8 juta untuk membersihkannya
  - Bahan kimia yang dibuang menyebabkan:
    - Kematian ternak
    - Sungai tercemar
    - Pohon dan semak mati di area yang luas

US DEA, [http://www.deadiversion.usdoj.gov/pubs/brochures/pseudo/pseudo\\_trifold.htm](http://www.deadiversion.usdoj.gov/pubs/brochures/pseudo/pseudo_trifold.htm), viewed Dec 2007



# Contoh bahan kimia fungsi ganda: Sianida

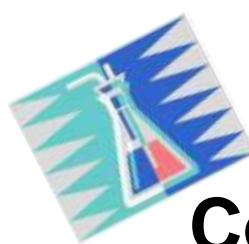


Therence Koh/AFP/Getty Images



- Banyak digunakan dalam industri pertambangan dan pelat logam, tetapi juga dikenal luas sebagai racun.
- Penyalahgunaan produk\*
  - Kapsul tilenol
    - Diikat dengan KCN
    - 7 tewas, musim gugur 1982, Chicago, Illinois, AS
    - Mengarah pada pada pemaketan produk anti pemalsuan
    - Populer di kalangan pelaku kriminal dan teroris karena relatif mudah didapat
  - HCN adalah CW agenAC

\* "Tylenol Crisis of 1982." Wikipedia, The Free Encyclopedia. 22 Nov 2007, 06:04 UTC. Wikimedia Foundation, Inc. 28 Nov 2007 <[http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Tylenol\\_Crisis\\_of\\_1982&oldid=173056508](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Tylenol_Crisis_of_1982&oldid=173056508)>.



# Contoh bahan kimia fungsi ganda: Pestisida

- Banyak digunakan dalam rumah tangga dan pertanian, tetapi juga digunakan untuk meracuni manusia.

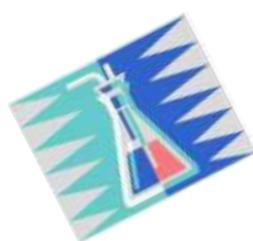
FIGURE. Package of Chinese rodenticide implicated in the poisoning of a female infant aged 15 months — New York City, 2002



Photo/New York City Poison Control Center

- Dushuqiang (Racun Tikus yang Kuat)
  - Dinyatakan terlarang di Cina pada pertengahan 1980an, tetapi masih tetap beredar
  - Nanjing, Cina, Sept. 2002
    - 38 orang tewas oleh racun karena kudapan dari toko makanan, >300 orang sakit
    - Kecemburuan pemilik toko yang menjadi saingan
  - Hunan, Cina, Sept. 2003
    - 241 orang keracunan oleh kue yang disajikan kantin sekolah
    - Motif dan pelaku tak diketahui
  - Tongchuan City, Shaanxi, Cina, April 2004
    - 74 orang keracunan oleh kue panekuk bawang perai
    - Motif dan pelaku tak diketahui
  - 5 kejadian lainnya yang tidak dilaporkan antara 1991 dan 2004

Ann. Emerg. Med., Vol. 45, pg. 609, June 2005



# Banyak bahan kimia lab/industri yang memiliki fungsi ganda

- **Dimetill metill fosfonat (DMMP)**

- Anti kebakaran untuk:

- Bahan bangunan, furnitur, alat transportasi, industri listrik, bulsak

- Prekursor agen syaraf

- **Thiodiglycol**

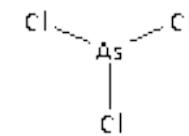
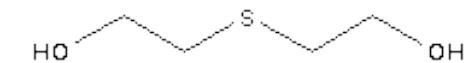
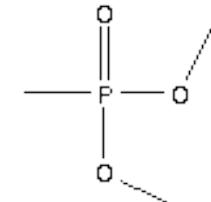
- Pembawa warna, pelarut tinta, pelumas, kosmetik, obat anti athritis, plastik, *stabilizer*, antioksidan, fotografi, mefoto copy, agen antistatik, epoksida, pelapis, pelat logam

- Prekursor gas mustard

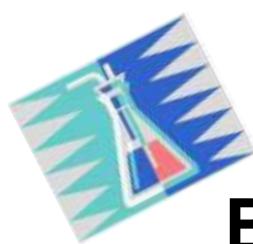
- **Arsenik Triklorida**

- Katalis dalam manufaktur CFC, prekursor semikonduktor, perantara untuk ramuan obat, insektisida

- Prekursor Lewisit

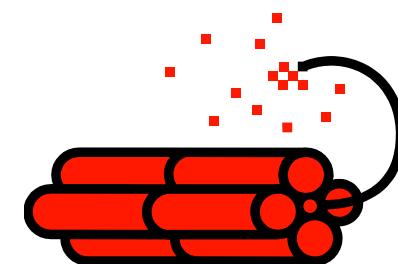


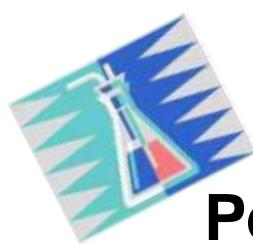
Dari: Chemical Weapons Convention: Implementation Assistance Programme Manual (on CD)



# Bahan kimia fungsi ganda: Bahan Peledak

- Pencurian bahan peledak konvensional
  - Pemasok bahan kimia
  - Pengguna seperti lokasi tambang atau konstruksi
- Diversi dari bahan kimia industri atau laboratorium
  - Pemasok bahan kimia
  - Pabrik bahan kimia
  - Pengajaran akademis atau laboratorium penelitian
  - Tempat-tempat pembuangan





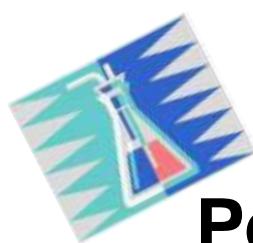
# Pencurian / pembuatan bahan peledak: Bom Pupuk

---



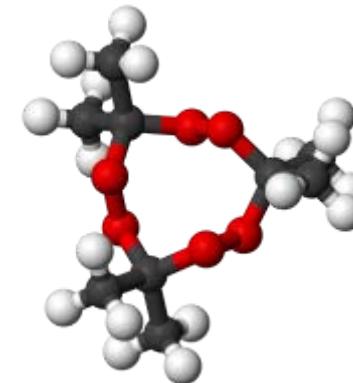
Photo: US DOD

- Pupuk ammonium nitrat dan bahan bakar (diesel, bensin)
- Digunakan untuk mengebom bangunan Alfred P. Murrah di Oklahoma, OK, AS
  - Dengan methannitrat dan bahan peledak komersial
  - 168 tewas, termasuk anak-anak
  - April 1995
- Disukai oleh IRA, FARC, ETA, dll.

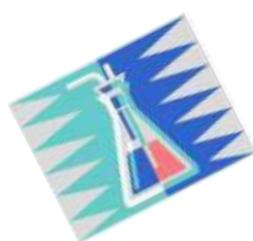


# Pencurian/pembuatan bahan peledak: TATP

- Triaseton triperoksida (TATP)
- Tampak oleh detektor yang mencari bahan peledak berbasis N
- Dibuat dari aseton, hidrogen peroksida, asam yang kuat (HCl, sulfat)
- Disukai oleh teroris “Mother of Satan”
  - Sept 2009 penangkapan N. Zazi, NY dan Denver
  - Juli 2005 bom bunuh diri di London
  - 2001 Richard Reid “shoe bomber”
  - 1997 plot bom bunuh diri di KA bawah tanah New York



CAS 17088-37-8



# Diversi bahan kimia industri / laboratorium: Natrium azida

---



- Banyak terdapat dalam kantung udara kendaraan bermotor
  - 1980an – 1990an
- Beracun
- Meledak bila bereaksi dengan logam
  - Saluran drainase laboratorium biologi meledak karena solusi limbang buangan yang mengandung  $\text{NaN}_3$  sebagai pengawet.
- Telah ditemukan dalam barang milik teroris



# Diversi bahan kimia industri / laboratorium: Bom Bali

---

- Amrozi membeli bahan kimia yang digunakan untuk membuat bom
- Satu ton Kalium klorat\* dibeli dalam tiga transaksi dari Toko Tidar Kimia, toko bahan kimia industri dan pupuk di Jalan Tidar, Surabaya, milik Sylvester Tendean.
  - Ia mengaku sebagai penjual bahan kimia.
  - Ia mendapatkan tanda terima palsu yang mengatakan bahwa yang dibelinya adalah natrium benzoat.
  - Tendean yang tidak memiliki izin yang tepat untuk menjual bahan kimia, tidak mengetahui bahwa bahan kimia tersebut akan digunakan untuk membuat bom.
- Detil pembelian bubuk aluminium tidak diketahui

\* Beberapa laporan pers menyatakan potassium klorida, tetapi jelas ini keliru

<http://www.smh.com.au/articles/2003/06/09/1055010930128.html>

<http://www.thejakartapost.com/news/2002/12/18/amrozi-owns-possessing-chemicals.html>



# Diversi bahan kimia industri / laboratorium : Kutipan dari “Buku Panduan Teroris”

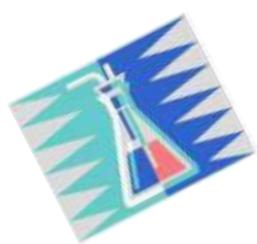
---

## 2.1 MEMPEROLEH BAHAN KIMIA

Bagian pertama membahas tentang mendapatkan bahan kimia secara sah. Bagian ini berkenaan dengan “memperoleh” bahan kimia. Tempat terbaik untuk mencuri bahan kimia adalah perguruan tinggi. Banyak sekolah-sekolah pemerintah yang memiliki bahan kimia sendiri di rak-rak di laboratorium, dan lebih banyak lagi dalam ruang-ruang penyimpanan bahan kimia. Malam hari merupakan waktu terbaik untuk memasuki bangunan-bangunan laboratorium, dan sebagian besar laboratorium masih terkunci pada saat itu. Seseorang cukup membawa tas untuk buku, memakai kemeja dan jeans, dan mencoba menyerupai mahasiswa baru. Jika ada yang bertanya tentang apa yang sedang dilakukan di sana, pencuri tersebut cukup mengatakan bahwa ia sedang mencari laboratorium kimia polimer, atau departemen yang berkaitan dengan kimia, selain dari departemen di mana mereka sedang berada.

## 9.0 DAFTAR PERIKSA UNTUK PENGGEREBEKAN DI LAB

[http://www.totse.com/en/bad\\_ideas/irresponsible\\_activities/168593.html](http://www.totse.com/en/bad_ideas/irresponsible_activities/168593.html), diunduh Nov. 2007

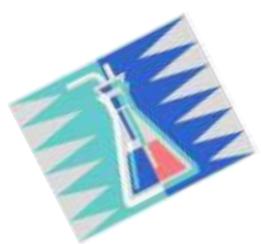


## Diskusi Kelompok

---

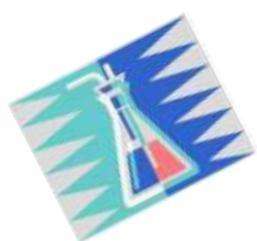
- Bahan kimia apa saja yang paling banyak terkait dengan diversi?
  - Bahan kimia laboratorium/industri yang biasa, yang akan dijadikan target oleh seseorang untuk alasan-alasan yang melanggar hukum seperti membuat bahan peledak, obat-obatan gelap, atau senjata kimia.





---

# Kontrol Bahan Kimia Internasional



# Kelompok-kelompok kontrol bahan kimia internasional



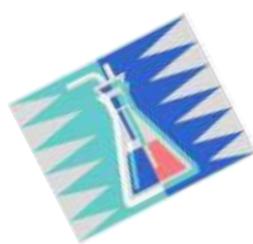
ORGANISATION FOR THE PROHIBITION OF CHEMICAL WEAPONS

**Konvensi Senjata Kimia**

**The Australia Group**

**Kontrol Ekspor**

**UN Security Council Resolution 1540**



# *Organization for the prohibition of chemical weapons (OPCW)*

---

- Kelompok internasional yang bermarkas di Den Hague, Belanda
  - <https://www.opcw.org/index.html>
- *Chemical weapons convention (CWC)*
  - Perjanjian internasional yang melarang pengembangan, produksi, penimbunan, pengalihan dan penggunaan senjata kimia
- Memajukan kerjasama dalam penggunaan bahan kimia secara damai
- Melindungi satu sama lain

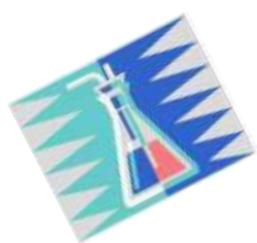




# **Chemical Weapons Convention (CWC)**

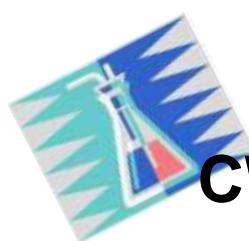
- Perjanjian internasional yang melarang pengembangan, produksi, penimbunan, pengalihan dan penggunaan senjata kimia
  - Berlaku sejak April 1997 dengan 87 negara peserta
  - Saat ini: 183 negara telah bergabung, 5 lainnya telah menandatangi, hanya 7 yang belum melakukan apa pun.
    - Setiap negara menetapkan peraturan perundangan yang tepat
    - Setiap negara sepakat untuk membantu Negara Anggota lainnya





# CWC: Menghancurkan timbunan dan fasilitas yang ada

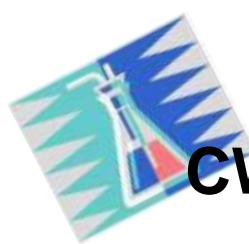
- Dua Belas Negara telah mengumumkan fasilitas produksi senjata kimia.
  - Bosnia dan Herzegovina
  - Cina
  - Prancis
  - India
  - Republik Islam Iran
  - Jepang
  - Libyan Arab Jamahiriya
  - Federasi Rusia
  - Serbia
  - Persemakmuran Britania Raya dan Irlandia Utara
  - Amerika Serikat
  - Negara peserta lainnya
- Sejak Agustus 2007, 42 dari 65 fasiliates produksi senjata kimia yang telah diumumkan mendapat sertifikasi dan dihancurkan, 19 lainnya dialihkan untuk tujuan-tujuan damai.
- Sejak Agustus 2007, 23.912 dari 71.330 metrik ton agen senjata kimia yang diumumkan, telah dihancurkan.
- Pada 11 Juli 2007, OPCW mengkonfirmasi penghancuran seluruh timbunan senjata kimia di Albania.
- Termasuk perlengkapan militer yang lama dan ditinggalkan



## CWC: Mencegah penyebaran atau produksi senjata kimia baru

- Negara-negara menyatakan dan setuju untuk memeriksa banyak fasilitas kimia lainnya, tergantung dari jenis bahan kimia serta jumlah yang diproduksi
- Lebih dari 3.000 pemeriksaan telah dilakukan di 200 lokasi terkait senjata kimia dan lebih dari 850 lokasi-lokasi industri di wilayah 79 Negara Peserta sejak April 1997
- Di seluruh dunia, lebih dari 5.000 fasilitas industri dapat dikenai pemeriksaan





# CWC: Bahan-bahan kimia dalam daftar yang dikenakan tindakan verifikasi

- Daftar 1:
  - Ketahui agen Senjata Kimia
  - Sangat beracun, bahan kimia yang terkait erat, atau prekursor Agen Senjata Kimia (*CWA – Chemical Weapon Agent*)
  - Tidak memiliki atau memiliki sedikit penggunaan untuk tujuan damai
- Daftar 2:
  - Cukup beracun untuk digunakan sebagai CWA
  - Prekursor atau penting untuk pembuatan bahan kimia Daftar 1
  - Tidak dibuat dalam jumlah komersial yang besar untuk tujuan-tujuan damai
- Daftar 3:
  - Telah digunakan sebagai CWA
  - Prekursor, atau penting untuk pembuatan bahan kimia Daftar 1 atau Daftar 2
  - Dibuat dalam jumlah komersial yang besar untuk tujuan-tujuan damai
- Bahan Kimia Organik Diskret Non-Daftar (*Unscheduled Discrete Organic Chemicals - UDOC*)
- Daftar dari bahan kimia yang terdaftar sebagai berikut menyusul: juga dalam dokumen dan CD





## CWC: Persyaratan Pelaporan

- Gunakan/transfer dari bahan kimia ini diizinkan untuk tujuan penelitian, atau tujuan-tujuan farmasi.
- Persyaratan pelaporan tergantung pada jenis fasilitas, jenis bahan kimia dan jumlahnya.
  - Jenis “Fasilitas Lain”, sebagaimana ditentukan dalam dokumen-dokumen CWC, yang paling relevan di sini
  - Jumlah bahan kimia yang dibutuhkan bahwa Pemerintah Negara anda mengizinkan pekerjaan bersangkutan dan melaporkan institusi anda setiap tahun kepada OPCW
    - Daftar 1: 100 g agregat
    - Daftar 2: 1 kg untuk 2A\*, 100 kg untuk 2A lainnya, 1 Ton dari 2B
    - Daftar 3: 30 Ton
    - UDOC: 30 atau 200 Ton (jumlah lebih rendah jika mengandung P, S, atau F)

**Peringatan:**  
**Negara Anda mungkin membutuhkan pelaporan untuk jumlah yang lebih kecil!**



# Bahan Kimia Daftar 1

## A. Bahan kimia beracun

- (1) O-Alkil (<C10, termasuk sikloalkil) alkil (Me, Et, n-Pr atau i-Pr)-fosfonofluoridat, misalnya
  - Sarin: O-Isopropil
  - metilosfonofluoridat
  - Soman: O-Pinacolyl ethylphosphonofluoridate
- (2) O-Alkil (<C10, termasuk sikloalkil) N,N-dialkil (Me, Et, n-Pr atau i-Pr) phosphoramidocyanide, misalnya Tabun: O-Ethyl N,N-dimetil phosphoramidocyanide
- (3) O-Alkil (H or <C10, termasuk sikloalkil) S-2-dialkil (Me, Et, n-Pr atau i-Pr)-aminoetil alkil (Me, Et, n-Pr atau i-Pr) phosphonothiolate dan garam teralkilasi atau protonasi yang serupa misalnya VX: O-Etil S-2-diisopropilaminoetil metil phosphonothiolate
- (4) Mustard Sulfur:
  - 2-Kloroetilclorometilsulfida
  - Gas Mustard : Bis(2-kloroetil)sulfida
  - Bis(2-kloroetiltio)metan
  - Sesquimustard: 1,2-Bis(2-kloroetiltio)etana
  - 1,3-Bis(2-kloroetiltio)-n-propana
  - 1,4-Bis(2-kloroetiltio)-n-butana
  - 1,5-Bis(2-kloroetiltio)-n-pentana
  - Bis(2-kloroetiltiometil)eter
  - O-Mustard: Bis(2-kloroetiltioetil)eter

## • (5) Lewisites:

- Lewisit 1: 2-Klorovinildikloroarsina
- Lewisit 2: Bis(2-klorovinil)kloroarsina
- Lewisit 3: Tris(2-klorovinil)arsine

## • (6) Nitrogen mustards:

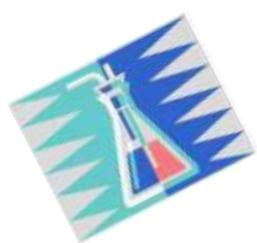
- HN1: Bis(2-kloroetil)etilamina
- HN2: Bis(2-kloroetil)metilamina
- HN3: Tris(2-kloroetil)amina

## • (7) Saksitosin

## • (8) Risin

## B. Prekursor

- (9) Alkil (Me, Et, n-Pr or i-Pr) phosphonyldifluorides, misalnya DF: Methylphosphonyldifluorida
- (10) O-Alkyl (H or <C10, incl. cycloalkyl) O-2-dialkil (Me, Et, n-Pr atau i-Pr)-aminoetil alkil (Me, Et, n-Pr atau i-Pr) phosphonites dan garam teralkilasi atau protonasi yang serupa misalnya e.g. QL: O-Ethyl O-2-diisopropilaminoetil methylphosphonite
- (11) Chlorosarin: O-Isopropil methylphosphonochloridate
- (12) Chlorosoman: O-Pinacolyl methylphosphonochloridate



# Bahan Kimia Daftar 2

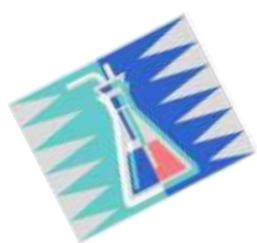
## A. Bahan kimia beracun

- (1) Amiton: O,O-Diethyl S-[2-(diethylamino)ethyl] phosphorothiolate dan garam teralkilasi atau protonasi yang serupa
- (2) PFIB: 1,1,3,3,3-Pentafluoro-2-(trifluorometil)-1-propene
- (3) BZ: 3-Quinuclidinyl benzilate

## B. Prekursor

- (4) Bahan kimia, kecuali untuk bahan-bahan kimia yang terdaftar dalam Daftar 1, yang mengandung fosfor atom yang mengikat satu kelompok metil, etil atau propil (normal atau iso) tapi bukan karbon atom lebih jauh, misalnya.
  - etilfosfonil diklorida
  - dimetil metilfosfonat
  - Pengecualian: Fonofos: O-Etil S-fenil ethylphosphonothiolothionate
- (5) N,N-Dialkyl (Me, Et, n-Pr atau i-Pr) phosphoramidic dihalides
- (6) Dialkil (Me, Et, n-Pr or i-Pr) N,N-dialkil (Me, Et, n-Pr atau i-Pr)-phosphoramidate

- (7) Arsenic triklorida
- (8) 2,2-Difenil-2-hydroxyacetic acid
- (9) Quinuclidin-3-ol
- (10) N,N-Dialkil (Me, Et, n-Pr or i-Pr) aminoetil-2-klorida dan garam-garam serupa yang terprotonasi
- (11) N,N-Dialkil (Me, Et, n-Pr atau i-Pr) aminoetana-2-ols dan garam-garam serupa yang terprotonasi
  - Perkecualian: N,N-Dimetilaminoetanol dan garam-garam serupa yang terprotonasi
  - N,N-Dietilaminoetanol dan garam-garam serupa yang terprotonasi
- (12) N,N-Dialkil (Me, Et, n-Pr atau i-Pr) aminoetana-2-tiol dan garam-garam serupa yang terprotonasi
- (13) Thiodiglycol: Bis(2-hydroxyethyl)sulfide
- (14) Pinacolyl alcohol: 3,3-Dimetilbutan-2-ol



# Bahan Kimia Daftar 3

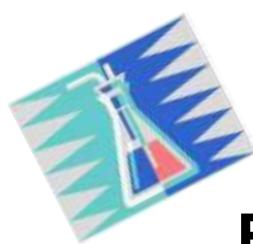
## A. Bahan kimia beracun

- (1) Fosgen: Karbonil diklorida
- (2) Sianogen klorida
- (3) Hidrogen sianida
- (4) Kloropikrin: Trikloronitrometana

## B. Prekursor

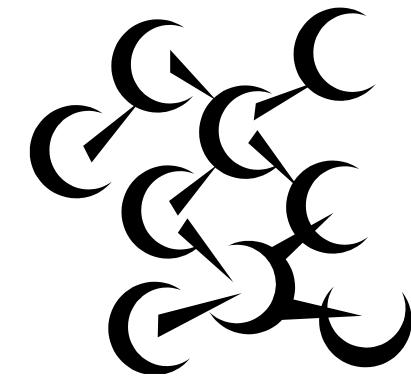
- (5) Fosfor oksiklorida
- (6) Fosfor triklorida
- (7) Fosfor pentaklorida
- (8) Trimetil fosfit
- (9) Trietil fosfit
- (10) Dimetil fosfit
- (11) Dietil fosfit
- (12) Sulfur monoklorida
- (13) Sulfur diklorida
- (14) Tionil klorida
- (15) Etildietanolamina
- (16) Metildietanolamina
- (17) Trietanolamina



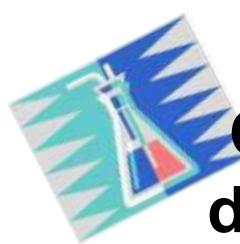


## Bahan Kimia Organik Diskret Non-Daftar (UDOC)

- Juga harus melapor kepada CWC, tetapi hanya untuk jumlah-jumlah besar.
- “Bahan Kimia Organik Diskret” berarti bahan kimia apa saja yang termasuk dalam kelas senyawa kimia yang terdiri dari karbon kecuali untuk oksida, sulfida dan metal karbonat, yang dapat diidentifikasi oleh nama kimianya, rumus susunannya, jika diketahui, dan oleh nomor registrasi Layanan Abstrak Bahan Kimia jika diminta.



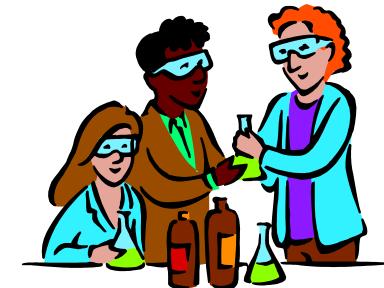
From CWC text – on CD

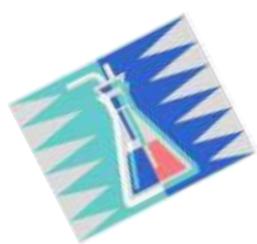


# OPCW: Mempromosikan kerjasama internasional dalam penggunaan bahan kimia untuk tujuan yang damai

---

- Program terkait
- Kursus Pengembangan Keterampilan Analisis
- Program Pendukung Konferensi
- Program proyek-proyek penelitian
- Program Pendukung Praktik Kerja
- Program Bantuan Laboratorium
- Program Pertukaran Peralatan

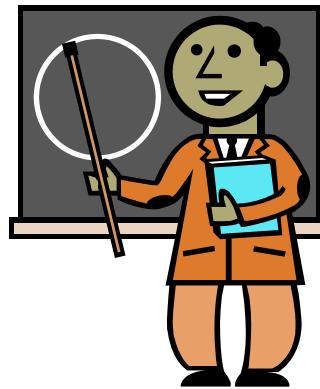


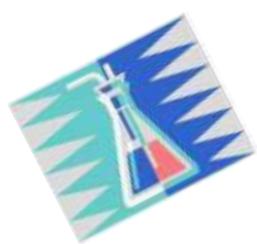


# OPCW: Melindungi Satu Sama Lain

---

- Setiap negara anggota dapat meminta bantuan dari negara anggota lainnya dalam hal adanya ancaman atau serangan, termasuk terorisme kimia
- Bantuan ini dapat berbentuk keahlian, pelatihan, dan/atau peralatan





# Kelompok Australia

---

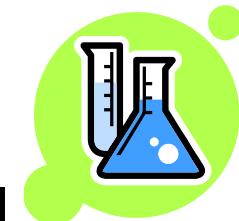
- Pengaturan informal untuk meminimalkan risiko membantu pengembangbiakan senjata biologi dan kimia.
  - Menyatukan langkah-langkah perizinan ekspor nasional negara-negara anggota
  - Dimulai pada 1985 ketika program senjata kimia Irak ditemukan telah menyalahgunakan bahan-bahan dan peralatan kimia dari perdagangan yang sah
- 40 negara plus Komisi Uni Eropa turut berpartisipasi



# Kelompok Australia: Kontrol Ekspor

---

- **Kontrol Ekspor dari:**
  - 63+ bahan kimia prekursor agen senjata kimia
  - Fasilitas dan peralatan pembuatan bahan kimia fungsi ganda serta teknologi terkait
  - Peralatan kimia fungsi ganda dan teknologi terkait
  - Agen biologi
  - Patogen tumbuhan
  - Patogen hewan
- **Termasuk kebijakan tidak boleh menjual dengan harga lebih murah**
  - Negara-negara tidak akan mengizinkan ekspor yang telah ditolak oleh negara anggota lainnya

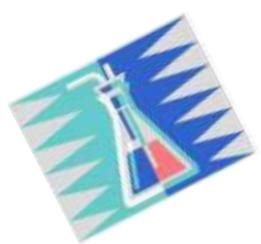




# Resolusi 1540 Dewan Keamanan PBB

---

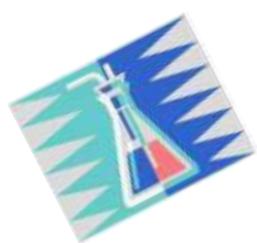
- Disetujui melalui kesepakatan pada 28 April 2004
- Negara-negara anggota:
  - harus menahan diri dari mendukung pelaku-pelaku non-negara dalam mengembangkan, memperoleh, membuat, meproses, mengangkut, mengalihkan atau menggunakan senjata nuklir, kimia atau biologi dan sistem pengirimannya.
  - harus membuat kontrol domestik untuk mencegah pengembangan senjata nuklir, kimia dan biologi, dan cara pengirimannya, termasuk membuat kontrol yang tepat atas bahan-bahan terkait.
- Peningkatan kerjasama internasional dalam upaya-upaya tersebut sangat didorong, sesuai dengan dan mendorong kepatuhan universal terhadap perjanjian larangan pengembangbiakan/pengembangan internasional yang telah ada.



---

# REACH dan Sistem Terharmoni Global untuk Pelabelan Bahan Kimia





# REACH

---

## Registrasi, Evaluasi, Kewenangan Bahan Kimia

Peraturan EU 2007; menggantikan 40 undang-undang yang ada guna menciptakan sistem tunggal bagi semua bahan kimia

- Mengharuskan adanya wewenang untuk menggunakan, membuat dan mengimpor
  - Menelusuri dan mengelola risiko bahan kimia serta memberikan informasi keselamatan
  - Mengusulkan pemanfaatan REACH dengan GHS
  - Membentuk *European Chemical Agency*/Badan Bahan Kimia Eropa (ECHA, Helsinki, Finlandia)



# REACH

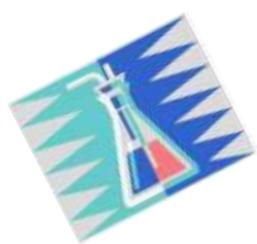
---

## Umur bahan kimia dari Tahap pembuatan hingga Pembuangan



Pembuatan  
Pengimporan  
Pemasaran  
Penggunaan  
Aliran limbah





# REACH

---

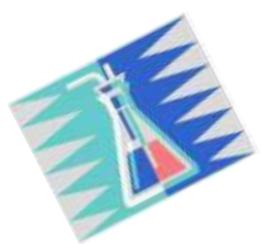
- Peraturan yang lengkap untuk memastikan penguasa Uni Eropa mengetahui dan memperhatikan bahan kimia apa yang digunakan saat masuk ke dalam kereta pasokan Uni Eropa
- Bertujuan untuk melindungi kesehatan manusia dan lingkungan dengan cara mengenali dan mengklasifikasikan bahan kimia berbahaya agar dapat ditangani dengan aman
- REACH & GHS tidak sama atau bersifat pilihan tetapi memisahkan peraturan perundangan dengan persyaratan yang setara



# REACH

---

- Tanggung jawab untuk membuktikan apakah suatu bahan kimia berbahaya atau tidak terletak pada pabrik pembuat dan pemasok bukan pada pemerintah
- Tanggung jawab juga mencakup dokumentasi, pengujian, klasifikasi, paparan risiko, pelabelan, dan lembar data keselamatan
- ECHA akan menyimpan informasi tersebut di dalam *International Uniform Chemical information Database (IUCLID)*



# REACH

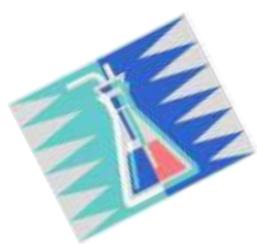
---

## Empat Langkah

- 1. Registrasi**
- 2. Evaluasi**
- 3. Kewenangan**
- 4. Pembatasan**



**ECHA menyimpan basis data (*database*)**



# REACH: Registrasi

---

**Pengimpor dan pabrik pembuat zat-zat dengan jumlahnya di atas 1 ton/tahun harus mendaftarkan zat-zat yang dihasilkan pada ECHA**

Registrasi mulai Juni 2007

**1 Desember, 2010**

**≥ 1000 ton per tahun**

- karsinogenik, mutagenik, atau toksin reproduksi ≥ 1 ton per tahun
- Zat yang diklasifikasikan sebagai zat yang berbahaya bagi lingkungan air ≥ 100 ton per tahun

**1 Juni, 2013**

- Dibuat atau diimpor sebanyak 100-1000 ton per tahun

**1 June, 2018**

- Dibuat atau diimpor sebanyak 1-100 ton per tahun



## REACH: Evaluasi

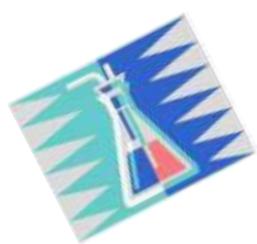
---

Pihak yang berwenang akan mengkaji registrasi dan selanjutnya akan meminta informasi lebih lanjut atau pengujian guna menentukan dampak zat yang dihasilkan terhadap kesehatan manusia dan lingkungan

**Tentukan tahap berikutnya:**

- tindakan untuk perizinan
- selaraskan klasifikasi & label
- tindakan lain





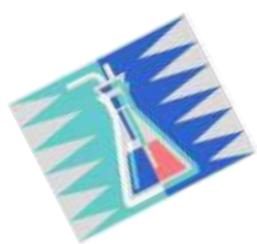
# REACH: Perizinan

---

**Keputusan mengenai zat apa yang memerlukan izin atau pembatasan dilakukan bagi zat-zat yang banyak menimbulkan kekhawatiran, seperti karsinogen dan mutagen**

**Tiga langkah:**

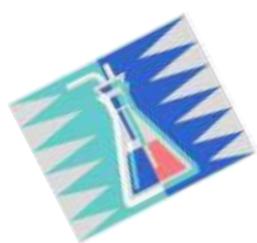
- SVHC (Zat-zat Yang Sangat Mengkhawatirkan)**
  - karsinogenik, mutagen dan zat toksin reproduksi, persisten, bioakumulasi dan racun
- Prioritas**
- Izin diberikan**



# REACH: Pembatasan

---

- Membatasi penggunaan
  - Apabila tidak alternatif yang dapat diidentifikasi, maka rencana penelitian dan pengembangan dilakukan guna mendapatkan alternatif yang sesuai
- Melarang zat
  - Apabila terdapat risiko tak boleh terima tehadap kesehatan manusia dan lingkungan.

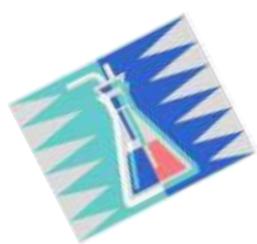


## REACH: Kekhawatiran

---

Kekhawatiran potensial dapat menciptakan lembar data keselamatan dan label khusus suatu negara yang sesuai dengan proposal GHS





# REACH: Referensi

---

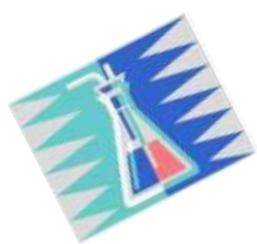
**Tentang REACH:** <http://guidance.echa.europa.eu/>

[http://ec.europa.eu/environment/chemicals/reach/reach\\_intro.htm](http://ec.europa.eu/environment/chemicals/reach/reach_intro.htm)

**Bantuan REACH:**

[http://echa.europa.eu/help\\_en.asp#helpdesks](http://echa.europa.eu/help_en.asp#helpdesks)

**Tentang ECHA:** <http://ec.europa.eu/echa>

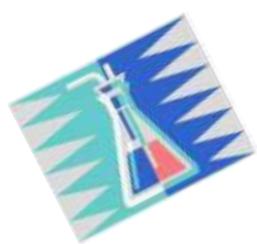


---

# **Sistem Terharmoni Global untuk Klasifikasi dan Pelabelan Bahan Kimia (GHS)**

Standardisasi internasional PBB untuk klasifikasi, format lembar data keselamatan, dan pelabelan bahan kimia menggunakan pictogram, kata isyarat, dan peringatan bahaya

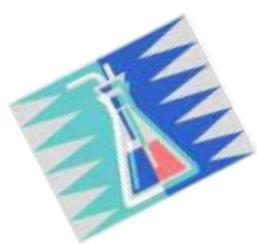
OSHA Amerika Serikat mengkaji GHS untuk diadopsi



# GHS

---

- Sistem yang diusulkan PBB untuk menstandardisasi komunikasi bahan kimia secara internasional
- Negara-negara akan mengadopsi sesuai kerangka waktu mereka
- Tahun 2008 - PBB bertujuan menerapkannya di seluruh dunia



# Implementasi GHS

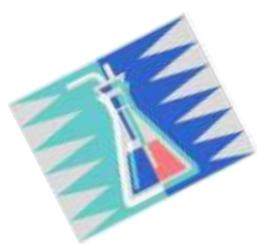
**Intergovernmental Forum on Chemical Safety (IFCS)** – mengadopsi tujuan penerapan GHS 2008. Amerika Serikat berpartisipasi dan setuju untuk bekerja mencapai tujuan ini

**Jepang, Korea, Selandia Baru** – melewati berbagai tahap untuk mengadopsi dan menerapkan GHS

**Uni Eropa** – 2010 tenggat waktu bagi pengklasifikasian zat-zat GHS

**Kanada** – Menilai bagaimana mengadopsi dan menerapkan GHS

**Amerika Serikat** – Menilai dampak GHS, merencanakan untuk mengadopsi GHS pada 2009. DOT memperkirakan akan ada perubahan pada 2009



# Manfaat GHS

---



- Komunikasi Seragam
- Keselamatan Lebih Baik
- Meningkatkan Perdagangan Internasional
- Biaya Rendah





# Perubahan GHS

---

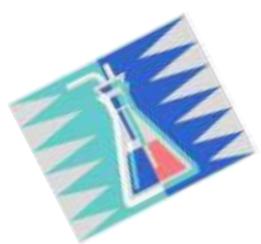
**MSDS sekarang bernama : “SDS” (*Safety Data Sheet/Lembar Data Keselamatan*)**

**Label akan distandardisasi dengan:**



- kata isyarat
- pernyataan bahaya
- pernyataan tindakan pencegahan
- pictogram
- penghapusan label Amerika Serikat, Kanada dan Uni Eropa



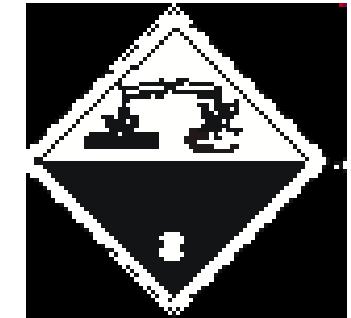


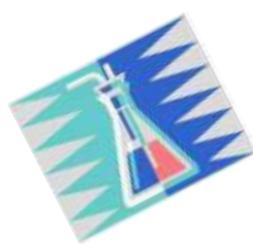
# Pelabelan GHS

---

**Informasi yang diperlukan pada label GHS:**

- Piktogram
- Kata isyarat
- Pernyataan bahaya
- Pernyataan tindakan pencegahan dan piktogram
- Pengidentifikasi produk
- Informasi pemasok



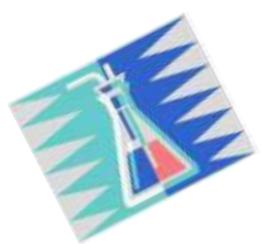


# Perubahan pada (M)SDS

**Nama GHS: Safety Data Sheet (SDS) – Lembar Data Keselamatan**

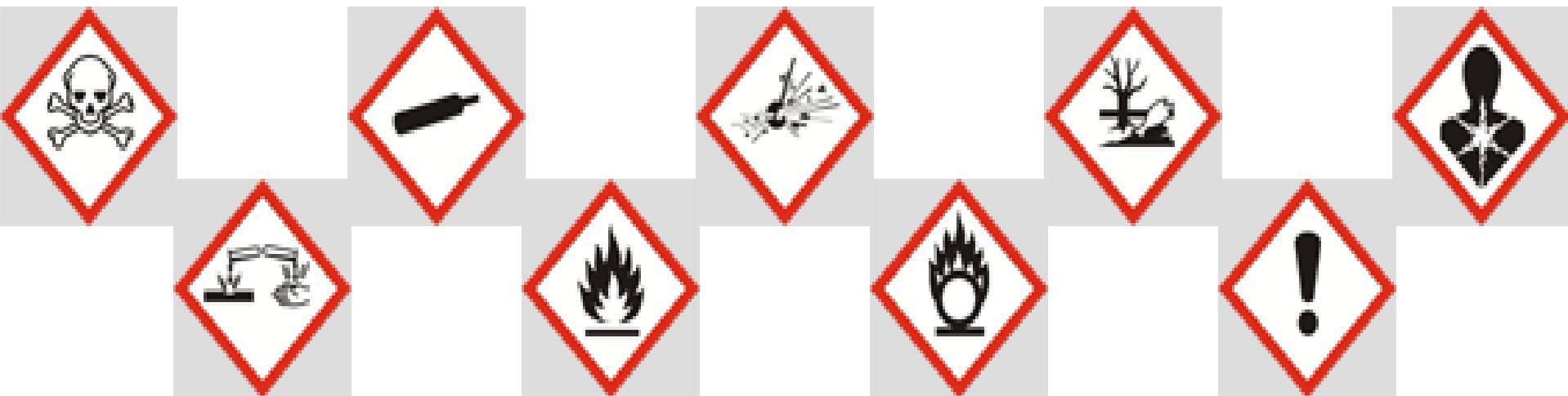
- Format:
  - 16 bagian yang diperlukan pada urutan tertentu (sesuai format ANSI MSDS dalam presentasi Peraturan Amerika Serikat)
- Penggolongan kembali:
  - (MSDS) Bahaya terhadap Kesehatan & Fisik
  - (SDS) Bahaya terhadap Lingkungan
- Pendekatan Menyusun Blok (*Building Block*)
  - Setiap negara dapat memilih bagian dari GHS untuk diadopsi
  - Tidak semua negara memerlukan semua kategori atau semua bahaya





# Contoh Piktogram GHS

---





# Perbedaan antara REACH dan GHS

---

- REACH dan GHS mempunyai cakupan yang berbeda tetapi terdapat banyak kaitan antara kedua peraturan tersebut
- REACH bertujuan untuk membuat informasi mengenai bahaya, risiko, dan manajemen risiko
- GHS bertujuan untuk menyelaraskan klasifikasi dan pelabelan material
- GHS merupakan rekomendasi PBB yang berlaku di semua negara, termasuk Uni Eropa





# Perbedaan antara REACH dan GHS

---

- REACH bertujuan untuk mengganti kriteria klasifikasi EU saat ini dengan GHS. REACH memiliki ketentuan mengenai lembar data keselamatan berdasarkan pada GHS.
- GHS bertujuan untuk menerapkan klasifikasi dan pelabelan mulai 1 Desember 2010 jika peraturan GHS yang baru telah tersedia.
- Material akan direncanakan bertahap dalam 3,5 tahun pertama. Campuran akan diberikan tambahan 4,5 tahun untuk pengelompokan ulang.





# Sistem Terharmoni Global

---



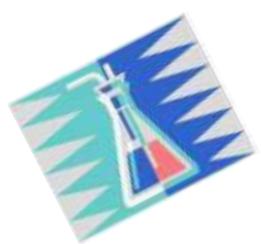
## Referensi



[http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs\\_rev02/02files\\_e.html](http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev02/02files_e.html)

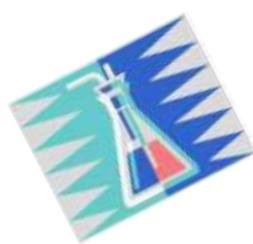
[http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/presentation\\_e.html](http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/presentation_e.html)

<http://www.osha.gov/dsg/hazcom/ghs.html>



---

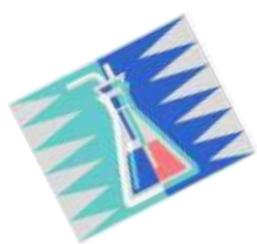
# Rencana Keselamatan dan Pengamanan Bahan Kimia



# Langkah Pertama: Kumpulkan Informasi

---

- Menyusun rencana CSS yang baik membutuhkan banyak informasi
- Kuesioner penilaian dapat digunakan untuk mengumpulkan informasi
- Didistribusikan kepada:
  - PIs
  - Manajemen
  - Fasilitas
  - Keamanan
  - Medis

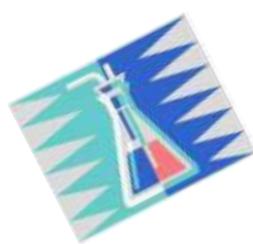


# Kuesioner Penilaian

---

- **Siapa yang bertanggung jawab atas kepatuhan CSS?**
  - Kriteria kontrol terhadap keterpaparan
  - Mengembangkan langkah-langkah pengontrolan terhadap keterpaparan
  - Pemantauan keterpaparan
  - Identifikasi bahan berbahaya
  - Kebijakan akses terbatas
  - Pemeliharaan ventilasi
  - Peralatan keselamatan
  - Alat Pelindung Diri
  - Pelatihan
  - Manajemen limbah berbahaya
  - Pengawasan medis
  - Respons gawat darurat





# Kuesioner Penilaian, lanjutan.

- Daftar orang-orang (manajer, Pls, profesional, teknisi) yang memiliki tanggung jawab terhadap Keselamatan & Pengamanan; Tentukan SO, CSSO, BSO, RSO, dll.
- Siapa yang memelihara catatan CSS?
- Adakah Komite Keselamatan/Pengamanan?
  - Tanggung Jawab
  - Siapa saja anggotanya?
  - Seberapa sering mereka bertemu?
- Apakah ada Manual, Rencana CSS?
- Apakah ada kebijakan CSS?
- Apakah ada Rencana Respons Gawat Darurat?
- Apakah inspeksi CSS rutin dilakukan?
  - Oleh siapa
  - Detil

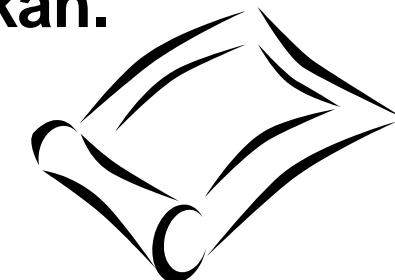


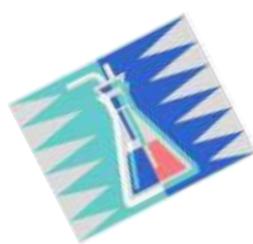


# Rencana Keselamatan dan Pengamanan Kimia

---

- Termasuk Pernyataan Kebijakan CSS dari manajemen senior.
- Menjelaskan seluruh Program.
- Menjelaskan pengaturan Program.
- Menjelaskan tanggung jawab setiap orang.
- Menjelaskan secara umum mengenai kebijakan dan siapa, di mana serta mengapa tugas atau pekerjaan keselamatan dan pengamanan dilakukan.
- Termasuk referensi, bila perlu.





# Bagian-Bagian dari Rencana Keselamatan dan Pengamanan Kimia

---

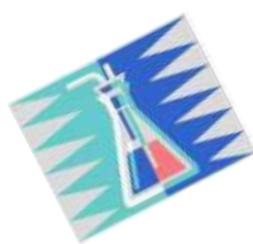
- Pernyataan Kebijakan dari Manajemen Senior
- Organisasi Keselamatan & Keamanan
  - Manajemen
  - Tanggung Jawab
    - Manajemen
    - Administrasi
    - Staf CSSO
    - Manajemen Fasilitas
    - Penyelidik Utama
    - Staf
    - Kontraktor
- Kebersihan dan Kerapian Scr Umum
- Area Makan, Merokok
- Tanda & Label
- Prosedur Gawat Darurat
- Penyimpanan Bahan Kimia
- Alat Pelindung Diri
- Program Perlindungan Saluran Pernapasan



# Bagian-Bagian dari Rencana Keselamatan dan Pengamanan Kimia, Lanjutan.

- Kontrol Teknis
  - Ventilasi
  - sungkup laboratorium
- Pengelolaan Limbah
- Pelatihan
- Penyimpanan Catatan
- Perlidungan terhadap kebakaran
- Lokasi peralatan gawat darurat
- Rencana evakuasi
- Pemantauan pribadi dan lingkungan
- Inspeksi
- Pengawasan medis
- Administrasi
  - Membeli bahan kimia
  - Membeli peralatan keselamatan

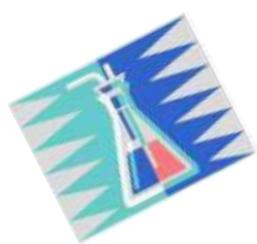




# Prosedur Operasi Standar (POS)

---

- POS menjelaskan *secara ringkas dan tepat* mengenai, di mana dan siapa yang melakukan tugas.
- POS *tidak* menjelaskan mengapa tugas dilakukan.
- Rencana Keselamatan dan Pengamanan menjelaskan kebijakan dan alasan tugas dilakukan

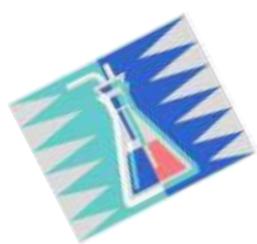


# Prosedur Kerja Standar (POS), Lanjutan.

---

- POS adalah:
  - Tanggal
    - Kapan dikeluarkan
    - Kapan direview
    - Kapan diperbaiki
  - Memiliki: subyek, judul dan kode identifikasi
  - Resminya direview oleh manajemen
  - Ditandatangani oleh pihak-pihak yang bertanggung jawab
  - Dapat mencakup beberapa formulir
  - Ditulis format yang konsisten dan resmi dan diberi nomor halaman



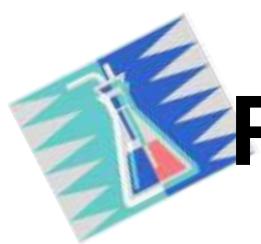


# Prosedur Kerja Standar (POS)

---

Pertimbangkan menyusun POS mengenai:

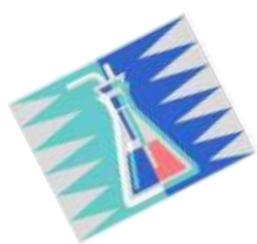
- **Security clearance** dan akses pengunjung
- Pelatihan karyawan
- Pengawasan medis
- Perlindungan dan kesehatan saluran pernafasan
- Pelindungan mata
- Pemeliharaan sistem ventilasi
- Penyimpanan, penerimaan, pengangkutan dan pengiriman bahan-bahan berbahaya
- Respons terhadap kecelakaan dan kondisi darurat termasuk bencana alam
- Pembersihan tumpahan
- Pengelolaan limbah
- Penanganan bahan berbahaya
- Operasi khusus, radiasi, keselamatan hayati, laser, agen-agen infeksi



# Pedoman perbaikan Rencana dan POS

---

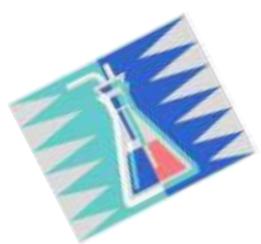
- **Rencana Kesehatan dan Keselamatan** → Sesuai kebutuhan, setiap 5 tahun
- **(M)SDS** → Sebagaimana diterima
- **sungkup laboratorium** → Triwulanan
- **Catatan pelatihan** → Setiap tahun, dan sesuai kebutuhan
- **Catatan pengawasan medis** → Sesuai kebutuhan, dan setiap 12-18 bulan
- **Pemantauan Keterpaparan** → Sesuai kebutuhan
- **Catatan limbah** → Sesuai kebutuhan



# Rekomendasi Penyimpanan Catatan

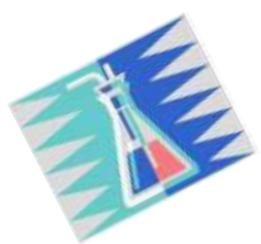
---

- **Catatan pribadi disimpan oleh Sumber Daya Manusia selama masa kerja + 30 tahun.**
- **Catatan medis bersifat *rahasia* dan harus disimpan oleh petugas medis yang memeriksa selama masa kerja + 30 tahun.**
- **Sebagian besar catatan lainnya (misalnya, pemantauan rutin, harus disimpan selama 5 tahun setelah tanggal kinerja).**



---

# REHAT



# Peduli pada Bahan Kimia sejak awal hingga akhir

---



Menerima →

Penyimpanan →

Penggunaan →

Pembuangan

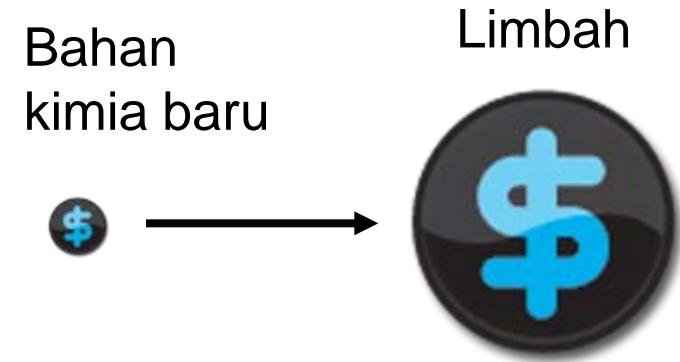




# Pengelolaan Bahan Kimia Merupakan Praktik Terbaik untuk Keselamatan dan Keamanan

---

- Mengurangi limbah berbahaya
- Mengurangi biaya
  - Pembelian baru
  - Pembuangan Limbah
  - Lebih efisien
- Meningkatkan keamanan
  - Ancaman orang dalam
  - Ancaman orang luar
- Memfasilitasi kepatuhan terhadap lingkungan
- Meningkatkan kualitas penelitian
- Meningkatkan kualitas instruksi lab



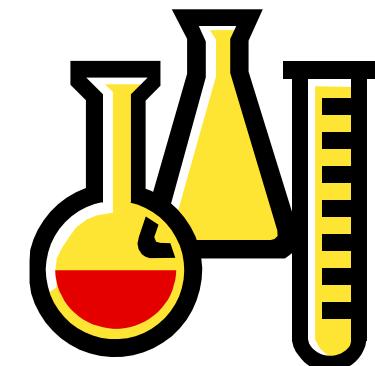


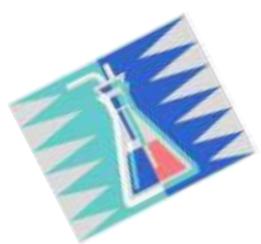
# Program pengelolaan bahan kimia yang tepat memiliki beberapa elemen

---

## Elemen Pengelolaan Bahan Kimia

- Mengurangi sumber
- Prosedur pemesanan dan pembuangan bahan kimia
- Inventarisasi dan pelacakan
- Penyimpanan dan ruang penyimpanan
- Kontrol akses
- Pendaurulangan bahan kimia, kontainer dan paket

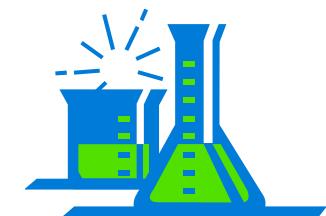




# Rencanakan Eksperimen di Depan!

---

Bahan kimia apa yang dibutuhkan?



Berapa yang dibutuhkan?

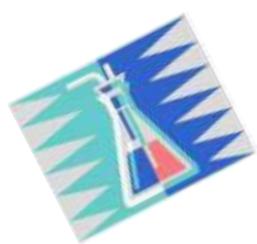
Bagaimana bahan kimia akan ditangani?



Apa produk reaksinya?

Bagaimana bahan kimia akan disimpan?

Bagaimana pembuangan akan dilakukan?



# Manajemen Sediaan

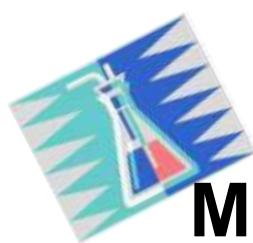
## Lebih sedikit Lebih Baik!



- Pesan hanya yang Anda butuhkan
- Kurangi ukuran eksperimen
- Biayanya kecil untuk menyimpan
- Biayanya kecil untuk membuang

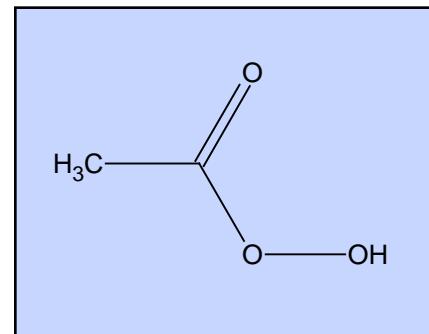
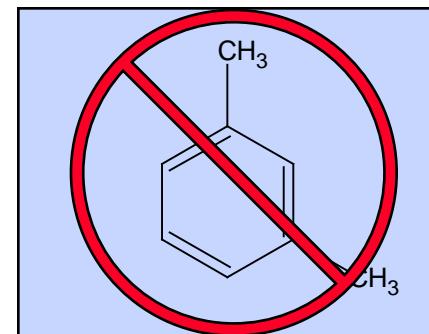


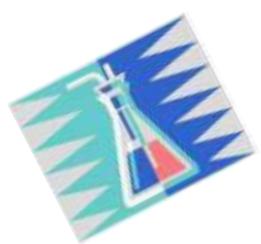
“Lebih sedikit lebih baik: Pedoman untuk mengurangi limbah di laboratorium”, Gugus Tugas tentang Lingkungan Laboratorium, Kesehatan dan Keselamatan Kerja, Masyarakat Kimia Amerika, 2002.  
[http://membership.acs.org/C/CCS/pub\\_9.htm](http://membership.acs.org/C/CCS/pub_9.htm)



# Mengganti reagen untuk mengurangi limbah

- Solven berbasis sitrus untuk menggantikan silena pada laboratorium histologi
- Asam perasetik untuk menggantikan formaldehida untuk membersihkan mesin cuci darah
- Menggunakan termometer non-merkuri
- Pembersih berbasis enzim dan peroksida untuk menggantikan *chromerge* (tanpa kromiks)
- Pada saat membeli peralatan otomatis pertimbangkan limbah kimia



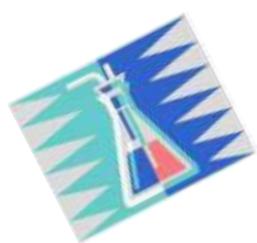


# Parktek terbaik – memesan dan menyimpan suplai bahan kimia

---

- Perhatikan apakah lembaga Anda telah mengalaminya (**surplus**)
- Pesan jumlah minimal yang diperlukan
- Periksa tempat penyimpanan khusus (**lemari pendingin, dry box (lemari anti lembab)**)
- Tandai tanggal terima/buka (**bahan kimia tidak stabil**)
- Bisakah limbah bahan kimia tersebut dibuang (**limbah radioaktif, limbah campuran**)

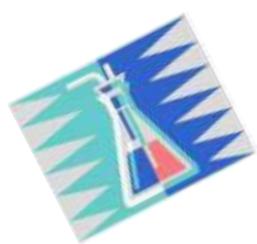




# Memesan bahan kimia- inventarisasi bahan kimia

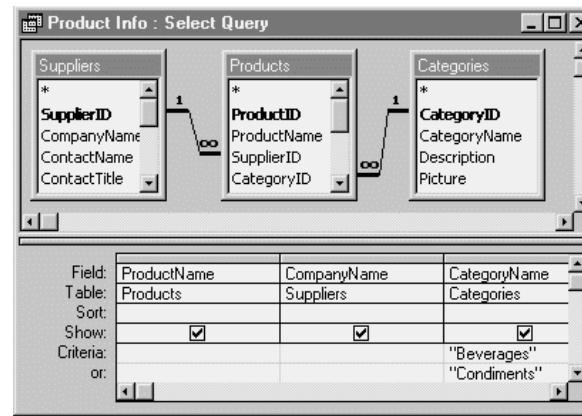
- **Database** (pangkalan data) atau *preadsheet* (lembar lajur ) merupakan perangkat untuk menelusuri inventaris bahan kimia
  - *Barcoding* dapat digunakan
  - Bahan kimia dapat ditemukan dengan mudah
  - Usia bahan kimia dapat ditelusuri
  - Standar bahan kimia membantu menjaga kemampuan penelusuran
  - Pembuangan dapat didokumentasikan
- **Kesepakatan fisik**
  - Memastikan ketepatan *database*
  - Menyajikan inspeksi visual terhadap kondisi bahan kimia





# Inventarisasi dan Penelusuran

## Rancangan *database* atau *spreadsheet*



**Program buatan rumah** – Program Access atau *Excel*

**Program gratis** – Program Berbasis Access atau *Excel*

**Program komersial** – Termasuk bahan kimia dan MSDS



# **Database membantu menelusuri dan melaporkan penyimpanan dan penggunaan bahan kimia dengan aman**

---

## **Pencarian dan Pelaporan:**

Mencari MSDS

Menu Pencari Inventaris Bahan Kimia

Menu Pencari Laporan Peraturan Bahan Kimia

Mencari Tempat Penyimpanan Bahan Kimia



## **Pemindahan, Penyingkiran, Pemeriksaan, dan Pemasukan Inventaris:**

Memindahkan atau mengeluarkan Bahan kimia yang menggunakan bar-coded dari Inventoris

Memverifikasi Menu Inventaris Bahan Kimia

Menambahkan Inventaris Bahan Kimia

Menu Pertukaran Bahan Kimia

## **Prosedur, Formulir dan Tautan (Link):**

Lihat prosedur inventaris, formulir dan dokumen lain

Lihat Tautan Lain yang Berkaitan dengan Bahan Kimia



# Pertanyaan Inventaris

---

**Pencarian bahan kimia atau merek dagang**



**Pencarian nomor CAS**

**Pencarian daftar bahan**



**Pencarian lokasi/organisasi**



**Pencarian pemilik lokasi**

**Pencaraian penanya/pemohon**

**Pencarian *barcode***



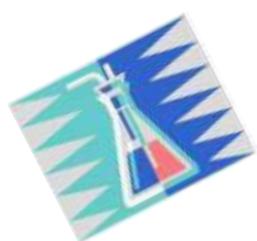


# Hasil pertanyaan untuk toluena – barcode, lokasi, departemen, kuantitas dan tanggal pemesanan

---

BARCODE	LOKASI	DEP.	KUANTITAS	SATUAN	Tanggal Pembelian
AQ00600682	NM/518/1111	1725	1	L	10/24/2006
AQ00602185	NM/518/1123	1111	100	mL	11/20/2006
AQ00582298	NM/518/1302	1131	1	L	8/8/2006
AQ00602186	NM/518/1302	1131	100	mL	11/20/2006
AQ00602187	NM/518/1302	1131	100	mL	11/20/2006
AQ00582307	NM/518/1302	1131	4	L	8/8/2006

MSDS dan Sertifikat Analisis bisa juga tercakup di dalamnya



# Bahan kimia yang mungkin berguna di lab lain

---

## ASAM

Asam asetat (*glacial*)  
Hydrochloric acid  
Sulfuric acid

## PELARUT (SOLVENT)

Diklorometana (metilena klorida), Aseton  
Kloroform, Etil asetat, Gliserol, Heksana  
Isopropil alkohol, Metanol, Toluena eter  
Petroleum, Xylena

## OKSIDATOR

Bromin, Kalium klorat, Kalium dikromat,  
Perak nitrat

## RACUN

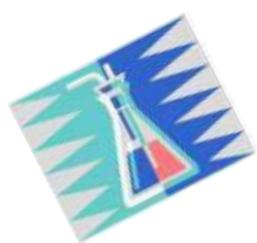
Indikator, Iodin (padat atau larutan) Logam  
(serbuk, debu, peluru)  
Sodium, kalsium, perak, dan garam kalium



# Bahan kimia yang berlebihan tersedia bagi orang lain yang memerlukan dan dapat dicari

---

NAMA BAHAN KIMIA	MSDS	JUMLAH	BENTUK	TANGGAL PEMBELIAN	BUKA?
DEVCON 5 MINUTE EPOXY KIT	NL203800	2.5 OZ	Cair	07/25/2001	Tidak Dibuka
5 MINUTE EPOXY KIT	NL203800	2.5 OZ	Cair	08/06/2003	Tidak Dibuka
TOLUENA	OHS23590	500.0 ML	Cair	03/25/1999	Tidak Dibuka
TOLUENA	OHS23590	500.0 ML	Cair	03/25/1999	Tidak Dibuka



# Manajemen Inventaris

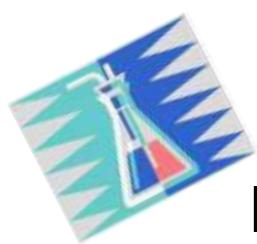


**Lebih sedikit lebih baik!  
Lebih Aman!**

Mungkin lebih murah kita memesan **eter dietil**  
dalam kontainer besar

Namun, jika dibuka dalam jangka waktu lama —  
maka dapat terbentuk peroksida!





# Manajemen Inventaris– pemeraman bahan kimia

---

- Berapakah usia bahan kimia Anda?
- Sebagian bahan kimia mengalami penurunan mutu karena waktu
  - Stok berputar
  - label & tanggal
- Asai bahan kimia mempunyai tanggal kadaluwarsa





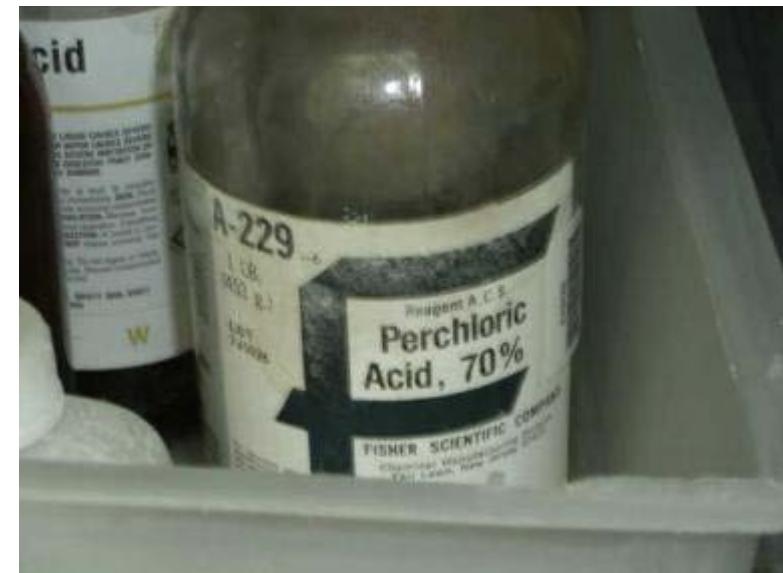
# Bahan Peledak dan Reaktif

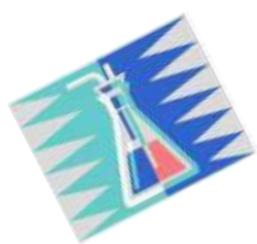
## Contoh:

- Eter-membentuk-peroksida
- Asam perklorik-membentuk-asam perklorat
- Air/uap yang sensitif – Na, K, Li, LAIH, logam yang mudah terbakar

## Tindakan kontrol:

- Kontrol inventaris
- SOP (*Prosedur Operasi Standar*), inspeksi





# Manajemen Inventaris

**-R-O-O-R-**

## Bahan kimia pembentuk Peroksida

Bahkan dengan inhibitor, bahan  
kimia bisa berbahaya karena  
waktu

- Buang atau uji kalau tidak yakin
  - label & tanggal
  - saat diterima,
  - saat dibuka, dan
  - beri tanggal kadaluwarsa

Perangkat uji peroksida dan *strip*  
harus tersedia



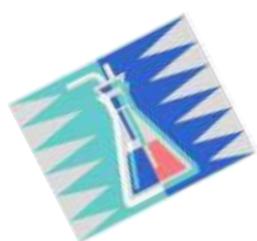


# Bahan kimia pembentuk Peroksida

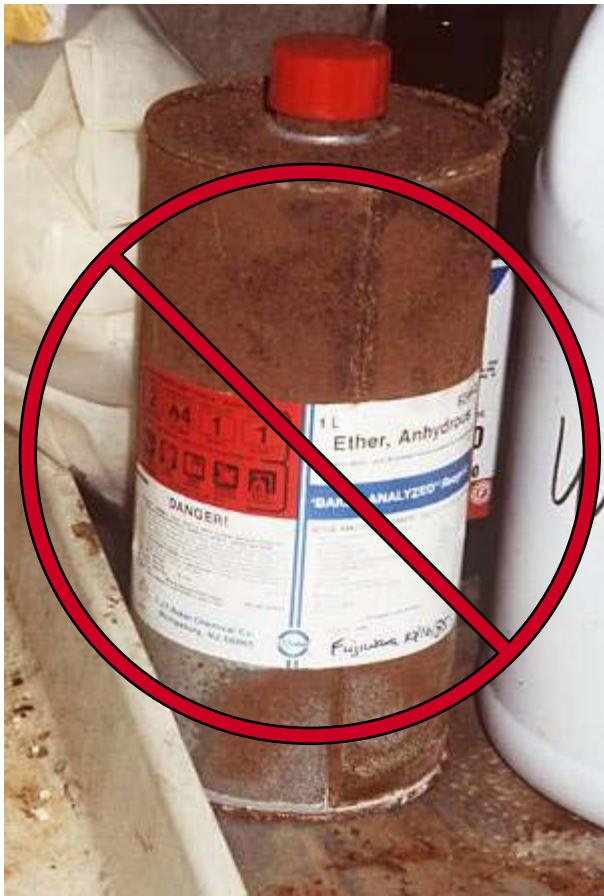
---

- Pembentukan peroksida disebabkan oleh terjadinya reaksi autoksidasi.
- Reaksi ini diawali dimulai dari sinar, panas, terkena oleh pencemar atau hilangnya *inhibitor* (BHT).
- Inhibitor lamban, namun tidak menghentikan terbentuknya peroksida.
- Sebagian besar kristal peroksida organik sensitif terhadap panas, guncangan, atau gesekan.
- Karena itu penting untuk tidak membiarkan bahan kimia pembentuk peroksida menguap hingga kekeringan atau mengumpul di bawah kepala sekrup (*screw cap*).

**-R-O-O-R-**



# Bahan kimia pembentuk Peroksida



**Peroksida bisa meledak  
apabila terpapar dengan  
panas atau goncangan  
mekanis**

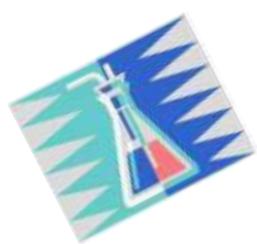
**Contoh: eter, dioksana,  
tetrahidrofuran**



## Referensi:

Ada beberapa *website* yang sangat bagus tentang bahan kimia pembentuk peroksida dan bahayanya, penggunaan, penyimpanan, dan pembuangannya. Misanya, lihat:

[http://www.med.cornell.edu/ehs/updates/  
peroxide\\_formers.htm](http://www.med.cornell.edu/ehs/updates/peroxide_formers.htm)

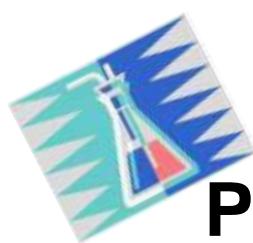


# Penyimpanan Bahan Kimia

---

- Lindungi Bahan Kimia saat operasi normal
- Lindungi bahan kimia saat terdapat kejadian yang tidak diharapkan
  - Banjir
  - Gelombang pasang
  - Gempa bumi
  - Angin topan
  - Angin badai



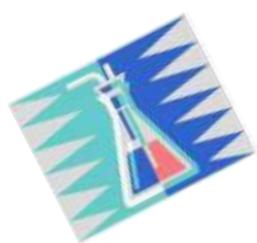


# Penyimpanan Bahan Kimia : Konsep Dasar

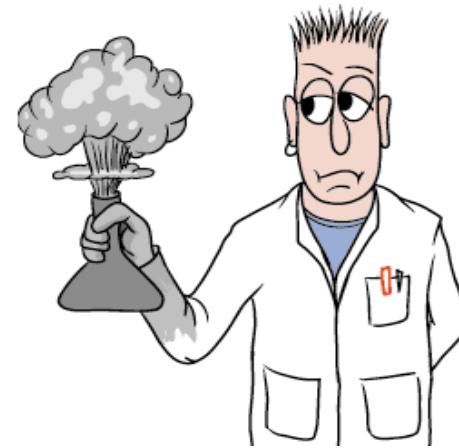
---

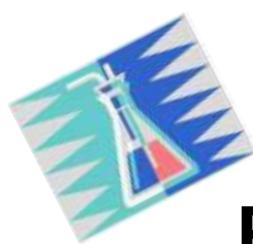
- Pisahkan bahan kimia yang berlawanan
- Pisahkan bahan kimia yang mudah terbakar /meledak dari sumber pengapian
- Gunakan lemari penyimpanan bahan kimia mudah terbakar untuk menyimpan solven yang mudah terbakar dalam jumlah besar
- Pisahkan logam alkali dari air
- Pisahkan asam dan basa





# Gunakan lemari penyimpanan khusus untuk bahan yang mudah terbakar

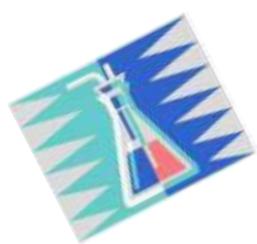




# Penyimpanan Bahan Kimia : Konsep Dasar

- Simpan asam nitrat secara terpisah
- Simpan kontainer besar di rak bagian dasar
- Kunci tempat penyimpanan obat, surat garansi agen bahan kimia, dan bahan kimia yang sangat beracun
- Jangan menyimpan makanan di dalam lemari pendingin bersamaan dengan bahan kimia

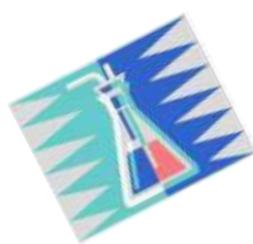




# Silinder Gas Bertekanan

- Penggunaan
- Jenis
- Bahaya
- Tindakan Kontrol
  - Kontrol inventaris
  - Wewenang pengadaan
  - Pelatihan
  - Inspeksi



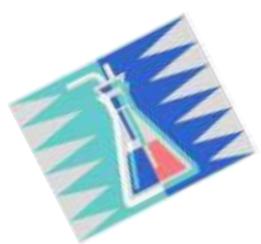


# Penyimpanan bahan kimia: Silinder Gas

---

- **Ikat (dengan rantai/penjepit) dan pisahkan silinder gas**
- **Kencangkan penutup silinder dengan sekrup**
- **Simpan di tempat yang memiliki ventilasi yang baik**
- **Pisahkan dan beri label silinder yang kosong**
- **Simpan silinder yang kosong secara terpisah**
- **Pisahkan gas yang mudah terbakar dengan gas reaktif/pembuat oksidasi**

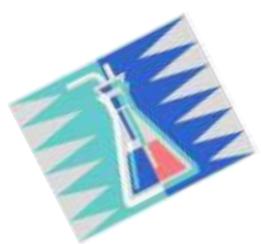




# Penyimpanan silinder gas yang tidak benar

---



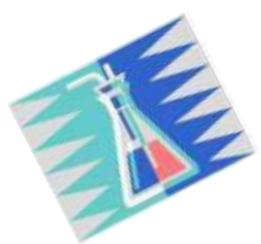


# Kerusakan yang ditimbulkan oleh kabakaran silinder gas

---



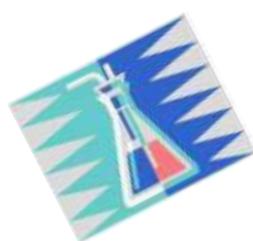




# Kecelakaan Tinggal Menunggu Waktu

---





# Video CSB: Kebakaran karena gas bertekanan

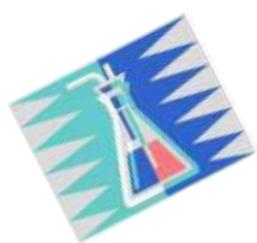




# Penyimpanan bahan kimia: Praktik yang baik

- **Batasi akses**
  - Beri label “Khusus Petugas”
  - Kunci area/ruangan/kabinet jika tidak digunakan
- **Pastikan area selalu dingin dan berventilasi dengan baik**
- **Rapatkan rak penyimpanan ke tembok atau lantai**
- **Rak harus memiliki bagian depan  $\frac{3}{4}$ "**
  - Di daerah rawan gempa, pasang penghalang beberapa inci di atas rak.





# Penyimpanan bahan kimia: Praktik yang buruk

- **Jangan Menyimpan Bahan Kimia:**
  - di atas kabinet
  - di atas lantai
  - dalam sungkup
  - bersama makanan atau minuman
  - di dalam lemari es yang digunakan untuk menyimpan makanan
  - jika ada variasi yang besar dalam hal suhu, kelembapan atau sinar matahari

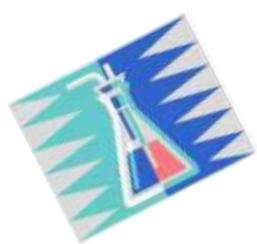




# Penyimpanan bahan kimia: Wadah

- Jangan gunakan wadah kimia untuk menyimpan makanan
- Jangan gunakan wadah makanan untuk menyimpan bahan kimia
- Pastikan semua wadah tertutup dengan baik
- Lap bagian luar wadah sebelum dikembalikan ke area penyimpanan
- Bawa semua wadah dengan aman
  - Disarankan menggunakan wadah berpelindung luar





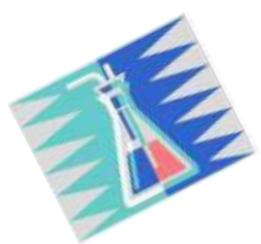
# Penyimpanan bahan kimia yang tidak tepat



**Jangan pernah  
gunakan lorong  
untuk menyimpan  
bahan kimia**

**Bahaya  
Keselamatan!!**

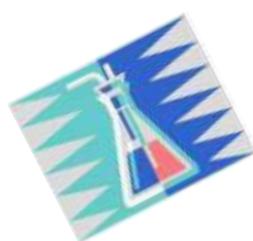
**Menghambat jalan  
keluar saat  
darurat!!!**



# Penyimpanan bahan kimia: Praktik yang baik

- Pisahkan bahan kimia yang takserasi
  - Susun bahan kimia dalam kelompok yang serasi
  - Urutkan dalam abjad untuk bahan kimia dalam kelompok yang serasi saja.

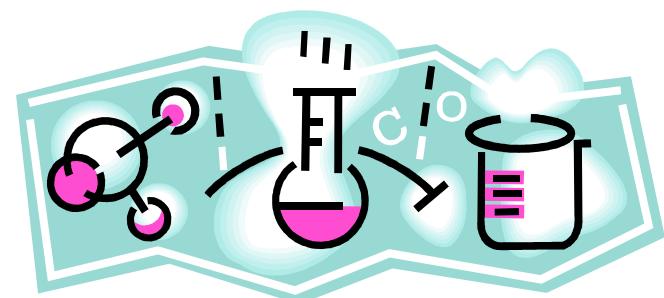


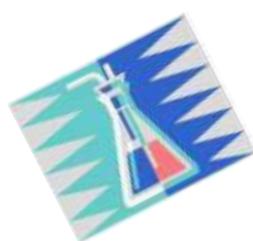


# Saran pengelompokan penyimpanan bahan kimia di rak: Bahan Organik

- Asam, anhidrida
- Alkohol, amida, amina
- Aldehida, ester, hidrokarbon
- Etes, keton, hidrokarbon berhalogen
- Epoksi, isosianat
- Azida, peroksida
- Nitril, sulfida, sulfoksida
- Kresol, fenol

Dari: "School Chemistry Laboratory Safety Guide," US NIOSH Publication 2007-107



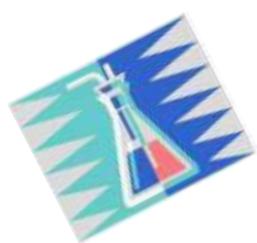


# Saran pengelompokan penyimpanan bahan kimia di rak: Bahan Anorganik

---

- Logam, hidrida
- Halida, halogen, fosfat, sulfat, sulfida
- Amida, azida, nitrat, nitrit
- Karbonat, hidroksida, oksida, silikat
- Klorat, klorit, perklorat, peroksida
- Arsenat, sianida, sianat
- Borat, kromat, manganat
- Asam
- Arsenik, fosforus, sulfur

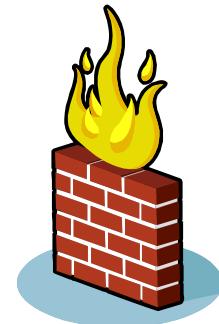
Dari: "School Chemistry Laboratory Safety Guide," US NIOSH Publication 2007-107

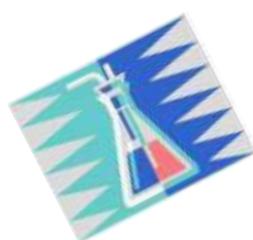


# Praktik terbaik: kendali akses

---

- Pelatihan yang tepat bagi petugas yang menangani bahan kimia
- Hanya petugas yang terlatih dan berizin
  - memiliki akses atas kunci dan akses ke ruang penyimpanan
  - keistimewaan administratif atas inventaris dan basis data
- Pintu dan kabinet harus selalu terkunci untuk zat-zat dalam pengendalian seperti:
  - Bahan radioaktif
  - Obat-obat dan alkohol yang dapat dikonsumsi
  - Bahan peledak (fasilitas penanganan khusus)
  - Bahan kimia berfungsi ganda
  - Limbah berbahaya – bahan kimia toksitas tinggi





# Referensi

---

“Less is Better,” American Chemical Society,  
Washington DC, 2003, tersedia online:

<http://membership.acs.org/c/ccs/publications.htm>

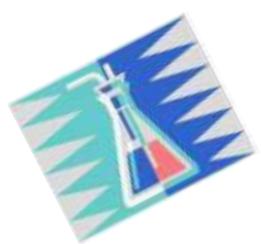


“School Chemistry Laboratory Safety Guide,” US NIOSH  
Publication 2007-107, Cincinnati, OH, 2006,  
tersedia online:

<http://www.cpsc.gov/CPSCPUB/PUBS/NIOSH2007107.pdf>

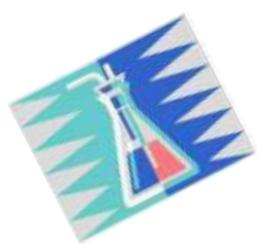
“Prudent Practices in the Laboratory: Handling and  
Disposal of Chemicals,” National Academy Press, 1995,  
tersedia online:

[http://www.nap.edu/catalog.php?record\\_id=4911](http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=4911)



---

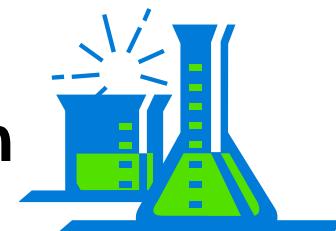
# Pengelolaan dan Pembuangan Limbah Bahan Kimia

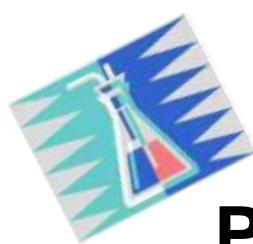


# Pengelolaan Limbah

---

- Limbah tak berbahaya
- Panduan umum- Penyimpanan - Pengemasan
- Kategori khusus
  - Limbah logam
  - Limbah radioaktif dan limbah campuran
  - Limbah biologi
  - Limbah yang tak dikenal dan limbah piatu (*orphan waste*)
- Diolah di lokasi

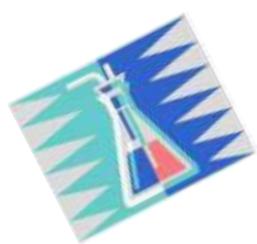




# Pengelolaan Limbah : limbah tak berbahaya

- Oli bekas (tak terkontaminasi) tidak dianggap limbah berbahaya. Beri label pada wadahnya “OLI BEKAS”, bukan “limbah berbahaya.”
- APD yang tidak terkontaminasi (sarung tangan, majun)
- Benda gelas yang dicuci tiga kali (botol, penurun (*dropper*), pipet)
- Garam (KCl, NaCl, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)
- Gula – Asam amino
- Material lembam (resin dan gel yang tidak terkontaminasi)

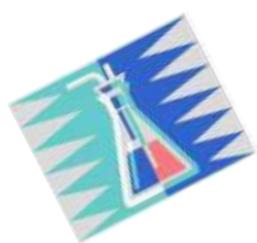




# Pengelolaan limbah: panduan umum

- Amankan dan kunci area penyimpanan limbah
- Pasang tanda untuk mengingatkan orang lain
- Berikan ventilasi yang cukup pada area tersebut
- Siapkan alat pemadam api dan alarm serta perangkat pembersih tumpahan (*spill kit*)
- Siapkan APD yang sesuai
- Siapkan tempat cuci mata (*eye wash*), cucuran air (*safety shower*)
- Dilarang bekerja sendirian

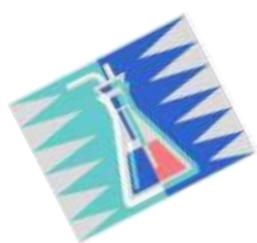




# Pengelolaan limbah : Petunjuk Umum

- Memastikan tidak terjadi kebocoran; area parit (dyke) bila memungkinkan
- Beri label pada semua bahan kimia, wadah, botol
- Pisahkan bahan kimia yang berlawanan
- Jaga agar silinder gas tetap terpisah
- Jaga agar bahan radioaktif terpisah
- Ketahui berapa lama limbah dapat disimpan
- Lakukan pengambilan tepat waktu

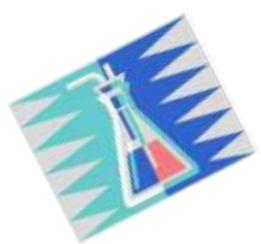




# Panduan penyimpanan limbah

- Wadah tidak boleh bereaksi dengan limbah yang disimpan (misalnya, tidak boleh ada asam hidrofluorik di dalam gelas).
- Limbah yang serupa dapat dicampur jika limbah tersebut tidak berlawanan
- Bila memungkinkan, *limbah dari kelas bahaya yang tidak sama tidak boleh dicampur* (misalnya pelarut organik dengan pengoksidasi).
- Wadah harus senantiasa tertutup kecuali pada saat pemindahan yang sebenarnya. Jangan meninggalkan corong pada wadah limbah berbahaya.
- Wadah bahan kimia yang telah dibilas tiga kali serta kering karena udara di daerah berventilasi dapat dibuang di tempat sampah atau didaur ulang.





# Limbah – Petunjuk Umum

---

**Logam tertentu menyebabkan masalah pembuangan apabila bercampur dengan cairan mudah terbakar atau cairan organik lainnya**



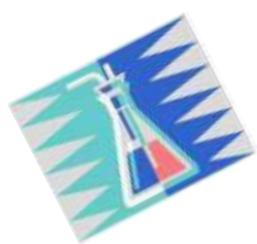
**Tekanan dapat mengumpul pada bejana limbah**



**Korosi dapat terjadi pada bejana penyimpanan**

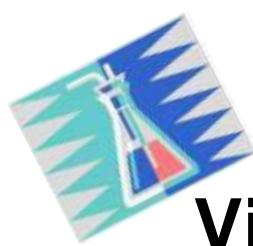
**Pembatasan sekunder itu penting**

**Wadah limbah dari kaca bisa pecah**



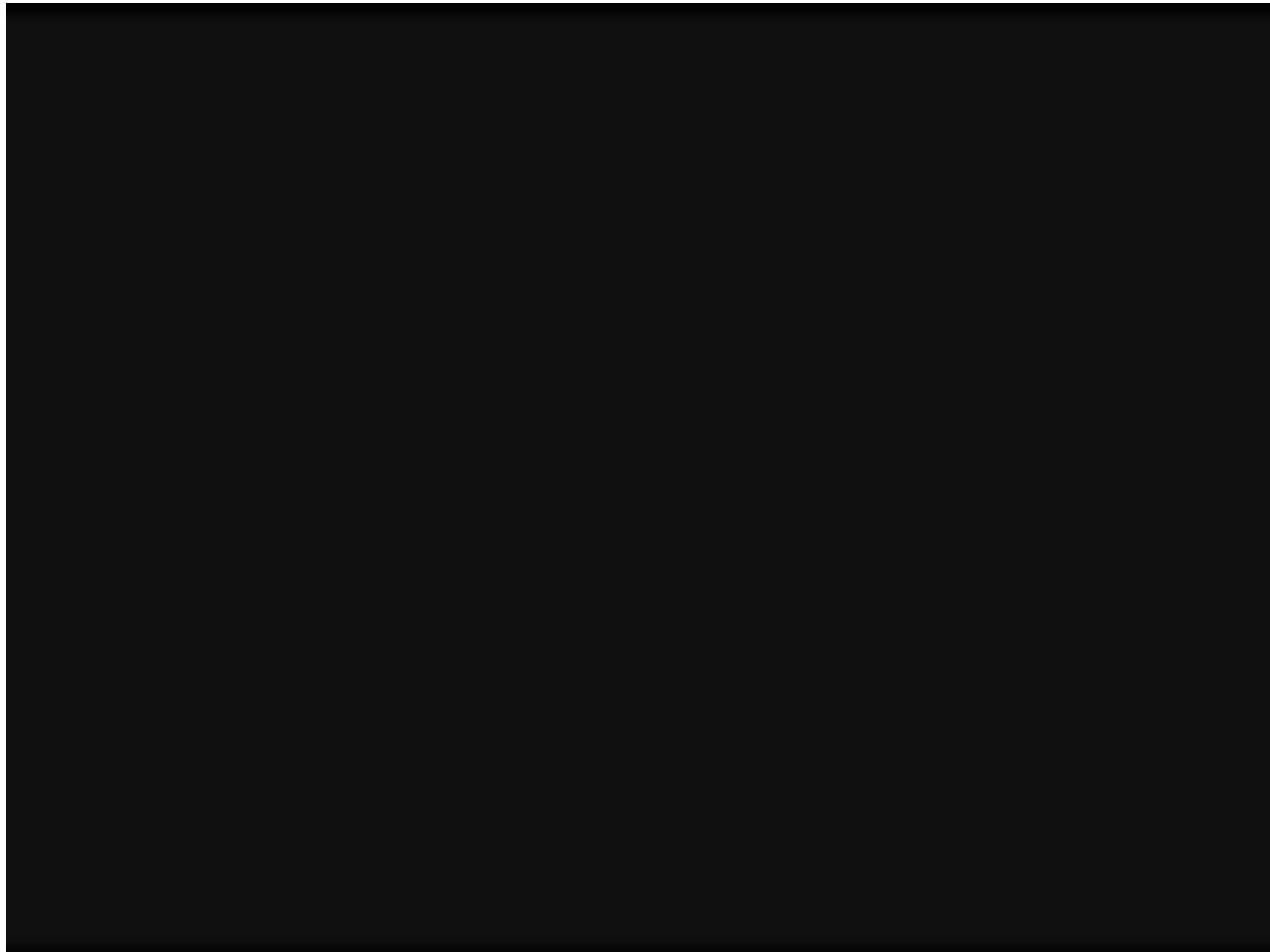
# Pengelolaan limbah berbahaya

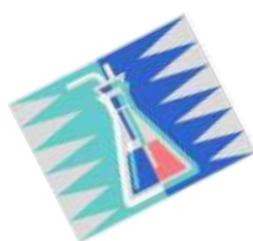




# Video – Kebakaran di Fasilitas Limbah Apex

---





# Praktek terbaik – Kontrol Orphan

---

**Sebelum pindah ke pekerjaan yang baru, temui petugas lab**

- Ini bisa jadi karyawan atau mahasiswa baru
- Beri label pada semua bahan kimia dan sampel dengan teliti
- Buat sistem penulisan pada buku lab yang umum

**Buang semua bahan kimia yang tidak diperlukan atau kelebihan**

- Masukkan ke dalam program pertukaran bahan kimia
- Buang sebagai limbah berbahaya

**Jangan meninggalkan bahan kimia kecuali ada persetujuan**

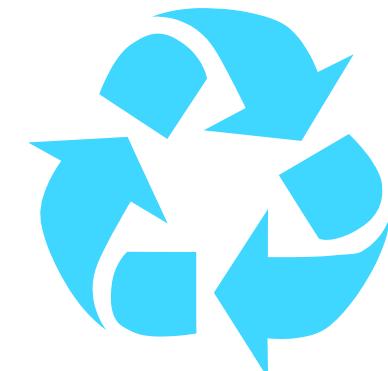


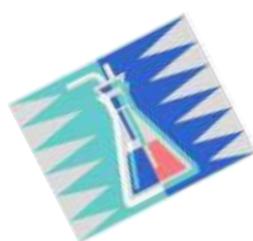


# Pengelolaan limbah

---

- **Daur ulang, guna ulang, suling ulang, bila memungkinkan**
- Dibuang dengan cara dibakar (dengan insinerator), bila memungkinkan
- Pembakaran (dengan insinerator) TIDAK sama dengan pembakaran terbuka



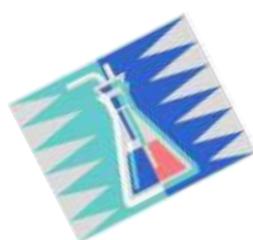


# Emisi dari insinerator vs pembakaran terbuka

	Pembakaran Terbuka ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	Insinerator Limbah Kota ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )
PCDDs	38	0,002
PCDFs	6	0,002
Klorobenzena	424150	1,2
PAHs	66035	17
VOCs	4277500	1,2



Sumber: EPA/600/SR-97/134 Maret 1998

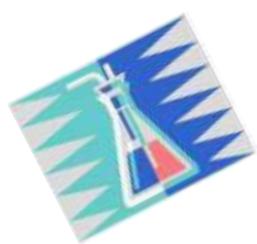


# Limbah laboratorium dikemas dalam wadah kecil

Kemasan lab terdiri atas wadah kecil limbah yang kompatibel, dikemas dengan bahan yang menyerap.



Kemasan lab dipisahkan di fasilitas limbah bebahaya



# Pengelolaan limbah: Layanan pembuangan limbah

---

- Apakah layanan pembuangan mempunyai izin?
- Bagaimana limbah akan diangkut?
- Bagaimana limbah dikemas?
- Ke mana bahan limbah dibuang?
- Bagaimana cara membuangnya?
- Simpan catatan tertulis

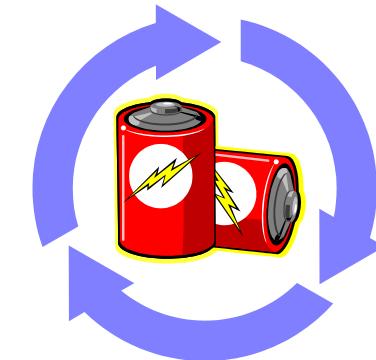




# Daur ulang dan pembuangan baterai

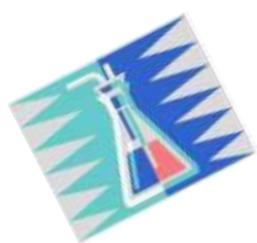
## Limbah berbahaya

- Daur ulang *Lead acid* (Pb) – (90% baterai mobil)
- Daur ulang *Sealed lead* (Pb)
- Kancing Oksida Merkuri (HgO), kancing oksida silver (AgO) – didaur ulang oleh tukang emas
- Daur ulang Kadmium Nikel (NiCd)



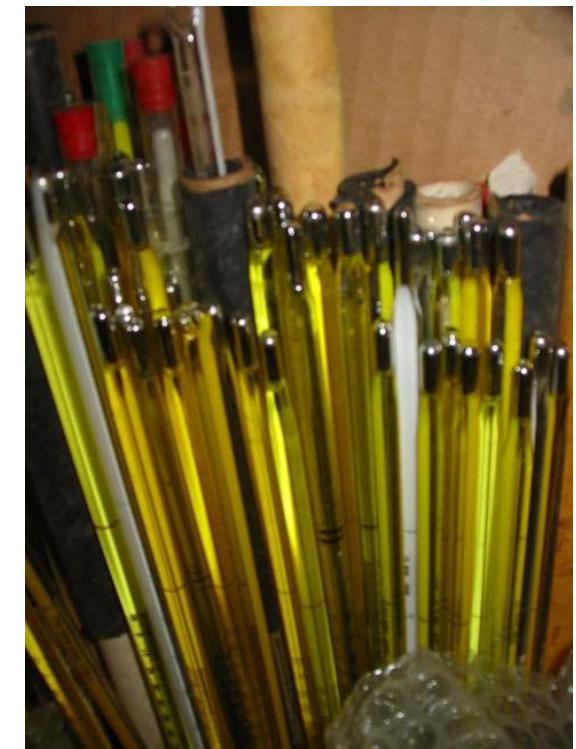
## Limbah tidak berbahaya

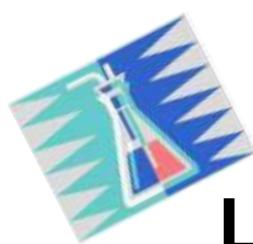
- Daur ulang Hidrida Logam Nikel (Ni-MH)
- Karbon – seng
- Alkalin
- Kancing udara seng



# Pembuangan logam merkuri

- Kumpulkan mekuri cair murni di dalam wadah yang dapat disegel. Beri label sebagai "**MERKURI UNTUK REKLAMASI**"
- Tempatkan termometer pecah dan ceceran merkuri di dalam kantong plastik yang kuat yang dapat disegel, plastik atau toples. Beri label pada wadah "**Limbah Berbahaya – BEKAS TUMPAHAN MERKURI**".
- Jangan sekali-kali menggunakan vacuum yang biasa untuk membersihkan tumpahan merkuri – karena akan mencemari *vacuum*, panas akan membuat merkuri menguap
- Jangan sekali-kali menggunakan sapu untuk membersihkan tumpahan merkuri – karena akan menambah tercecernya merkuri, selain itu akan mencemari sapu.





# Limbah Campuran (radioaktif bahan kimia)

---

**Limbah ini harus diminimalkan – diatur sangat ketat**  
**Universitas, rumah sakit**

**Radioaktif level rendah dengan bahan kimia**

Koktail sintilasi

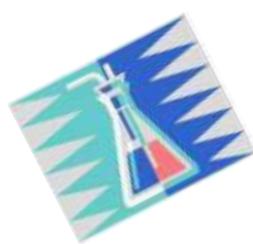
Limbah gel elektrofores

**Penelitian energi nuklir**

**Radioaktif level tinggi dan rendah dengan bahan kimia**

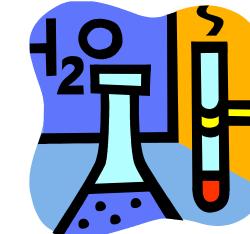
**Lead (timah hitam) terkontaminasi oleh radioaktif**





# Limbah Campuran (kimia-biologi)

- Limbah medis
  - Darah dan jaringan
  - Benda runcing – jarum, pisau bedah
  - Barang-barang kaca yang terkontaminasi, APD
- Autoklaf atau awahama
  - Bersihkan yang berlawanan dengan autoklaf
  - Jangan lakukan autoklaf pada cairan mudah terbakar
- Membakar dengan insinerator



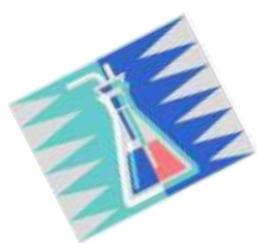


# Limbah Campuran (radioaktif-biologi)

## Limbah Medis

- Seringkali membasmi biobahaya tinggi guna meminimalkan risiko penanganan
- Membiarakan isotop rusak lalu menggunakan saluran sanitasi.
- Penyimpan yang didinginkan untuk limbah terbusukkan (jaringan karkas)
- Autoklaf atau membasmi kuman perangkat lab dan menganggapnya radioaktif level rendah
- Pembakaran (dengan insinerator) di lokasi atas limbah radiasi level rendah jika diizinkan (benda tajam juga)





# Limbah “piatu” yang tak diketahui

Hindari bila memungkinkan – memerlukan analisis sebelum dibuang!

## Penapis Awal (*Pre-Screen*)

Ada kristal? (pembentukan peroksida potensial)

Radioaktif (pencacah Geiger)

Ada Bio limbah? (riwayat wawancara)

## Penapis

Bersiaplah menghadapi yang terburuk – gunakan sarung tangan-kaca mata-sungkup

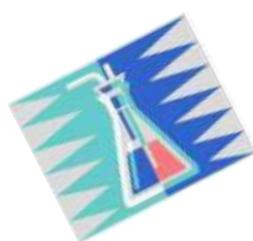


Reaktivitas udara

Reaktivitas air

Kemudahbakaran

Korosivitas



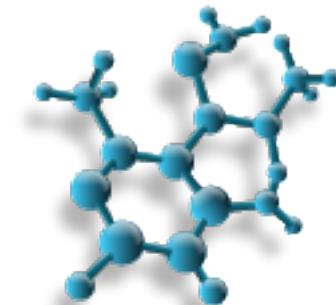
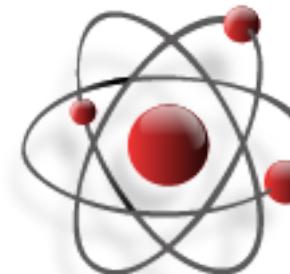
# Sifat limbah yang tak diketahui\*

Uraian fisik – Reaktivitas air – Solubilitas air

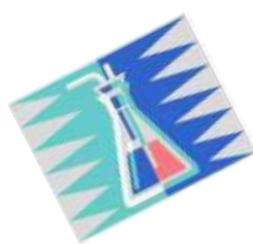
pH dan informasi netralisasi

Adanya:

- ✓ Pengoksidasi
- ✓ Sulfida atau sianida
- ✓ Halogen
- ✓ Bahan radioaktif
- ✓ Biobahaya
- ✓ Toksik



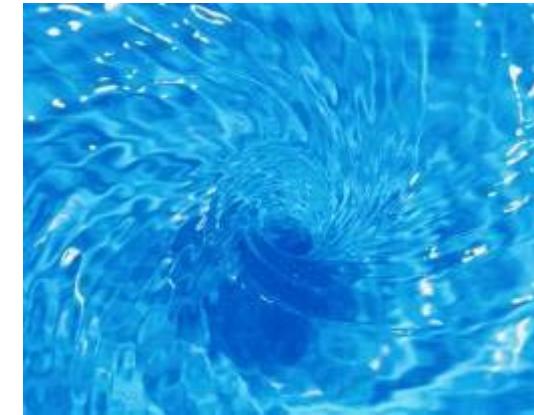
\**Prudent Practices in the Laboratory: Handling and Disposal of Chemicals,*" National Academy Press, 1995 Section 7.B.1

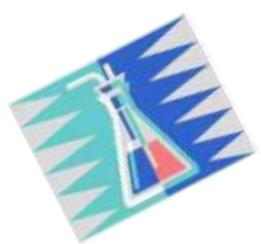


# Pengelolaan limbah: Dibuang?

Jika diperkenankan secara legal:

- Nonaktifkan & netralkan sendiri sebagian limbah cair
  - misalnya, asam & basa
  - Jangan rusak pipa salir
- Encerkan dengan air yang banyak sambil menuang salirnya
- Pastikan bahwa Anda tidak menciptakan lebih banyak zat berbahaya
  - Periksa buku referensi, pustaka ilmiah, internet





# Pengelolaan di lokasi – pengurangan volume

---

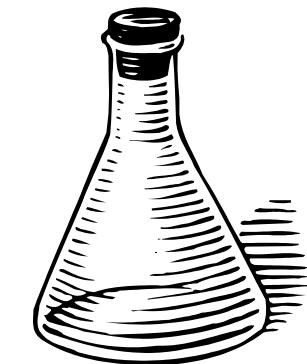
## Penguapan – jika tidak berlebihan

- Penguapan Roto untuk pemulihan
- Jangan uapkan korosif atau radioaktif
- Hanya di sungkup laboratorium
- Berhati-hatilah terhadap racun dan bahan mudah terbakar



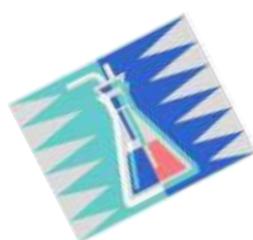
## Pengumpulan

- Karbon aktif
- Resin pertukaran ion
- Alumina aktif



## Endapan – Ekstraksi

*Handbook of Laboratory Waste Disposal, Martin Pitt and Eva Pitt, 1986.* ISBN 0-85312-634-8



# Pengolahan di Lokasi – konversi bahan kimia

**Memerlukan keahlian bahan kimia – tidak diizinkan oleh peraturan – khusus untuk setiap bahan kimia**

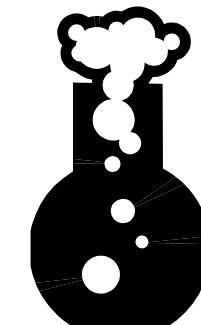
**Pengenceran untuk mengurangi bahaya**

- $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$
- Jangan sekali-kali menambah air pada asam pekat
- Netralisasi asam basa - perlahan

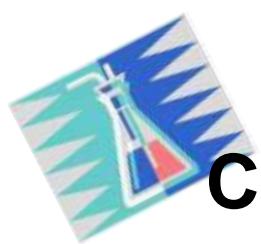
**Hidrolisis (asam dan basa)**

- Senyawa halogen aktif dengan  $\text{NaOH}$
- Karboksamida dengan  $\text{HCl}$

**Oksidasi-Pengurangan**

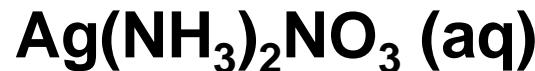


Handbook of Laboratory Waste Disposal, Martin Pitt and Eva Pitt, 1986. ISBN 0-85312-634-8



# Contoh Limbah Bahan Kimia : Reagen Tollen

---



- Reagen harus disiapkan yang baru/segar dan disimpan di lemari pendingin dalam wadah kaca yang gelap. Reagen mempunyai masa pakai hingga 24 jam jika di simpan dengan cara tadi.
- Setelah tes dilakukan, campuran yang dihasilkan harus diasamkan dengan asam cair sebelum dibuang. Tindakan pencegahan ini adalah untuk mencegah terbentuknya nitrat perak yang mempunyai daya ledak tinggi.

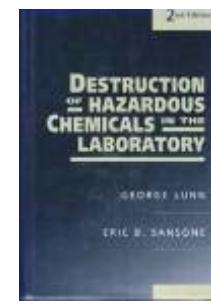
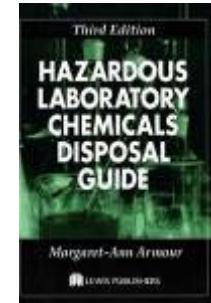


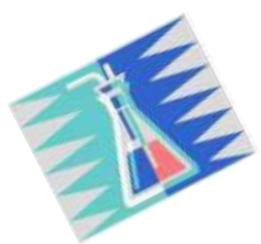


# Pengelolaan limbah: Penanganan di Lab

- Referensi:

- “*Procedures for the Laboratory-Scale Treatment of Surplus and Waste Chemicals, Section 7.D in Prudent Practices in the Laboratory: Handling and Disposal of Chemicals,*” National Academy Press, 1995, available online: [http://www.nap.edu/catalog.php?record\\_id=4911](http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=4911)
- “*Destruction of Hazardous Chemicals in the Laboratory, 2<sup>nd</sup> Edition*”, George Lunn and Eric B. Sansone, Wiley Interscience, 1994, ISBN 978-0471573999.
- “*Hazardous Laboratory Chemicals Disposal Guide, Third Edition*”, Margaret-Ann Armour, CRC Press, ISBN 978-1566705677
- “*Handbook of Laboratory Waste Disposal*”, Martin Pitt and Eva Pitt, 1986. ISBN 0-85312-634-8





---

# Daur ulang di lokasi dan Penanganan Limbah



# Pengelolaan Limbah: Daur Ulang

---

**Daur ulang melalui redistribusi**

**Daur ulang logam**

**Emas-merkuri–lead-perak**

**Daur ulang pelarut**

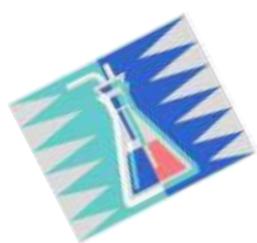
**Bersihkan untuk guna ulang  
-rotovap**

**Menyuling untuk pemurnian**

**Daur ulang oli**

**Daur ulang limbah-E**





# Daur ulang Bahan kimia

---

**Guna ulang oleh pihak lain dalam satu organisasi atau masyarakat**

**Program pertukaran bahan kimia aktif  
Berhati-hatilah menerima bahan kimia yang tak dapat digunakan**

**Guna ulang untuk percobaan di laboratorium**

**Pertukaran untuk kredit dengan pemasok berdasarkan perjanjian**



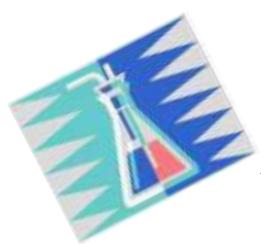


# Apa yang tidak boleh didaur ulang

---

- Silinder gas yang lewat tanggal uji takanannya
- Pipet buang bekas dan jarum suntik
- Bahan kimia dan *assay kit* yang telah kadaluarsa
- Bahan kimia yang jelas rusaknya
- Pipa, sarung tangan, dan kain pembersih
- Ada lagi?





# Apa yang harus didaur ulang atau didistribusi ulang?

---

- Kelebihan bahan kimia yang belum dibuka
- Kelebihan perangkat lab kaca (tidak dipakai atau bersih)
- Barang habis pakai yang belum kadaluwarsa
- Pelarut yang dapat dimurnikan
  - Kemurnian rendah yang sesuai untuk penggunaan sekunder?
- Logam berharga atau beracun
  - Hg, Ag, Pt, Pd, Au, Os, Ir, Rh, Ru
- Ada lagi?

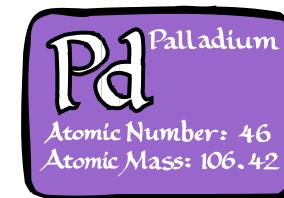
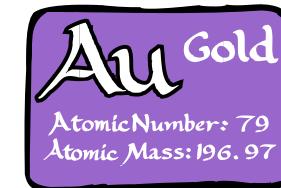


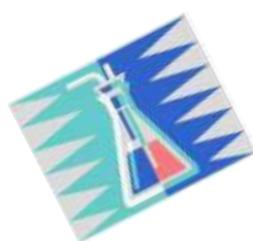


# Daur ulang Bahan Kimia – Logam Berharga

Untuk guna ulang di lab atau untuk pertukaran  
Memerlukan pengetahuan kimia untuk guna  
ulang di lab

- Diperoleh dari larutan – uapkan
  - Nyalakan (Au, Pd, Pt)
  - Kurangi dengan  $\text{NaBH}_4$  untuk bubuk logam atau dengan pemelatan nirelektrik (Pt, Au, Pd, Ag, Rh).
  - Pemelatan elektrik
  - Pertukaran ion perolehan logam - ash (abu)





# Daur Ulang Bahan Kimia - Perak

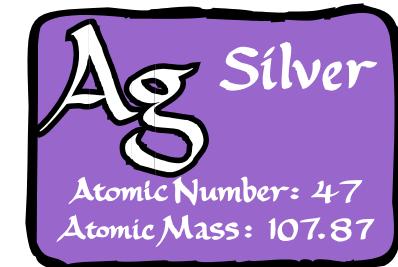
Pemulihan dari uji permintaan oksigen bahan kimia (COD)

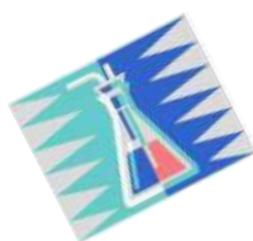
- Pengasaman dan ppt sebagai AgCl

Pemulihan dari larutan pencuci fotografi

- Mencair sebagai sulfida
- Mencair dengan TMT (*trimercapto-s-triazine*)
- Elektrolisis (terminal dan *in-line*/segaris)
- Penggantian logam (kartrid yang mengandung besi)

Banyak perusahaan akan membeli perak yang dipulihkan

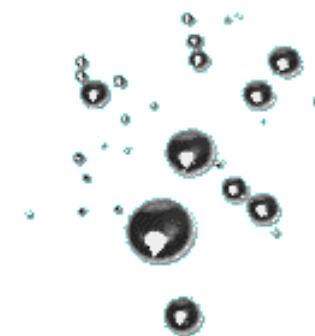
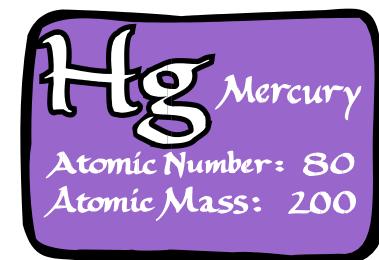




# Mendaur Ulang Bahan Kimia - Merkuri

---

- Merkuri dapat dipulihkan untuk penggunaan kembali di lab untuk didaur ulang oleh vendor
- Memindahkan partikulat dan kelembaban dengan mendorong terjadinya tetesan pelan melalui sebuah lubang di dalam kertas saringan kerucut
- Jangan sekali-kali memurnikan Hg di lokasi

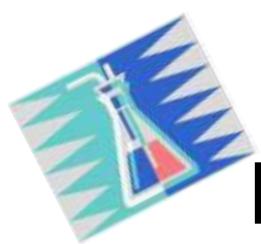




# Pelarut (*solvent*) dapat dipulihkan dengan penyulingan

- Titik didih harus berbeda jauh
- Azeotrop dapat mencegah terjadinya pemisahan
- Kadang-kadang timbul bahaya
- Sebagian pelarut tidak memerlukan pemisahan lengkap
- Perangkat keras untuk pemisahan

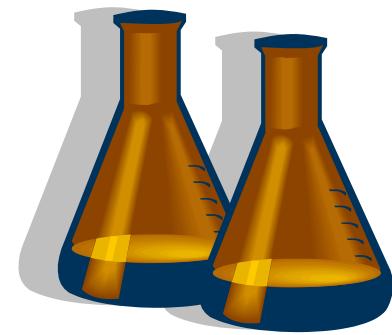
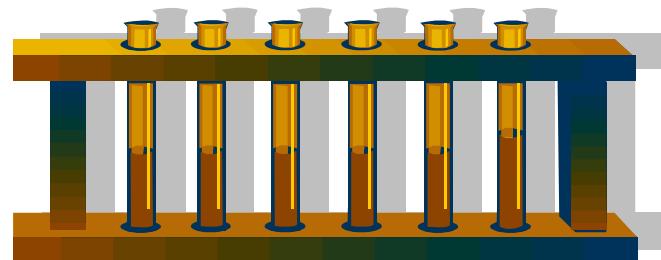


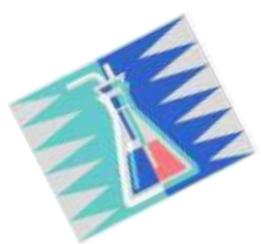


# Mendaur ulang pelarut – petunjuk umum

Pendauran ulang pelarut membutuhkan perhatian dan keteraturan

- Jagar agar pelarut terpisah sebelum dilakukan pemisahan (pelarut produk tunggal)
- Tidak boleh ada kotoran karena penanganan yang ceroboh
- Memerlukan pelabelan yang bagus
- Adanya sedikit kandungan bahan kimia yang salah akan merusak pemisahan yang diinginkan
- **Harus ekstra hati-hati jangan sampai menumpuk peroksida**





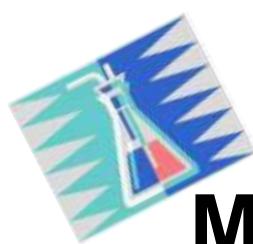
# Mendaaur ulang pelarut– petunjuk umum

## Pendauran ulang pelarut membutuhkan perhatian dan keteraturan

- Cobalah metode pemurnian yang lain sebelum penyulingan
  - Berubah menjadi endapan
  - Berubah menjadi terlarutkan air
  - Gunakan absorben
- Perlu perbedaan BP lebih dari 10°C
- Dapat membentuk azeotrop\*
  - Air/etanol (100°C/ 78,3°C)
  - Sikloheksan/isobutanol (81°C / 108°C)
- Campuran 4 pelarut tidak praktis
- Penyulingan dapat digabungkan dengan kurikulum



\* Konsultasikan Buku Panduan CRC - Kimia dan Fisika mengenai daftar azeotrop

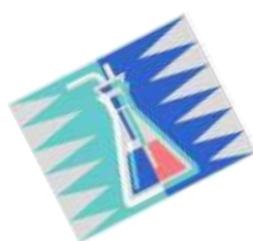


# Mendaur ulang pelarut – efisiensi rendah

**Rotovap dapat digunakan untuk melakukan praperlakuan**

- Bahan beracun dapat dijaga dari penyulingan
- Bisa memadai jika kemurnian tidak penting
- Pemisahan pelarut (*solvent*) dari benda padat



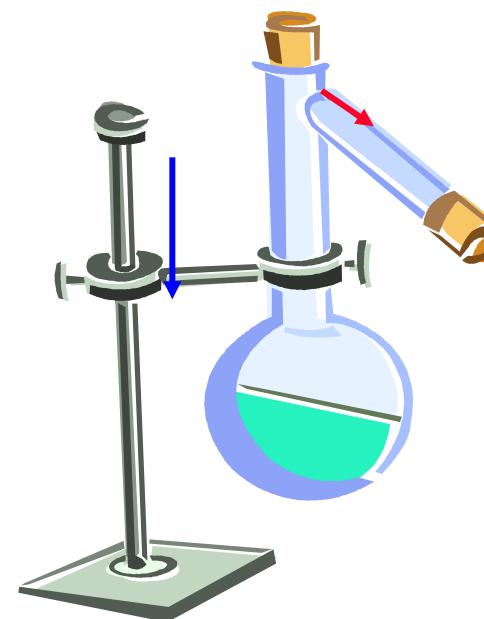


# Mendaur ulang Pelarut – dasar

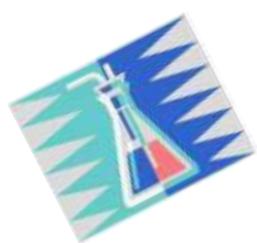
Nisbah refluks	TP
120	25
80	24
40	21
20	16
10	10
4	5

**Nisbah refluks tinggi menjadikan semakin tingginya efisiensi pemisahan**

**TP = theoretical plates (pelat teoritis)**

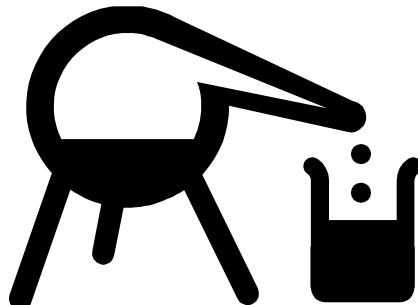


**Refluks**  
**Hasil Sulingan**



# Mendaur ulang pelarut – efisiensi sedang

- Meskipun pemurnian efisiensi tinggi tetap tidak sempurna
- Berkesinambungan lebih baik dari tumpukan untuk volume besar
- Refluks kontrol
- Pantau suhu kepala
- Kurangi rugi panas untuk mendapatkan efisiensi lebih banyak
- Jangan biarkan pemurnian bekerja hingga kering
- Gunakan alat pendidih (*boiling chip*) tapi jangan tambahkan saat pelarut masih panas



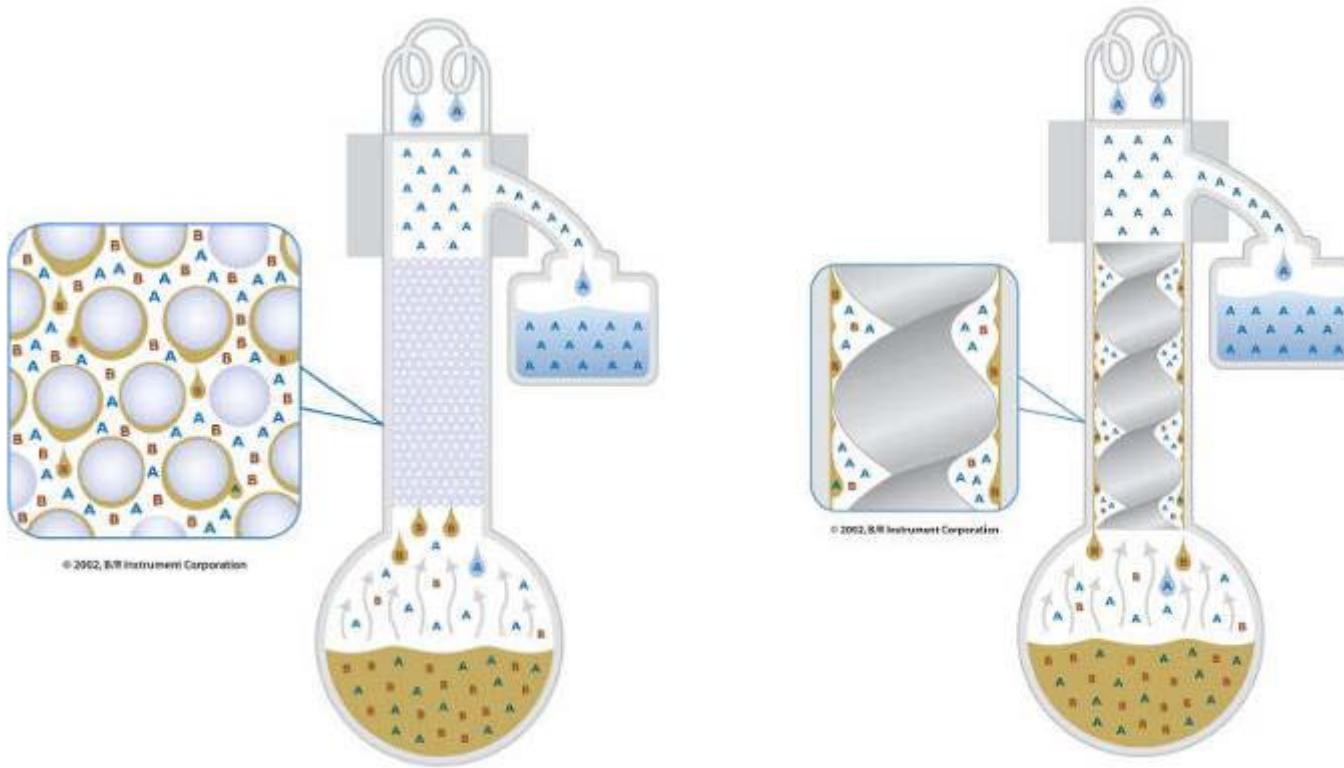
Contoh: tiang sepanjang 200 untuk memisahkan benzena dan toluena

Pengemasan	TP
Kosong	0.5
Pengemasan kasar	1
Pengemasan halus	5

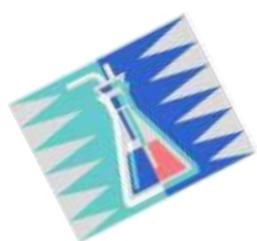
TP = *theoretical plate/ pelat teoritis*



# Gambar kolom penyulingan yang dikemas dan pita putar (*spinning band*)

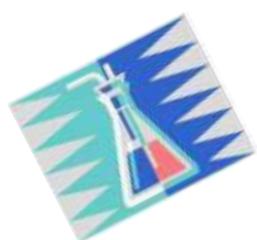


Gambar dari Instrumen B/R: <http://www.brinstrument.com/>



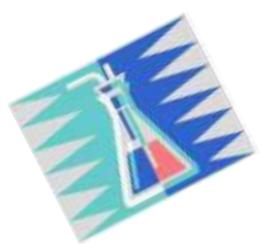
# Titik didih pelarut biasa (°C)

Kandungan Halogen		
Diklorometana	40	$\text{CH}_2\text{Cl}_2$
Kloroform	61,6	$\text{CH}_3\text{Cl}$
Karbontetraklorida	76,5	$\text{CCl}_4$
Trikloroetana	87	$\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}_3$
Perkloroetilena atau Tetrakloroetilena	121	$\text{C}_2\text{Cl}_4$
Trikloroetilena	87	$\text{C}_2\text{HCl}_3$
Triklorobenzena (TCB)	208,5	$\text{C}_6\text{H}_3\text{Cl}_3$



# Titik didih pelarut biasa (C)

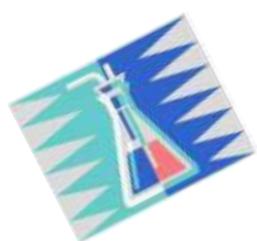
Kandungan Oksigen		
Aseton	56,1	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O
MEK (Metil etil keton)	79,6	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O
Asam asetat	118,1	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>
Asetat etil	77	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>
Glikol Etilena	197	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>
Glikol propilena	187	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>
Eter etil	34,5	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O
THF (tetrahidrofuran)	66	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O
MIBK (Metil isobutil keton)	116,8	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O



# Titik didih pelarut biasa (°C)

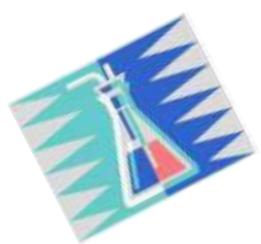
## Kandungan Oksigen (lanjutan)

Metanol	64,5	$\text{CH}_4\text{O}$
Etanol	78,3	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$
n-Propanol	97	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$
Isopropanol	82,5	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$
n-Butanol	117,2	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$
sec -Butanol	99,5	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$



# Titik didih pelarut biasa (°C)

Hidrokarbon		
n-Pentana	36,1	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>
n-Heksana	68,7	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>
Sikloheksana	80,7	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>
n-Heptana	98,4	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>
n-Oktana/iso-oktana	125,7 / 117,7	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>
Toluena	110	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>
Etilbenzena	136,2	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>
p/m/o-Silena	138,3 / 139,1 / 144,4	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>



# Titik didih pelarut biasa (°C)

Kandungan Nitrogen		
Piridina	115	C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N
Anilina	184	C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> N
n,n-Dimetilformamida	149-156	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> NO
n-Metilpirolidona	202	C <sub>5</sub> H <sub>9</sub> NO
Piperdina	106	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> N
Asetonitril	81,6	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> N

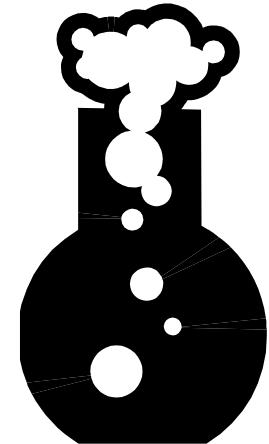


# Pelarut (*Solvent*) yang tidak boleh didaur ulang dengan penyulingan

**Kecelakaan dilaporkan terjadi untuk penyulingan ini**

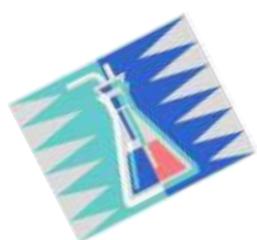
## Zat-zat tunggal

- Di-isopropil eter (isopropil alkohol)
- Nitrometana
- Tetrahidrofuran
- Vinilidena klorida (1,1 dikloroetilena)



## Campuran

- Kloroform + aseton
- Eter apa saja + keton apa saja
- Isopropil alkohol + keton apa saja
- Senyawa nitro apa saja + amina apa saja

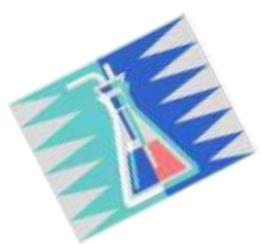


# Contoh praktis daur ulang

- Heksana dicemari oleh sedikit pelarut tidak aktif yang digunakan dalam persiapan lab
- Mahasiswa Ilmu Kimia diberi pelarut dengan jumlah terbatas, lalu mereka harus mendaur ulang untuk percobaan yang berurutan
- Aseton 50% dalam air untuk membasuh. Azeotrop 88,5% yang kemudian diencerkan kembali dengan air untuk guna ulang
- Gunakan pemulihan rotovap, bukan penguapan. Mahasiswa akan menyuling ulang; 60% perolehan.
- Pembasuhan ketiga diambil dan digunakan sebagai pembasuhan pertama pada percobaan berikutnya



Sumber: *Handbook of Laboratory Waste Disposal*, 1986.  
Marion Pitt and Eva Pitt, John Wiley and Sons, ISBN 85312-634-8



# Mendaur ulang pelarut

Sistem otomatis membantu untuk melakukan keperluan yang besar

HPLC Mendaur ulang Pelarut (*Solvent*)

GPC Mendaur ulang Pelarut

Mendaur ulang Pelarut Lab Lingkungan

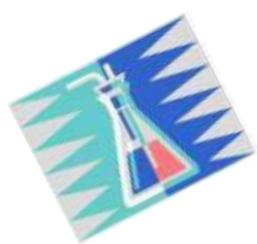
Mendaur ulang Pelarut Freon

Mendaur ulang Pelarut Lab Histologi

Layanan Mendaur ulang Pelarut Lab Umum  
juga dapat dibeli

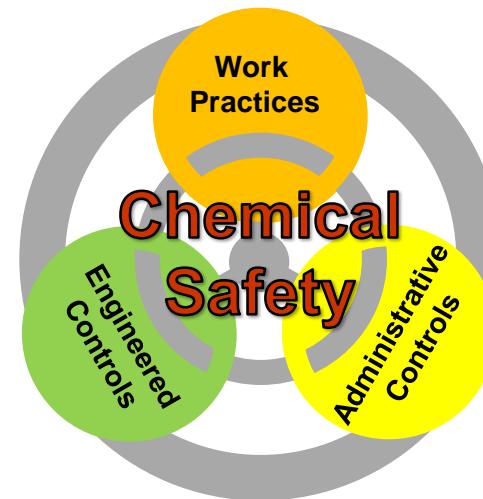
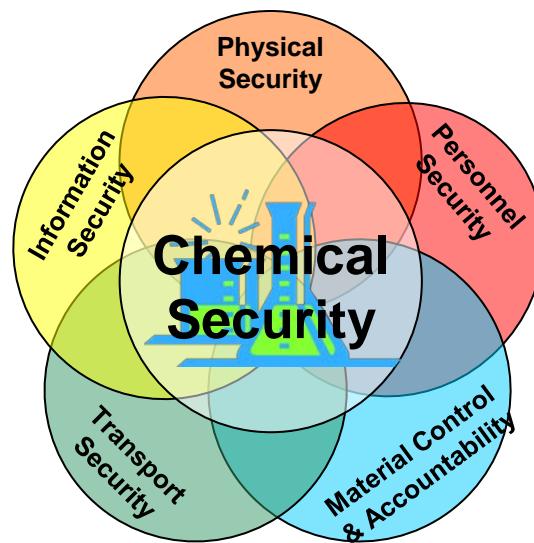


Gambar dari Instrumen B/R: <http://www.brinstrument.com/>

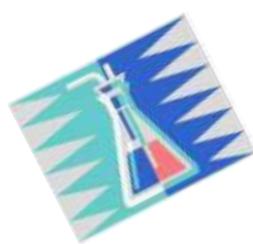


---

# Risk Assessments



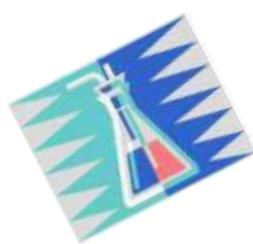
## Consequences, Mitigations, Prioritization



# Why Risk Assessment?

---

- **Laboratory Chemical Safety**
  - preventive measures designed to reduce the risk of **accidental** exposure to or release of a chemical hazard
- **Laboratory Chemical Security**
  - preventive measures designed to reduce the risk of **intentional** removal (theft) and misuse of a chemical hazard – **intent** to cause harm
- **Identification of **preventive** measures is determined by the RISK ASSESSMENT**



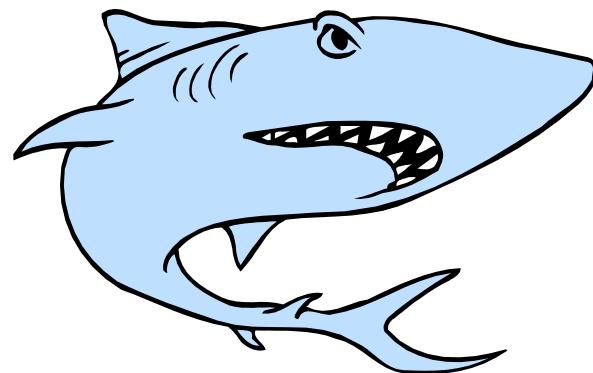
# Risk Governance Strategy





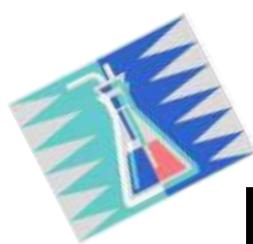
# What is a Hazard?

- Hazard is a source or object that can cause harm



- Hazard is *not* a risk without a specific environment or situation

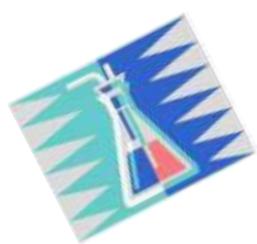




# How do you Determine Risk?

- Risk is the likelihood of an event that has consequences





# Work activity: Snorkeling

**Describe Work Activities:**

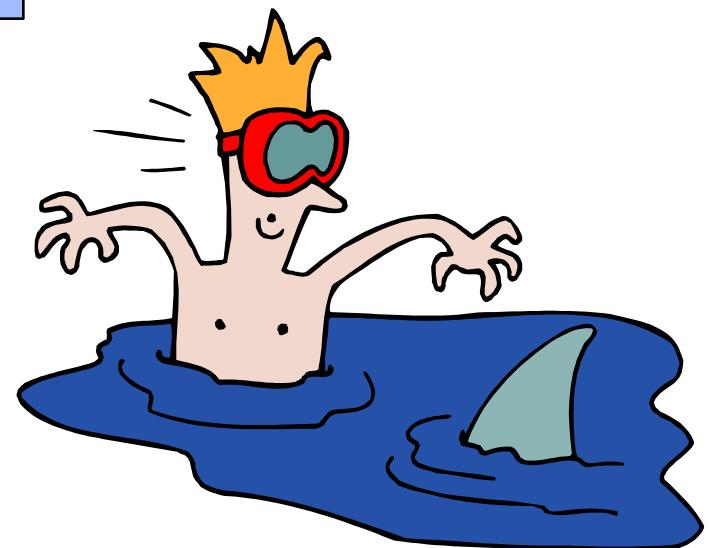
**Snorkeling**

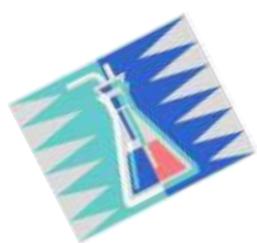
**Identify Hazards:**

**Shark**

**Determine Risks:**

**Shark bite, drowning**





# Work activity: Reactive Chemicals

**Describe Work Activities:**  
**mixing reactive chemicals**

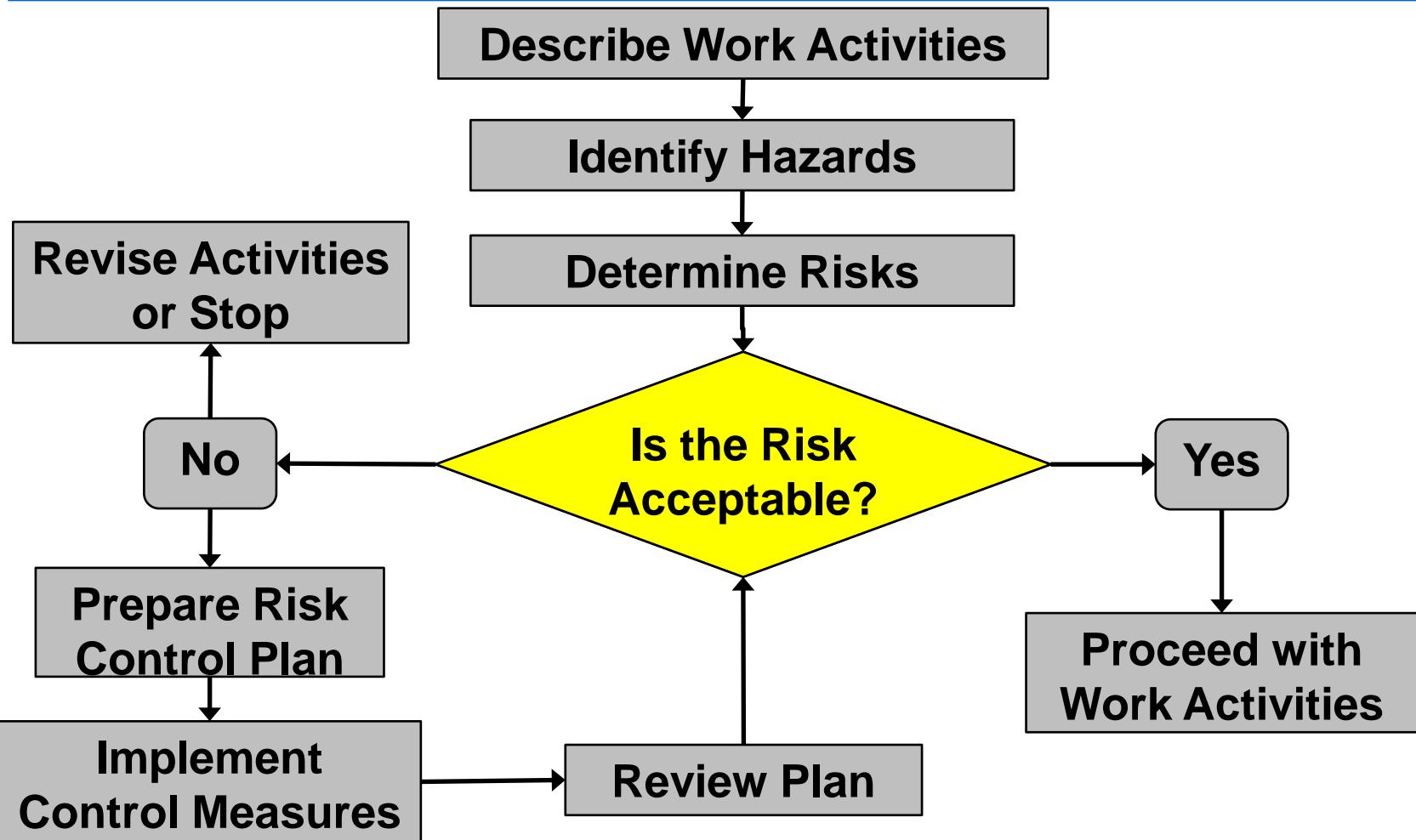
**Identify Hazards:**  
**reactive/incompatible chemicals**

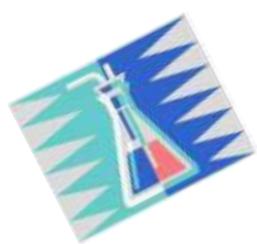
**Determine Risks:**  
**explosion, fire**





# Is The Risk Acceptable?

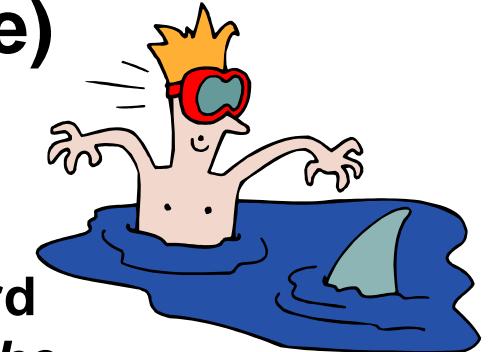


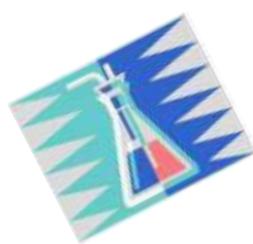


# Is The Risk Acceptable?

**Risk =  $f$ (Likelihood, Consequence)**

- **Likelihood**
  - the **probability** of harm from a given hazard and the likelihood of exposure *based on the procedures and work practices*
- **Consequences**
  - **degree of harm** from accidents
- **Risks**
  - exposure to hazard





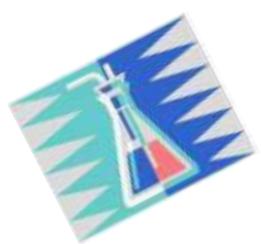
# Is The Risk Acceptable?

---

**Risk =  $f$ (Likelihood, Consequence)**

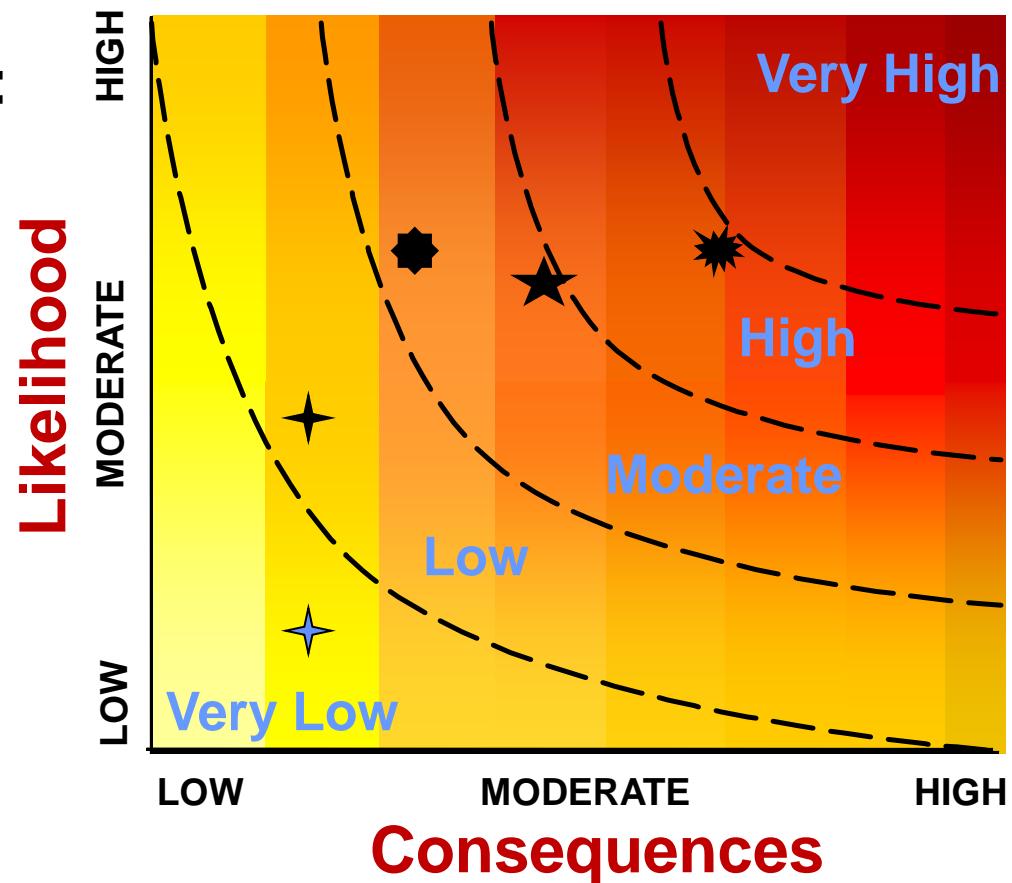
- **Likelihood**
  - The likelihood of harm by the agent and the likelihood of exposure through an infectious route based on the procedures and work practices
- **Consequences**
  - of disease/harm from accidental exposure
  - of explosion from reaction
  - of fire from heat/spark
- **Risks**
  - accidental exposure to laboratory workers
  - accidental exposure to community
  - accidental exposure to environment

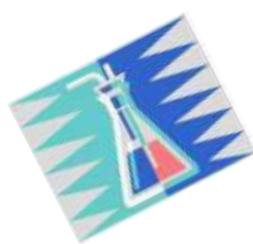




# Risk Evaluation

- **Value-based judgement:**
  - what is acceptable,
  - what is tolerable,
  - what is intolerable?
- **Based on:**
  - consequence:
    - severity of harm/damage?
  - likelihood:
    - frequency of exposure?

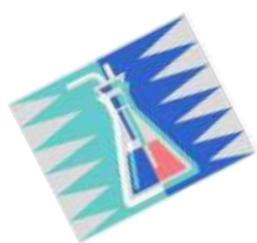




# Risk Evaluation

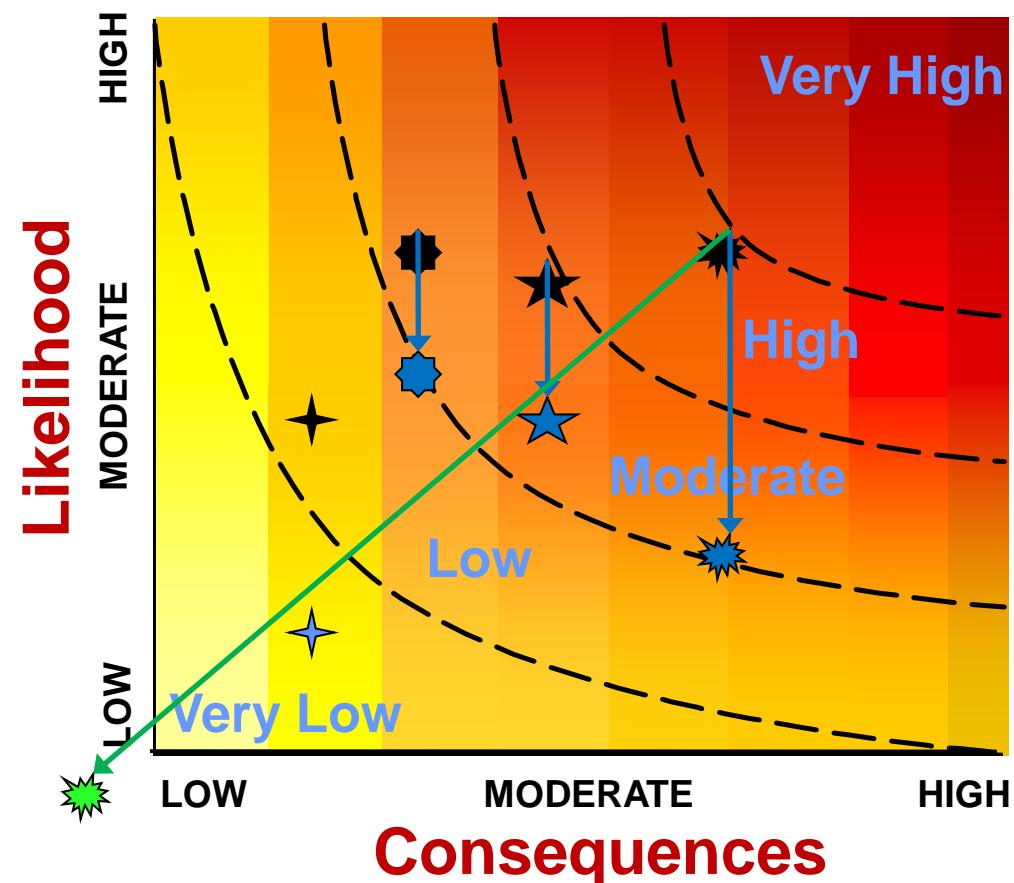
- Identify factors that influence likelihood:
  - for each risk
  - what are routes of exposure?
  - what engineered controls are in place?
  - what work practices are expected?
- Identify factors that influence consequences:
  - for each risk
  - what harm/damage may occur?
  - how severe of a consequence?
  - harm and damage to whom?
- Is the risk high, moderate, or low?
  - why?
  - can it be reduced?

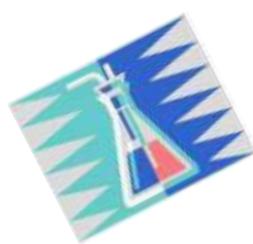




# Risk Evaluation for Risk Reduction

- Reducing risk:
  - can we eliminate hazard?
  - can we reduce likelihood?
- Risk-hazard reduction:
  - eliminating hazard **WILL** eliminate risk
    - best strategy
    - may not be possible
  - reducing hazard **MAY** reduce risk
    - good strategy
    - may be best option





# Risk Evaluation

---

What would be **different** if the activity was a laboratory's work or chemicals being stolen?

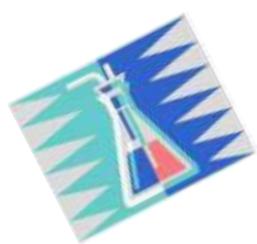
by an outsider?

by an outsider with insider help?

Does the hazard change?

Does the risk change?

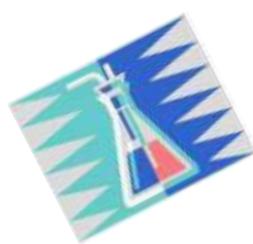
To whom?



# Hazard, Threat and Risk

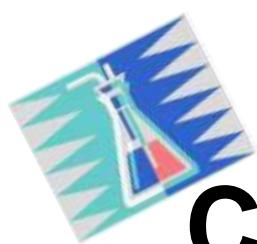
---

- A **hazard** is a source or object that can cause harm
- A **threat** is a person who *has intent to cause harm to other people, the community, the environment, or the institution*
- A **risk** can be based on either a hazard, or a hazard and a threat



# Is The Risk or Threat Acceptable?





# Chemical Security Assessment

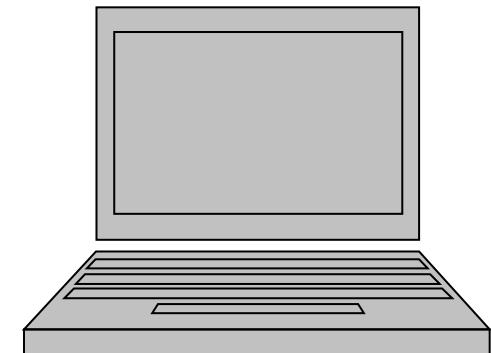
- 1. Characterize chemicals and threats**
  - a. evaluate chemical compounds at a facility  
**(Asset Assessment)**
  - b. evaluate adversaries who might attempt to steal those chemicals or equipment  
**(Threat Assessment)**
- 2. Characterize the facility**
  - a. evaluate the likelihood the facility will be targeted
  - b. evaluate the likelihood of a successful theft  
**(Vulnerability Assessment)**
- 3. Characterize the risk**
  - a. evaluate the overall likelihood and consequences of each scenario
  - b. determine acceptable and unacceptable risks; develop risk statement

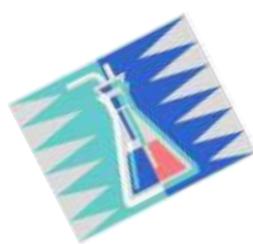




# Characterize Chemicals (Assets)

- **Chemical Properties:**
  - flammability
  - vapor pressure
  - toxicity
  - routes of exposure
  - environmental hazard
- **Equipment:**
  - special uses (unique)
  - expensive/hard to purchase
- **Availability:**
  - sources
  - waste disposal/treatment
  - transportability
  - identifiable





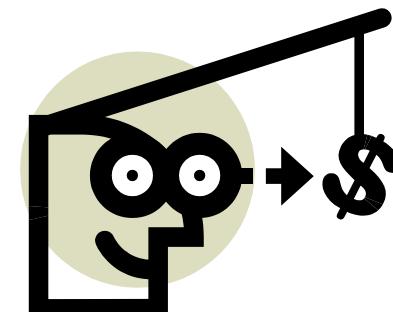
# Characterize Threats

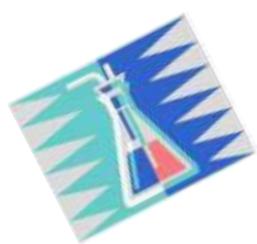
---

- Possible adversaries:
  - criminals
    - use for drugs
    - sell to others
  - terrorists
  - extremists
  - angry worker/employee



- Motivations:
  - profit / money
  - social and economic disruption
  - malicious damage/revenge
  - ideology

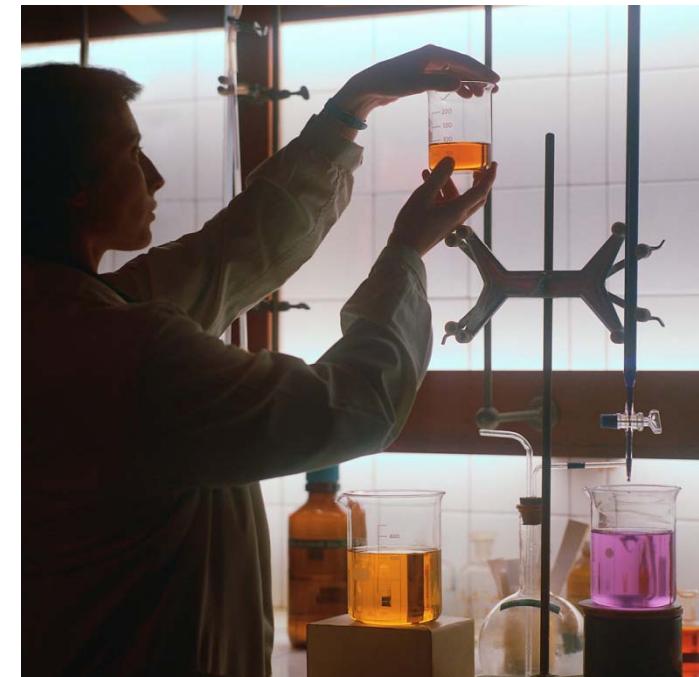


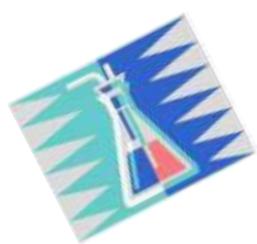


# Characterize Facilities

---

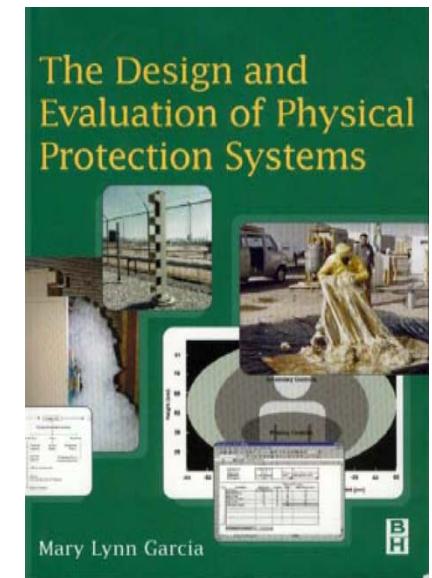
- Characterize the facility considering:
  - mission
  - operations
  - budget
  - safety
  - legal issues
  - regulatory issues

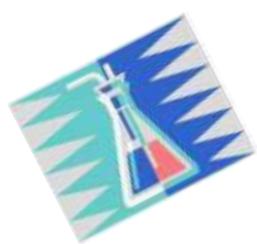




# Characterize Facilities

- Characterize the facility in terms of:
  - site boundary
  - buildings (construction and HVAC systems)
  - room locations
  - access points
  - processes within the facility
  - existing protection systems
  - operating conditions (working hours, off-hours, potential emergencies)
  - safety considerations
  - types and numbers of employees

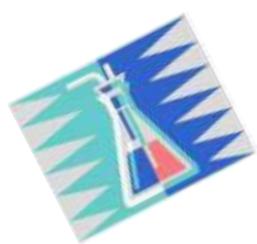




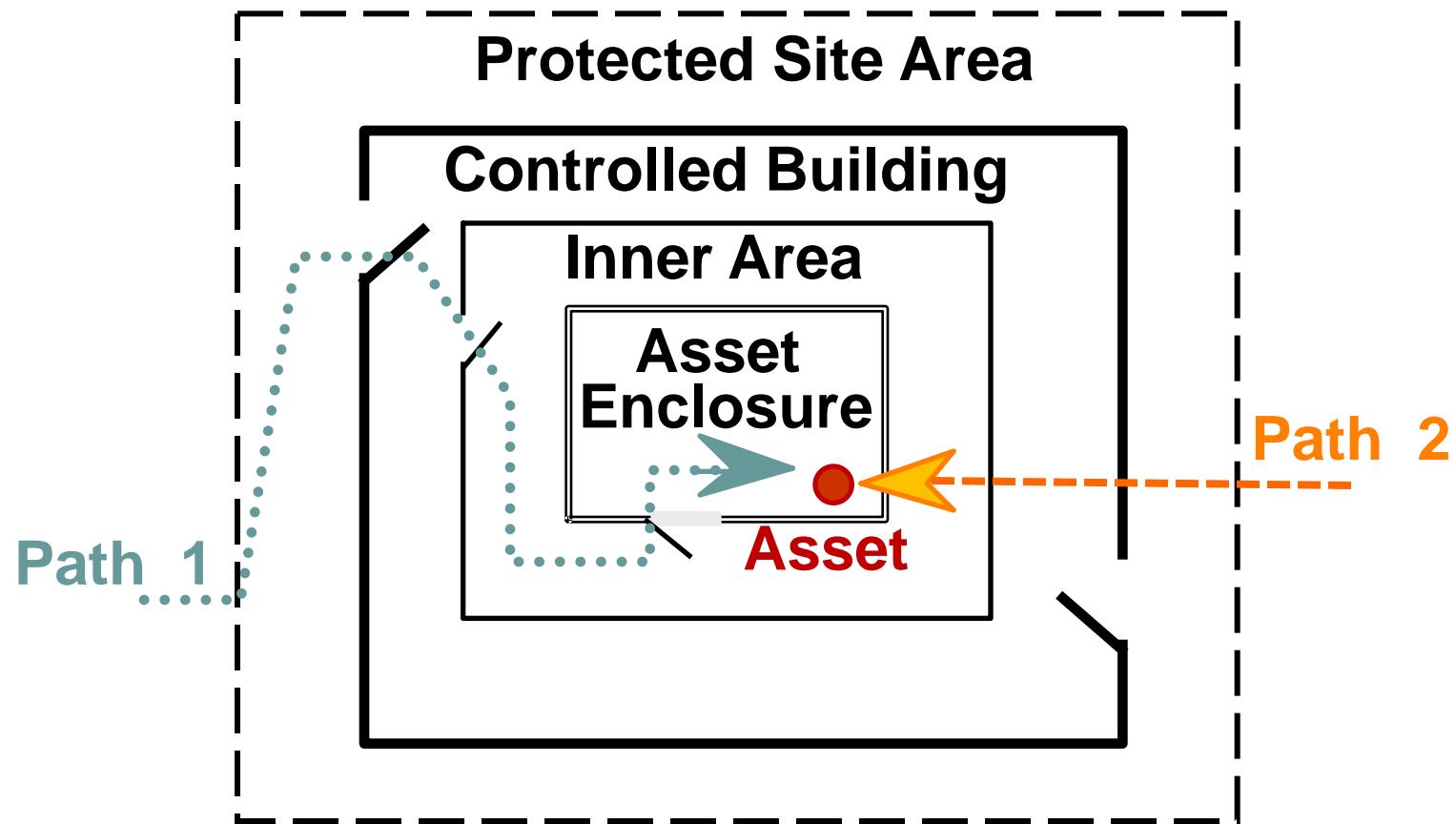
# Characterize Facilities

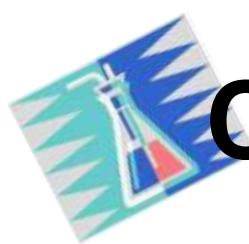
- Facility access control:
  - site controls
  - keyed building access
    - key issuing and controls
    - electronic monitoring
  - guard stations
    - detection, assessment and response
- Chemical/equipment protection:
  - locked cabinets for chemicals of concern
  - computer access controls (passwords, etc)
  - inventory tracking
  - equipment/chemical ownership/responsibility
  - procurement approvals required





# Characterize Facilities: Adversary Paths to Asset





# Characterize exposure/release consequences

---

- Health consequences:
  - disease
  - mortality
  - burns, etc
- Property damage:
  - fire losses
  - explosion damage
  - contamination losses
- Community & Environment:
  - social disruption
  - resource loss/damage
  - economic consequences



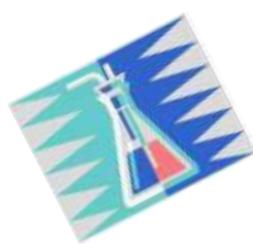


# The Main Question

---

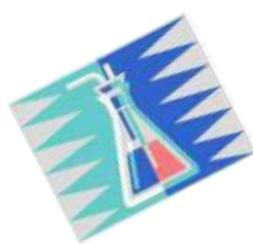
- How much risk is acceptable versus the cost of reducing that risk?
- Must manage multiple risks in a holistic manner
  - financial
  - liability
  - health and safety
  - business/mission
  - security





# Chemical Security and Risk/Threat Prioritization

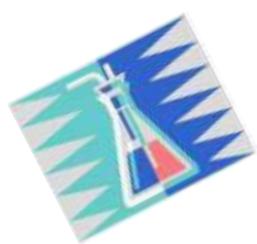
- Same concepts as Safety Risk Evaluation:
  - likelihood of theft/misuse
  - consequence of intentional misuse
  - must now consider the adversary
- Value judgement:
  - what is acceptable, tolerable, unacceptable?
- Controls & Mitigation:
  - facility access
  - education and training
  - employee screening
  - site/facility monitoring
  - security personnel
  - emergency response



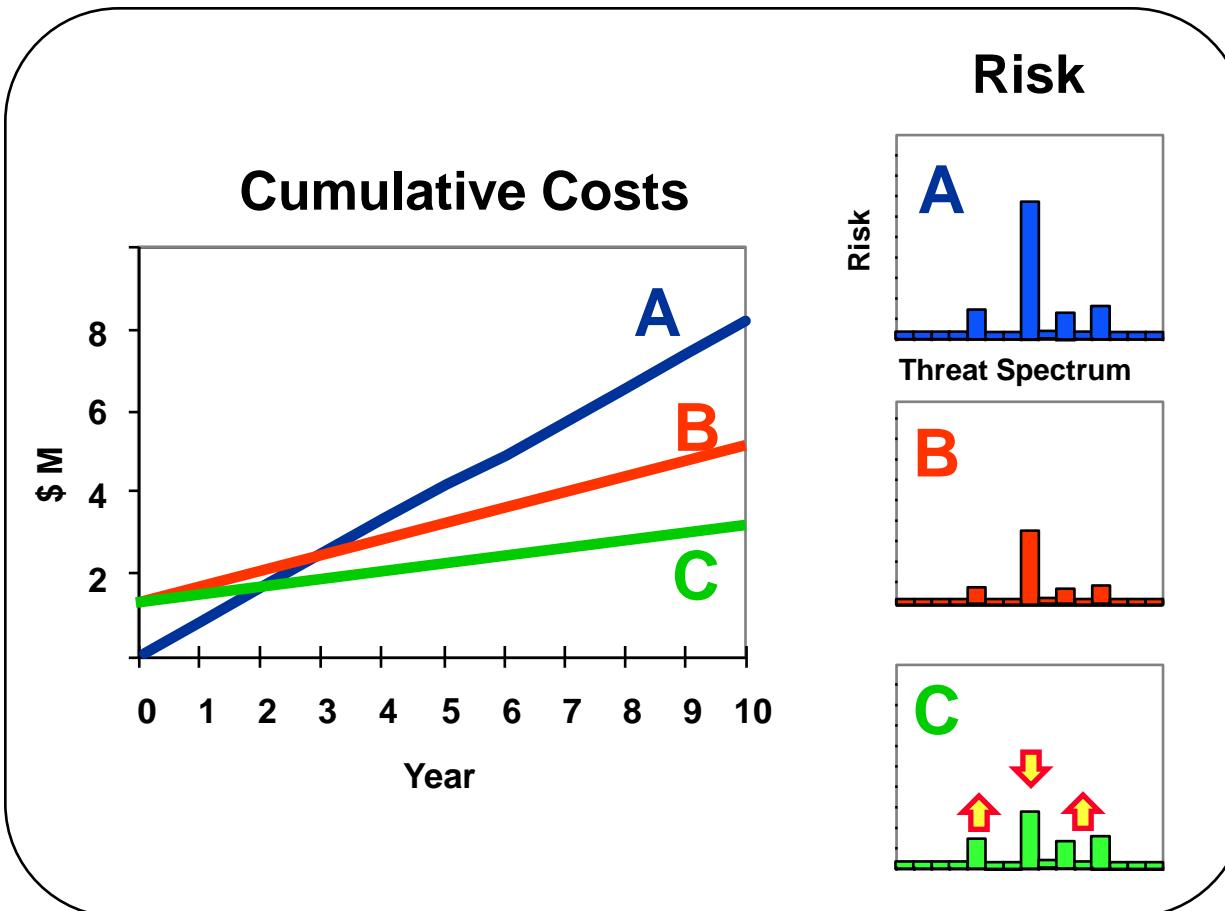
# Chemical Security and Risk/Threat Prioritization

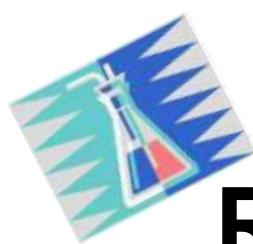
---

- Balance of risk and resources:
  - consequence versus likelihood
  - cost versus performance (risk reduction)
- Consider mitigation and prevention steps
  - can we afford the loss and damage?
  - how do we prevent it?
  - can we afford to prevent it?
- Lab/institution needs to be productive
- Work culture of being alert is best for security and safety



# Cost Versus Risk

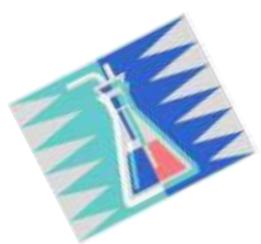




# Risk Assessments: Summary

---

- Assess the risk by determining likelihood and consequence to allow for strategic decisions on control measures.
- Ideally we consider elimination or substitution first, to remove the hazard.
- A combination of measures might be used based on their effectiveness and our ability to use them and maintain them.
- **Cost versus performance (risk reduction)**



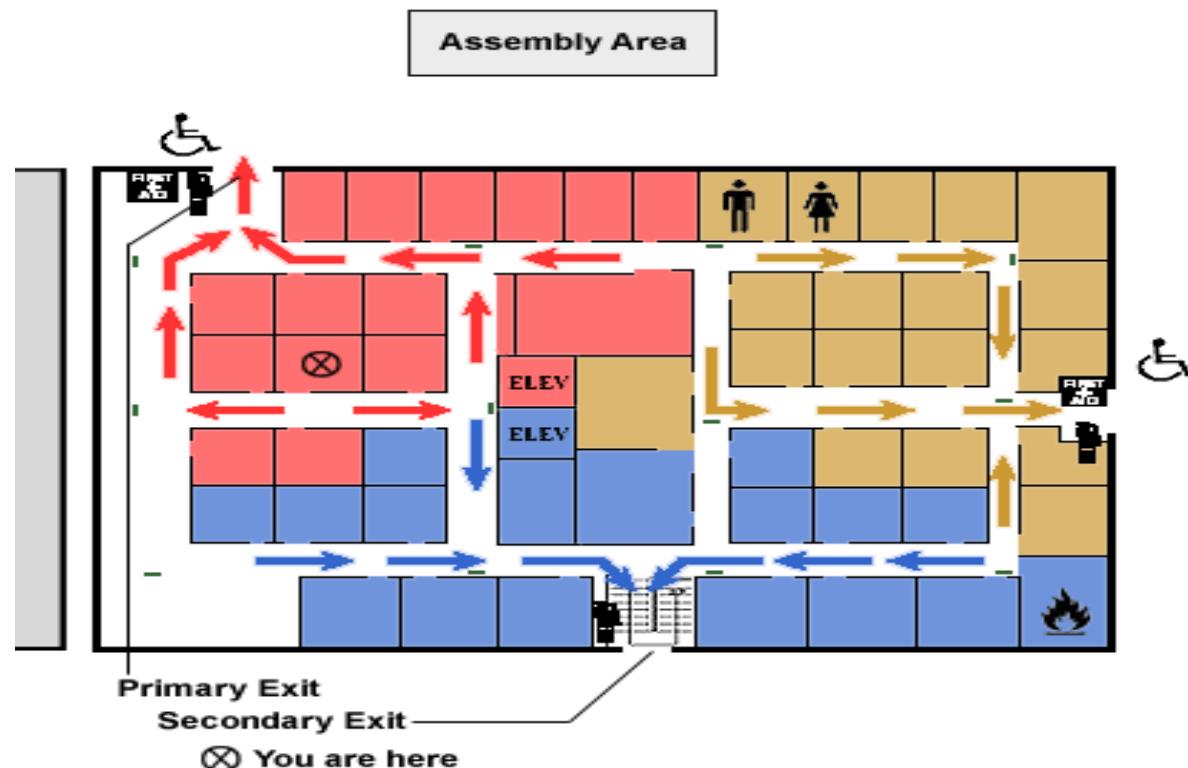
---

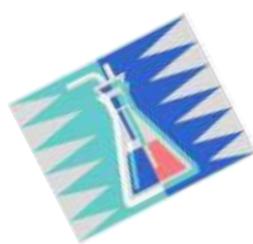
# **Perencanaan, Tanggapan dan Pengelolaan Keadaan Darurat Laboratorium**



# Perencanaan & Respons Gawat Darurat

Buat rencana evakuasi dan **PASANG!**





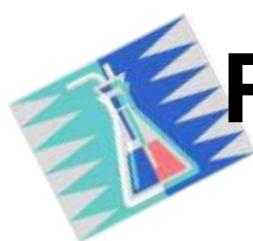
# Perencanaan & Response Gawat Darurat

Jangan sekali-kali  
menggunakan  
lorong untuk  
tempat menyimpan  
barang

**Berbahaya!!**

Menghalangi jalan  
dan pintu keluar  
darurat





# Perencanaan & Response Gawat Darurat

---

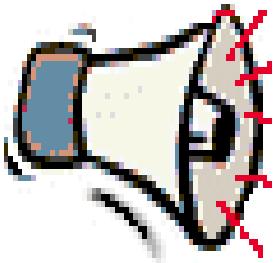
- Lakukan latihan evakuasi yang rutin dan tidak diumumkan sebelumnya.
- Tugaskan seseorang untuk setiap area, guna memastikan kamar mandi, dll. dievakuasi.
- Cari tempat berkumpul di luar area pada jarak yang cukup memadai dari bangunan.
- Tes dan pelihara alarm.
- Tugaskan seseorang untuk bertemu/mengarahkan kendaraan darurat.



# Perencanaan & Respons Gawat Darurat

---

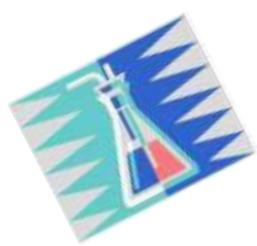
Sistem Alarm harus diletakkan dan dipelihara dengan tepat, dan diservis secara berkala



dan

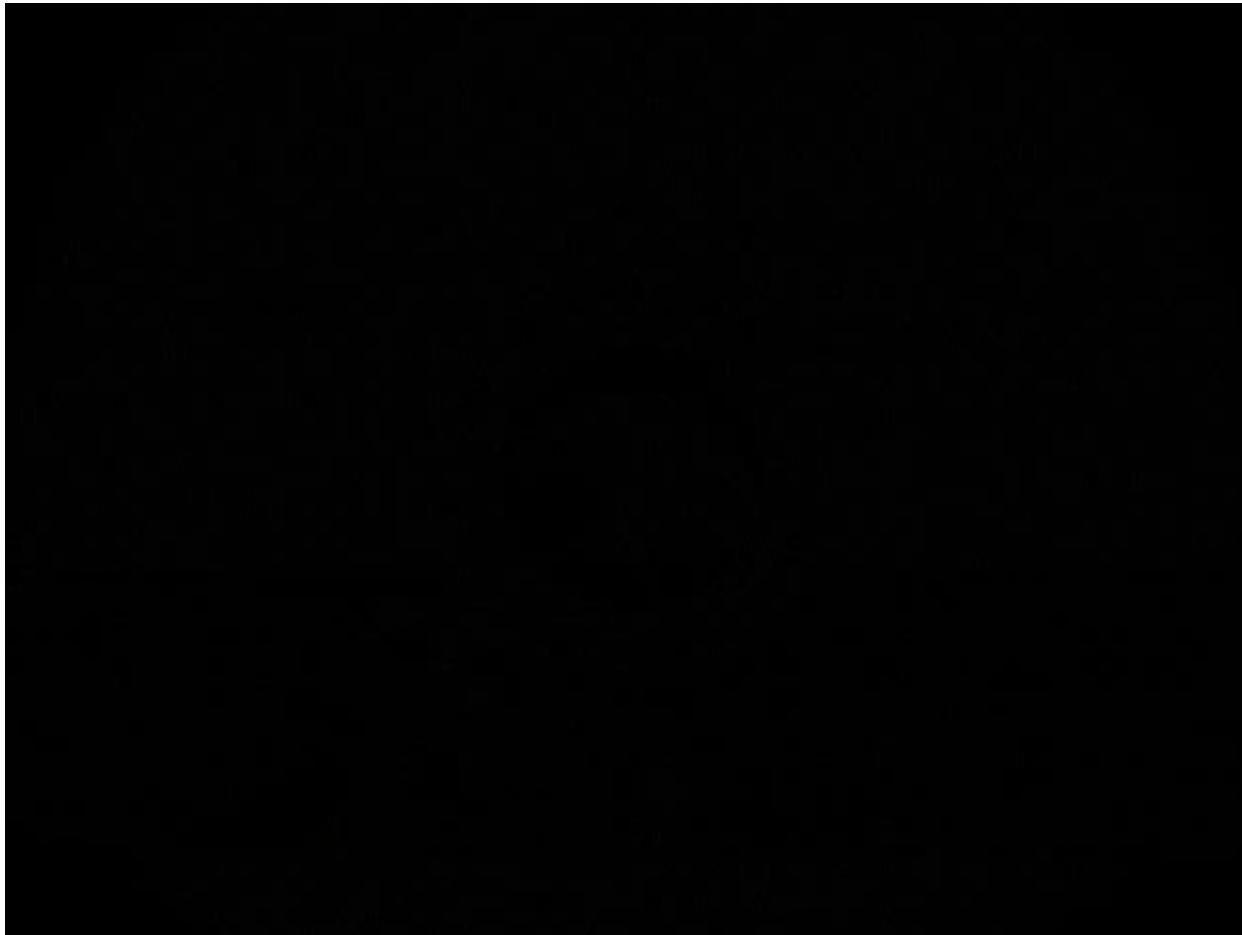
Sesuai untuk semua pekerja yang cacat.





# Video – Ledakan dan Api di Lab T2

---



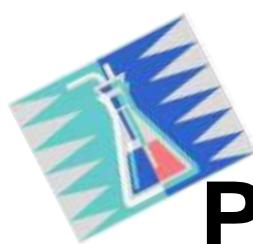


# Perencanaan dan Tanggap Darurat didasarkan atas prinsip-prinsip:

---

- Antisipasi
- Pengakuan
- Evaluasi
- Kontrol





# Persiapan untuk Keadaan Darurat

- **Keadaan darurat**
  - berpotensi mengancam nyawa
  - terjadi secara tiba-tiba tanpa peringatan
- **Tanggapan yang cepat akan:**
  - menentukan hidup atau mati
  - meminimalkan kerusakan
  - mencegah kepanikan, kontrol tepat waktu
- **Petugas tanggap darurat**
  - mengorganisasikan, memantapkan, melaksanakan
- **Persiapan yang memadai mempersyaratkan**
  - perencanaan, pelaksanaan, evaluasi, penyesuaian



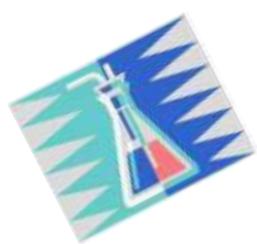


# Pengelolaan Keadaan Darurat

---

- Mitigasi
  - menghilangkan/mengurangi kejadian atau efek keadaan darurat
- Kesiapan
  - merencanakan cara merespon; sumber daya
- Tanggapan
  - membantu korban, mengurangi kerusakan
- Pemulihan
  - mengembalikan ke keadaan normal dan melakukan evaluasi

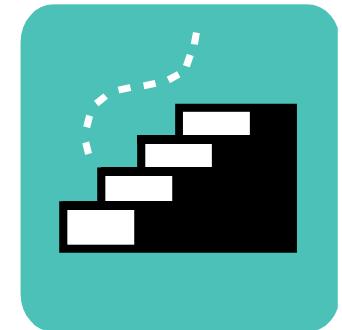


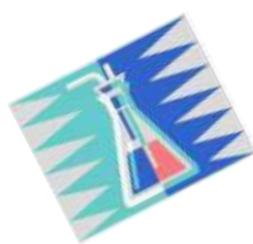


# Perencanaan & Persiapan

**Antisipasi tipe-tipe keadaan darurat:**

- Mengevaluasi sumber daya yang tersedia
- Prosedur langkah demi langkah
- Koordinasi dengan semua lembaga tanggap darurat
- Rantai komando
- Peran & tugas
  - Harus jelas disebutkan dan dipahami
- Strategi pencegahan kecelakaan
- Pertolongan pertama – memeriksa, memberi tanggal, penggantian
- Peta lokasi – terbaru
- Latih & terapkan
- Evaluasi & tingkatkan





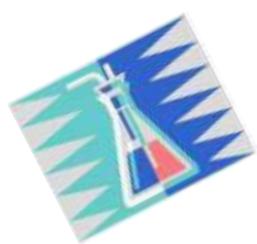
# Rencana Tanggap Darurat

---

**Mencakup segala situasi dan kondisi:**

- Darurat cuaca:**
  - Banjir
  - Ombak pasang
  - Topan
  - Hujan lebat
  - Angin ribut
- Kebakaran**
- Gempa bumi**
- Pelanggaran keamanan**
- Karyawan panik**
- Darurat medis**
- Kerusuhan mahasiswa**
- Kerusuhan politik**
- Ledakan**
- Evakuasi**
- Terorisme**

**Bersiap dan antisipasi yang tak terduga**

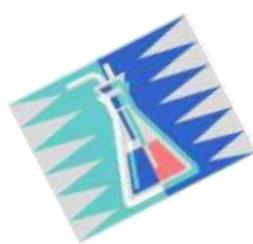


# Rencana Tindakan Darurat

---

- Buat rencana tertulis dan bagikan ke semua karyawan, terutama karyawan baru, yang mencakup:
  - Prosedur dan rute evakuasi/penyelamatan diri keadaan darurat
  - Prosedur penghentian darurat proses penting
  - Prosedur pertanggungjawaban evakuasi karyawan
  - Tugas penyelamatan atau pengobatan jika karyawan diharuskan melakukannya
  - Prosedur pelaporan keadaan darurat
  - Informasi kontak untuk Pertanyaan & Jawaban (Q&A)
- Sistem Alarm
- Pelatihan



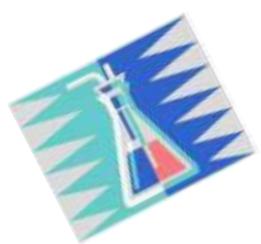


# Rencana Tanggap Darurat

---

- Pelatihan komprehensif untuk karyawan
  - Pelatihan umum untuk karyawan
  - Petugas tanggap darurat & khusus
  - Pelatihan penyegaran tahunan atau drill
  - Orang yang tidak terlatih tidak boleh ikut serta
- Rencana tanggap darurat & tumpahan
- Rencana kontinjensi
- Tanggap medis/pertolongan pertama
- Alat Pelindung Diri
- Lembar Data Keselamatan
- Peta lokasi
- Prosedur pembersihan
- Teknik dekontaminasi

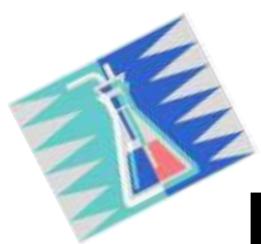




# Mencakup: Rencana Pencegahan Kebakaran

- Rencana tertulis
  - Tulis bahaya-bahaya api yang utama
  - Penanganan yang tepat dan prosedur penyelamatan
  - Potensi sumber titik nyala & pengendalian
  - Jenis sistem pencegahan kebakaran
  - Informasi kontak untuk petugas yang bertanggung jawab atas perawatan sistem
  - Informasi kontak untuk Pertanyaan dan Jawaban (Q&A)
- Ketentuan perawatan tempat kerja
- Pelatihan
- Ketentuan perawatan

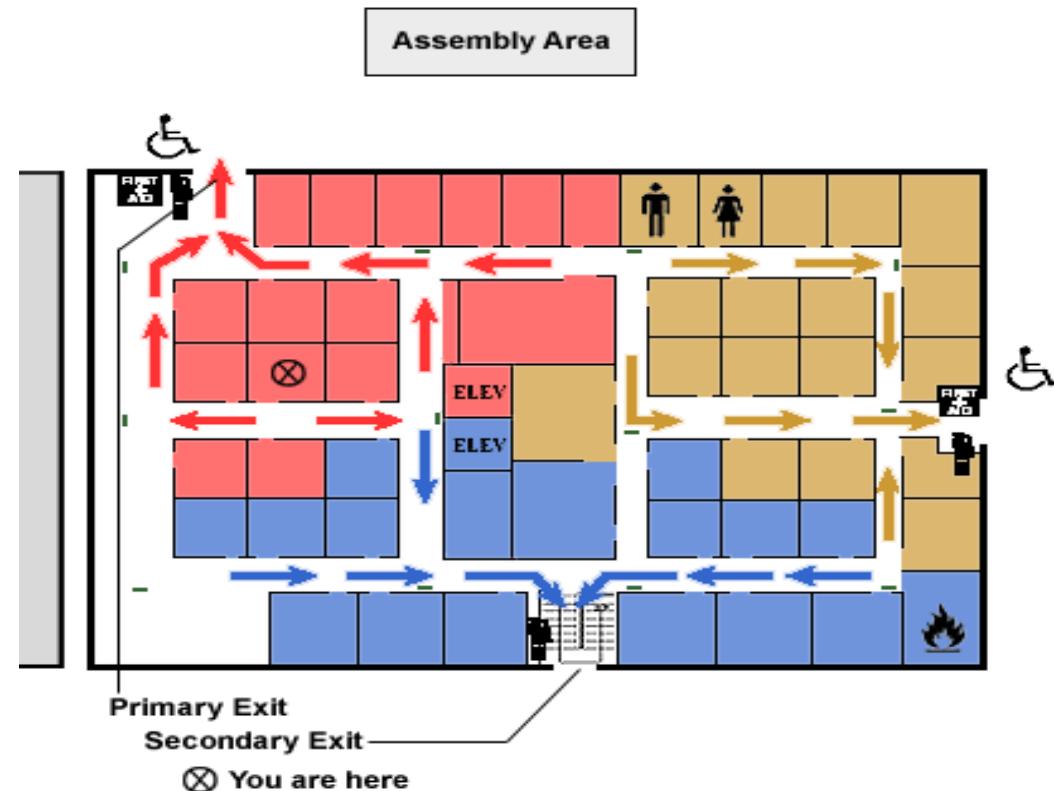


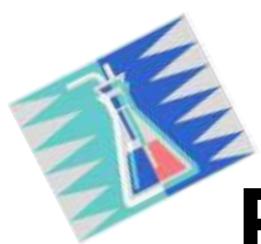


# Perencanaan & Tanggap Darurat

Buat rencana evakuasi untuk seluruh bangunan dan

**TEMPELKAN  
BAGAN RENCANA  
TERSEBUT**





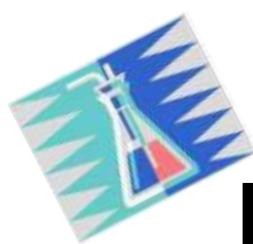
# Perencanaan & Tanggap Darurat

Jangan gunakan lorong untuk menyimpan bahan kimia

Berbahaya!!

Menghambat lalu lintas dan jalan ke pintu keluar



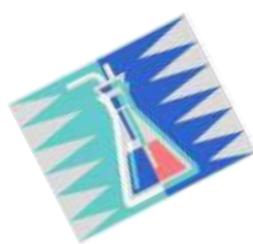


# Perencanaan & Tanggap Darurat

Pasang label dan pastikan semua jalan keluar terlihat jelas.

Biarkan tetap tidak terkunci atau pasangi panic bars.

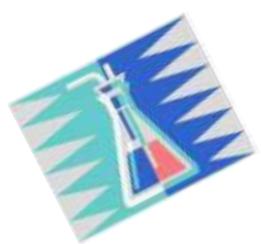




# Perencanaan & Tanggap Darurat

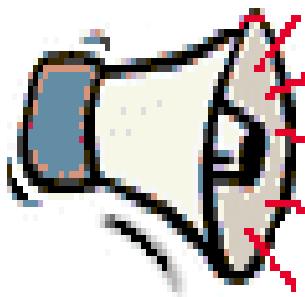
- Lakukan drill evakuasi yang tak diumumkan secara berkala.
- Coba dan rawat alarm.
- Tunjuk seseorang untuk area tertentu untuk memastikan kamar mandi dll., telah dievakuasi.
  - Tentukan area drill yang cukup jauh dari bangunan.
  - Tunjuk seseorang untuk mengarahkan kendaraan darurat.

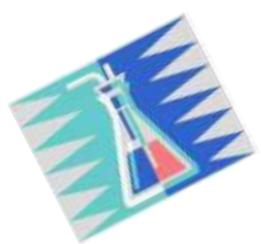




# Perencanaan & Tanggap Darurat

Sistem alarm harus ditempatkan dengan tepat, dirawat dan diservis secara teratur.

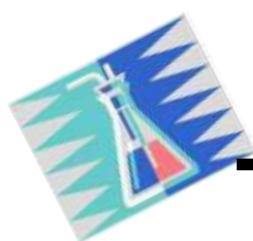




# Sistem Alarm: Peringatan

- Apakah sistem ini dikenali dan diikuti?
  - Sistem yang mudah didengar, dilihat dan dikenali sistem...
- Bagaimana dengan karyawan yang tuli atau buta?
  - Adakah “ruang mati” (dead space)...
- Keandalan sistem
  - Kerusakan sistem mungkin tidak terlihat
  - Sistem disupervisi (pemantauan built-in)
  - Sistem pengujian, perawatan dan pencadangan





# Titik Panggil Manual: Peringatan

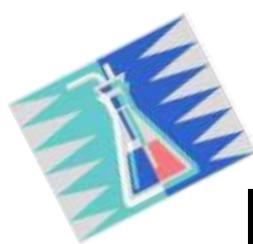
---

- Titik Panggil Manual (Manual Pull Station) merupakan peralatan yang ditempatkan pada tembok (biasanya dekat jalan keluar)
  - Mengirim sinyal ke sistem alarm kebakaran bangunan jika diaktifkan
  - Menjadikan bangunan berada dalam sistem alarm



**Ingin:**

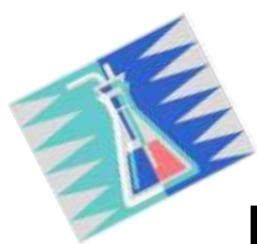
**Orang enggan membunyikan alarm kebakaran!**



# Perencanaan & Tanggap Darurat

Jika karyawan diharapkan dapat menggunakan alat pemadam api, mereka wajib memperoleh pelatihan.





# Perencanaan & Tanggap Darurat

## Daya cadangan

Apakah langsung berganti secara otomatis?

Berapa lama beroperasi?

Berapa banyak BBM yang dimiliki?

Area mana yang dilayani?

Berapa kali diuji dan dirawat?





# Perencanaan & Tanggap Darurat

**Pasang di setiap ruangan:**

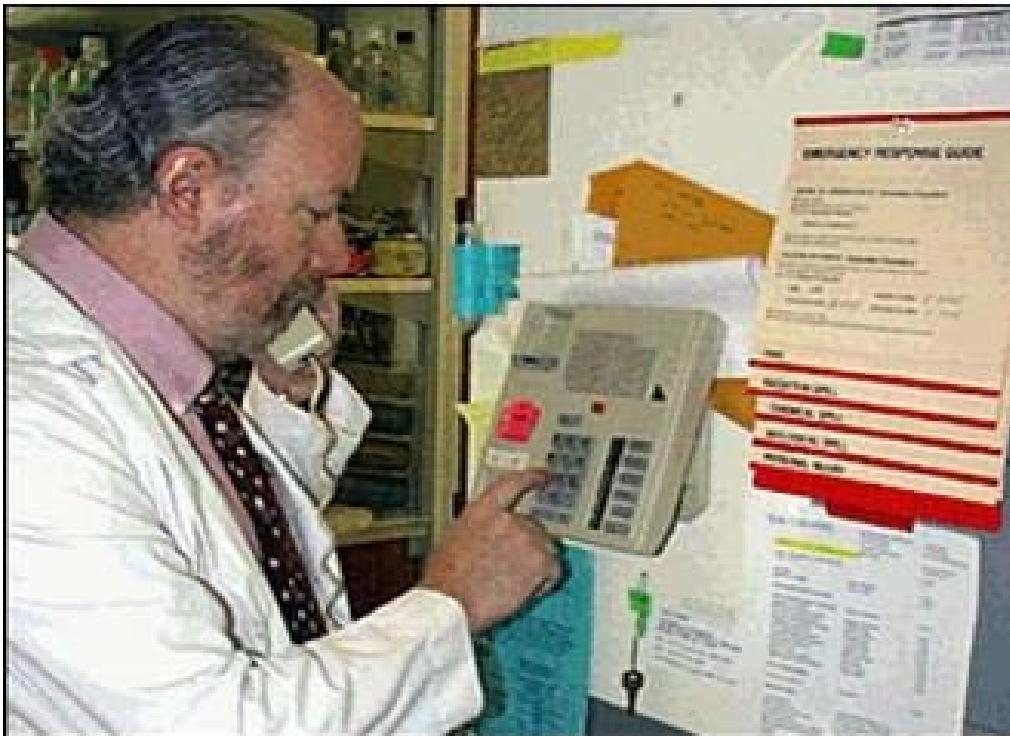
- Nomor telefon darurat
- Nomor telefon setelah jam kerja
- Orang yang dapat dihubungi
- Orang lain yang dapat dihubungi
- Prosedur khusus yang harus diikuti

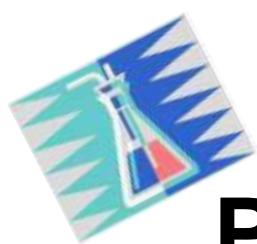
Location	
Hazards Within:	
Primary Contact:	
Second Contact:	
Building Monitor/Safety:	
Department Head:	
Fire/Police/Ambulance:	911
Envir. Health & Safety (or RSO, if needed):	646-3327



# Nomor Telepon Darurat

Pasang nomor telefon darurat dengan jelas  
Apakah karyawan tahu apa yang harus dilakukan?



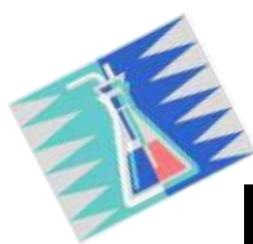


# Perencanaan & Tanggap Darurat

sungkup harus memiliki alarm aliran udara rendah.



Alarm toksitas kimia tertentu mungkin diperlukan di area tertentu.



# Perencanaan & Tanggap Darurat

Tempatkan safety shower and pencuci mata di tengah-tengah bangunan.



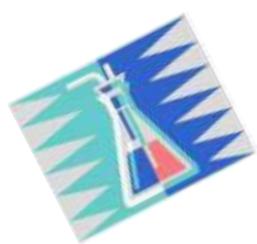
Jadwalkan perawatan semua peralatan keselamatan secara berkala dan teratur.



# Ajari karyawan cara menggunakan Shower Keselamatan yang tepat

Waktu dapat mengubah segalanya....





# Tumpahan Bahan Kimia



**Tempatkan alat pembersih tumpahan di tengah-tengah bangunan**

**Bersihkan tumpahan hanya jika Anda tahu bahaya bahan kimia tersebut, memiliki peralatan yang tepat dan pernah dilatih untuk hal tersebut!**

- Ingatkan rekan kerja dan amankan area tersebut
- Evaluasi kemampuan untuk membersihkan tumpahan
- Cari alat pembersih tumpahan
- Gunakan APD dan material penyerap yang tepat
- Lindungi sink dan lubang pembuangan air (floor drain)
- Bersihkan tumpahan, kumpulkan/labeli limbah yang akan dibuang
- Laporkan semua tumpahan

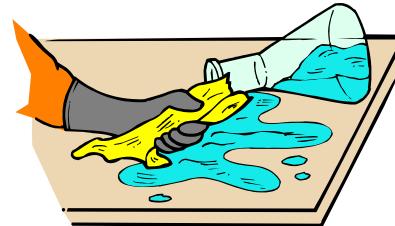


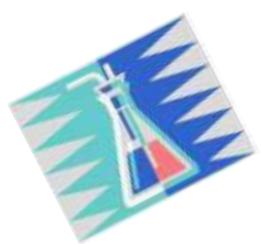


# Tempatkan di tengah-tengah, periksa dan pertahankan:

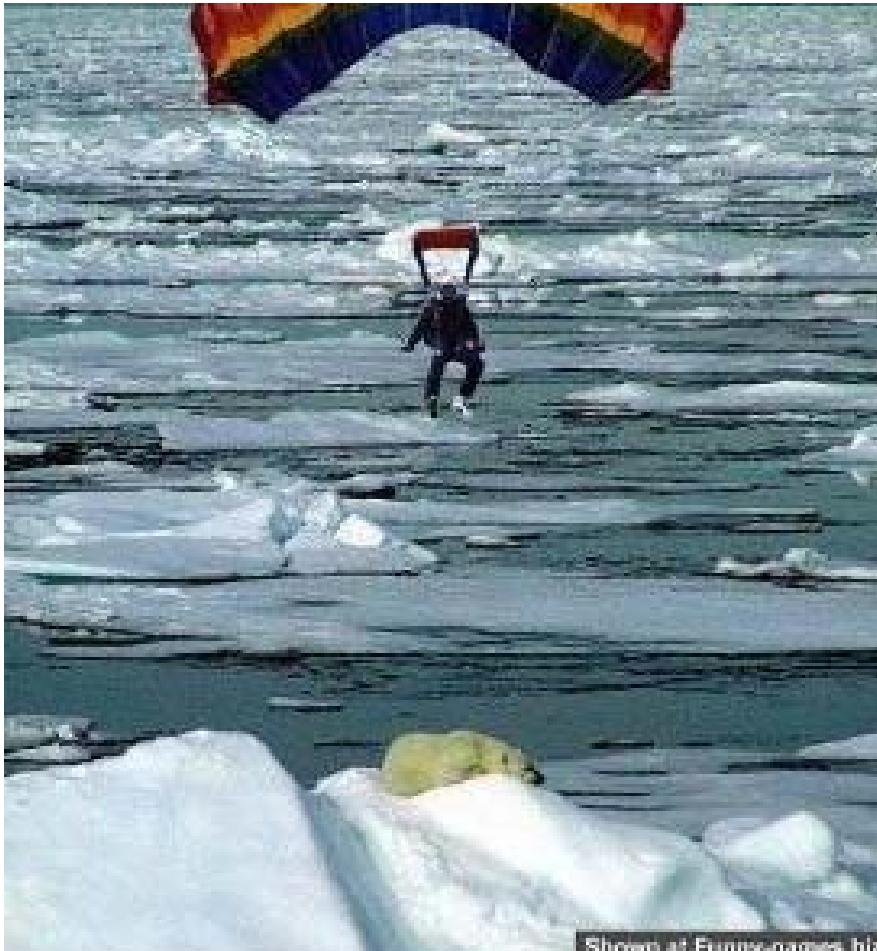
---

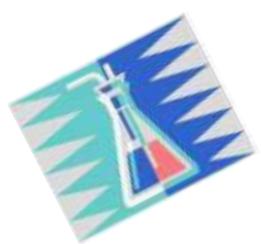
- Kotak P3K
- Antidot bahan kimia tertentu, bila perlu
  - Respirator
- Latih petugas darurat khusus, bila perlu
- Tempatkan tanggal pemeriksaan pada peralatan, termasuk sungkup





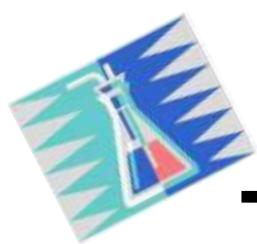
# Selalu Antisipasi yang Tak Terduga





---

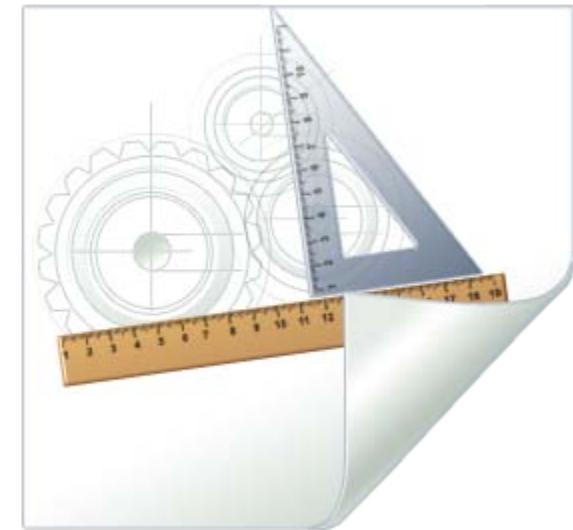
# Prinsip dan Konsep Rancangan Laboratorium

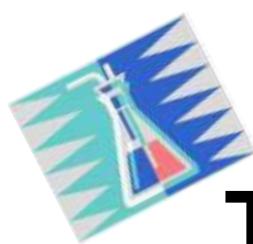


# Tujuan Rancangan laboratorium

---

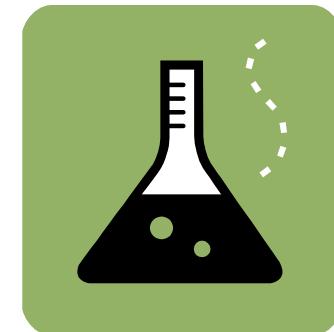
**Melindungi Pekerja  
Memungkinkan Kerja  
Mengamankan Fasilitas  
Melindungi Lingkungan  
Mematuhi Peraturan**





# Tujuan Rancangan Laboratorium

- Memberikan tempat kerja yang aman/nyaman
- Memudahkan kegiatan di tempat kerja
- Efisien
- Hemat





# Hambatan Rancangan Lab yang Baik



**Biaya**



**Komunikasi yang buruk**

**Kurang pengetahuan ilmiah**

**Proyek yang rumit**



**Kompromi**

**Kepribadian**

**Pemeliharaan**





# Rancangan Laboratorium yang Baik

---

Berdasarkan Pada:

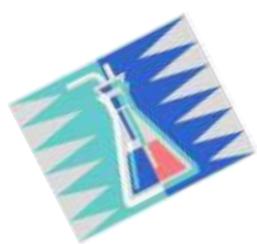
**pembatasan**

Memaksimalkan pembatasan

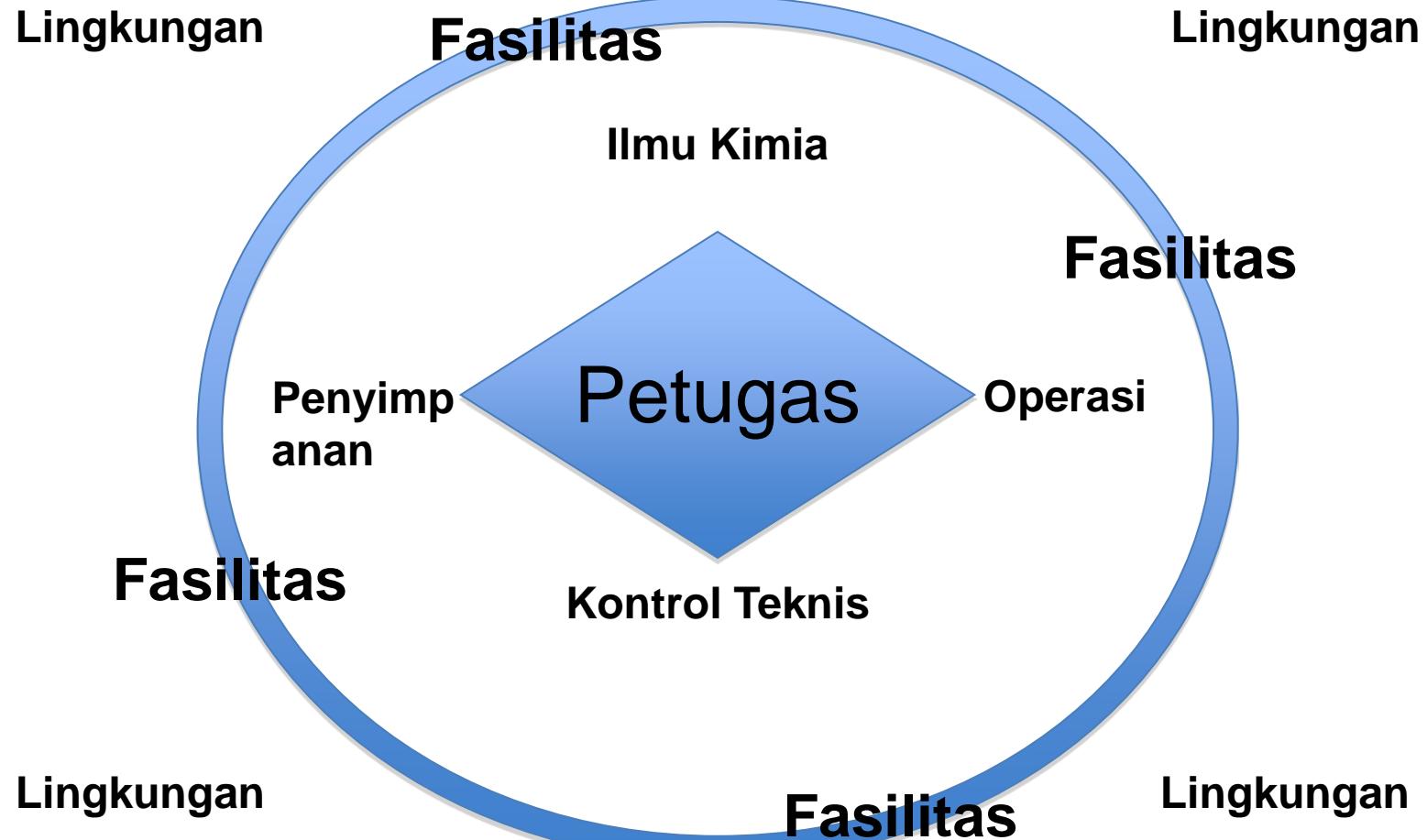
Meminimalkan Kontaminasi



**Kuncinya adalah Kelebihan**



# Konsep pembatasan Kimia





# Perlindungan Kimia Tergantung Pada:

1

## Ilmu Kimia

Pekerja harus memiliki ilmu dan pemahaman



2

## pembatasan

Tempat penyimpanan yang selamat dan aman  
Praktik Kerja yang Tepat  
Kontrol Teknis yang Baik





# Perlindungan Kimia Tergantung pada, Lanjutan:

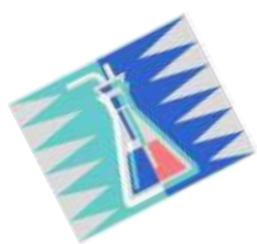
---

3

## Konstruksi

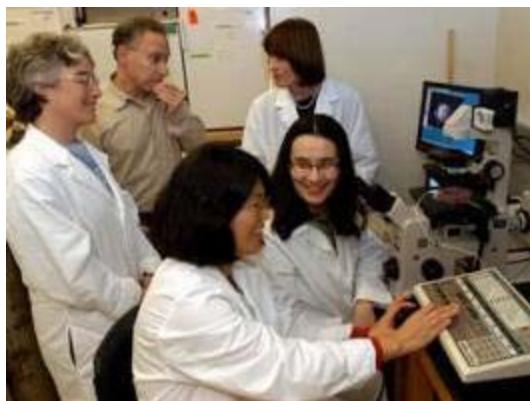
Seberapa baik fasilitas dibangun





# Pemegang Kepentingan Utama

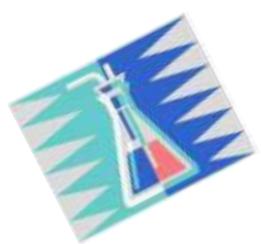
---



Arsitek  
Ahli Teknik  
Pelaksana  
Pembangun  
Profesional EHS



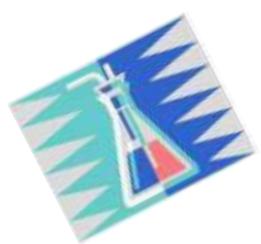
*Pengguna Laboratorium*



---

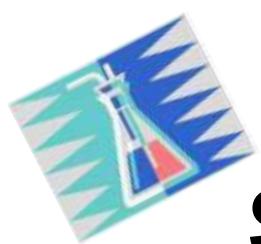
# Rancangan Laboratorium

## suatu proses yang berulang



# Tahap-Tahap Perancangan

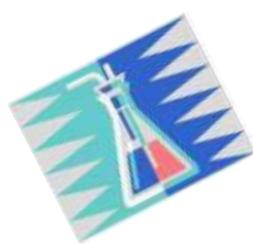




# Standar & Pedoman Penting AS

- ANSI Z9.5: American National Standards Institute
  - Z 9.5 Standar Ventilasi Laboratorium
- NFPA: National Fire Protection Association
- BOCA: Building Officials Code Association
- ASHRAE: American Society of Heating,  
Refrigeration and Air Conditioning Engineers
  - Standar 110 untuk Pengujian dan Evaluasi Sungkup Laboratorium
- NIH Design Policy and Guidelines:
  - National Institutes of Health
    - <http://orf.od.nih.gov/PoliciesAndGuidelines/BiomedicalandAnimalResearchFacilitiesDesignPoliciesandGuidelines/policy-index.htm>
- LAINNYA:
  - National Electrical Code
  - American Chemical Society – Green Chemistry Institute
    - [www.acs.org/greenchemistry](http://www.acs.org/greenchemistry)



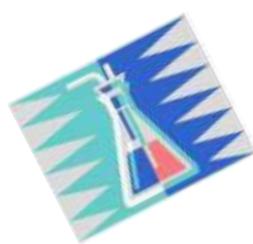


# Fitur Arsitektur Meliputi:

---

- **Tata letak bangunan dan Laboratorium**
- **Persyaratan ruang**
- **Pengaturan spasial peralatan dan bangku**
- **Jalan keluar darurat**
- **Persyaratan penyimpanan**
- **Persyaratan limbah**
- **Kontrol akses**
- **Fitur pengamanan**

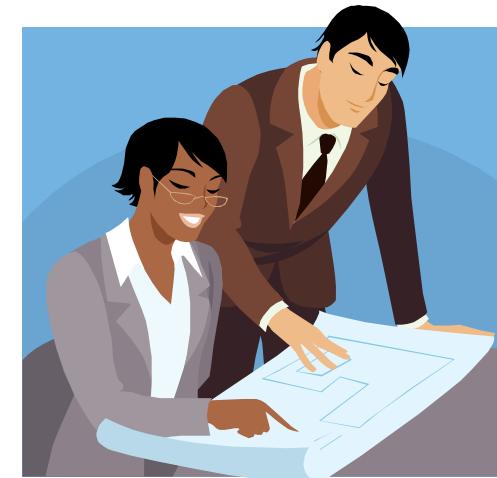




# Komponen Rancangan Lab

---

- **Spasial**
  - Rencana lantai
  - Lokasi ruang dan peralatan
  - Arus lalu lintas manusia dan peralatan
  - Kontrol akses
- **Mekanik**
  - Ventilasi
  - Utilitas
  - Kontrol limbah cair
  - Kontrol dan pemantauan
- **Keselamatan dan Pengamanan**





# Faktor-Faktor dalam Rancangan Lab

---

- **Arsitektur**
- **HVAC\***
- **Keselamatan & Pengamanan**
  - **Kebakaran**
  - **Gawat darurat**
  - **Keterpaparan**
  - **Kontrol terhadap jalan masuk/keluar (fasilitas, bahan kimia, peralatan)**

(\* pemanasan, ventilasi, dan AC)





# Informasi Umum yang Dibutuhkan

---

- Jumlah karyawan dan kualifikasi teknis yang mereka miliki
- Persyaratan ruang dan penyimpanan
- Utilitas yang dibutuhkan
- Peralatan yang dibutuhkan
- Waktu/durasi bekerja
- Perubahan dalam penelitian/program yang diantisipasi
- Keberlanjutan (lingkungan, inisiatif penghijauan)
- Kebutuhan pengamanan





# Informasi Keselamatan/Pengamanan yang Dibutuhkan Sebelum Memulai Rancangan

---



Jenis Pekerjaan/Penelitian

Jenis Bahaya

Jenis Limbah

Bahan Kimia

Biologi

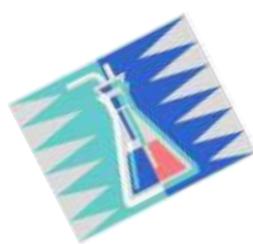
Radiasi



K149/621 www.fotosearch.com



Tegangan Tinggi



# Informasi Keselamatan/Pengamanan Yang Dibutuhkan untuk Merancang Lab, lanjutan.

Jenis-jenis bahan kimia  
(berdasarkan pada keadaan fisik dan properti)



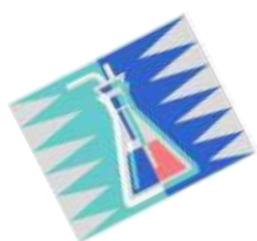
- Mudah terbakar
- Korosif (asam atau basa)
- Reaktif
- Beracun akut (racun)
- Diatur perundangan



Beracun kronik (misalnya karsinogen, repro-toksin)

Bahan kimia yang memerlukan pengamanan

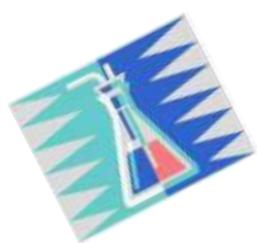
- Obat-obatan yang dikontrol
- Limbah



# Masalah-Masalah Keselamatan/Pengamanan Laboratorium Bahan Kimia Khusus

## Meliputi:

- Deteksi kebakaran, alarm dan sistem pemadaman
- Peralatan keselamatan (misalnya *shower* darurat, pencuci mata dan kontrol terhadap kontaminan)
- Ventilasi (misalnya sungkup laboratorium, kotak sarung tangan, enklosur berjendela)
- Pengelolaan bahan kimia dan limbah
- Kontrol akses untuk fasilitas dan laboratorium

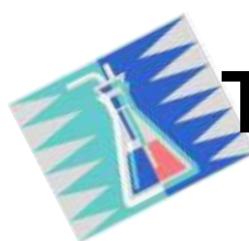


# Contoh Berbagai Pertimbangan dalam Rancangan Lab

---

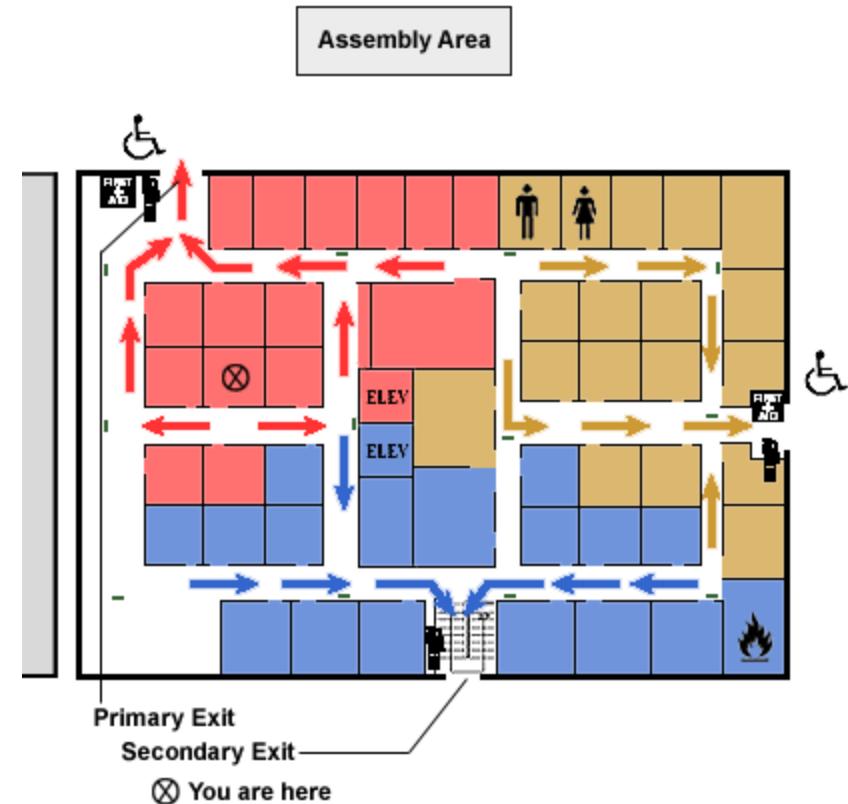
- Persiapan sampel dan area penyimpanan
- Pencernaan sampel segregat dengan menggunakan sungkup laboratorium khusus asam
- Ekstraksi pelarut segregat untuk mengurangi kontaminasi uap
- Penempatan pencuci mata yang tepat
- Pintu keluar yang memadai
- Area penyimpanan limbah
- Penyimpanan botol gas





# Tata Letak Bangunan: Dibagi menjadi zona-zona

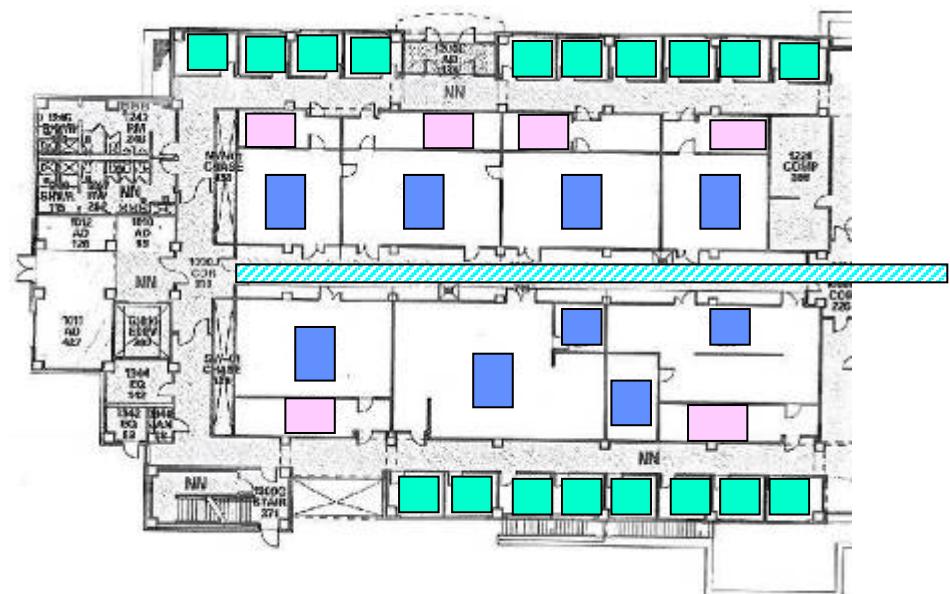
- Zona atau area kontrol dapat berbeda:
  - Jenis dan tingkat bahayanya
  - Jumlah bahan kimia yang berbahaya
- Memungkinkan kontrol yang lebih baik terhadap:
  - Akses personel
  - Bahaya dengan menggunakan
    - Peralatan
    - APD
    - Prosedur Administratif
- Contoh: Zona keselamatan dari kebakaran, Zona HVAC, Lantai bangunan





# Tata Letak Bangunan: Koridor

- Praktik terbaik adalah memisahkan pergerakan dari:
  - Masyarakat umum
  - Petugas laboratorium
  - Bahan kimia dan bahan-bahan laboratorium.
- “Koridor service” internal antar lab
  - Memungkinkan pengangkutan bahan kimia jauh dari publik
  - Memberikan akses ke utilitas dan peralatan pendukung lainnya
  - Menyediakan jalan keluar tambahan dengan pintu-pintu darurat ke koridor utama



Lab Umum

Kantor  
Staf

Bebas Bahan  
Kimia

Koridor  
Utilitas



# Tata Letak Bangunan: Pintu-Pintu Masuk/Keluar

---

- Keselamatan yang baik: dua atau lebih pintu keluar dari setiap lab/ruangan/bangunan
- Pengamanan yang baik: kontrol terhadap siapa yang dapat masuk ke lab/ruangan/bangunan
- Pintu keluar darurat:
  - Tidak berisi pegangan atau tidak terkunci dari luar
  - Ada “jeruji panik” di dalam
  - Dapat mematikan alaram ketika dibuka

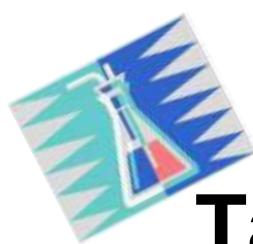




# Tata Letak Bangunan: Ruang Penyimpanan Bahan Kimia

- Ruang penyimpanan multipel, khusus, lebih baik daripada satu ruang penyimpanan sentral
  - Bahan kimia dikeluarkan dengan melewati gerai
  - Akses dibatasi hanya untuk petugas ruang penyimpanan
  - Dikunci bila tak ada yang menjaga
- Ruang Penyimpanan untuk Pengajaran
  - Lalu lintas tinggi
  - Hanya menyimpan~1 minggu pasokan bahan kimia yang dibutuhkan untuk eksperimen siswa
- Ruang Penyimpanan Sentral
  - Berbagai macam bahan kimia dan material
  - Kontrol dan pembendungan tambahan untuk bahan kimia yang diatur peraturan, menarik perhatian atau fungsi ganda.
- Bahan kimia disimpan dalam kelompok-kelompok yang sesuai

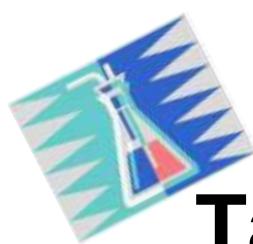




# Tata Letak Bangunan: Gas Bertekanan

- Pasan tangki-tangki di luar bangunan dan pipa ke dalam lab
  - Jangka panjang, gas yang sama yang sering digunakan
  - Gas yang sangat berbahaya
  - Akses terbatas
  - Bangunan di luar, tergantung dari kondisi

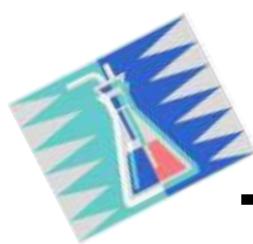




# Tata Letak Bangunan: Gas Bertekanan

- Tangki-Tangki di Dalam Lab
  - Berbagai jenis gas
  - Angka penggunaan rendah
  - Ikatkan ke tembok atau bangku
  - Angkut dengan aman

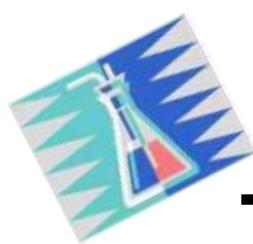




# Tata Letak Bangunan: Limbah Kimia

- Limbah kimia dalam volume yang besar harus disimpan di area yang tidak terlalu banyak orang
  - Akses dibatasi hanya untuk petugas yang bertanggung jawab
  - Dikunci apabila tidak ada yang menjaga
  - Dibagi menjadi kelompok-kelompok bahan kimia yang sesuai
  - Peralatan dan alarm keselamatan tersedia





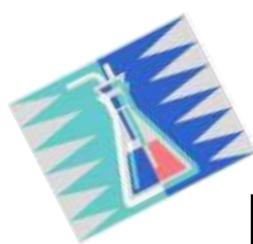
# Tata Letak Bangunan: Limbah Kimia

---

- **Area pengumpulan limbah di di lab pengajaran/penelitian:**

- Penggunaan yang nyaman bagi siswa
- Sering dikosongkan/dipindahkan
- Dibagi menjadi kelompok-kelompok bahan kimia yang sesuai
- Menyediakan peralatan keselamatan

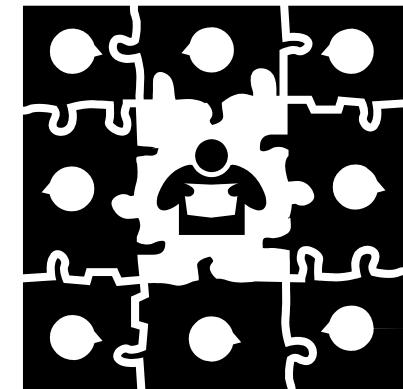




# Perancangan Laboratorium Modular

---

- Menggunakan ukuran dan tata letak bangku, peralatan dan koneksi utilitas yang standar
- Adaptasikan tata letak untuk penerapan-penerapan spesifik
- Memungkinkan untuk:
  - Rancangan lab lebih murah
  - Modifikasi lab lebih mudah
  - Renovasi lab lebih mudah



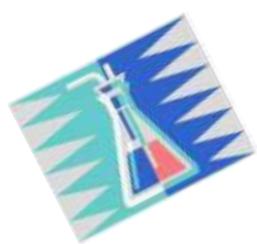


# Tren Saat Ini di Laboratorium Rancangan Masalah Keselamatan/Pengamanan

---

- **Laboratorium Terbuka**
- **Konservasi Energi**
- **Masalah Ventilasi**
- **Rancangan sungkup**
- **Sistem Manifold sungkup**
- **Permodelan Limbah Cair dari Cerobong Pembuangan**
- ***Decommissioning Lab***





# Laboratorium Terbuka vs. Tertutup

---

## Laboratorium Terbuka



## Laboratorium Terutup





# Laboratorium Terbuka vs. Tertutup

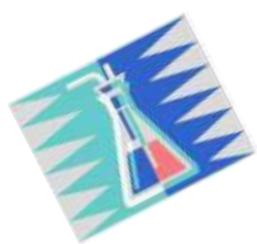
Pertimbangkan untuk menggunakan keduanya atau memiliki akses penghubung:

## Laboratorium Terbuka

- Mendukung kerja tim
- Memfasilitasi komunikasi
- Berbagi:
  - Peralatan
  - Ruang untuk bangku
  - Staf pendukung
- Dapat disesuaikan dan fleksibel
- Lebih mudah dipantau
- Lebih mudah untuk merancang, membangun, dan mengoperasikan
- Menjadi tren sejak pertengahan 90an

## Laboratorium Tertutup

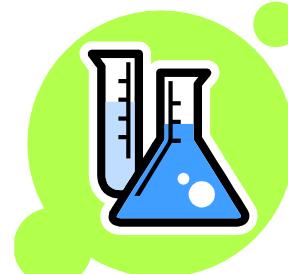
- Pekerjaan tertentu, khusus
- Lebih mahal
- Kurang fleksibel
- Lebih mudah mengontrol akses
- Diperlukan untuk pekerjaan spesifik
  - NMR
  - Spesifikasi Massal
  - Material sangat berbahaya
  - Ruang-ruang gelap
  - Laser

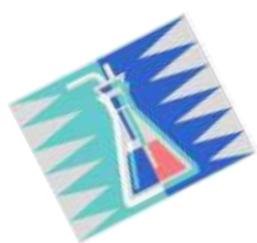


# Masalah Konservasi Energi, Keberlanjutan dan Kimia Hijau

---

- Rancangan ditujukan untuk meningkatkan produktivitas
- Konservasi dan Efisiensi Energi
- Peralatan penghasil panas terpusat
- Sungkup dan ventilasi dimanifold
- Mengurangi/menghilangkan zat dan limbah berbahaya
- Penggunaan bahan dan sumber daya yang efisien
- Daur ulang dan penggunaan kembali



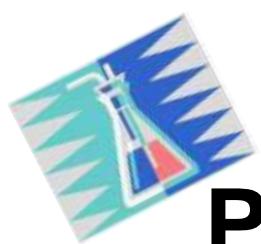


# Masalah Konservasi Energi

---

- Enklosur berjendela
- sungkup tak bersaluran
- Keragaman
- Sistem manifold
- Sirkulasi kembali Udara Buangan dari Ruangan
- **Sistem Volume Udara Variabel**
- Penutup pintu geser otomatis
- Perubahan udara per jam
- sungkup aliran rendah

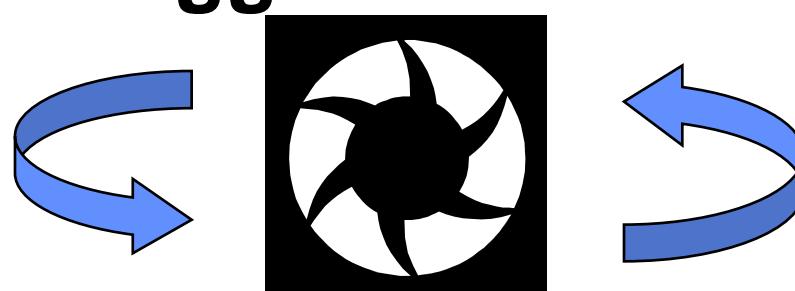


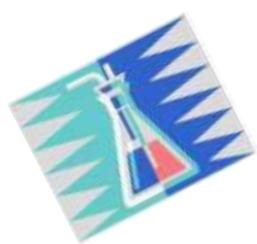


# Pertimbangan Ventilasi Meliputi

---

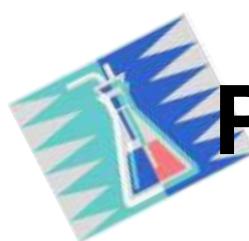
- Kebutuhan pemanasan dan pendinginan
- Mempertahankan aliran udara terarah
- Jenis-jenis sungkup
- sungkup tunggal vs. manifold





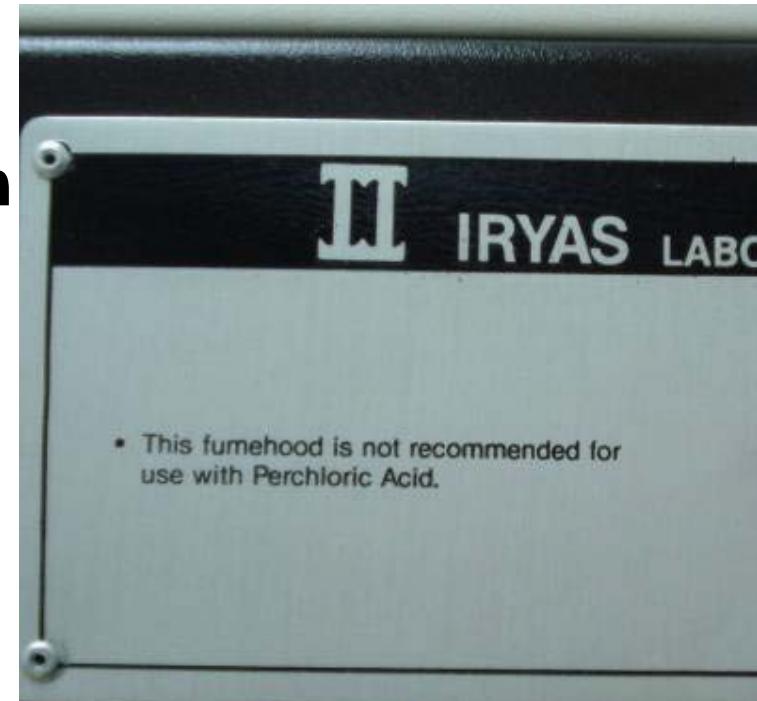
---

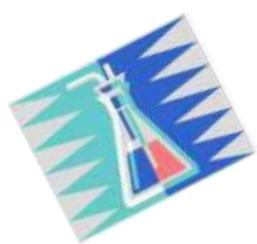
**Rancangan sungkup dan  
ventilasi laboratorium dibahas  
secara rinci pada presentasi  
berikutnya.**



# Pertimbangan Mengenai sungkup Laboratorium Umum

- Tentukan kebutuhan saluran buangan minimum.
- Komunikasikan keterbatasan sungkup pada pengguna.
- Beri label mengenai setiap larangan, misalnya, jangan menggunakan *perchloric acid*.
- Sistem Alarm
- Pertimbangkan kebutuhan di masa mendatang.

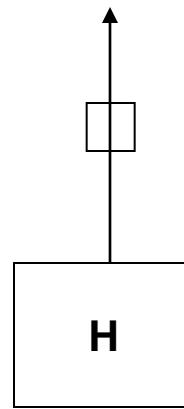




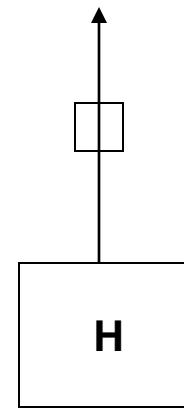
# Pertimbangan Tentang Manifold sungkup

## sungkup Tunggal - Kipas Tunggal

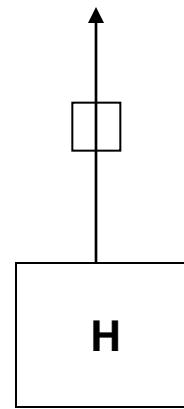
1000 CFM

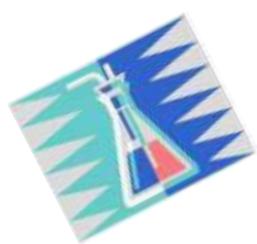


1000 CFM



1000 CFM



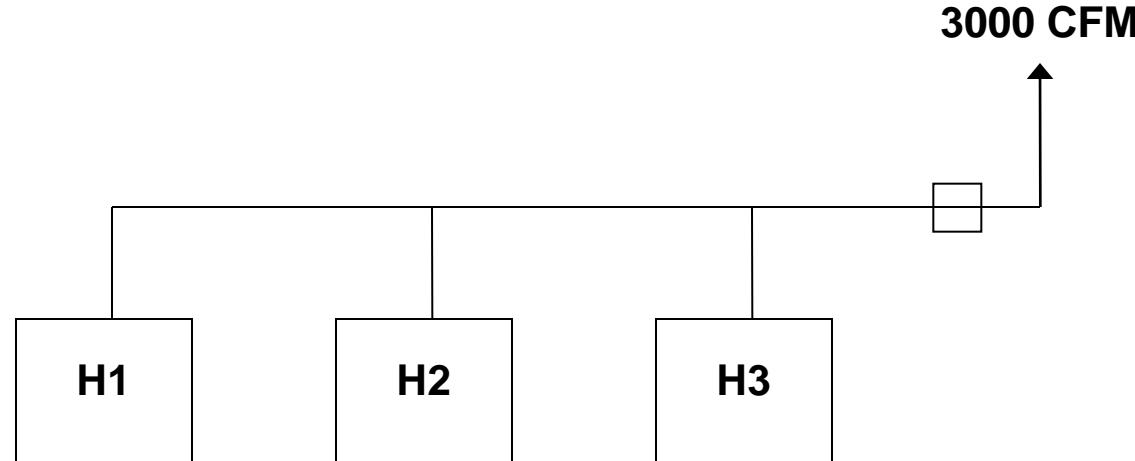


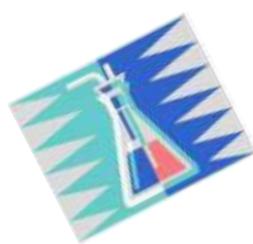
# Pertimbangan Tentang

---

## Manifold sungkup

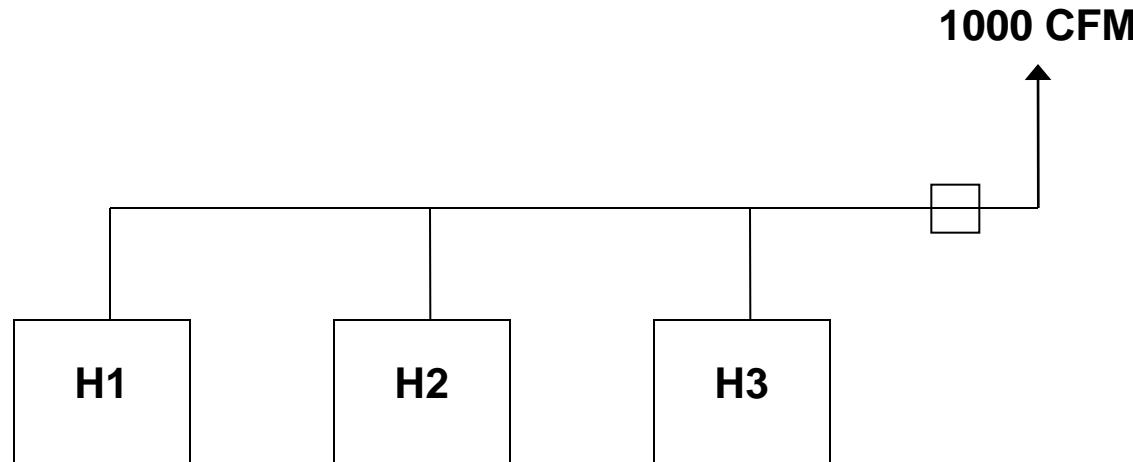
### Manifold: 3 sungkup, 1 Kipas

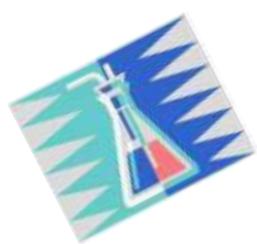




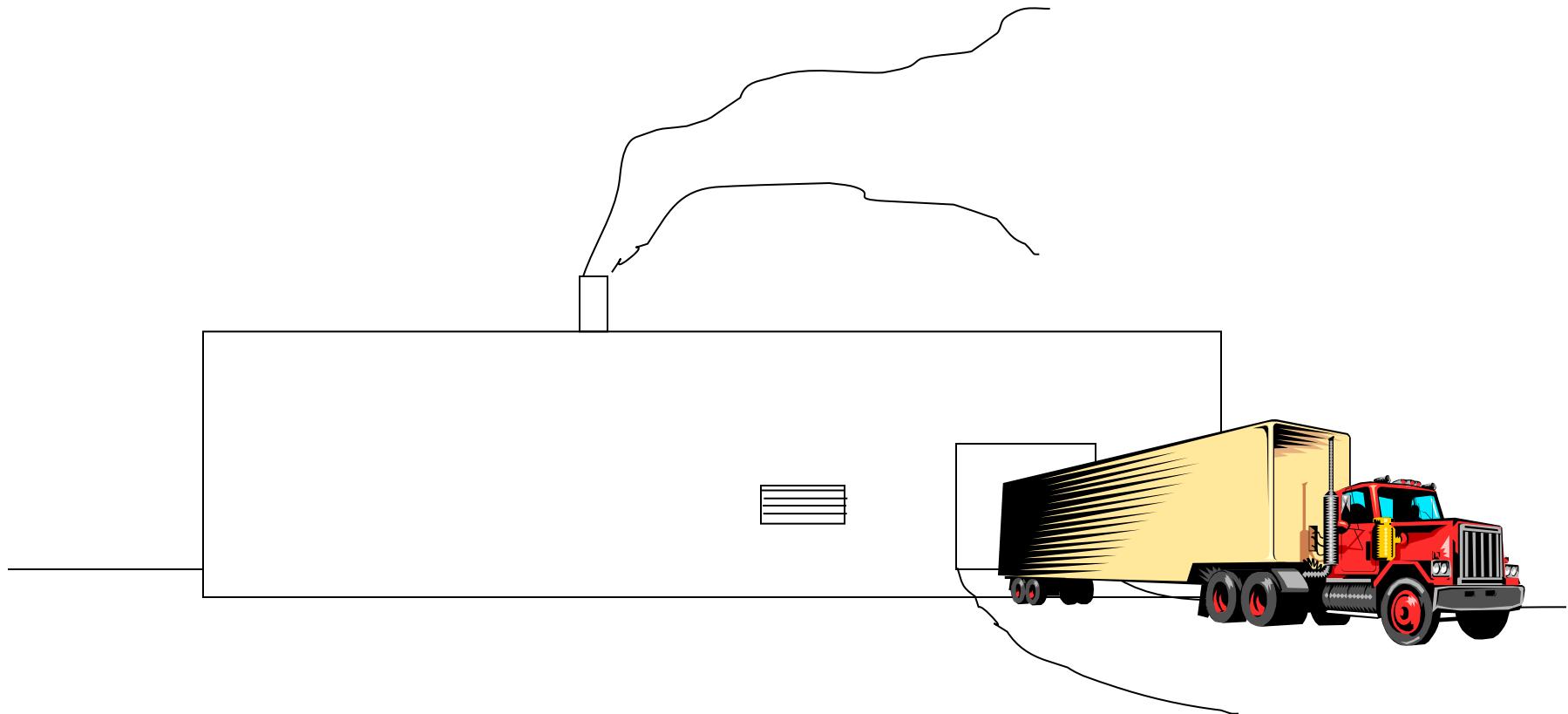
# Pertimbangan Tentang Manifold sungkup

Keragaman sungkup = 33%



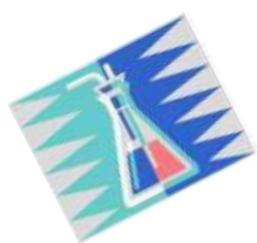


# Rancangan Ventilasi: Hindari Sirkulasi Kembali Udara Buangan



350

350

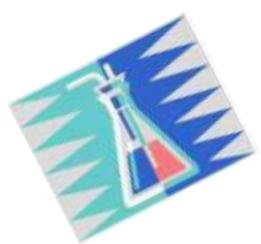


# Tata Letak Lab

---

- Coba untuk meletakkan sungkup, utilitas dan peralatan keselamatan di posisi yang relatif sama di semua lab.
- Letakkan *sink* di tengah-tengah
- Ruang antara bangku-bangku harus memungkinkan orang untuk melewati satu sama lain ( $\geq 1.5$  m).
- Rincian akan diberikan pada presentasi tentang:
  - sungkup lab
  - *Shower* keselamatan/ pencuci mata
  - Pengelolaan bahan kimia

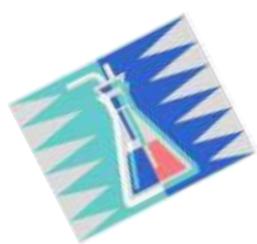




# Tata Letak Lab

- Bahan bangunan harus sesuai untuk bahan kimia
  - Permukaan bangku
  - Kabinet & Rak
  - Lantai
  - Hindari pipa pembuangan dari logam
- Simpan bahan kimia dan limbah dengan aman – tidak muah tumpah atau terbalik.
- Simpan bahan kimia curah di ruang penyimpanan – bukan di lab.
- Kontrol akses ke lab, khususnya selama jam istirahat



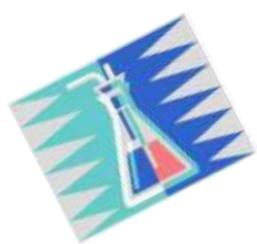


# Modifikasi atau *Decommissioning* Laboratorium

---

- Ketika lab dimodifikasi atau ditinggalkan, pastikan bahwa:
  - Bahan kimia telah dipindahkan ke lab lainnya dengan aman, dikembalikan ke ruang penyimpanan, atau dibuang dengan benar.
  - Setiap kontaminasi telah disingkirkan dari:
    - Ruangan (lantai, langit-langit, tembok)
    - Furnitur
    - Peralatan dan perabotan
    - Sistem pemipaan
    - pekerjaan saluran HVAC





---

# Kesimpulan

Bersama kita dapat merancang, membangun, dan mengoperasikan laboratorium yang selamat/aman!