

PETUNJUK TEKNIS

KURSUS KESELAMATAN DI LABORATORIUM KIMIA

PENGANTAR

Satu tujuan penting pembelajaran ilmu kimia bagi mahasiswa dari berbagai disiplin ilmu sains pada kursus keselamatan di laboratorium adalah mempelajari risiko dan taksiran pengalaman saat bekerja dengan menggunakan senyawa kimia berbahaya. Mahasiswa akan dikenalkan supaya dapat memutuskan sendiri taksiran keselamatan pada setiap tingkat pendidikannya. Kepedulian pada risiko yang mungkin dihasilkan dari setiap pendekatan kegiatan adalah tujuan lain dari kursus ini dan memiliki kepentingan yang sama sebagaimana pembelajaran kandungan sains yang lebih kompleks dan menawarkan pengetahuan pada hampir semua pengembangan teknis laboratorium terbaru.

Tujuan dari pendidikan modern haruslah mempelajari penanganan bahan kimia dengan aman di kursus laboratorium seperti halnya kewaspadaan untuk melindungi dari risiko terhadap diri sendiri dan orang lain yang bekerja di laboratorium. Lebih lanjut, merupakan hal penting untuk memiliki tanggungjawab terhadap lingkungan dan kalangan umum untuk selalu mengikuti pedoman dan instruksi kerja. Supaya dapat menghindari pembentukan limbah laboratorium, maka akan sangat berguna upaya untuk mengurangi volume kerja (batch). Sintesis multi tingkat dapat diterapkan dan produk dapat digunakan sebagai material awal untuk eksperimen berikutnya dalam rangka upaya penghematan bahan kimia.

Beberapa perundang-undangan hukum, peraturan dan petunjuk teknis diadakan untuk mengatur hampir semua bidang penanganan yang amatn terhadap bahan kimia dan peralatan berbahaya. Akan tetapi hal yang penting adalah menanamkan kepedulian terhadap keselamatan yang berdasarkan pada dasar-dasar ilmu kimia supaya menghindari kecelakaan di laboratorium. Statistik tahunan tentang kecelakaan kerja menunjukkan bahwa kecelakaan hanya disebabkan karena sedikit kasus seperti kerusakan instalasi teknis dan peralatan. Hampir pada banyak kasus (sekitar 80 %) terjadi karena kesalahan manusia, dimana akibat kesenjangan antara pengetahuan tentang risiko bahan berbahaya dan ketidaktahuan tentang reaksi kimia yang memegang peran penting. Kecelakaan tidak jarang terjadi karena sikap dan perilaku operator yang dapat terjadi karena bekerja dalam waktu lama yang secara potensial akan menghasilkan metoda yang berbahaya dan berakibat mengabaikan tingkat keselamatan.

Untuk mencapai tujuan yang telah dijabarkan di atas maka sangatlah penting untuk memformulasikan instruksi kerja yang spesifik untuk setiap kursus laboratorium. Petunjuk ini dapat didasarkan pada instruksi kerja umum di laboratorium. Instruksi kerja ini akan meniadakan beberapa aspek spesifik tentang percobaan laboratorium secara umum dan ditambah dengan informasi-informasi penting seperti berikut :

- Daftar semua bahan kimia yang digunakan di laboratorium termasuk frase R dan frase S (perkecualian untuk senyawa-senyawa yang harus dianalisis dalam eksperimen analisis, karena hal ini akan bertentangan dengan tujuan pembelajaran)
- Manual kerja untuk semua peralatan jika tidak diberikan pengarahannya secara lisan.
- Instruksi percobaan dan penanganan secara detail atau daftar referensi.

Instruksi kerja untuk setiap kursus laboratorium ini haruslah dapat dibaca semua mahasiswa dan dapat dibawa mahasiswa.

Bagi pemula dalam bidang kimia, farmasi dan biologi haruslah dikenalkan pada bekerja secara aman sebelum kursus di laboratorium kimia atau penyelenggaraan eksperimen yang khusus. Hal ini dapat dilakukan baik berupa kursus pendahuluan atau acara khusus pada awal kursus di laboratorium itu sendiri. Pada studi yang berkelanjutan, mahasiswa akan dikenalkan hal ini pada bagian awal dari setiap kursus jika melibatkan senyawa kimia yang berbahaya. Pengetahuan awal dapat diharapkan sebagai upaya pengenalan dengan bahan kimia berbahaya. Para pemula harus menambah informasi yang bermanfaat tentang instruksi kerja ini dari dosen penanggungjawab.

Untuk ukuran keselamatan ini maka sangatlah penting untuk mengetahui peralatan darurat yang dibutuhkan dan lokasi keberadaannya di laboratorium. Item-item yang penting adalah :

- pintu darurat, jalur penyelamatan dari kebakaran dan jalur penyelamatan secara umum
- sistem alarm, telepon, dan peralatan panggilan darurat lainnya
- alat pemadam kebakaran, alarm kebakaran dan jaket api
- masker pernafasan dan alat penyaring lainnya, shower keselamatan dan pencuci mata
- kit untuk pertolongan pertama (P3K), ruangan pertolongan pertama, dan kantor dosen (untuk panggilan).

Hal yang dapat menjadi pertanyaan baik bagi semua mahasiswa dan staf di laboratorium adalah apabila terjadi kasus darurat berupa :

- Bahan kimia mana yang bersifat eksplosif (mudah meledak), toksik (beracun), dan sangat mudah menyala.
- Siapa yang bertugas mematikan gas, air, listrik dan jalur penyuplai lainnya, serta bagaimana caranya.
- Elevator dan lemari asam tidak akan dijalankan jika terjadi kebakaran.
- Pemadam api harus selalu diisi ulang setiap periode waktu tertentu.
- Tabung gas silindier bertekanan tinggi harus dijaga dengan benar supaya tidak jatuh.
- Apakah arti “perlindungan diri sendiri”
- Ukuran keselamatan yang mana yang harus diambil ketika terjadi kasus yang serius
- Dimana informasi keselamatan dapat diperoleh ketika dibutuhkan.

Sebelum memulai eksperimen yang berbahaya, mahasiswa yang bekerja berdekatan juga harus ikut diperkenalkan dengan ukuran risiko dan keselamatan eksperimen tersebut. Hal ini perlu jadi pertimbangan di laboratorium kimia jika beberapa mahasiswa bekerja pada lemari asam yang sama.

Gambaran umum untuk perlindungan kesehatan personal

Beberapa item prinsip yang harus diamati supaya menjami perlindungan kesehatan secara personal adalah :

- Saat bekerja di laboratorium, baju kerja yang nyaman harus telah dikenakan. Untuk beberapa eksperimen laboratorium biasa, cukup mengenakan jas laboratorium berlengan panjang yang terbuat dari bahan tidak mudah meleleh (disarankan dari katun atau kain campuran poliester dan katun). Jas laboratorium tidak harus dikenakan di ruangan lain seperti ruang kuliah, perpustakaan, ruang makan dan lain sebagainya supaya menghindari kontaminasi dengan bahan kimia yang melekat.
- Sepatu yang stabil dan tertutup harus dikenakan.
- Selama bekerja di laboratorium, kacamata gelas dengan pelindung samping harus dikenakan.
- Saat menjalankan eksperimen, mahasiswa tidak boleh meninggalkan laboratorium jika suatu pengukuran yang kontinyu dibutuhkan dan tidak ada orang lain yang tahu tentang eksperimen tersebut dan dapat menangani kegiatan tersebut. Pada kasus eksperimen yang berbahaya, maka paling sedikit dua orang yang harus ada.

- Pada wilayah di laboratorium, makanan atau barang konsumsi harus disimpan dan dilarang dimakan supaya tidak ada risiko terkontaminasi.
- Terkait dengan risiko akibat adanya peningkatan wadah yang biasa digunakan untuk makanan atau barang konsumsi, maka tidak boleh digunakan untuk menyimpan bahan kimia, dan juga sebaliknya (makanan tidak boleh ditempatkan pada wadah yang biasa digunakan untuk bahan kimia).
- Merokok tidak diijinkan di laboratorium terkait dengan risiko bahaya pernafasan akibat rokok terkontaminasi seperti halnya dengan bahan makanan, dan terkait dengan risiko percikan api dan ledakan dengan bahan kimia yang mudah terbakar.

Ukuran perlindungan diri selama penanganan dan formulasi bahan kimia berbahaya

Secara prinsip, selama penanganan dan formulasi bahan kimia berbahaya dari setiap kontaminasi atau ancaman bahaya dari seseorang dan lingkungan, maka peningkatan bahaya harus dihindari. Supaya menjamin bahwa hal ini menjadi penting bagi setiap orang yang menangani bahan kimia, haruslah memiliki pengetahuan yang cukup pada hal-hal berikut :

- Bagaimana bahan kimia disimpan secara tepat ?
- Pada wadah mana yang cocok untuk menyimpan bahan kimia secara aman ?
- Pada kondisi seperti apa bahan kimia dapat ditempatkan pada lemari asam dan bagaimana ukuran keselamatan yang harus diambil ?
- Bagaimana pencampuran bahan-bahan kimia (yang terkadang berbahaya) dapat dihindari ?
- Bagaimana bahan kimia dapat dipindahkan tanpa ada risiko wadah yang pecah dan kehilangan bahan kimia ?
- Bagaimana cara pemusnahan bahan kimia atau cara menghindari terjadi kontak dengan kulit selama proses pemusnahan ?
- Apakah ukuran yang harus diambil jika bahan kimia terjatuh atau hilang akibat berbagai cara ?

Peraturan yang ada sejauh ini tentang penanganan bahan kimia berbahaya telah disusun oleh Chemical Acts (sebagai contoh : German ChemG). Hukum ini akan melindungi pekerja dan lingkungan dari pengaruh bahaya suatu senyawa kimia dan formulasinya, khususnya untuk mengidentifikasi pengaruh bahan kimia, menyatakan secara tegas dan menghindari keberadaan bahan kimia berbahaya tersebut. Chemical Acts akan menjamin bahwa suatu

senyawa baru akan diuji untuk setiap potensi bahayanya sebelum dikenalkan di pasaran. Sesuai dengan hasil pengujian ini maka ukuran bahaya dari bahan akan ditentukan selama produksi dan penggunaan bahan tersebut. Hasil dari pengujian akan menjadi dasar untuk pelabelan senyawa yang berbahaya, seperti penentuan simbol bahaya, yang dapat memberi petunjuk risiko khusus dan menentukan rekomendasi keselamatan.

PENYIMPANAN BAHAN KIMIA

Bahan kimia harus disimpan dalam kemasan asli dari produsen, jika memungkinkan, mengingat label kemasan memberikan informasi yang berharga terkait dengan simbol bahaya dan frase R & S. Jika wadah lain digunakan, maka haruslah digunakan pelabelan yang sama. Upaya melindungi label dari pengaruh bahan kimia dan menjaga supaya melekat baik maka haruslah dilapisi dengan lembaran plastik transparan. Label ini harus terlihat jelas dan ditulis dengan pencil atau tinta yang permanen.

Wadah dan botol untuk penyimpanan bahan kimia harus dibuat dari bahan yang kuat. Wadah plastik atau gelas sering digunakan untuk keperluan ini. Untuk penyimpanan bahan kimia yang sangat sensitif seperti dietil eter yang cenderung berubah membentuk peroksida yang berbahaya maka gelas berwarna gelap harus digunakan. Jika botol plastik digunakan harus diperkirakan bahwa bahan sangat mungkin akan rusak akibat pengaruh cahaya matahari dan dapat pecah. Botol seperti ini harus berulang kali dicek dan bahan kimia dipindahkan pada wadah yang lain, jika diperlukan. Perhatian khusus harus dilakukan pada kemungkinan perpindahan pelarut organik melalui dinding botol plastik.

Pembuangan stock bahan kimia yang sudah tidak terpakai perlu dilakukan secara berulang. Semua bahan kimia dalam laboratorium harus diperiksa pada periode tertentu, minimal satu kali setahun. Bahan kimia yang mungkin melepaskan racun, bersifat korosif atau gas-gas yang mudah terbakar, atau debu perlu dicadangkan hanya dalam jumlah kecil di lemari asam.

PEMINDAHAN DAN TRANSFER BAHAN KIMIA KE WADAH LAIN

Selama pemindahan bahan kimia, perhatian perlu ditekankan untuk menghindari wadah jatuh atau kehilangan bahan. Wadah gelas yang terisi penuh biasanya merupakan hal yang sangat mudah pecah. Wadah seperti ini tidak boleh dibawa dengan memegang leher

wadah, tetapi harus dipindahkan dengan menggunakan kantong, rak, perangkat bergerak atau keranjang.

Pemindahan bahan kimia dari satu wadah ke wadah lain selalu memperhitungkan risiko tumpah dan dengan demikian sangat mungkin terjadi kontak dengan kulit dan terkontaminasi pada baju. Sebagai tambahan, gas dan debu dapat terhirup. Debu juga dapat menyebabkan api jika tidak penanganan tidak diambil terhadap peralatan elektrostatik.

Supaya menurunkan risiko yang mungkin terjadi, suatu kain alas untuk cairan atau bubuk harus selalu digunakan, bahkan untuk pengguna yang memiliki kemampuan cukup untuk menangani bahan kimia tanpa peralatan umum. Selama pengisian cairan, baik bahan yang toksik atau korosif, pengisian ke dalam tangki seperti ini harus digunakan. Hal yang sama harus dikerjakan pada pengisian padatan atau serbuk, lembar alas seperti kertas haruslah digunakan.

Pada kondisi tidak ada pengaruh lain, tidak diijinkan untuk memipet cairan dengan menghisap menggunakan mulut karena diketahui banyak kecelakaan kerja terjadi karena hal ini termasuk kasus keracunan dan kerusakan jaringan mulut. Kebiasaan ini juga akan diikuti pada kasus cairan yang berbahaya untuk menghindari budaya yang salah dalam aktivitas kerja harian di laboratorium. Untuk pengisian cairan di pipet dapat dibantu menggunakan pipet bola.

ASPEK PENTING Pengerjaan Eksperimen yang Aman

Kami meminta penurunan eksperimen-eksperimen laboratorium yang berisiko untuk dikaji ulang dan diatur dengan baik. Untuk keperluan ini, petunjuk kerja sangatlah berguna. Petunjuk ini tidak hanya berisikan spesifikasi reaksi tetapi juga memberi label dari setiap senyawa yang digunakan. Informasi penting lebih lanjut dibutuhkan berupa risiko yang mungkin terjadi bagi orang dan lingkungan, taksiran perlindungan diri dan instruksi tentang pertolongan pertama pada kasus darurat, dan informasi tentang taksiran pemusnahan dari limbah yang dihasilkan.

Sebelum memulai eksperimen, perlu diperiksa apakah tersedia cukup waktu untuk menyusun eksperimen sesuai alokasi waktu. Jika tidak maka perlu diputuskan jika suatu eksperimen dapat dihentikan dengan aman pada selang waktu tertentu tanpa memberikan kerugian yang berpengaruh.

Semua bahan kimia dan peralatan yang dibutuhkan untuk suatu unjuk kerja yang aman harus diperhatikan dari awal. Beberapa hal perlu dianjurkan bekerja dengan bahan kimia di

lemari asam. Eksperimen harus dilaksanakan di lemari asam jika melibatkan bahan-bahan yang bersifat toksik atau korosif dan / atau gas, uap atau aerosol yang mungkin terlepas dalam konsentrasi yang membahayakan. Sebagai contoh untuk hal ini adalah penguapan atau pemanasan senyawa menggunakan pemanas minyak terbuka.

Untuk memastikan unjuk kerja lemari asam tetap baik maka pintu depan dan jendela samping harus ditutup selama melakukan eksperimen. Tenaga maksimum hanya dimungkinkan jika aliran udara tidak terganggu. Yang terbaik hal ini dapat dicapai dengan jalan memindahkan semua tabung dan gelas dari tempat kerja di lemari asam jika barang-barang tersebut tidak diperlukan. Gangguan aliran dapat juga meningkat akibat sumber panas. Biasanya nyala api terbuka seperti kompor Bunsen memiliki pengaruh yang sangat nyata terhadap unjuk kerja lemari asam dan hal ini jelas harus dihindari.

Mengingat bahan-bahan kimi biasanya bersifat berbahaya maka bahan ini tidak boleh terjadi kontak dengan kulit selama penanganan. Bahan-bahan yang berbahaya harus ditangani hanya dalam jumlah yang kecil dan peralatan pelindung yang nyaman harus dikenakan.

Pada praktikum laboratorium untuk mahasiswa, bahan-bahan karsinogenik, mutagenik dan teratogenik dilarang diterapkan. Bahan-bahan seperti ini secara prinsip dapat digantikan dengan bahan lain yang efeknya lebih rendah jika tujuan pembelajaran dapat dicapai melalui pendekatan didaktik, metodologi dan saintifik. Perkecualian untuk pergantian fungsi bahan ini hanya dapat dibuat jika eksperimen sangat penting berpengaruh sangat besar pada aspek harian dari ilmu yang terkait. Pada praktikum laboratorium dasar untuk mahasiswa tingkat sarjana, eksperimen seperti ini akan diselenggarakan pada akhir praktikum jika mahasiswa telah memiliki keterampilan kerja yang memadai dan praktikum secara umum telah dikenalkan terlebih dahulu.

Selama pemanasan bahan cairan tertentu, perhatian harus dijaga supaya tidak terjadi prose mendidih yang berlebihan dan terjadi percikan keluar dari wadah dengan menggunakan batu pendidih atau pengaduk magnet. Saat pemanasan cairan dalam tabung reaksi, tabung harus digoyang secara terus-menerus supaya menghindari pendidihan yang mendadak yang dapat memungkinkan seluruh cairan keluar dari tabung reaksi. Untuk alasan keamanan, tabung yang terbuka tidak boleh dihadapkan pada diri sendiri atau orang lain yang di dekatnya. Jika diperlukan bahan yang terpercik harus segera dibersihkan misal pertama kali dengan jalan netralisasi asam atau basa dan kemudian cairan dilap dengan menggunakan sarung tangan pelindung.

ASPEK KEAMANAN PENGGUNAAN SARANA DAN ALAT SELAMA EKSPERIMEN

Hampir semua eksperimen dengan bahan kimia dilakukan menggunakan peralatan gelas. Gelas memiliki banyak keuntungan dalam eksperimen kimia. Gelas tidak hanya bersifat non reaktif tetapi juga dapat menyajikan pengamatan visual selama reaksi berlangsung. Tetapi gelas dapat mudah pecah dan hal ini dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan. Luka terpotong atau tergores dari pecahan peralatan gelas merupakan salah satu luka yang sangat sering terjadi di laboratorium. Peralatan tersusun dari bahan gelas dapat menyebabkan bahan kimia yang berbahaya dan memungkinkan terjadinya kebakaran. Susunan peralatan gelas harus dilakukan dengan mengikuti petunjuk kerja yang aman. Penggunaan bagian peralatan yang tidak cocok harus dihindari seperti penggunaan tipe gelas yang berbeda, sambungan peralatan gelas yang tidak sesuai, dan lain sebagainya. Susunan peralatan gelas yang kompleks harus dibangun tanpa tekanan mekanik yang dapat memungkinkan gelas pecah. Hal ini dapat dilakukan pada tempat yang aman (yang terbaik adalah di lemari asam) dan aman dari gangguan.

Peralatan laboratorium biasanya disusun pada sistem terbuka pada kondisi atmosfer supaya menjamin kompensasi tekanan dan menghindari ledakan, perkecualian reaktor autoklaf yang terbukan dari bahan logam baja dan non korosif.

Pada banyak kasus, peralatan yang menggunakan listrik umum digunakan seperti pengaduk, pemanas, sentrifus dan lain-lain. Peralatan seperti ini harus dalam kondisi teknis yang baik dan memenuhi spesifikasi keamanan untuk dioperasikan dengan listrik. Hal ini harus diperiksa selama kisaran waktu tertentu oleh teknisi yang ahli meliputi perbaikan kabel yang tersayat, sambungan, konsluiting dan lain-lain atau menggantinya jika terjadi kerusakan. Pemeriksaan keamanan yang diperlukan untuk peralatan bersifat bergerak juga perlu dilakukan setara dengan peralatan diam. Pompa dan pengaduk biasanya dioperasikan dengan menggunakan motor listrik. Peralatan ini biasanya tidak dapat meledak.

Pada eksperimen yang menggunakan bahan kimia yang sangat mudah meledak seperti gas hidrogen atau hidrogen sulfida, motor listrik dapat diganti dengan menggunakan turbin air atau motor udara. Sebelum memulai eksperimen, bagian-bagian yang umum pada setiap peralatan perlu diperiksa unjuk kerjanya. Hal ini meliputi pompa vakum, sistem pendingin, pengaduk dan beberapa peralatan listrik lainnya – **sebelum bahan kimia ditambahkan ke dalam peralatan.**

PEMANASAN DAN PENDINGINAN

Sebagai sumber panas, kompor Bunsen, pemanas listrik datar, mantel pemanas dan wadah pemanas dapat digunakan. Pada kasus bahan kimia yang mudah terbakar, pemanas terbuka tidak boleh digunakan. Penggunaan wadah pemanas adalah merupakan metoda yang aman untuk transfer panas. Wadah pemanas melakukan transfer panas dengan temperatur yang tidak jauh berbeda. Dengan menggunakan wadah pemanas, wadah harus diisi dengan ketinggian tertentu, karena transfer panas oleh cairan merupakan bagian yang tidak terpisahkan saat terjadinya kenaikan panas yang signifikan saat pemanasan. Lebih lanjut, cairan untuk transfer panas dan bahan kimia yang dipanaskan tidak boleh mengalami reaksi satu sama lain yang membahayakan jika peralatan reaksi pecah selama eksperimen berlangsung. Hal ini harus diterapkan pada banyak kasus sebagai contoh logam natrium atau kalium terendapkan tidak boleh dipanaskan dengan menggunakan pemanas air.

Sebagai aturan prinsip maka sumber panas harus ditempatkan pada kedudukan tertentu sehingga pemanas dapat dipindahkan dengan mudah dan tanpa perubahan susunan peralatan reaksi. Suatu metoda yang cocok untuk kasus ini adalah dengan menggunakan pemanas naik turun.

Selama pemanasan, peralatan yang mengandung bahan kimia dapat terbakar maka pendingin harus digunakan. Jika pendingin ini dioperasikan dengan menggunakan air maka sambungan selang untuk mengumpan dan mengalirkan air harus dijaga kuat dengan menggunakan klep penjepit. Hal ini harus dilakukan dengan baik supaya pendinginan tetap terjaga tanpa menyela selama pelaksanaan eksperimen guna menghindari kejadian kebakaran api yang membahayakan atau bahkan terjadi ledakan. Pada eksperimen dimana logam alkali dan alkali tanah atau logam hidrida digunakan, pendingin gelas harus diganti dengan menggunakan pendingin logam yang lebih stabil. Sebagai bahan pendingin di laboratorium, es, campuran es dan garam ($\text{NaCl} - 21\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\text{CaCl}_2 - 55\text{ }^{\circ}\text{C}$), campuran es kering dan pelarut ($- 78\text{ }^{\circ}\text{C}$), atau nitrogen cair umum digunakan. Bahan pendingin ini ditempatkan pada tabung Dewar sebagai penghambat panas. Tabung Dewar merupakan gelas bulat dengan dinding lapis yang dihampkan yang dapat pecah dengan mudah. Tepi atas dinding tabung Dewar biasanya cukup berbahaya. Dengan demikian, tabung Dewar biasanya diselubungi dengan menggunakan jaket logam, plastik yang sangat kuat atau bahan lainnya, dan pengguna harus menggunakan sarung tangan perlindungan diri.

Cairan yang mudah terbakar harus ditempatkan pada refrigerator atau pendingin jika bahan ini juga tersusun dari bahan yang mudah meledak.

BEKERJA PADA KONDISI PENGURANGAN TEKANAN DAN VAKUM

Saat bekerja di laboratorium, kondisi pengurangan tekanan atau vakum sering digunakan, sebagai contoh proses destilasi dari senyawa yang mudah terdekomposisi atau pengeringan bahan kimia dalam desikator. Selama proses pengurangan, tekanan sekitar 1 kg/cm² tetap tersisa pada permukaan gelas yang dihasilkan dari tekanan atmosfer. Tekanan ini dapat menekan wadah jebol jika peralatan gelas tidak cukup kuat untuk aplikasi vakum atau peralatan telah retak pada permukaan (biasanya retak tidak terlihat). Akibat terjadinya ledakan, peralatan gelas dapat terlempar ke segala arah dan dapat melukai beberapa orang di sekitarnya (mata atau luka). Oleh karena itu, sangat dibutuhkan upaya perlindungan yang efektif untuk mengatasi ledakan ini dengan menggunakan bahan pelindung, selubung desikator dan lain sebagainya, dan umumnya digunakan pada peralatan vakum dengan ukuran yang cukup besar.

Wadah gelas yang beralas datar seperti gelas erlenmeyer tidak boleh digunakan untuk pemindahan karena menyebabkan terjadinya risiko ledakan.

Hal yang harus dicatat adalah pemvakuman dengan menggunakan pompa air jet atau pompa diafragma tidak kurang berbahaya jika dibandingkan dengan menggunakan pompa vakum berkemampuan tinggi. Tekanan yang dihasilkan dari permukaan gelas hampir selalu sama pada kasus-kasus tersebut. Bahkan untuk penerapan pemvakuman yang relatif sedang pada cawan penyaring (Buchner) untuk menyaring endapan akan menghasilkan tekanan sebesar 300-800 g/cm² pada permukaan gelas. Suatu aerasi tertentu pada pemanasan, peralatan evakuasi harus dihindari, karena campuran uap-udara yang dihasilkan dapat menyebabkan terjadinya ledakan.

BEKERJA PADA TEKANAN TINGGI

Reaksi dengan tekanan yang meningkat (tekanan berlebih) akan dilakukan dengan menggunakan peralatan yang terbukti kuat. Peralatan untuk tekanan tinggi (seperti tabung bomb, autoklaf) harus memenuhi ketentuan aturan "Pressure Vessel's Ordinance" (Druckbehälterverordnung) yang terkait dengan pembuatan, penyusunan dan cara kerja sebagai baikan dari laboratorium khusus dengan tekanan tinggi. Pelapis tabung tidak boleh

dihilangkan dari mantel logam atau oven selama pengisian tekanan. Langkah kerja autoklaf dilakukan di laboratorium khusus dan harus selalu diperiksa secara rutin untuk memastikan proses dapat berlangsung dengan aman. Batas tekanan dan temperatur yang diberikan oleh produsen tidak boleh terlampaui.

PENGERINGAN PERALATAN LABORATORIUM

Oven pengering di laboratorium pengering biasanya tidak didesain tahan ledakan dan tidak terhubung dengan sistem pembuangan udara. Peralatan laboratorium yang dikeringkan dalam oven dilakukan setelah dibersihkan dan dicuci dengan air.

Untuk pengeringan bahan kimia dan produknya yang mungkin melepaskan gas atau uap mudah terbakar, termasuk juga campuran maka oven yang terbukti tahan ledakan harus digunakan.