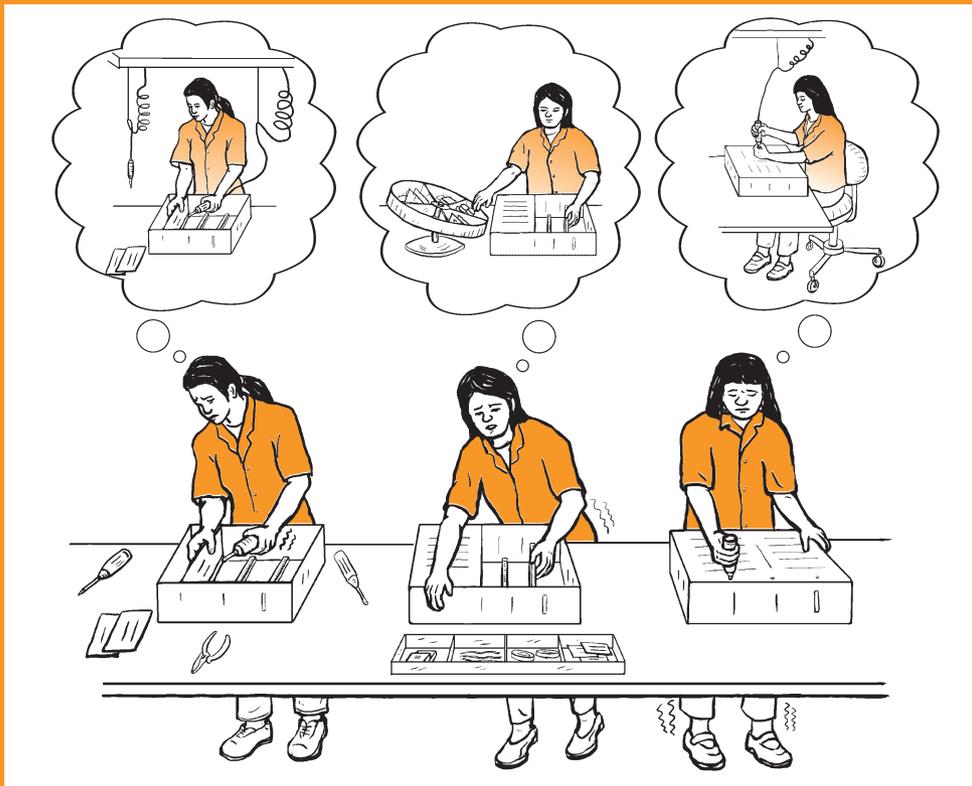


Kesehatan Pekerja di Pabrik Elektronik



Pengantar

Publikasi ini memuat informasi tentang resiko kesehatan kerja di pabrik elektronik. Secara sederhana, bahasa yang mudah dimengerti dan banyak menggunakan ilustrasi, Kesehatan Pekerja di Pabrik Elektronik mencakup proses kerja mulai dari membuat microchip hingga merakit produk akhir, melewati berbagai langkah dan area kerja dengan tujuan membantu pekerja memahami resiko yang mereka hadapi di setiap proses. Ada fokus khusus pada bahan kimia berbahaya yang digunakan dalam industri elektronik.

Informasi ini adalah bagian kecil dari manual yang lebih besar tentang kesehatan dan keselamatan pekerja yang diterbitkan oleh Hesperian, *A Worker's Guide to Health and Safety* (Panduan Kesehatan dan Keselamatan untuk Pekerja). Manual ini tidak hanya melihat bahaya pekerjaan seperti gerakan berulang dan bahan kimia beracun, tetapi juga mengakui bagaimana masalah sosial seperti kekerasan, upah rendah, dan lainnya memengaruhi kesehatan dan kesejahteraan pekerja.

Pabrik-pabrik yang memproduksi peralatan elektronik yang kita gunakan setiap hari tampil lebih modern, bersih dan tempat kerja yang rendah resiko. Tapi hampir di semua langkah dalam pembuatan produk elektronik, digunakan bahan kimia yang kita tahu merusak kesehatan dan lingkungan. Dan walaupun mereka diketahui berbahaya, pekerja yang bekerja di area ini jarang diberikan informasi tentang efek samping yang berbahaya dan bagaimana mencegahnya.

Kesehatan Pekerja pada Pabrik Elektronik menyajikan dengan jelas, langkah ilustrasi untuk menolong Anda:

- memastikan bahan kimia apa yang anda kerjakan, memahami efek kesehatan dan berbagi informasi lainnya.
- memahami area kerja mana yang paling beresiko.
- menyadari pentingnya kesehatan dan keselamatan tempat kerja.
- memastikan setiap area kerja memiliki rencana darurat pada kecelakaan.
- mempromosikan upaya kolektif untuk melindungi kesehatan pekerja.
- menyediakan pertolongan pertama untuk paparan bahan kimia tertentu.

Dengan daftar beranotasi dari hampir 100 bahan kimia, Kesehatan Pekerja di Pabrik Elektronik adalah alat yang berharga untuk mendukung pekerja dalam memperjuangkan kesehatan, keselamatan, dan martabat mereka.

Anda dapat menemukan sumber ini bersama dengan bagian-bagian lainnya di Hesperian's HealthWiki: hesperian.org/hhg/Workers_Guide_to_Health_and_Safety

Silakan kirim komentar dan saran Anda tentang cara meningkatkan buku ini. Email kami di: hesperian@hesperian.org.

Kesehatan Pekerja di Pabrik Elektronik

Terjemahan dan Adaptasi:
Lia Anggreani, Kartie Vitamerry



Judul asli: **Worker's Guide to Health and Safety**
Oleh: Todd Jailer, Mariam Lara-Meloy, dan Maggie Robbins
Edisi asli 2015 pada Hesperian Foundation
Hesperian Health Guides, www.hesperian.org

PANDUAN KESEHATAN DAN KESELAMATAN UNTUK PEKERJA:

Kesehatan Pekerja di Pabrik Elektronik
Edisi Bahasa Indonesia diterbitkan pertama kali oleh:
Yayasan Tambuhak Sinta
Jalan Rajawali VII, Srikandi III Nomor 100 Bukit Tunggul
Palangka Raya, Kalimantan Tengah 73112, Indonesia
Juli, 2019

Alih bahasa: Kartie Vitamerry, Lia Anggreani, Novi Dwi Septiana, dan
Erika Sandra Yunike
Diterbitkan pertama kali oleh:

titiktemu creative house
Yogyakarta, Juli, 2019
Cetakan pertama

Yayasan Hesperian mengizinkan pihak lain untuk mengutip, menyalin atau mengadaptasi bagian atau seluruh buku ini, termasuk ilustrasi – ilustrasi asalkan bagian yang disalin dapat disebarluaskan oleh suatu institusi tanpa mengambil keuntungan, hanya membebani biaya cetak. Setiap institusi atau perorangan yang ingin mengutip, menyalin, atau mengadaptasi bagian atau seluruh buku ini untuk tujuan komersial harus mendapat ijin dari Yayasan Hesperian.



Hesperian Health Guides

1919 Addison St. #304

Berkeley, California 94704 USA

www.hesperian.org

PENGHARGAAN

Editorial:

Bardolf Paul

Desain muka:

Kathleen Tandy

Desain dan produksi:

Franatawirawan

Penerjemah dan editor:

Kartie Vitamerry

Lia Anggreani

Novi Dwi Septiana

Erika Sandra Yunike

Ucapan Terima Kasih:

Kami mengucapkan terimakasih kepada Good Electronics dan EEC yang sudah menjadi donor sehingga buku ini dapat dicetak dan dipublikasi.

Daftar Isi

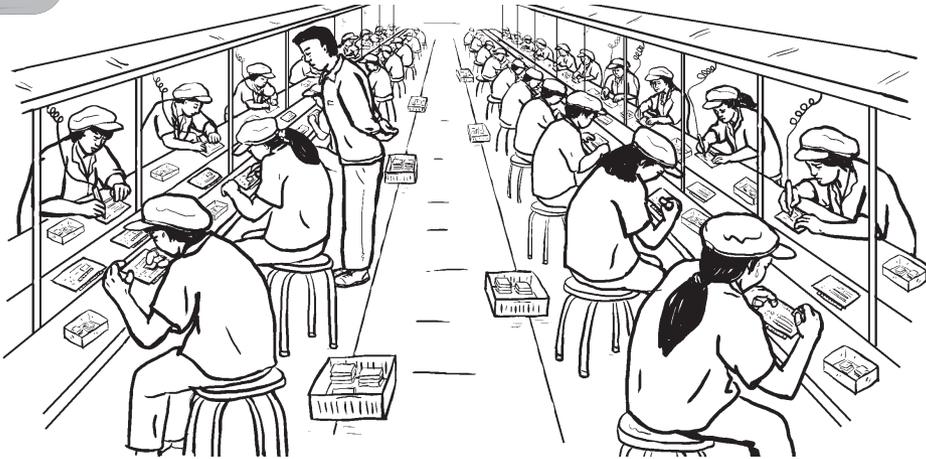
Pabrik Elektronik

Membuat dan membersihkan wafer	3
Memasang chip pada wafer	6
Membuat cetakan papan sirkuit	13
Merakit papan sirkuit yang telah dicetak	17
Merakit alat elektronik	20
Membuat alat elektronik menjadi lebih aman	28

Bahan dan material kimia yang umum digunakan

Indeks nama zat kimia	35
Bahan dan material kimia yang umum digunakan	42

Pabrik Elektronik



Jutaan orang bekerja di pabrik elektronik, membuat telepon dan perangkat yang kita gunakan. Ekonomi dunia bergantung pada mereka. Tapi mengapa kesehatan pekerja yang harus dikorbankan dalam proses pembuatannya, cedera stres, upah rendah, kondisi hidup dan kerja yang buruk? Kesehatan dan kesejahteraan mereka harus menjadi prioritas bagi pemerintah, perusahaan, dan pengelola pabrik elektronik.

Untuk meningkatkan kesehatan pekerja pabrik elektronik:

- **Pemerintah dan ILO** harus secara rutin memeriksa bahaya di pabrik elektronik dan menekan pabrik untuk meningkatkan kondisi kerja. Pemerintah harus memberikan dukungan penuh kepada pekerja yang sakit akibat pekerjaan dan memastikan ada kompensasi untuk pekerja dan keluarganya.
- **Merek** harus memastikan pabrik mereka mengikuti standar tenaga kerja lokal dan internasional, kesehatan dan keselamatan kerja, dan lingkungan. Produk yang dibuat tanpa bahan beracun, tahan lama, dan dapat didaur ulang secara aman.
- **Pabrik** harus taat pada hukum tenaga kerja, kesehatan dan keselamatan kerja, dan lingkungan. Mereka harus terbuka tentang semua bahan kimia yang mereka gunakan, dan di mana dan bagaimana penggunaannya dan memberikan informasi pemantauan tentang paparan dan penyakit kepada pekerja, masyarakat, dan pemerintah.
- **Pekerja** harus secara aktif memantau kesehatan mereka dan kondisi pabrik. Mereka harus membentuk komite kesehatan dan serikat di pabrik elektronik.

Pabrik elektronik dapat terlihat aman padahal tidak

Sulit bagi pekerja untuk mengetahui bagaimana mereka bersentuhan dengan bahan kimia di pabrik elektronik karena pabrik-pabrik terlihat aman. Ruangan di mana berbagai macam proses dilakukan terlihat sangat bersih, dengan suhu dan kelembaban yang terkontrol. Pekerja terlindungi dari kepala sampai kaki menggunakan pakaian khusus yang diberikan kepada mereka akan melindungi mereka dari bahaya di tempat kerja. Kebanyakan proses dilakukan dengan mesin.

Pabrik elektronik dibuat untuk melindungi bahan-bahan lunak di dalam barang elektronik, belum tentu melindungi pekerjanya.



Membuat dan membersihkan wafer

Wafer adalah jantung dan otak alat elektronik dibuat dengan melebur dan membentuk silikon menjadi tabung yang disebut “ingots”. Pekerja memotong ingots menjadi potongan tipis wafer dan kemudian membersihkannya menggunakan bahan kimia.

Bahan kimia untuk membersihkan wafer termasuk *solvents* (zat pelarut) dan *acids* (asam). Bahan-bahan kimia ini dapat menyebabkan iritasi dan membakar kulit Anda dan masuk ke kulit atau melalui pernafasan, ini sangat membahayakan organ dalam Anda. Salah satu bahan kimia berbahaya yang digunakan untuk membuat dan membersihkan wafer adalah asam flourida (lihat kotak di bawah).

Jika kulit Anda terkena bahan kimia:

- basuh segera area yang terkena bahan kimia menggunakan air mengalir selama 15 menit atau lebih.
- lepaskan segala peralatan pelindung yang terkena percikan sehingga tidak ada bahan kimia yang mengalir mengenai Anda lagi.

Lihat Pertolongan pertama jika kulit atau mata Anda terkena bahan kimia. Jangan kembali melakukan pekerjaan sebelum mendapatkan alat pelindung diri yang baru dan bersih.

Pertolongan pertama luka bakar akibat asam flourida (HF)

Luka bakar akibat HF tidak menimbulkan rasa sakit secara langsung, tapi menyebabkan luka bakar yang dalam. Terhirup HF juga menyebabkan luka bakar di bagian dalam tubuh dan dapat menyebabkan kematian.

1. Segera lepaskan semua pakaian yang terkontaminasi dan basuh kulit dengan air yang banyak selama 5 menit.
2. Oleskan gel kalsium glukonat pada kulit yang terkena meskipun tidak ada gejala.
3. Jika tidak ada kalsium glukonat, basuh area kulit minimal 15 menit. Anda juga bisa menggunakan kantong es untuk melambatkan luka bakar. Lihat Pertolongan pertama ketika kulit atau mata Anda terkena bahan kimia.
4. Di klinik kesehatan, mereka akan merendam dan menutup permukaan kulit dengan kalsium glukonat. Jika luka bakarnya parah, dokter akan menyuntikan kalsium glukonat secara langsung ke luka bakar.

Apa saja yang harus tersedia di pabrik Anda

Harus memiliki kamar mandi darurat dan kalsium glukonat. Informasi lebih lanjut tentang HF, lihat asam.



Pertolongan Pertama

Mencegah bahan kimia masuk ke hidung dan mulut Anda

Sistem ventilasi udara sangat penting untuk setiap pabrik elektronik, mereka perlu sistem ventilasi yang dibangun dan dipelihara dengan baik untuk membersihkan udara. Walaupun sistem ventilasi udara sudah bagus, Anda masih memiliki kemungkinan terpapar bahan kimia melalui udara dan mendapatkan masalah kesehatan. Lihat informasi lebih lanjut tentang Sistem Tata Udara (HVAC). Kenali tanda-tanda kemungkinan Anda menghirup bahan kimia:

- Anda melihat atau mencium bau bahan kimia. Namun kebanyakan bahan kimia tidak berbau atau Anda tidak mengenalinya.
- Anda memiliki masalah pernafasan, iritasi kulit atau mata, merasa pusing, gugup, atau mual.
- Anda mengalami masalah kesehatan yang mungkin disebabkan oleh bahan kimia.

Jika Anda menghirup bahan kimia, segera tinggalkan tempat kerja dan cari udara segar. Cari pertolongan medis.

Pabrik tempat Anda bekerja harus memiliki rencana darurat terkait pelepasan bahan kimia, tempat penyimpanan dan cara menggunakan APD darurat. Jika tidak, maka tinggalkan area di mana telah terjadi tumpahan bahan kimia secepat mungkin.



Menghirup bahan kimia dapat menyebabkan masalah kesehatan

Bahan kimia yang terdapat di udara dapat menyebabkan masalah pernafasan, seperti iritasi pada hidung dan tenggorokan, sehingga Anda kesulitan mendapatkan udara yang dibutuhkan tubuh. Dada Anda akan terasa sesak, seperti Anda harus menarik nafas panjang. Banyak orang mengalami batuk berkepanjangan.

Jika Anda mengalami gejala tersebut diatas, khususnya jika Anda telah menghirup uap bahan kimia, maka kunjungi petugas kesehatan. Mereka akan menguji fungsi paru-paru, dan memeriksa darah Anda. Ada beberapa tindakan: menghirup oksigen dari tabung atau menggunakan kortiko-steroid atau obat lainnya yang dapat mengurangi masalah kesehatan. Menjauh dari bahan kimia dan tidak merokok selalu bermanfaat. Tapi jangan menggunakan antibiotik.

Meskipun secara luas digunakan, terkadang kortiko-steroid disalahgunakan. Lihat buku *Where There Is No Doctor* (Ketika Tidak Ada Dokter) dan *Where Women Have No Doctor* (Ketika Perempuan Tidak Ada Dokter) untuk informasi lebih banyak.

Membersihkan wafer menyebabkan Yu-mi menderita kanker yang membunuhnya

Ketika pekerja sakit dari paparan bahan kimia di tempat kerja, mereka seringkali harus berjuang supaya mendapat pengakuan bahwa penyakit tersebut dikarenakan oleh pekerjaan.

Hal itulah yang terjadi dengan putri cantik saya. Yu-mi hanya berumur 21 ketika mengidap leukimia, kanker darah. Dia bekerja sebagai pembersih wafer di perusahaan Samsung Korea. Segera setelah diketahui, begitu juga dengan perempuan lain ditempat kerjanya. Samsung menawarkan akan membayar biaya kesehatan tapi Samsung tidak mengakui kalau penyakit ini berhubungan dengan kerja. Hal ini adalah masalah pribadi. Yu-mi berjuang selama berbulan-bulan tapi sudah terlambat. Dia meninggal di tahun 2007.



Yu-mi mendapatkan leukimia karena ditempat kerjanya menggunakan bahan kimia. Keluarga pekerja juga kehilangan anak mereka karena leukimia. Kami memutuskan untuk berjuang melawan Samsung.

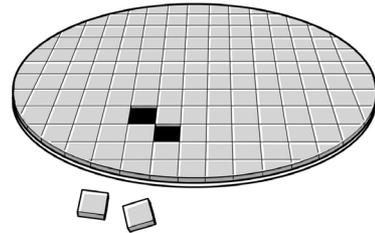
SHARP (Pendukung Kesehatan dan Hak Pekerja di Industri Semikonduktor) bersama pekerja, mantan dan keluarga pekerja melakukan aksi unjuk rasa tentang perusahaan elektronik meracuni mereka. Berbagai studi dilakukan dan kami ke pengadilan berkali-kali tapi Samsung adalah perusahaan besar dan mengakibatkan pekerja tidak mendapatkan hak mereka.

Tahun 2011, kami berhasil memenangkan gugatan Yu-mi. Tapi Samsung tidak mau kalah dan kali ini Samsung menang. Akhirnya di tahun 2014, kami memenangkan secara mutlak jika Yu-mi mengidap leukimia dikarenakan bekerja di Samsung.

Hal ini merupakan kemenangan besar dan menunjukkan jika kita bisa bersatu untuk melawan perusahaan sejenis. Kami akan terus berjuang dan untuk mengenang Yu-mi.

Memasang chip pada wafer

Untuk memasang chip satu per satu pada *wafer silicon*, pekerja menangani *wafer* melalui beberapa mesin yang menutupnya dengan bahan kimia dan memaparkannya pada cahaya ultra-violet (UV). Bahan kimia dan cahaya tersebut membangun desain masing-masing kepingan chip pada wafer. Proses pelapisan bahan kimia dan paparan terhadap cahaya ini disebut “*photomasking*.” Proses untuk melepaskan bahan kimia yang tidak diinginkan untuk menyelesaikan desain disebut “*etching*.”



Meskipun photomasking dan etching dilakukan di dalam mesin tertutup, pekerja dapat terpapar bahan kimia ketika:

- **mesin, pipa, dan ventilasi mengalami kebocoran atau tidak berkerja dengan baik.** Kebocoran dapat ditemukan dengan melakukan inspeksi rutin terhadap semua peralatan, dan memeriksa dan mengganti alat pemantau kualitas udara. Sehingga kebocoran diperbaiki segera setelah diketahui. Penjadwalan rencana perawatan akan menjaga pekerja, produksi, dan komunitas lebih aman dibandingkan hanya merespon ketika terjadi kesalahan. Pabrik yang berjalan selama 24 jam sehari secara bergiliran mungkin tidak menangani kebocoran sebaik atau secepat pabrik-pabrik yang memiliki waktu untuk memperbaiki mesin tanpa mempengaruhi produksi.
- **pekerja membuka mesin, pipa, dan ventilasi untuk membersihkan dan memperbaikinya.** Petugas pemeliharaan atau insinyur yang membuka mesin dan melakukan kontak secara langsung dengan bahan kimia menghadapi lebih banyak bahaya, namun semua pekerja akan terkena dampak ketika bahan kimia berada di udara.

Untuk melindungi semua pekerja, petugas pemeliharaan harus:

- Mengikuti semua prosedur mematikan, penguncian, dan pelabelan (*shut down, lock out, dan tag out*) ketika memperbaiki mesin.
- memakai alat pelindung tingkat tinggi.
- Memastikan pekerja yang lain sudah meninggalkan area jika kemungkinan zat kimia terpapar.

Bahaya photomasking: photoresist bahan kimia

Pekerja, aktivis, dan profesional kesehatan percaya bahwa photoresist merupakan salah satu campuran bahan kimia paling berbahaya dalam pembuatan elektronik. Perusahaan yang menggunakan photoresist biasanya menolak memberitahukan bahan kimia apa saja dan berapa banyak jumlah yang digunakan, dengan mengatakan bahwa informasi tersebut merupakan “rahasia perdagangan.” Namun, bahaya yang disebabkan pada kesehatan bukanlah rahasia.

Photoresist berisi campuran bahan kimia dari 4 kategori dasar: sensitizer (bahan kimia yang bereaksi terhadap panas atau cahaya), solvent, polimer, dan aditif. Ketika dipaparkan cahaya, beberapa bahan kimia di photoresist memecah menjadi kimia lain, disebut produk sampingan. Bahan kimia produk sampingan ini juga dapat sangat membahayakan kesehatan pekerja.

Photoresist menyerap cepat ke kulit. Pakailah sarung tangan, pakaian, dan alat pernafasan anti-bahan kimia yang tepat untuk melindungi dari photoresist dan produk sampingannya.

Beberapa bahan kimia berbahaya di photoresist

Ada berbagai macam bahan kimia yang berbeda di dalamnya dan terlepas oleh berbagai photoresist yang menyulitkan untuk mengetahui bahan yang mana yang menyebabkan masalah kesehatan di pabrik Anda. Beberapa bahan kimia yang dikhawatirkan adalah:

- **fenol formaldehida**, polimer umumnya dikenal dengan nama dagangnya, Novolak resin. Ketika dipanaskan, fenol formaldehida melepaskan formaldehida, yang menyebabkan asma dan kanker. Bahan ini juga melepaskan hidrokarbon aromatik seperti benson, toluene, dan xilena ketika dipanaskan. Hidrokarbon aromatik tersebut merusak hati, ginjal, otak, dan sistem syaraf, dan beberapa menyebabkan kanker dan masalah kesehatan reproduksi.
- **eter glikol**, merupakan solvent yang telah dilarang di banyak negara karena sangat berbahaya. Eter glikol paling parah menyebabkan masalah kesehatan reproduksi. Bahan kimia alternative untuk eter glikol yang digunakan dalam photoresist terdiri dari xilena, butil asetat, aseton, dan metil kloroform. Bahan-bahan tersebut juga membahayakan manusia.
- **hidrokarbon alifatik**, solvent yang digunakan sebagai sensitizer. Dapat mempengaruhi fungsi otak, menyebabkan sakit kepala dan pusing. Beberapa dapat membahayakan hati dan ginjal. Dosis tinggi dari beberapa aliphatic hydrocarbons dapat membunuh Anda.

Bahaya photomasking: Sinar UV

Sinar UV di dalam mesin photomasking harus dimatikan ketika mesin dibuka. Sinar UV cepat merusak mata Anda, bahkan di dalam mesin yang tertutup karenanya diperlukan kacamata polycarbonat, sarung tangan nitril, dan masker. Pakaian harus menutupi seluruh tubuh, dan tidak ada yang terbuka.

Bohlam sinar UV sangat mudah pecah. Karena mengandung air raksa, sinar UV yang rusak tidak hanya menyebabkan cedera luka, namun juga memaparkan pekerja terhadap air raksa.

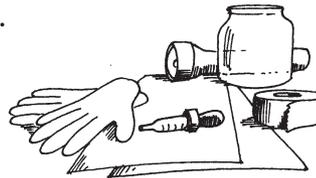
Ketika sinar UV pecah, sebagian kecil air raksa akan menyebar. Hal ini juga terjadi dengan *compact fluorescent lights* (CFL), namun mengandung lebih sedikit air raksa. Matikan semua mesin, pemanas, kipas angin, dan AC. Tinggalkan area tersebut dan pastikan semua pekerja sudah keluar sebelum menutup pintu. Informasikan kepada supervisor sehingga tim pemeliharaan dapat membersihkan tumpahan tersebut.

Bagaimana caranya

Membersihkan tumpahan air raksa

Jika Anda harus membersihkan tumpahan air raksa, Anda akan membutuhkan sarung tangan, tetes mata, dua buah kertas tebal atau kertas kardus, 2 kantong plastik, lakban, senter, dan sebuah wadah kaca dengan penutup dan air di dalamnya.

1. Jangan menyentuh air raksa.
2. Lepaskan jam tangan dan perhiasan.
3. Senter area tersebut sehingga air raksa lebih mudah dilihat, bahkan di siang hari.
4. Gunakan sarung tangan anti bahan kimia jika mungkin. Jika Anda hanya memiliki sarung tangan karet, gunakan 2 lapis.
5. Gunakan potongan-potongan kertas yang tebal atau kardus untuk mengumpulkan air raksa dan pecahan kaca menjadi tumpukan kecil.
6. Gunakan tetes mata untuk menghisap butiran air raksa, dan taruh air raksa di dalam wadah kaca berisi air.
7. Ambil sisa-sisa air raksa menggunakan lakban.
8. Letakan lakban, tetes mata, sarung tangan, dan kertas kardus di dalam kantong plastik.
9. Beri label “limbah air raksa” dan letakan kantong plastik di dalam wadah kaca yang berisi air.
10. Tutup rapat dan beri label pada wadah tersebut. Letakan di dalam kantong plastik yang lain.
11. Buang sebagai limbah beracun.



Bahaya proses cetak pada pelat baja (etching): etching basah

Wafer dicelupkan berkali-kali pada cairan nitrat, asetat, dan hidroklorik (HF) asam untuk menghilangkan fotoresist. Area kerja ini harus tertutup dan memiliki ventilasi pembuangan lokal yang kuat.

Jika ventilasi tempat bekerja anda kurang baik Anda membutuhkan alat pelindung anti asam dan juga fasilitas kamar mandi dan pencuci mata harus ada di dekat tempat Anda bekerja.

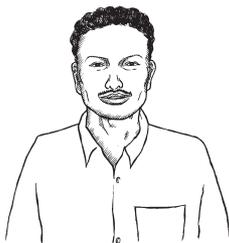
Bahaya proses cetak pada pelat baja (etching): etching kering

Wafer disemprot menggunakan hidrokarbon terflourinasi dan dipanaskan menggunakan radiasi gelombang radio (RF). Panas radiasi membuat gas bergerak, “menyerang,” dan melepaskan bahan kimia fotoresist. Radiasi RF dapat membahayakan sistem syaraf Anda dan menyebabkan masalah reproduksi. Cara terbaik untuk melindungi diri Anda dari radiasi adalah membatasi waktu Anda melakukannya dan menggunakan penghalang dan APD untuk melindungi diri (lihat Radiasi).

Dalam jumlah kecil Hidrokarbon sangat berbahaya karena terakumulasi di dalam tubuh Anda. Orang-orang yang menghirup atau menyentuhnya dapat mengalami masalah pernafasan dan iritasi kulit. Beberapa dapat menyebabkan masalah pada jatung, reproduksi, dan menyebabkan kanker.

Melindungi pekerja dari bahan kimia etching:

- Secara rutin periksa apakah mesin tersegel sempurna. Perbaiki kebocoran secepatnya.
- Ventilasi harus cukup kuat untuk membuang asap semua bahan kimia. Harus ada ventilasi darurat jika terjadi tumpahan.
- Semua pekerja harus memiliki APD. Petugas pemeliharaan memerlukan APD khusus. Profesional K3 dapat membantu mengidentifikasi APD yang Anda butuhkan.
- Wafer yang sudah dikerjakan harus diletakan di “ruang tunggu” dengan ventilasi sebelum diambil, untuk mengurangi jumlah asap di udara bagi semua orang.
- Wanita hamil tidak boleh bekerja dengan hindrokarbon fourinasi. Bahan kimia ini dapat membahayakan bayi di dalam kandungan.



Saya bekerja di Ericsson di Batam, Indonesia. Dari semua tempat di pabrik tersebut, para pekerja di bagian etching kering lebih sering menderita batuk pilek. Ketika seorang pekerja mulai sakit, mereka akan “memindahkan”nya ke pekerjaan lain di pabrik dan seorang pekerja baru akan masuk ke tempat etching dan bekerja di sana sampai ia sakit. Mereka tidak memberitahu mengapa kami menjadi sakit, mereka hanya memindahkan kami.

Menambah lebih banyak lapisan dan kualitas khusus pada wafer

Wafer melalui beberapa proses untuk:

- Menambah lebih banyak lapisan ke dalam chip yang sudah dirancang di wafer (oksidasi).
- Membuat beberapa lapisan yang lebih konduktif terhadap listrik (implantasi ion).

Bahaya dari gas dopant

Gas dopant seperti arsine, posfin, diborane, dan boron dipanaskan menggunakan radiasi RF hingga membentuk lapisan-lapisan dengan sifat-sifat listrik yang berbeda pada permukaan wafer. Pekerja terpapar gas dopant dalam proses pembuatan dan perbaikan.

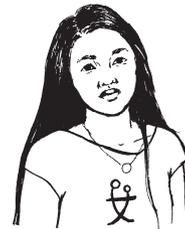
Gejala jika Anda terpapar yaitu, merasa lemah, letih, mengantuk, gugup, dan mungkin menyebabkan sakit kepala atau kram otot. Gas ini juga bisa menyebabkan kesulitan bernafas, pingsan, atau merasa lumpuh. Jika merasakan tanda-tanda tersebut:

- Tinggalkan tempat itu segera.
- Lepaskan alat pelindung diri dan pakaian Anda, dan cuci seluruh tubuh Anda dengan air dan sabun.

Jangan menunggu sampai Anda merasa sakit untuk mengenakan alat pelindung atau menghentikan produksi untuk memperbaiki mesin.

Lihat Pertolongan pertama jika Anda terhirup bahan kimia. Lihat informasi gas dopant.

Kami menghirup bau yang aneh dan komplain. Hasil tes memperlihatkan tingkat arsen yang tinggi. Ternyata wafer melepaskan gas ketika keluar dari mesin. Mereka memberikan alat pernafasan yang mewah setelahnya. Namun apa yang akan terjadi jika arsen tidak berbau?



Bau arsen seperti bawang putih. Jika Anda dapat menciumnya, Anda telah terpapar pada tingkat yang membahayakan. Lihat arsine.

Bahaya dari panas dan api

Gas dopant mudah terbakar. Beberapa bahkan meledak ketika dipanaskan atau ketika berakumulasi, jadi semua ventilasi dan mesin harus sering dibersihkan, dengan jadwal pemeliharaan terencana. Beberapa bagian mesin, seperti pompa, harus sering dibersihkan karena minyak di bagian pompa menyerap gas dan dapat membahayakan pekerja. Juga, mesin bisa menjadi sangat panas. Pekerja di area ini bisa kena luka bakar ketika tidak sengaja menyentuh mesin. Lihat Pertolongan pertama pada luka bakar.

Bahaya Sinar X

Kombinasi radiasi RF dan gas dopant menghasilkan sinar-X yang dapat menyebabkan kanker dan kerusakan parah pada sistem reproduksi perempuan dan laki-laki. Sinar-X juga digunakan selama inspeksi wafer, untuk melihat jumlah logam di dalamnya. Lihat informasi tentang Dampak kesehatan Sinar-X dan radiasi lainnya.

Bahaya ketika menambahkan logam pada wafer

Untuk membuat hubungan listrik antar bagian yang berbeda di dalam chip, logam ditambahkan pada wafer. Bahan yang digunakan biasanya adalah aluminium, namun bisa juga menggunakan kromium, tembaga, timah, timbal, nikel, emas, perak, titanium, dan platinum. Semua logam sangat berbahaya jika terhirup dan tertelan. Lihat informasi tentang logam.

Melindungi pekerja dari:

- **Dopant:** pastikan semua dopant diekstraksi sebelum membuka mesin. Petugas pemeliharaan yang membersihkan atau memperbaiki mesin harus memiliki alat bantu pernafasan dan alat pelindung diri dari paparan dan panas bahan kimia.
- **Sinar X:** Mesin harus memiliki pelindung sinar-X. Semua pekerja di area di mana ada sinar-X memerlukan emblem untuk menunjukkan tingkat sinar-X. Pelindung dan emblem ini harus diperiksa secara rutin. Jika emblem menunjukkan tingkat paparan sinar-X yang tinggi, pekerja harus dipindah keluar dari area tersebut dan diberi akses ke layanan kesehatan.

Larangan timbal dan kimia beracun



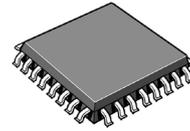
Pedoman Pembatasan Bahan Berbahaya Uni Eropa (RoHS) melarang penggunaan 6 bahan paling berbahaya pada barang elektronik yang dijual di Eropa:

- timbal
- kromium heksavalen – Cr(VI)
- air raksa
- bifenil polibrominasi
- kadmium
- eter difenil polibrominasi

Menghilangkan bahan kimia di atas dari proses produksi membantu melindungi pekerja, masyarakat, dan lingkungan. Meskipun RoHS hanya mencakup negara Uni Eropa, dengan mengetahui bahwa suatu bahan kimia dilarang di satu negara dapat membantu Anda berjuang agar bahan kimia tersebut dilarang di negara Anda. RoHS telah memengaruhi negara lain termasuk Cina, Jepang, Thailand, Australia, Korea Selatan, dan Amerika Serikat.

Membuat chip satuan

Chip yang dibuat pada wafer kemudian dipotong menjadi chip satuan dan ditempel pada bingkai keramik atau plastik. Koneksi kelistrikan yang sangat kecil disolder atau diikat pada chip, dan lusinan penghubung logam disolder pada rangka dasar. Kemudian chip ditutup menggunakan plastik atau epoxy yang dipanaskan dan dilebut untuk membentuk sebuah kerangka. Chip pada sebuah rangka disebut sirkuit terpadu (IC).



Bahan kimia dan pekerjaan berulang menjadi bahaya penting yang dihadapi pekerja di area ini. IC juga dapat pecah dan melepaskan bahan kimia ke udara.

Menyolder dan menyatukan kabel: pekerja terpapar bahan kimia dari solder dan flux, pelumas dan solvent yang digunakan untuk membersihkan sambungan solder (lihat Solder, dan logam dan flux di Lampiran B).

Enkapsulasi: Bahan kimia brominasi - atau fosfor - berbahan dasar anti api ditambahkan pada cangkang plastik agar lebih tahan terhadap panas (lihat Anti api). Pekerja terpapar pada bahan kimia di epoksi ketika dipanaskan.

Pemotongan dan pembentukan: memotong, membentuk, dan memasang kabel-kabel menjadi satu bentuk spesifik dapat menyebabkan luka yang ditimbulkan dari ketegangan akibat pengulangan gerakan. Pekerja juga terpapar solvent yang digunakan untuk membersihkan peralatan.

Memberi tanda, menguji, paket, dan menginspeksi: Chip ditandai menggunakan tinta atau laser, diuji dan dipaketkan. Pekerja menginspeksi wafer dan IC dengan kaca pembesar, layar komputer atau mesin sinar-X. Proses inspeksi sangat melelahkan, khususnya mata, alihkan pandangan ke benda di seberang ruangan secara rutin. Meskipun hal ini tidak dapat menggantikan jeda istirahat rutin, ini adalah cara yang baik untuk menjaga mata Anda.



Pertama lihatlah sesuatu yang ada di dekat Anda.



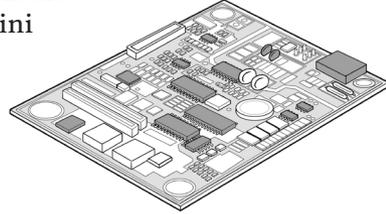
Kemudian alihkan pandangan ke sesuatu yang berjarak sekitar 3 sampai 4 meter selama 20 detik.



Lakukan hal ini beberapa kali setiap jam. Juga, lihatlah sekeliling ruangan: tahan kepala Anda dan gerakan mata ke arah satu dinding, ke langit-langit, dan menuruni dinding yang satunya lagi.

Membuat cetakan papan sirkuit

Chip, atau sirkuit terpadu (IC), dipasang ke sebuah panel lebar yang disebut cetakan papan sirkuit (PrCB) yang digunakan untuk membuat barang elektronik. Proses pembuatan ini sangat banyak. Proses pembuatan sebuah chip digunakan untuk membuat PrCB, ada banyak sekali bahaya, seperti photomasking, etsa, dan menambahkan lapisan-lapisan adalah sama namun dalam skala yang lebih besar.



Sepanjang waktu sejumlah besar bahan kimia, logam, atau proses yang berpotensi bahaya digunakan, dan melukai pekerja. Proses ini juga membuat banyak limbah dan polusi.

Membuat papan sirkuit

Cetak papan sirkuit dibuat dari epoxy fiberglass (lembar plastik tipis yang mengandung benang kaca untuk membuatnya lebih kuat) dan tembaga tipis ditekani di masing-masing sisinya. Terkadang aluminium, nikel, dan logam lain juga digunakan.

Kelebihan tembaga dipotong dari papan untuk menyisakan koneksi logam untuk komponen-komponen. Berbagai jenis papan digunakan: 1-sisi, 2-sisi, dan multi-lapisan (dengan koneksi kelistrikan di dalam dan komponen di bagian luarnya).

Bahkan sudah menggunakan sarung tangan, tetap saja kulit saya iritasi dan merah. Bos tidak mau memberikan sarung tangan yang layak.



Bahaya fiberglass

Debu fiberglass pada PrCB dapat masuk ke kulit, hidung, dan tenggorokan Anda. Ruam gatal bisa menyerang seujur tubuh Anda. Dokter bisa melihat fiberglass di kulit Anda menggunakan mikroskop.

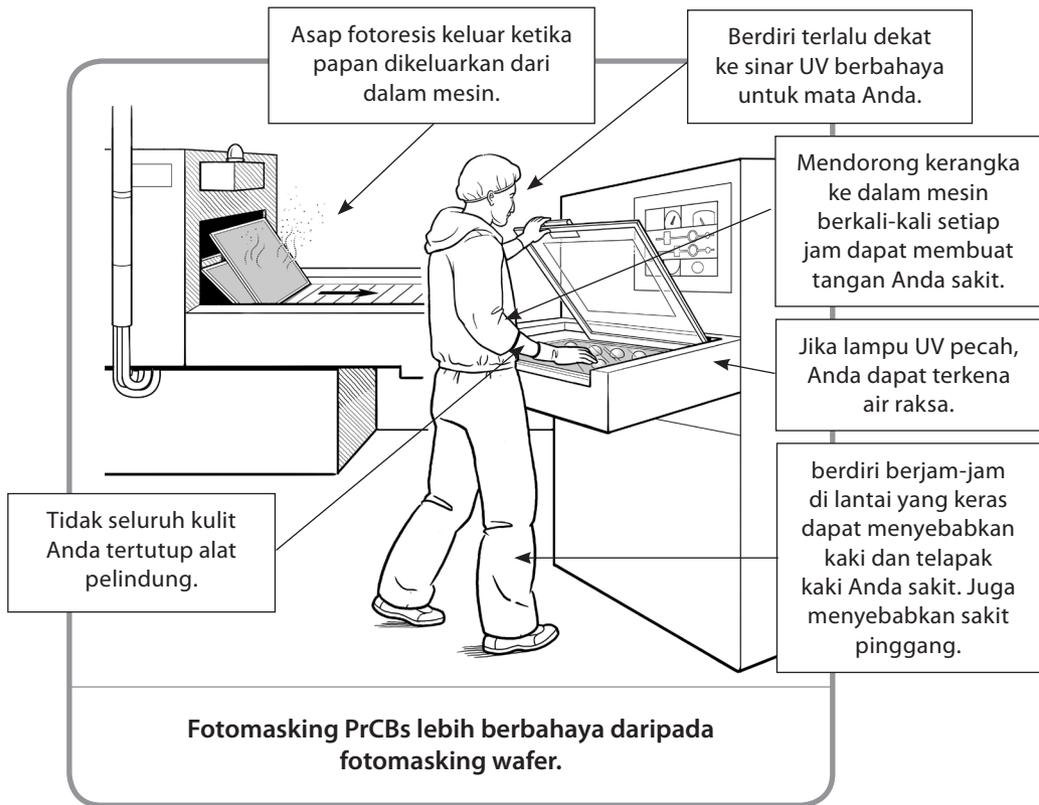
Untuk mencegah luka akibat fiberglass:

- Jangan biarkan fiberglass menyentuh kulit Anda. Gunakan kemeja berlengan dan celana panjang.
- Bersihkan secara menyeluruh debu fiberglass.
- Gunakan sarung tangan yang terbuat dari karet atau neoprene (karet sintetis).
- Gunakan masker anti debu.



Bahaya dalam proses DES

PrCBs melalui proses photomasking yang menutupi area tembaga yang diperlukan desain. Lapisan di atas tembaga ini akan mengeras ketika dipaparkan pada sinar UV, menyisakan material yang lembut dan mudah untuk dilepas.



- Ventilasi yang baik diperlukan untuk melindungi pekerja dari paparan bahan kimia fotomasking selama menggunakan mesin dan ketika menangani PrCBs setelah dikeluarkan dari mesin fotomasking.
- Pekerja memerlukan alat pelindung termasuk pakaian anti bahan kimia dan kacamata UV.
- Pekerja memerlukan alat pelindung termasuk pakaian anti bahan kimia dan kacamata UV.

Bahaya dalam proses DES (Mengembangkan, Mengetsa, Mengupas)

Biasanya sebuah *belt conveyor* memindahkan papan sirkuit yang telah dicetak melalui beberapa mesin di area kerja DES yang luas. Ada banyak bahan kimia yang digunakan dan dibuang dari papan sirkuit, dan dapat menyebabkan masalah bagi pekerja di area tersebut.

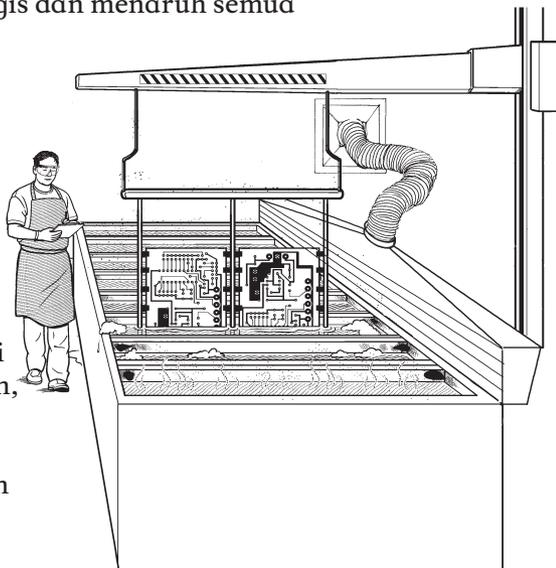
Pertama-tama fotoreซิส dilepas menggunakan potasium karbonat dan sodium karbonat monohidrat. Kemudian tembaga dilepas menggunakan kupri klorida atau amonium klorida. Ada beberapa tahap pembersihan sebelum tahap terakhir, yaitu membuang bagian fotomasking yang sebelumnya dikeraskan untuk melindungi tembaga. Semua bahan kimia tersebut berbahaya jika terhirup atau terkena kulit Anda.

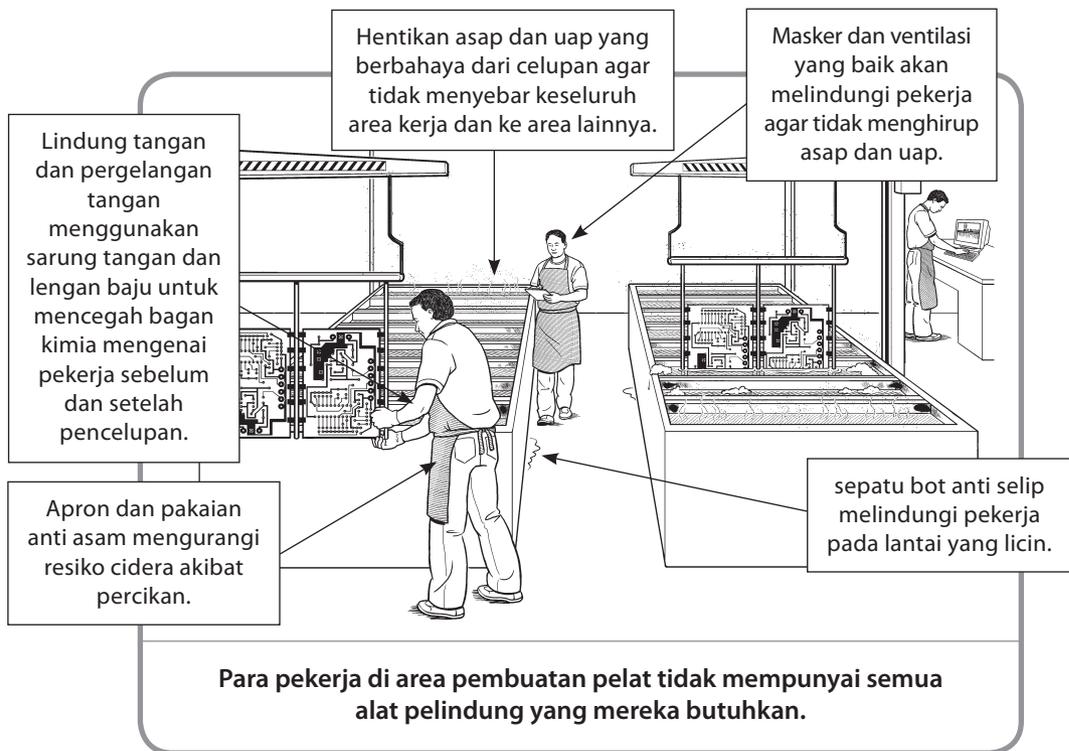
Berlapis-lapis tembaga ditambahkan selama proses pembuatan pelat, “plating”. Papan dijepit pada sebuah rak dan dicelupkan pada wadah pembersih bahan kimia dan kemudian dicelupkan di pada wadah yang dialiri listrik untuk menambahkan tembaga atau pada wadah yang tidak dialiri listrik untuk menambahkan nikel. Terakhir, dicelupkan pada timah.

Beberapa logam lebih berbahaya dari logam lainnya. Timbal telah dilarang di banyak negara karena menyebabkan kanker. Nikel menyebabkan alergi bagi banyak orang dan juga dapat menyebabkan kanker. Asap dan uap dari logam dan asam selalu berbahaya untuk dihirup. Untuk informasi lebih lanjut tentang logam.

Melindungi pekerja di area DES dan pembuatan pelat

- Lokasi ventilasi harus strategis dan menaruh semua mesin di luar ruangan.
- Alat pernafasan sebagai alternatif selain kekurangan ventilasi.
- Pakaian, sepatu bot, sarung tangan anti asam yang diganti setiap hari, pelindung mata, dan peralatan lain akan diperlukan untuk melindungi pekerja dari bahaya percikan, luka bakar, terpeleset, dan cedera lain terkait dengan pekerjaan yang berhubungan dengan asam, solven, dan bahan kimia lainnya.





Menyiapkan papan untuk memasang komponen

Sebelum menuju pabrik perakitan, papan-papan sikuit dapat melalui berbagai proses dimana pemberi kerja harus melindungi pekerja, mengambil langkah pencegahan serupa seperti di area DES. Proses pencegahan tersebut termasuk:

- **Masker Solder:** papan ditutupi menggunakan suatu bahan kimia untuk melindungi area non metal pada saat proses solder.
- **Legenda:** papan dicetak menggunakan tinta atau laser untuk menunjukan di mana komponen akan diletakkan selama proses rakitan dan untuk membantu selama perbaikan.
- **Membuang timah/timbal:** timah atau timah/timbal dilepas menggunakan campuran asam nitrat dan ion ferri untuk mengekspos tembaga.
- **Penyelesaian permukaan akhir:** bagian-bagiannya dipoles sehingga komponen-komponen dapat ditempelkan. Papan dicelup pada nikel dan emas sehingga dapat mengalirkan listrik dengan lebih baik.

Merakit papan sirkuit yang telah dicetak

Komponen-komponen ditambahkan pada PrCBs menggunakan tangan atau dengan mesin. Baik pekerja maupun mesin menggunakan flux untuk menyiapkan permukaan logam suku cadang dan papan agar menerima solder dengan lebih baik yang mana akan menghasilkan hubungan elektron antar keduanya. Flux merupakan campuran bahan kimia, termasuk solven dan asam (lihat Flux).

Menyolder

Menyolder adalah meleburkan sedikit bagian logam untuk membuat penyambung dua komponen berbeda. Solder biasanya menggunakan timah, campuran timah dan timbal, atau campuran tembaga dan logam lainnya yang bebas-timbal. Menyolder dapat dilakukan secara manual atau dengan mesin.

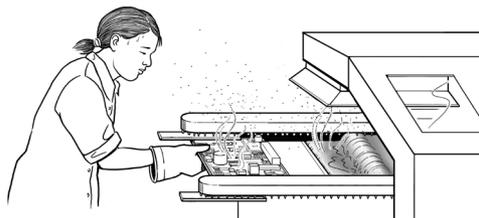
Menyolder dengan tangan

Pekerja yang menyolder dengan tangan memerlukan ekstraktor dan respirator. Jika Anda menemukan tanda-tanda bahwa Anda menghirup bahan kimia, hentikan pekerjaan dan perbaiki ventilasi atau APD Anda.



Mesin Solder

Mesin gelombang solder dan mesin lainnya yang disolder harus memiliki ventilasi lokal yang kuat. PrCBs harus diletakkan pada area dengan ventilasi yang baik setelah disolder sampai berhenti mengeluarkan gas.



Para pekerja itu memerlukan ekstraktor, alat pernafasan, atau keduanya. Mengapa mereka tidak memilikinya?



Menyolder dapat membahayakan kesehatan pekerja

Flux dan solder mengandung bahan kimia yang dapat mengiritasi kulit dan paru-paru, secara langsung dan masalah kesehatan kronis. Di dalamnya juga terdapat rosin dan timbal yang menyebabkan masalah kesehatan.

Tanda-tanda bahwa Anda sedang menghirup bahan kimia dari flux dan solder adalah:

- Sakit kepala
- Hidung berdarah
- Masalah bernafas
- Merasa lelah dan lemah
- Sakit tenggorokan
- Mata merah dan iritasi
- Ruam kulit

Jika Anda mengalami masalah tersebut segera sampaikan kepada komite kesehatan dan keamanan dan bos Anda. Sampaikan secara detail apa yang Anda kerjakan. Merokok hanya akan memperburuk masalah.

Jika tidak ada usaha lanjutan dalam memperbaiki lingkungan tempat Anda bekerja, hal tersebut hanya akan menambah masalah kesehatan lainnya.



Rekam semua masalah kesehatan dan perubahan pada solder dan flux pada buku catatan kesehatan Anda.

Melindungi pekerja dari bahaya solder

Penggunaan rosin dan timbal pada flux dan solder dieliminasi akan mengurangi bahaya yang ditimbulkan.

Menyolder akan lebih aman jika tempat bekerja memiliki standar yang baik dan pekerja diberi alat pelindung yang layak. Ketika pekerja dapat memberitahu bos dan komite kesehatan dan keamanan tentang isu keamanan, dan mereka menyelesaikannya, semua orang lebih aman.

Solder juga dapat dibuat lebih aman dengan:

- Menurunkan panas pada besi solder, sehingga lebih sedikit asap dilepaskan ke udara.
- “mengikuti arah angin” (lihat kegiatan Mengikuti arah angin!) untuk melihat ventilasi lokal Anda, dan mengatur perbaikan ventilasi untuk semua orang.
- Mengetahui bahaya bahan kimia pada flux dan solder Anda. Lihat informasinya pada grafik bahan kimia, dapatkan SDS, coba sumber lain, dan upayakan untuk mendapatkan flux dan solder yang lebih aman.

Apakah solder bebas-timbal betul-betul lebih aman?

Setelah Uni Eropa melarang penggunaan timbal pada solder dan material lainnya untuk membuat barang elektronik di Eropa, beberapa perusahaan menolak perubahan tersebut. Mereka mengklaim bahwa timbal dapat digunakan dengan aman, bahwa timbal “penting” bagi produksi, dan produk bebas-timbal tidak lebih bagus dan juga lebih mahal.

Namun mereka kalah argument: semua perusahaan elektronik yang mau menjual ke Eropa setelah 2006 harus membuktikan mereka tidak menggunakan timbal.

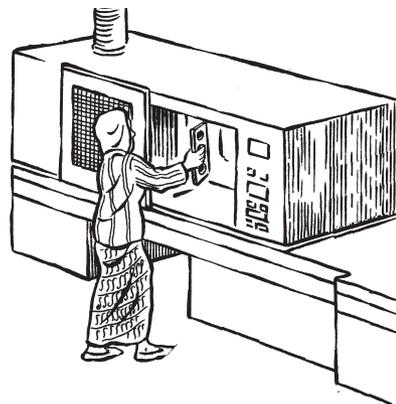
Alternatif untuk solder timbal mulai muncul dan perusahaan bahan kimia memproduksinya dengan cepat. Daripada menggunakan timbal, mereka menggunakan tembaga, timah, dan nikel.

Namun, alternatif yang baru ini bukan berarti tidak akan memunculkan masalah baru, bahkan solder bebas-timbal menggunakan lebih banyak flux yang bereaksi pada panas. Solder dan flux baru diteliti apakah lebih aman daripada timbal.

Proses produksi yang aman dan berkelanjutan bukan berarti hanya mengganti bahan kimia dengan jenis berbeda, tapi juga sudah dibuktikan aman digunakan.

Menguji PrCBs

Pekerja memeriksa papan dan komponennya secara visual dan elektronik sebelum dirakit atau dipaket untuk dikirim. Mengangkat, memeriksa, dan melepaskan PrCBs bisa menyebabkan kram otot dan cedera kelelahan. Seringkali, untuk mencegah listrik statis merusak papan, pekerja diminta untuk menggunakan gelang penahan arus listrik. Gelang ini mengandung nikel, bahan kimia yang dapat mengiritasi kulit.



- Mengatur troli, meja kerja, dan kursi untuk membatasi jumlah mengangkat dan memutar-balik yang harus Anda lakukan.
- Gunakan sarung tangan untuk melindungi tangan Anda dari ujung-ujung papan fiberglass yang keras.
- Jika Anda telah mendapat atau menunjukkan alergi terhadap nikel, mintalah gelang penahan arus listrik bebas-nikel.

Merakit alat elektronik

Ada banyak proses dalam merakit alat elektronik. Produk yang gagal akan dikirim ke bagian perbaikan, dimana pekerja memperbaiki secara manual.

Ketika merakit barang elektronik di lingkungan rumah, banyak orang akan terkena dampaknya.

Membuat komponen lain

Dalam membuat komponen lain elektronik, pabrik melakukannya di tempat lain dan ini juga sangat berbahaya bagi pekerja dan lingkungan.

Rangka dan casing plastik: Untuk menghemat pengeluaran, pabrik biasanya menggunakan plastik. Banyak sekali bahan kimia berbahaya digunakan untuk membuat kerangka yang kuat dan tahan api. Perusahaan dapat membuat kerangka yang tidak terlalu beracun dengan cara:

- menggunakan bahan kimia alternatif dan mengganti bahan anti api terbrominasi dengan posfor atau anti api nitorgen.
- mengganti materialnya sehingga mereka tidak memerlukan bahan anti api, contohnya, membuat kerangka dari aluminium dari pada menggunakan plastik.

Baterai: Semua penggunaan baterai sekali pakai maupun isi ulang pasti mengandung racun. Yang beresiko adalah pekerja pembuat baterai dari proses awal. Setelah baterai dibuang pun akan lebih berbahaya untuk lingkungan. Untuk mengurangi penyebaran racun bisa dengan mendesain kapasitas baterainya.

Kawat dan kabel: kabel dan kawat dibuat dari tembaga yang ditutup dengan plastik. Jenis plastik yang paling umum adalah Polyethylene dan PVC (polivinil klorida). Kebanyakan plastik aman untuk disentuh, namun jika dipanaskan akan melepaskan bahan kimia beracun yang dapat menyebabkan iritasi pada hidung, tenggorokan, paru-paru, dan kulit dan dapat menyebabkan kanker.

Monitor dan layar: layar CRT, LCD, plasma, dan LED yang digunakan di alat elektronik sering kali dilas dan direkatkan dengan suatu kimia yang mengeras ketika terpapar sinar UV. Bahan tersebut mungkin diisi dengan kristal cair atau lampu neon dan gas xenon. Meskipun hampir seluruh proses dilakukan secara otomatis, pekerja di pabrik pembuat layar terekspos gas berbahaya ketika memproduksi dan menguji layar, dan saat pemeliharaan mesin-mesin pabrik. TV dan monitor yang lebih besar akan lebih berat dan menyebabkan ketegangan otot pada pekerja.

Pekerja baterai berjuang melawan perusahaan yang meracuni mereka

Pekerja pembuat baterai nikel-kadmium untuk Gold Peak Batteries di Cina terkena racun kadmium yang merupakan logam beracun yang menyebabkan kanker. Ketika seorang pekerja Gold Peak pergi ke dokter, dilakukan tes darah dan urin dan hasilnya tingkat kadmium yang sangat tinggi di tubuhnya. Hal serupa menimpa rekan kerja lainnya. Ketika diketahui, lebih banyak pekerja, anak-anak mereka, dan keluarga mereka dites dan ditemukan mereka semua keracunan.

Pekerja Gold Peak menuntut tanggung jawab dari perusahaan dan menuntut perawatan dan kompensasi kehilangan kesehatan mereka.

Perusahaan mencoba untuk menenangkan mereka. Mereka memalsukan test untuk menunjukkan tingkat kadmium yang lebih rendah, mengklaim bahwa mereka dapat menghilangkan kadmium, memberikan perawatan yang tidak efektif, menyakitkan, dan memecat para pekerja yang paling vokal. Mereka juga menutup beberapa pabrik dan memindahkannya ke kota-kota yang lebih terpencil.

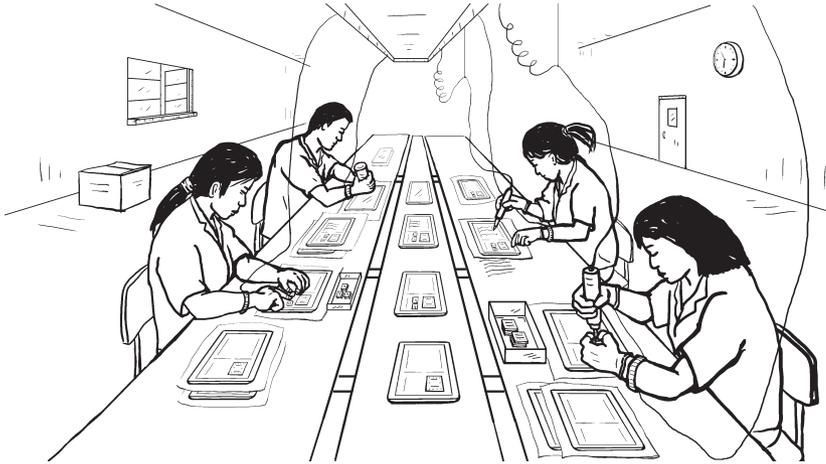


Pekerja melakukan protes, menuntut perusahaan, mengajukan banding ke pemerintah lokal dan nasional, mengumpulkan dukungan dari organisasi non-pemerintah, dan mendidik pekerja lain tentang keracunan kadmium. Perusahaan dipaksa untuk memulai pendanaan untuk membiayai tes tahunan dan biaya medis bagi pekerja sebelumnya dan saat ini. Namun setiap tahun ada lebih banyak pekerja ditemukan keracunan kadmium dan mereka berjuang untuk mendapatkan kompensasi.

Tahun 2006, kadmium dilarang oleh Uni Eropa dan sekarang lebih umum menggunakan baterai lithium-ion dan nickel-metal hydrate. Namun, Cina masih membolehkan produksi baterai kadmium. Gold Peak memproduksinya di bagian terpencil di Cina di mana pekerja masih kekurangan perlindungan yang layak dan informasi tentang keracunan kadmium. Tahun 2015 Gold Peak akan berhenti membayar untuk biaya tes tahunan pekerja dan hanya akan menawarkan kompensasi kepada pekerja yang dapat membuktikan mereka keracunan.

Lini perakitan cepat

Bekerja di pabrik perakit sangat berulang dan sangat cepat. Stres dan kram yang ditimbulkan menyebabkan banyak cedera. Beberapa ide untuk mengubah tempat kerja Anda ada di bagian ini.



Untuk mencapai kuota, pekerja harus menyusun suku cadang dalam beberapa detik.

Bunuh diri dan kematian di Foxconn akibat kerja lembur

Pekerja di pabrik Foxconn di Cina memasok telpon genggam keseluruhan perusahaan di seluruh dunia. Perusahaan ini memiliki aturan: “Tidak boleh bicara!” “Tidak boleh berpaling dari pekerjaan!” Pekerja boleh istirahat hanya untuk makan. Pengawas dan manajer mengawasi dengan berteriak dan menghina pekerja dan memaksa mereka untuk bekerja lembur, terkadang menahan pekerja untuk bekerja 24 jam atau lebih.

Tahun 2010, teknisi muda, Yan Li, meninggal akibat kelelahan setelah dipaksa kerja 34 jam penuh. Pada tahun yang sama, 18 orang pekerja mencoba untuk bunuh diri agar terlepas dari kondisi kerja yang tidak manusiawi.

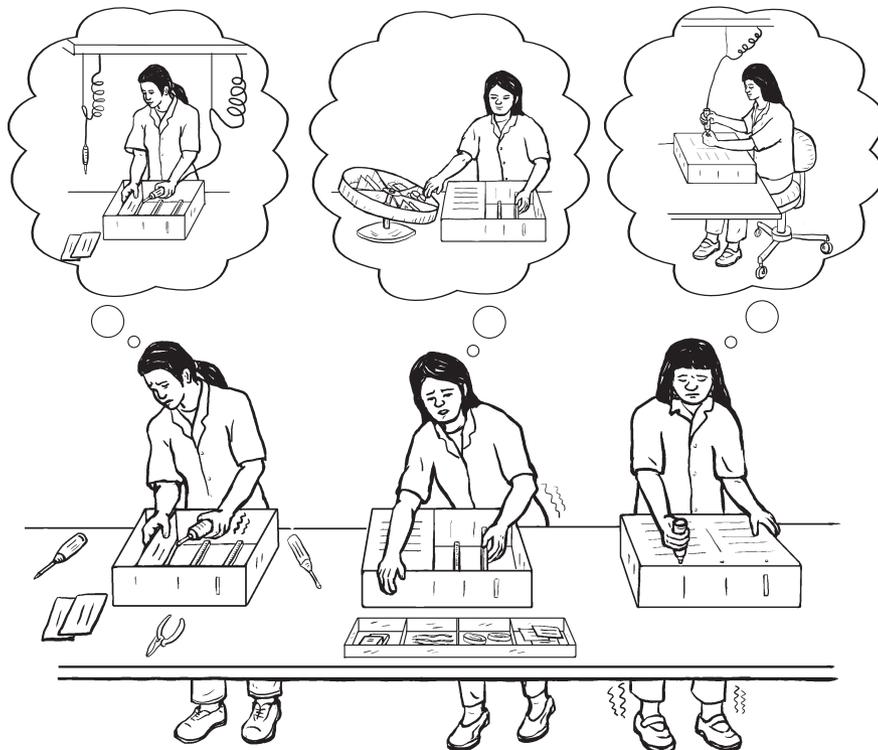
Foxconn memberikan alasan tentang mengapa pekerja mereka bunuh diri dan Yan Li meninggal. Alih-alih memberikan solusi, mereka hanya membuat perubahan kecil dengan menaikkan upah sedikit, membuat jaring di sekeliling bangunan untuk mencegah orang-orang terjun dari atap, dan membuka beberapa ruang rekreasi. Tapi tidak untuk semua wilayah kerja, hanya sebagai kompensasi sementara.

Mengubah lingkungan kerja untuk mengurangi ketegangan otot dan cedera akibat kerja berlebihan

Ketika Anda melakukan gerakan ratusan kali, sangat dianjurkan barang yang diperlukan berada didekat Anda untuk mengurangi ketegangan. Gunakan peralatan seukuran tubuh Anda akan membantu mengurangi rasa sakit dan cedera akibat kerja.

Lihatlah lingkungan kerja Anda untuk melihat apa saja yang menyebabkan rasa nyeri dan sakit:

- Seberapa jauh Anda harus menjangkau komponen dan alat-alat yang Anda butuhkan?
- Seberapa jauh Anda harus menjangkau produk dari dan ke garis rakitan?
- Seberapa berat produk yang Anda ambil dan letakkan kembali di jalur rakitan? Apakah bagian tersebut berat? Alat-alat Anda berat?
- Apakah kursi dan bangku sesuai untuk Anda? Atau apakah Anda bekerja sambil berdiri?
- Apakah Anda mengistirahatkan lengan atau pergelangan tangan Anda pada ujung yang tajam atau pada tempat dengan bantalan?
- Seberapa nyaman lingkungan kerja Anda?



Mengganti pekerjaan untuk mengurangi cedera

Terkadang pekerjaan Anda membuat Anda mengulang gerakan yang sama berkali-kali dan dalam waktu yang sangat lama, dan tidak adanya perubahan pada alat atau peregangan yang akan mencegah rasa sakit atau cedera. Pekerja dapat melindungi diri mereka dengan mengambil lebih banyak kendali atas proses kerja itu sendiri. Bicarakan pada rekan kerja dan bos Anda tentang:

- Melambatkan kecepatan lini dan menambahkan lebih banyak pekerja.
- Mengganti pekerjaan beberapa kali sehari sehingga tidak ada otot yang digunakan berlebihan.

Alat pelindung yang lebih baik

Beberapa pabrik tidak memberikan alat pelindung atau pakaian bagi pekerja. Beberapa memberikan peralatan yang sama kepada seluruh pekerja terlepas dari bahaya khusus pekerjaan mereka atau apakah badan pekerjanya besar atau kecil. Ketika dibutuhkan, pemberi kerja dapat memberikan:

- **pakaian anti statis dan anti debu**, termasuk topi dan gelang. Mereka melindungi produk dari statis dan debu, namun harus juga melindungi Anda dari debu logam
- **sarung tangan dan penutup jari**. Melindungi tangan dan kulit Anda dapat mengurangi iritasi dari debu, luka kecil, dan goresan. Pekerja di area pembersihan dan polesan memerlukan sarung tangan yang melindungi mereka dari bahan kimia pembersih yang mereka gunakan.
- **masker dan alat bantu pernafasan**. Masker kertas mencegah Anda menghirup partikel debu yang besar, namun tidak melindungi Anda dari asap plastik, lem, solder dan flux, partikel debu yang kecil, dan partikel nano yang baru dan kecil. Lihat informasi lebih lanjut tentang alat pernafasan yang melindungi lebih baik untuk pekerjaan Anda.
- **pelindung telinga**. Kebanyakan pabrik perakitan juga sangat bising sehingga dapat membahayakan pendengaran pekerja. Jika Anda harus berteriak untuk memanggil seseorang dengan jarak satu depa, area tersebut sudah cukup bising untuk menyebabkan kehilangan pendengaran.
- **pelindung wajah atau pelindung mata** harus digunakan oleh pekerja di area penghasil debu, seperti tempat penghancur, pemaketan, dan pengiriman.

Membersihkan produk jadi

Metode dan bahan kimia yang digunakan berbeda-beda ketika membersihkan produk, termasuk dengan tekanan udara, mesin pemoles, isopropil alkohol (IPA), dan solven dan pelumas lain yang mengandung methanol atau bahan kimia lain yang berbahaya.

Bahan kimia yang terkena kulit menyebabkan iritasi dan ruam. Jika diserap melalui kulit, membahayakan organ dalam dan menyebabkan kebutaan. Menghirup asapnya akan membuat Anda sakit kepala atau sakit perut. Memoles casing logam menghasilkan banyak sekali debu.

- Ventilasi yang baik akan membuang asap dan debu.
- Pakai sarung tangan, pelindung mata, dan alat pelindung lainnya untuk melindungi Anda dari bahan kimia yang digunakan untuk membersihkan dan memoles. Lihat informasi lebih lanjut tentang solven dan pelumas.
- Masker filter, bukan masker kertas, akan diperlukan untuk melindungi dari debu.

Pabrik menghemat uang dengan meracuni pekerja

Saya berkerja di pabrik elektronik Wintek di Cina, membersihkan layar komputer. Kami terbiasa membersihkannya menggunakan alkohol IPA, namun suatu hari pemilik pabrik memberikan bahan kimia baru untuk kami. Beberapa minggu kemudian, saya mulai merasa pusing dan lemah. Banyak dari kami komplain kepada supervisor bahwa bahan kimia yang baru ini membuat kami sakit, namun mereka tidak peduli.

Satu hari saya bangun dan tidak dapat meggerakkan badan saya. Keluarga membawa saya ke klinik. Hasil tes menunjukkan bahwa kami telah teparar heksana, bahan kimia yang bisa menyebabkan kelumpuhan dan kematian. Empat pekerja meninggal.

Kami kemudian mengetahui bahwa bos telah mengganti IPA dengan heksana. Namun pabrik tidak memberikan alat pelindung yang benar bagi kami untuk menggunakan bahan kimia ini. Banyak organisasi yang mendukung dalam perjuangan kami agar pabrik memberikan perawatan kesehatan dan kompensasi kepada pekerja yang sakit. Mereka mengatakan kami harus mendatangi perusahaan yang dipasok Wintek karena meskipun mereka melakukan subkontrak kerja, mereka juga bertanggungjawab. Mereka mengatakan bahwa mereka tidak tahu tentang heksana. Mereka mengatakan bahwa mereka telah meminta Wintek untuk tidak menggunakannya.



Masalah yang sama juga terjadi pada kami di tempat kerja di AS.

Menguji, memaket dan mengirim

Pekerja menguji produk sebelum memaket dan mengirim. Kebanyakan tes ini dilakukan dengan mesin. Namun, pekerja di area tes juga terpapar oleh:

- **suara:** mesin terbuka, menutup, ditekan, berdentum, berguncang, dan bergetar ketika menguji produk elektronik. Kemudian berbunyi dan suara alarm ketika barang elektronik lolos atau tidak lolos uji. Pekerja mendengar suara tersebut berulang-ulang tanpa penutup telinga. Cari tahu apakah lingkungan kerja Anda terlalu bising, bagaimana menggunakan penutup telinga dan bagaimana mengurangi kebisingan di pabrik Anda.
- **cahaya:** Pekerja yang menguji layar juga terpapar cahaya ketika mereka mengatur layar dan monitor.
- **cidera:** produk elektronik yang lebih besar menjadi bahaya ketika dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain. Dengan mengetahui apa saja bahan kimia yang digunakan dapat membantu Anda untuk lebih siap kalau seseorang sakit akibat terpapar.



Membuang limbah

Bahan kimia yang digunakan di pabrik didaur ulang atau langsung dibuang sebagai limbah. Hal ini dapat membahayakan pekerja serta komunitas sekitar.

- **Polusi udara:** asap dari asam, plastik dan solven keluar dari sistem ventilasi. Di beberapa pabrik, ventilasi menyaring bahan kimia namun biasanya asap langsung dilepas ke udara tanpa penyaringan.
- **Polusi air:** bahan kimia di kebanyakan proses celupan di pembuatan elektronik melalui proses yang berbeda dirancang untuk memisahkan, menyaring, dan menetralkannya. Beberapa dapat digunakan kembali. Beberapa dikirim ke TPA. Setelah airnya “dibersihkan”, air tersebut dilepas ke sistem air masyarakat. Kadang-kadang air tersebut masih mengandung banyak sekali bahan kimia.
- **Limbah keras:** logam, lem, dan bahan kimia lain dalam bentuk limbah keras biasanya tidak dipisah, apakah dapat didaur ulang atau dinetralkan, langsung dikirim ke TPA.

Pekerja dan komunitas telah bersatu agar pabrik bertanggungjawab atas pembuangan limbah pabrik atau tidak menghasilkan limbah sama sekali!

Membuat alat elektronik agar mudah diperbaiki

Perusahaan merancang alat elektronik agar rusak dalam waktu yang pendek, sehingga orang akan membeli yang baru. Mereka mengubah model setiap tahun, membuatnya semakin sulit untuk diperbaiki, dan terus memperbaiki instruksi dan rahasia program. Orang lebih sering membeli dan perusahaan meraih untung yang banyak, pemborosan dan mahal.

Desain yang berkelanjutan merupakan gerakan untuk mendorong perusahaan untuk membuat alat elektronik lebih mudah untuk diperbaiki dan untuk memproduksi produk yang tahan lama. Alat elektronik yang berkelanjutan memiliki:

- casing yang mudah dibuka, menggunakan sekrup standar dan bukan lem.
- bagian yang perlu diganti secara rutin, seperti layar, mudah didapat.
- Bagian dengan ukuran standar yang dapat dengan mudah ditukar-tukar.
- instruksi perbaikan yang mudah dan gratis.

Merancang alat elektronik agar mudah diperbaiki akan mengurangi kebutuhan untuk menambang material, menghasilkan sedikit limbah selama produksi dan daur ulang, dan membuat barang elektronik menjadi lebih terjangkau.

Mendaur ulang barang elektronik

Setelah dibuang, banyak barang elektronik yang dibuang di lingkungan komunitas di Asia dan Afrika. Orang yang bekerja sendiri atau dalam kelompok kecil membuka barang elektronik ini, memecahkan layar dan kerangkanya untuk mendapatkan PrCBs. Mereka meleburkan casing plastik dan kawat-kawat agar mendapatkan emas, perak, dan logam lain di dalamnya yang kemudian mereka lepas dan jual sebagai usaha mereka.

Jika Anda melakukan daur ulang elektronik, Anda terpapar pada banyak sekali bahan kimia yang digunakan saat produksi dan lainnya, bahkan bahan kimia yang lebih berbahaya dengan membakar material tersebut.

Anda dapat mengurangi jumlah bahan kimia yang mengenai tubuh Anda dengan:

- Menggunakan sarung tangan dan pakaian yang menutupi seluruh tubuh Anda.
- Memakai pelindung mata atau kacamata.
- Menggunakan penutup mulut dan hidung. Bandana atau kain tidak akan melindungi Anda dari asap bahan kimia, namun akan sedikit melindungi dari debu.

Membuat alat elektronik menjadi lebih aman

Alat elektronik telah menjadi pusat kehidupan yang sulit dilepaskan dari keseharian kita. Tapi bahayanya bagi kesehatan pekerja dan masyarakat terlalu tinggi untuk hidup dengan barang-barang ini! Sejumlah kelompok terbentuk di tingkat internasional untuk mengubah cara kita membuat, menggunakan, dan membuang barang elektronik. Mereka mengatakan:

Buatlah agar aman

- Mencari pengganti elektronik yang lebih aman untuk digunakan.
- Jangan menggunakan pekerja atau konsumen untuk menguji apakah material tersebut aman atau berbahaya.
- Mendesain produk yang hemat energi dan meminimalisir dampak terhadap lingkungan.
- Mendesain produk yang tahan lama dan dapat diperbaiki dengan mudah.
- Membuat produk yang dapat didaur ulang dengan mudah.
- Menggunakan material daur ulang sebanyak mungkin.



Ambil kembali

- Pabrik elektronik dapat membuat program mengambil kembali dan mendaur ulang produk mereka gratis.
- Tanggung jawab pabrik elektronik memastikan produk mereka didaur ulang secara aman.

Daur ulang dengan bertanggungjawab

- Undang-undang tentang daur ulang harus diberlakukan untuk membuat proses daur ulang lebih aman bagi manusia dan lingkungan.
- Bekerja menuju *zero waste* (tanpa limbah) – temukan cara untuk menurunkan dan menggunakan kembali material yang ada.
- Jangan membuang limbah elektronik beracun (e-waste) di negara berkembang.
- Jangan menggunakan buruh narapidana untuk melakukan daur ulang – karena itu merupakan bentuk kerja paksa beracun!

Bahan dan material kimia yang umum digunakan

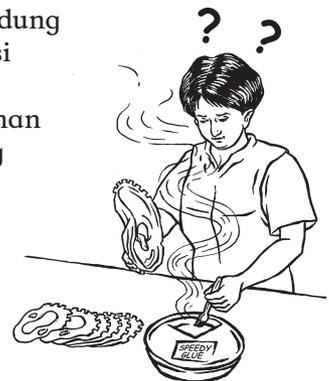
Banyak pekerja tidak tahu nama zat kimia yang mereka gunakan. Dari tidak dilabeli dengan benar sampai disengaja untuk menyembunyikan informasi tentang bahan kimia tersebut dari pekerja. Selain itu, kebanyakan pabrik tidak menelusuri dengan baik bagaimana dampak dari bahan kimia yang digunakan. Yang pasti, semua bahan kimia pasti berpengaruh terhadap kesehatan Anda.

Untuk mengidentifikasi atau mempelajari lebih jauh tentang dampak bahan kimia, dapat Anda lihat bagan di bawah ini

- **Apa saja zat kimia tersebut?** akan memberitahukan bagaimana bentuk, bau, atau rasa zat kimia.
- **Apakah Anda pernah menggunakannya?** memberikan informasi penggunaannya di pabrik garmen, sepatu atau elektronik.
- **Kontak zat kimia dengan tubuh** memberikan informasi bagaimana zat kimia bisa membahayakan mata, kulit, hidung, paru-paru, mulut dan perut anda.
- **Paparan jangka panjang** menjelaskan bagaimana zat kimia tertentu bisa membahayakan tubuh Anda jangka panjang.

Bagan dalam bab ini juga membahas peralatan pelindung apa saja yang harus Anda pakai jika pabrik tidak menyediakan ventilasi, kontrol yang baik, atau kalau Anda khawatir bahwa pelindung yang Anda gunakan tidak melindungi dengan benar. Solusi yang paling pasti untuk bahaya zat kimia adalah tidak menggunakan zat kimia, tetapi menggantinya dengan bahan yang lebih aman. Sementara itu, penting bagi setiap orang untuk bisa melindungi diri.

Gunakan bagan yang ada untuk berdiskusi dengan pekerja lainnya tentang bahaya kesehatan. Bagan ini akan menolong Anda berorganisasi untuk menuntut perlindungan yang lebih baik dari zat kimia yang Anda gunakan dan untuk menuntut larangan dan penghentian terhadap penggunaan zat kimia di pabrik tempat Anda bekerja.



Terlalu banyak zat kimia, terlalu sedikit informasi

Kontak langsung dengan zat kimia sangat mungkin membuat Anda mendapatkan masalah kesehatan. Tetapi, sangat sedikit informasi tentang bagaimana zat kimia bisa membahayakan orang karena tidak banyak studi mengenainya. Dari 90.000 zat kimia yang digunakan saat ini, hanya beberapa ribu yang telah dipelajari dampak kesehatannya! Bahan kimia yang digabungkan dengan yang lainnya akan lebih berbahaya.

Kalau belum ada studi tentang dampak zat kimia tertentu terhadap kesehatan (akut dan kronis), lingkungan, dan bagaimana reaksinya terhadap zat kimia lain, hal itu tetap berbahaya. Banyak orang percaya bahwa tidak adil untuk menyatakan satu zat kimia berbahaya sampai terbukti bahwa ia aman digunakan. Ini tidak adil baik bagi manusia, pekerja, dan keluarganya. Kalau Anda tidak bisa mendapatkan informasi tentang zat kimia tertentu, tetap perlakukan sebagai zat kimia yang berbahaya dan lindungi diri dari kontak langsung.



Bagan-bagan dalam bab ini tidak berisi informasi tentang bagaimana zat kimia tertentu mencemari lingkungan dan membahayakan kesehatan orang di luar lingkup pabrik. Sering kali, kita terpapar zat kimia berbahaya berulang kali: pertama, di dalam pabrik, selanjutnya melalui udara, air, tanah yang tercemar, dan di lingkungan. Kalau Anda tidak tahu ke mana limbah kimia dibuang dengan aman, anggap saja itu memang tidak dibuang dengan baik.

Bagan-bagan berikut hanya berisi sekitar 100 zat kimia yang umum digunakan di pabrik sepatu, garmen dan elektronik. Terlalu banyak kalau semua harus dimasukkan dalam daftar. Di dalamnya tidak termasuk campuran zat kimia, karena sering kali zat kimia berubah setelah dicampur, dan berbeda dari satu pabrik ke pabrik lainnya dan dari merk satu ke merk lainnya, serta campurannya biasanya dirahasiakan. Untuk tahu lebih jauh tentang zat kimia yang tidak ada dalam bagan berikut, atau untuk informasi lainnya, lihat bagian Mengetahui zat kimia yang digunakan di pabrik Anda, dan Mengetahui lebih jauh tentang bahan dan material kimia, menggunakan sumber daya konsultasi untuk sumber daya lainnya yang bisa membantu Anda. Anda mungkin mengenal zat kimia yang sama dengan nama berbeda; lihat juga Indeks penamaan zat kimia.

Dari mana informasi tentang zat kimia didapatkan?

Dari sekian ribu zat kimia yang digunakan saat ini, hanya sedikit yang sudah dipelajari dampak kesehatannya sebagai zat kimia tunggal atau dalam campuran dengan zat kimia lainnya. Kekhawatiran akan dampak akut, rentan api dan penyimpanan yang layak sudah pernah dipelajari dan informasi yang ada sudah cukup akurat. Tetapi tidak banyak yang kita ketahui tentang dampak jangka panjangnya terkait kesehatan dan lingkungan.

Saat menyusun buku ini, kami melakukan konsultasi dengan berbagai sumber, termasuk mencari material yang dikembangkan oleh lembaga-lembaga internasional yang mengklasifikasikan zat kimia, dengan dinas pemerintah yang berwenang mengatur tentang zat kimia, dan lembaga swada yang berjuang untuk perlindungan masyarakat dari zat kimia, serta perusahaan yang membuat dan memasok zat kimia.



Informasi yang kami dapatkan dari hasil konsultasi kami dengan berbagai sumber yang terpercaya bervariasi. Informasi yang kami masukkan dalam buku ini dan bagan berikut adalah berdasarkan prinsip-prinsip pengenalan bahaya seperti di bawah ini:

- Zat kimia diketahui bisa membahayakan. Kadang-kadang masalah kesehatan yang disebutkan berbeda antara sumber yang satu dengan yang lain. Untuk keamanan, kami menyertakan semua masalah yang kami dapatkan dari berbagai sumber.
- Tingkat bahaya zat kimia yang terendah sekalipun, misalnya, saat zat kimia mengeluarkan bau tertentu, bisa menjadi indikasi paparan dalam tingkatan tertentu. Tingkat paparan yang dianggap aman berbeda antara satu negara dengan negara lain, dan antara sumber yang kami dapatkan. Tingkat paparan yang kami masukkan di sini dipilih dari temuan kami akan tingkatan terendah yang membatasi antara aman dan tidak aman
- Zat kimia yang didapati mungkin atau punya kemungkinan menyebabkan kanker atau masalah kesehatan reproduktif. Kalau zat kimia bisa menyebabkan kanker atau masalah reproduksi, maka di sini akan kami sebutkan sebagai zat kimia yang “mungkin menyebabkan” masalah kesehatan tersebut.
- Zat kimia yang terbukti menyebabkan kanker atau masalah kesehatan reproduksi. Kalau sumber kami menyebutkan bahwa zat kimia tersebut memang menjadi penyebab kanker, maka akan kami kategorikan demikian.

Untuk informasi lebih lanjut tentang zat kimia dan materialnya, gunakan sumber-sumber di bawah ini, yang merupakan sumber tempat kami berkonsultasi

Canadian Center for Occupational Health and Safety (CHEMINDEX),
ccinfoweb.ccohs.ca/chemindex/search.html

Chemical Hazard and Alternatives Toolbox (ChemHAT), chemhat.org

European Chemicals Agency Information on Chemicals,
echa.europa.eu/information-on-chemicals

International Agency for Research on Cancer (IARC),
monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php

International Labour Organization (ILO) International Chemical Safety Cards,
ilo.org/safework/info/publications/WCMS_113134/lang--en/index.htm

International Programme on Chemical Safety (INCHEM), inchem.org

New Jersey (USA) Fact Sheets, web.doh.state.nj.us/rtkhsfs/search.aspx

PubMed, ncbi.nlm.nih.gov/pubmed

RISCTOX Database, istas.net/risctox/en

Toxipedia, toxipedia.org

ToxNet, toxnet.nlm.nih.gov

ToxTown, toxtown.nlm.nih.gov

US Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR),
www.atsdr.cdc.gov

US National Institute on Occupational Safety and Health (NIOSH),
cdc.gov/niosh/npg

World Health Organization (WHO) International Program on Chemical Safety,
who.int/ipcs/assessment/en

Kami juga mengkonsultasikan *Safety Data Sheets (SDS)* atau Lembar Data Keamanan (LDK) yang diproduksi oleh pabrik yang membuat senyawa kimia tunggal.

Menemukan senyawa kimia dalam bagan

Senyawa dan zat kimia di bawah ini dimasukkan dalam sejumlah kelompok. Kelompok ini akan menunjukkan kesamaan senyawa satu dengan yang lain. Kalau bos Anda menambah atau mengganti senyawa tertentu dengan senyawa lain yang tidak diketahui, lihat lagi dalam kategori apa senyawa itu dikelompokkan dan cari tahu apakah senyawa baru penggantinya memiliki karakteristik yang sama dengan senyawa lain yang ada di dalam bagan nanti.

Kelompok senyawa kimia disusun berdasarkan abjad. Setiap unsur dalam tiap kelompok juga disusun berdasarkan urutan abjad. Unsur kimia yang diawali dengan angka (misalnya 2-butanone) akan berada di urutan atas sebelum unsur lain yang dimulai dengan huruf (misalnya aseton):

1 2 3 4 A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

Untuk menghindari kebingungan, setiap unsur juga memiliki angka unik yang disebut angka CAS. Untuk unsur kimia ada yang disertai angka CAS dan ada beberapa yang tidak memiliki. Misalnya Anda akan menemui banyak *azo zat pewarna*, dan setiap unsurnya memiliki angka CAS, tetapi *azo zat pewarna* itu sendiri adalah kategori sehingga tidak akan ada angka CAS yang melekat padanya.

Kalau ada nama unsur kimia yang ingin Anda cari dalam bagan, gunakan Indeks nama unsur kimia. Misalnya, untuk “pemutih klorin,” yang biasanya digunakan untuk membilas bahan *jeans*, umumnya dikenal dengan nama “*Clorox*” dan biasanya dikenal juga dengan sebutan “sodium hypochlorite.” Dalam indeks ini nantinya tiga nama tersebut akan muncul semua. Ketiganya akan terkait dengan bagan yang sama untuk pemutih klorin.

Kalau ada zat kimia yang tidak bisa Anda temukan, lihat lagi bagian Mengetahui zat kimia yang digunakan di pabrik Anda, dan sumber yang disebutkan di atas untuk membantu menggali informasi lebih lanjut.

Amonia lihat pemutih klorin halaman 48

Jika anda mencari kata “natrium hipoklorit” di indeks, anda akan menemukan ini:

Hidrogen nitrida lihat amonia halaman 48

Jika anda tidak bisa menemukan bahan kimia, lihat halaman 32 untuk membantu anda menemukan informasi lebih lanjut.

Arti simbol

Simbol-simbol di bawah ini akan muncul di sebelah nama zat kimia, di atas bagan. Simbol tersebut akan menunjukkan zat kimia yang mana yang lebih berbahaya (lebih banyak simbol dengan warna lebih gelap menunjukkan tingkat bahaya yang lebih tinggi). Tetapi meskipun satu unsur zat kimia tidak disertai simbol, tidak berarti bahwa ia sama sekali aman.



Simbol ini berarti zat kimia sudah dilarang atau akan segera dilarang di satu negara atau lebih karena membahayakan kesehatan masyarakat dan lingkungan.



Simbol ini berarti bahwa zat kimia atau material tertentu mudah terbakar atau meledak. Perhatikan dengan seksama zat kimia atau material yang mungkin bereaksi dengan unsur kimia ini, dan jauhkan dari panas atau percikan api.

Kedua simbol ini menandakan bahwa unsur kimia tersebut bisa menyebabkan masalah kesehatan reproduktif:



Gambar perempuan dan laki-laki dengan latar belakang putih dan tanda tanya berarti bahwa ada kemungkinan ia menyebabkan masalah kesehatan reproduksi.



Gambar perempuan dan laki-laki dengan latar belakang hitam berarti bahwa zat kimia tersebut sudah terbukti menyebabkan masalah kesehatan reproduksi.

Teks yang ada dalam bagan akan menjelaskan apa jenis masalah kesehatan reproduksi yang disebabkan, seperti mengurangi kesuburan pria, wanita, atau keduanya, keguguran dan cacat bayi dalam kandungan.

Kedua simbol di bawah ini menunjukkan bahwa zat kimia terkait bisa menyebabkan kanker:



Orang yang di tempat tidur dengan latar belakang putih dan tanda tanya berarti ada kemungkinan dapat menyebabkan kanker



Orang yang di tempat tidur dengan latar belakang hitam berarti bahan kimia ini sudah terbukti menyebabkan kanker

Teks pada bagan akan menjelaskan jenis kanker yang ditimbulkan, jika diketahui.



Simbol ini berarti bahwa zat kimia tersebut bisa menyebabkan kematian seketika kalau seseorang terpapar. Meskipun sebagian besar zat kimia menyebabkan kematian kalau seseorang terpapar pada dosis yang tinggi atau jangka panjang, simbol ini hanya digunakan untuk jenis unsur kimia yang menyebabkan kematian seketika saja.

Indeks nama zat kimia

Nama zat kimia	Halaman
1-Metoksi 2-propanol	95
1-Propilen glikol-2-metil eter	<i>lihat</i> 2-Metoksi 1-propanol
1,1,1-Trikloroetana	<i>lihat</i> Metil kloroform
1,2- Benzenedikarboksilat	<i>lihat</i> Di (2- etilheksil) ftalat
1,5- Naftalena diisosianat	<i>lihat</i> Naftalena diisosianat
1,6- Diisocyanatoheksane	<i>lihat</i> Hexamethylene diisocyanate
2-Butanone	<i>lihat</i> Metil etil keton
2-Butoksietanol	<i>lihat</i> Etilen glikol butil eter
2-Etoksietanol	<i>lihat</i> Etilen glikol etil eter
2-Mercaptobenzothiazole	70
2-Metil-1-propil asetat	<i>lihat</i> Isobutil asetat
2-Metoksi 1-propanol	95
2-Metoksietanol	<i>lihat</i> Etilen glikol metil eter
2-Metilpentana	88
2-Metil propil asetat	<i>lihat</i> Isobutil asetat
2-Propanol	<i>lihat</i> Isopropil alkohol
2-Propanon	<i>lihat</i> Aseton
2,2-Dimetilbutana	88
4-Metil-2-pentanon	<i>lihat</i> Metil isobutil keton
4,4-Diphenylmethane diisosianat	<i>lihat</i> Metilen bispenil diisosianat
4,4-Isopropylidenebis(2,6-dibromofenol)	<i>lihat</i> Tetrabromobisphenol A

A

Asam asetat	43
Air amonia	<i>lihat</i> Amonium hidroksida
Aluminium hidroksida	59
Amonia berair	<i>lihat</i> Amonium hidroksida
Amonia	48
Amonium hidroksida	48
Amonium klorida	59
Amonium muriate	<i>lihat</i> Amonium klorida
Antimon trioksida	59
Aqua fortis	<i>lihat</i> Asam nitrat
Aroclor	<i>lihat</i> Bifenil poliklorinasi
Arsine	51
Asam aminat	<i>lihat</i> Asam format
Asam etanoat	<i>lihat</i> Asam asetat
Asam fluor	<i>lihat</i> Asam hidrofluorat
Asam fluorida/Hidrogen fluorida	43
Asam format	43
Asam formylic	<i>lihat</i> Asam format
Asam hidroklorida	43, 62

Asam muriat	<i>lihat</i> Asam hidroklorida	43, 62
Asam nitrat		43
Aseton		97

B

BBP	<i>lihat</i> Butil benzil ftalat	77
Bensin	<i>lihat</i> Bensol	90
Bensol		90
Bensol	<i>lihat</i> Bensol	90
Benzena heksahidrida	<i>lihat</i> Sikloheksana	88
Benzyl butil Ester	<i>lihat</i> Butil benzil ftalat	77
Bifenil polibrominasi		57
Bifenil poliklorinasi		57
Boraks	<i>lihat</i> Sodium tetraborate decahydrate	62
Boroethane	<i>lihat</i> Diborane	51
Boron hidrida	<i>lihat</i> Diborane	51
Butanone	<i>lihat</i> Metil etil keton	97
Butil asetat		94
Butil benzil ftalat		77
Butil etanoat	<i>lihat</i> Butil asetat	94
Butil metil keton	<i>lihat</i> Metil butil keton	97
Butil selosol	<i>lihat</i> Etilen glikol butil eter	95

C

Cadmium carbinol	<i>lihat</i> Metil alkohol	86
Cd	<i>lihat</i> Kadmium	72
Chloroethene	<i>lihat</i> Metil kloroform	92
Chromium heksavalen		72
Chromium (VI)	<i>lihat</i> Kromium heksavalen	72
Cr (VI)	<i>lihat</i> Kromium heksavalen	72
Cu	<i>lihat</i> Tembaga	72

D

Diborane		61
Diboron heksahidrida	<i>lihat</i> Diborane	51
Dibutil ftalat		77
Dietil ftalat		77
Dipenil eter polibrominasi		57
Diklorometana	<i>lihat</i> Metilen klorida	92
Dikloropropana		92
Dimetil benzena	<i>lihat</i> Xylene	90
Dimetil ftalat		77
Dimetil keton	<i>lihat</i> Aseton	97
Dimetil-1,2-benzenedikarboksilat	<i>lihat</i> Dimetil ftalat	77
Di-n- butil ftalat	<i>lihat</i> Dibutil ftalat	77

Di-n-oktil ftalat	<i>lihat</i> Dioctyl ftalat	77
Dioctyl ftalat		88
Dipropil metana	<i>lihat</i> Heptan	77
DMP	<i>lihat</i> Dimetil ftalat	77
DOP	<i>lihat</i> Dioctyl ftalat	77

E

Ester bis (2-etilheksil)	<i>lihat</i> Di (2-etilheksil) ftalat	77
Etanol	<i>lihat</i> Etil alkohol	86
Ethenyl bensol	<i>lihat</i> Styrene	40
Ethyl cellosolve	<i>lihat</i> Etilen glikol etil eter	95
Etil alkohol		86
Etil asetat		94
Etil etanoat	<i>lihat</i> Etil asetat	94
Etil hidrat	<i>lihat</i> Etil alkohol	86
Etil hidroksida	<i>lihat</i> Etil alkohol	86
Etil metil keton	<i>lihat</i> Metil etil keton	97
Etilen tetraklorida	<i>lihat</i> Tetrakloretilen	92
Etilena glikol butil eter		95
Etilena glikol etil eter		95
Etilena glikol metil eter		95
Etilena vinil asetat		80
Etinil triklorida	<i>lihat</i> Trikloroetilen	92
EVA	<i>lihat</i> Etilen vinil asetat	80

F

FireMaster BP-6	<i>lihat</i> Bifenil polibrominasi	57
FireShield	<i>lihat</i> Antimony trioxide	59
Formaldehida		65
Formalin	<i>lihat</i> Formaldehida	65
Fosfin		51
Fosfor merah		59
Freon 10	<i>lihat</i> Karbon tetraklorida	92

G

Gum rosin	<i>lihat</i> Rosin	62
-----------------	--------------------------	----

H

HCl	<i>lihat</i> Asam hidroklorida	44, 62
HDI	<i>lihat</i> Hexamethylene diisocyanate	67
Heptana		88
Heptyl hydride	<i>lihat</i> Heptana	88
Hexamethylene	<i>lihat</i> Sikloheksana	88
Hexamethylene diisocyanate		67
Hexan-2-one	<i>lihat</i> Metil butil ketone	97

Hexane	88
Hexavalent chromium.....	<i>lihat</i> Kromium heksavalen72
Hexyl hydride	<i>lihat</i> Heksana 88
HF	<i>lihat</i> Asam hidrofluorat 43
Hg	<i>lihat</i> Merkuri72
Hidrida arsenik	<i>lihat</i> Arsine 51
Hidrogen klorida	<i>lihat</i> Asam hidroklorida 43 62
Hydrofluoride	<i>lihat</i> Asam hidrofluora 43
Hydrogen arsenide.....	<i>lihat</i> Arsine 51
Hydrogen nitrate.....	<i>lihat</i> Asam nitrat 43
Hydrogen nitride.....	<i>lihat</i> Amonia 48
Hydrogen phosphide	<i>lihat</i> Fosfin 51

I

IPA	<i>lihat</i> Isopropil alkohol 86
IPDI	<i>lihat</i> Isoforon diisosianat 67
Isobutyl acetate	94
Isobutyl methyl ketone.....	<i>lihat</i> Metil isobutil keto 97
Isohexane.....	<i>lihat</i> 2-Metil pentana 88
Isophorone diisocyanate	67
Isopropil alkohol	86

K

Kadmium	72
Kalium Permanganat	<i>lihat</i> Pemutih kalium permanganat 46
Karbon diklorida	<i>lihat</i> Tetrakloretilen 92
Karbon tetraklorida.....	92
Kolofoni.....	<i>lihat</i> Rosin 62
Kr	<i>lihat</i> Kripton 75
Kripton.....	<i>lihat</i> Kripton 75

M

MBK.....	<i>lihat</i> Metil butil keton 97
MDI.....	<i>lihat</i> Methilen bisphenyl diisosianat 67
MEK.....	<i>lihat</i> Metil etil keton 97
Melamine cyanurate	59
Melamine isocyanurate	<i>lihat</i> Melamine sianurate 59
Mentega dari seng	<i>lihat</i> Seng klorida..... 62
Merkuri/air raksa	72
Metanol.....	<i>lihat</i> Metan alkohol..... 86
Methane carboxylic acid	<i>lihat</i> Asam asetat 43
Methyl aldehyde	<i>lihat</i> Formaldehida 65
Methyl benzene.....	<i>lihat</i> Toluena 90
Methyl benzol.....	<i>lihat</i> Toluena 90
Methyl butyl ketone.....	97

Methyl cellosolve	<i>lihat</i> Etilena glikol metil eter	95
Methyl chloroform		92
Methyl ethyl ketone		97
Methyl isobutyl ketone		97
Methyl n-butyl ketone	<i>lihat</i> Metil butil keton	97
Methyl toluene	<i>lihat</i> Xylene	90
Methylene bisphenyl diisocyanate		67
Methylene chloride		92
Methylene oxide	<i>lihat</i> Formaldehida	65
Methylol	<i>lihat</i> Metil alkohol	86
Metil alkohol		86
MIBK	<i>lihat</i> Metil isobutil keton	97

N

Naphthalene diisocyanate		67
N-butyl ester	<i>lihat</i> Butil asetat	94
NDI	<i>lihat</i> Naftalena diisosianat	67
Ne	<i>lihat</i> Neon	75
Neohexane	<i>lihat</i> 2,2-dimetil butana	88
Neon		75
N-hexane	<i>lihat</i> Heksana	88
Ni	<i>lihat</i> Nikel	72
Nikel		72
Nitrogen hydroxide oxide	<i>lihat</i> Asam nitrat	43
Nitro-Sil	<i>lihat</i> Amonia	48
Novolac	<i>lihat</i> Fenol formaldehida resin	80

P

PbPb	<i>lihat</i> Timah	72
PBB	<i>lihat</i> Bifenil poliklorinasi	57
PBDE	<i>lihat</i> Difenil eter polibrominasi	57
PCB	<i>lihat</i> Bifenil poliklorinasi	57
PERC	<i>lihat</i> Tetrakloretilen	92
Perchloroethylene	<i>lihat</i> Tetrakloretilen	92
PF resin	<i>lihat</i> Fenol formaldehida resin	80
Fenol formaldehida resin		80
Phenolic resin	<i>lihat</i> Fenol formaldehida resin	80
Phosphorus hydride	<i>lihat</i> Fosfin	51
Polimer Chlorethylene	<i>lihat</i> Polivinil klorida	80
Polyether urethane foam	<i>lihat</i> Polyurethane	80
Polivinil klorida		80
Polyurethane		80
Propylene dichloride	<i>lihat</i> Dikloropropana	92
Propylene glycol methyl ether	<i>lihat</i> 1-Metoksi 2-propanol	95
Propylene glycol monomethylether	<i>lihat</i> 2-Metoksi 1-propanol	95

PU	<i>lihat</i> Polyurethane	80
PVC	<i>lihat</i> Polyvinyl klorida	80
Pyroacetic acid.....	<i>lihat</i> Aseton	97

R

Radiasi Frekuensi Radio.....		83
RF	<i>lihat</i> Radiasi frekuensi radio	83
Rosin.....		62

S

Sal ammonia.....	<i>lihat</i> Amonium klorida.....	48, 62
Seng Klorida		62
Sicol	<i>lihat</i> Butil benzil ftalat.....	77
Sikloheksana		88
Sinar Ultraviolet		83
Sn	<i>lihat</i> Timah	72
Sodium borate.....	<i>lihat</i> Sodium tetraborate decahydrate	62
Sodium tetraborate decahydrate.....		62
Styrene		90

T

TBBPA.....	<i>lihat</i> Tetrabromobisphenol A	57
TCE	<i>lihat</i> Trikloroetilen	92
TDI.....	<i>lihat</i> Toluene diisosianat	67
Tembaga.....		72
Tetrabromobisphenol A.....		57
Tetrakloroetilen		92
Tetraklorometan	<i>lihat</i> karbon tetraklorida	92
Timah.....		72
Toluene.....		90
Toluene diisosianat.....		67
Toluene-2,4-diisosianat.....	<i>lihat</i> Toluene diisosianat	67
Toluol.....	<i>lihat</i> Toluene	90
TPP	<i>lihat</i> Triphenyl fosfat	59
Trichloroethene.....	<i>lihat</i> Trikloroetilen	92
Trikloroetilen.....		92
Triphenyl fosfat.....		59

U

UV	<i>lihat</i> Sinar ultraviolet.....	83
----------	-------------------------------------	----

V

Vinyl chloride polymer	<i>lihat</i> Polivinil klorida	80
Vinylbenzene	<i>lihat</i> Styrene	90

X

Vinyl chloride polymer	<i>lihat</i> Polivinil klorida	80
Vinylbenzene	<i>lihat</i> Styrene.....	90

Bahan dan material kimia yang umum digunakan

Asam

Asam berbentuk cairan dan biasanya digunakan untuk membersihkan suku cadang elektronik dan logam, pada pewarna pakaian dan untuk mengolah bahan kulit.

Asam mengeluarkan uap yang beracun kalau terhirup, kadang-kadang bisa langsung menyebabkan masalah paru-paru. Asam yang terserap oleh kulit juga merupakan bentuk paparan yang umum dan berbahaya. Sebagai kelompok unsur kimia, asam merupakan senyawa yang sangat reaktif dan sangat berbahaya kalau terkena kontak langsung. Bahkan jumlah yang sangat kecil atau larutan mengandung asam bisa menyebabkan luka bakar dan meresap ke dalam kulit.

Bagan kami hanya memasukkan sebagian dari unsur asam yang ada. Lihat bagian Mengetahui zat kimia yang digunakan di pabrik anda dan Bagaimana mencari informasi lebih lanjut tentang unsur asam lainnya. Lihat bagian Indeks nama zat kimia untuk mengetahui nama lain yang dikenal untuk asam.

Mencegah atau mengurangi paparan

- Buatlah sistem ventilasi yang menghisap uap dan menggantikan atau menyaring udara kotor dengan udara bersih.
- Tutup atau lindungi kegiatan operasi sedapat mungkin.
- Jangan mencampur atau menuang asam tanpa menggunakan sarung tangan.
- Pakailah sarung tangan yang anti asam, celemek anti asam, kacamata pelindung dan kaca penutup wajah. Pakailah respirator yang pas dengan Anda. Semua pakaian pelindung harus bersih, tersedia setiap hari, dipakai sebelum kerja dan tidak boleh dibawa pulang.
- Buatlah rencana darurat untuk tumpahan, percikan dan paparan tak terduga. Rencana tersebut harus memiliki rencana P3K dan peralatan pelindung. Simpanlah persediaan pelindung dekat dengan tempat kerja, jangan sampai kosong dan harus mudah dijangkau. Area kerja di mana asam digunakan, disimpan dan dicampur harus bisa dikontrol panasnya, dan dipantau konsentrasi uap dan asapnya. Area ini juga harus dilengkapi dengan alarm, pemadam kebakaran dan rencana darurat kebakaran.

Asam

Asam asetat – CAS No. 64-19-7



Asam forsik – CAS No. 64-18-6



Asam hidroklorik (HCl) – CAS No. 7647-01-0

Asam hidrofluorat (HF) – CAS No. 7664-39-3



Asam nitrat – CAS No. 7697-37-2

Apakah Acids Itu?

Acid atau **asam** adalah cairan tidak berwarna dengan bau yang sangat kuat. **Acetic acid** atau **asam asetik** berbau seperti cuka. Sementara **formik, hidroklorik, hidrofluorat** dan **asam nitrat** memiliki bau yang tajam dan menyengat. **Asam** mengeluarkan asap. **Asam nitrat** memiliki asap berwarna merah.

Apakah Anda Menggunakannya?

Ada beberapa macam **Asam** yang digunakan dalam industri elektronik dan garmen. Mereka adalah **Asam forsik** digunakan pada proses sentuhan akhir, Hydrochloric dan **Asam hidrolik** untuk membersihkan wafer, dan **Asam nitrat** digunakan dalam proses pembersihan.

Jika Terkena Kontak Langsung

Kulit: Bisa menyebabkan iritasi parah, membakar kulit, ruam, nyeri, kemerahan, borok dan luka permanen. Jika **asam hidrolik** terkena kulit, kulit langsung terbakar, tetapi rasanya dingin dan kebas. Berbeda dengan **asam hidrolik**, reaksinya tidak langsung terlihat, dan harus segera dibasuh di bagian yang terkena.

Mata: Bisa menyebabkan iritasi berat, mata terbakar, dan kerusakan mata permanen.

Hidung/Paru-Paru: Bisa menyebabkan gangguan pernafasan dan jika terhirup akibatnya bisa pusing dan sakit kepala.

Asam hidrolik: Bisa menyebabkan detak jantung tidak teratur.

Mulut/Perut: Bisa menyebabkan cedera saluran pencernaan dan perut. **Asam hidrolik** dapat menyebabkan mulut dan kerongkongan terbakar dan detak jantung serta tekanan darah tidak teratur. Segera cari pertolongan medis.

(bersambung)

Asam *(sambungan)*

Jika Terpapar Jangka Panjang:

Asam dapat merusak hati, ginjal dan paru-paru, menyebabkan bronkhitis kronis dan paru-paru basah.

Asam nitrat bisa menyebabkan gigi kuning dan keropos.

Asam hidrolik bisa menyebabkan gigi kuning dan keropos.

Asam hidrofluorat bisa menyebabkan pencernaan tidak seimbang, detak jantung tidak normal dan membahayakan sistem saraf yang berakibat pada kejang. Ia juga bisa melemahkan dan merusak tulang dan menyebabkan masalah kulit.

Jika Anda Beresiko Terpapar:

Gunakan sarung tangan butil, celemek dan, dan pelindung mata/wajah untuk menghindarkan asam terkena kulit.

Untuk **HCl**, gunakan sarung tangan Tychem atau Teflon.

Untuk **HF**, sarung tangan gunakan nitril ganda.

Pakailah respirator yang bisa menyaring uap asam .

Larutan pencuci asam

Larutan pencuci asam digunakan untuk membuat kesan kusam pada tekstil. Larutan ini melunturkan warna asli tekstil. Pemutih dari Klorin dan kalium permanganat (PP) biasanya merupakan larutan pencuci yang paling umum digunakan sebagai larutan pencuci asam dalam industri tekstil.

Klorin dan kalium permanganat dicampur dengan zat kimia lain dan dilarutkan untuk membuat larutan pencuci. Kedua zat kimia tersebut mengeluarkan asap.

Kalau klorin bercampur dengan amonia, ia akan menghasilkan uap beracun yang dapat meledak. Kalium permanganat akan mengeluarkan uap beracun dan bisa meledak kalau tercampur dengan asam dan bubuk logam. Larutan pencuci asam mengeluarkan asap yang sangat beracun kalau terbakar. Jangan menyimpan zat kimia ini di dekat zat kimia lain atau di dekat sumber panas.

Bagan pada bab ini hanya memasukkan beberapa jenis dari asam dan larutan pencuci yang ada. Lihat bagian Mengetahui zat kimia yang digunakan di pabrik Anda dan Bagaimana mencari informasi lebih lanjut tentang larutan pencuci asam lainnya. Lihat bagian Indeks nama zat kimia untuk mencari nama alternatif untuk larutan pencuci asam.

Mencegah atau mengurangi paparan:

- Buatlah sistem ventilasi yang menghisap uap dan menggantikan atau menyaring udara kotor dengan udara bersih.
- Tutuplah daerah operasi sebisa mungkin.
- Jangan mencampurkan atau menuang larutan pencuci asam tanpa menggunakan sarung tangan.
- Pakailah sarung tangan yang anti acid, celemek anti acid, kacamata pelindung dan kaca penutup wajah. Pakailah respirator yang pas dengan Anda. Semua pakaian pelindung harus bersih, tersedia setiap hari, dipakai sebelum kerja dan tidak boleh dibawa pulang.
- Buatlah rencana darurat untuk tumpahan, percikan dan paparan tak terduga. Rencana tersebut harus memiliki rencana P3K dan peralatan pelindung. Simpanlah persediaan pelindung dekat dengan tempat kerja, jangan sampai kosong dan harus mudah dijangkau
- Area kerja di mana larutan pencuci asam digunakan, disimpan dan dicampur harus bisa dikontrol panasnya, dan dipantau konsentrasi uap dan asapnya. Area ini juga harus dilengkapi dengan alarm, pemadam kebakaran dan rencana darurat kebakaran.

Larutan pencuci asam

Pemutih klorin – CAS No. 7664-41-7



Pemutih kalium permanganat – CAS No. 7722-64-7



Apakah Itu?

Larutan pencuci asam terdapat pada cairan pemutih. **Pemutih klorin** berbentuk cairan kuning pucat dengan bau menyengat. **Pemutih kalium permanganat** adalah cairan berwarna ungu.

Apakah Anda Menggunakannya?

Larutan pencuci asam digunakan untuk memberikan kesan kusam dan luntur pada *jeans*.

Jika Terkena Kontak Langsung

Kulit: Bisa membuat iritasi dan membakar kulit. Bisa menyebabkan ruam kulit, kemerahan dan kering. Kulit akan mulai mengelupas, gatal dan pecah-pecah. Lama kelamaan, kulit akan bengkak dan melepuh.

Mata: Membuat iritasi dan membakar mata. Bisa menyebabkan konjungtivitis. Gejala konjungtivitis adalah mata berair dan tidak nyaman. Larutan pencuci asam dalam jumlah yang besar bisa mengakibatkan kerusakan mata permanen dan kebutaan.

Hidung/Paru-Paru: Asapnya bisa membuat iritasi pada hidung, terhirup asapnya bisa menyebabkan iritasi hidung, tenggorokan, dan paru-paru, menyebabkan batuk, napas berdengik, nafas tersengal, dan nyeri dada. Menghirup asap **pemutih klorin** dan **pemutih kalium permanganat** bisa menyebabkan pusing, sakit kepala, cairan pada paru-paru atau edema. Lihat bagian Pertolongan pertama pada kecelakaan.

Mulut/Perut: Kalau terkena mulut dan perut, bisa membakar perut, menyebabkan mual, muntah dan diare.

Jika Terpapar Jangka Panjang:

Larutan pencuci asam bisa membuat hidung dan paru-paru sensitif dan mengakibatkan bronkhitis, paru-paru basah, dan asma kronis. Asma kronis berarti bahwa meskipun Anda berhenti bekerja dengan Larutan pencuci asam, anda tetap menderita asma.

Pemutih kalium permanganat merusak hati dan ginjal. Kalau secara periodik masuk ke mulut dalam jangka waktu yang panjang, bisa merusak jantung dan sistem saraf. Kemungkinan juga bisa mengurangi kesuburan pria dan wanita.

Jika Anda Beresiko Terpapar:

Pakailah sarung tangan yang panjang sampai siku, dari bahan karet butil, celemek, pelindung mata, dan respirator dengan cadangan udara.

Pengganti yang Lebih Aman:

Lebih baik jangan memasukkan **Larutan pencuci asam** ke dalam mesin cuci dan gantilah dengan batu apung. Pakailah respirator dengan cadangan udara.

Amonia dan senyawa amonium

Amonia dan senyawa amonium bisa berbentuk cairan, gas atau padat. Ammonia murni berbentuk gas, tapi kalau Anda bekerja dengan amonia dingin, bentuknya adalah cairan. Amonia dan senyawa amonium digunakan pada industri elektronik, garmen, dan sepatu. Biasanya digunakan pada tahap *electroplating*, untuk membuat karet, dipakai sebagai larutan pembuat plastik, dan pada pewarna dan pemulas akhir tekstil.

Wadah amonia dapat meledak jika terkena panas. Simpanlah amonia dalam tempat yang tekanannya bisa dikontrol, dan dalam wadah tertutup.

Jika ada amonia yang terkena tubuh Anda, segera bilas dengan air dingin setidaknya 15 menit.

Bagan ini hanya memuat sebagian dari senyawa ammonia yang ada. Lihat bagian Mengetahui zat kimia yang digunakan di pabrik anda dan Bagaimana mencari informasi lebih lanjut tentang senyawa amonia lainnya. Lihat bagian Indeks nama zat kimia untuk mencari nama alternatif untuk Amonia dan senyawa amonium .

Mencegah atau mengurangi paparan:

- Buatlah sistem ventilasi yang menghisap uap dan menggantikan atau menyaring udara kotor dengan udara bersih.
- Tutuplah daerah operasi sebisa mungkin.
- Jangan mencampurkan atau menuang amonia atau senyawa amonium tanpa menggunakan sarung tangan
- Pakailah sarung tangan. Pakailah respirator yang pas dengan Anda. Semua pakaian pelindung harus bersih, tersedia setiap hari, dipakai sebelum kerja dan tidak boleh dibawa pulang.
- Buatlah rencana darurat untuk tumpahan, percikan dan paparan tak terduga. Rencana tersebut harus memiliki rencana P3K dan peralatan pelindung. Simpanlah persediaan pelindung dekat dengan tempat kerja, jangan sampai kosong dan harus mudah dijangkau.
- Area kerja di mana senyawa amonia digunakan, disimpan dan dicampur harus bisa dikontrol panas nya, dan dipantau konsentrasi uap dan asapnya. Area ini juga harus dilengkapi dengan alarm, pemadam kebakaran dan rencana darurat.

Amonia dan senyawa amonium

Amonia – CAS No. 7664-41-7



Amonium kloride – CAS No. 12125-02-9



Amonium hidroksida – CAS No. 1336-21-6

Apakah Itu?

Amonia adalah gas atau cairan yang tidak berwarna dengan bau yang kuat dan menyengat. Baunya terasa meskipun jumlahnya sangat sedikit. **Amonium hidroksida** adalah campuran cairan bening yang terdiri dari amonia dan air. Baunya kuat. Kalau Anda mencium bau amonium hidroksida, anda berarti sudah terpapar dengan jumlah yang mungkin membahayakan. **Amonium klorida** adalah bubuk putih padat tanpa bau.

Apakah Anda Menggunakannya?

Senyawa **Amonium** digunakan dalam industri elektronik, sepatu, dan garmen production. **Amonia** digunakan untuk membuat lapisan silikon. **Amonia** cair digunakan pada pengolahan tekstil dan pewarna pakaian. **Amonium hidroksida** digunakan untuk menyiapkan pewarna dan karet. **Amonium klorida** digunakan untuk membuat baterai dan pada saat *electroplating*.

Jika Terkena Kontak Langsung

Kulit: Bisa membuat iritasi dan membakar kulit. Bisa membuat ruam kulit, kemerahan dan kulit kering. Kulit akan mulai mengelupas, gatal dan pecah-pecah. Kalau Anda menyentuh **amonia**, kulit anda akan terbakar dengan cepat, tetapi terasa dingin dan kebas.

Mata: Bisa membuat iritasi dan membakar mata. Kontak dalam jumlah yang besar dapat mengakibatkan kebutaan.

Hidung/Paru-Paru: Asapnya membuat iritasi hidung, tenggorokan, dan paru-paru, menyebabkan hidung mampet, batuk, nafas berdengik, nafas tersengal, dan dada sesak. Kalau paparan berlanjut, bisa menyebabkan serangan asma parah. Menghirup asap dalam jumlah yang banyak bisa menyebabkan paru-paru terisi cairan, atau edema.

Mulut/Perut: Bisa membakar mulut, tenggorokan, dan perut dan menyebabkan mual, muntah dan diare.

(bersambung)

Amonia dan senyawa amonium *(sambungan)*

Jika Anda Beresiko Terpapar:

Pakailah, sarung tangan hingga ke siku yang terbuat dari karet butil atau nitril, celemek, dan pelindung mata/wajah.

Gunakan respirator dengan cadangan udara

Pengganti yang Lebih Aman:

Amonium hidroksida lebih encer dan sedikit lebih aman dari pada **amonia** murni.

Gas dopan

Gas dopan digunakan untuk menambah lapisan (ion implan) pada wafer elektronik sehingga bisa memberikan konduksi lebih baik. Arsine, diborane, dan fosfin adalah beberapa jenis Gas dopan yang paling umum digunakan. Gas Arsine berasal dari senyawa arsenik, diborane dari boron, dan fosfin dari fosfor.

Karena bentuknya gas, sifatnya menjadi lebih berbahaya dari zat padat karena bisa masuk ke dalam tubuh dengan mudah. Gas arsine, diborane, dan gas fosfin disimpan dalam wadah yang juga berisi bentuk cair zat tersebut. Meskipun kebanyakan paparan terjadi karena terhirup asapnya, kebocoran dari dalam wadah bisa berupa cairan atau gas.

Pekerja yang membongkar muat wafer, mengganti silinder gas, dan membersihkan dan merawat mesin implan ion bisa terkena kontak langsung dengan Gas dopan. Demikian pula pekerja lain di area yang sama.

Kalau tidak sengaja tertelan, bisa mengakibatkan kerusakan saluran pencernaan karena akan terurai menjadi gas di dalam tubuh.

Bagan ini hanya memuat sebagian dari Gas dopan yang ada. Lihat bagian Mengetahui zat kimia yang digunakan di pabrik Anda dan Bagaimana mencari informasi lebih lanjut tentang gas dopan lainnya. Lihat bagian Indeks nama zat kimia untuk mencari nama alternatif untuk Gas dopan.

Mencegah atau mengurangi paparan:

- Buatlah sistem ventilasi yang baik dan terstandar karena mesin membutuhkan ventilasi gas buang di dalam sehingga tidak ada gas yang keluar.
- Tutuplah peralatan yang hampir tidak memerlukan kendali langsung untuk mengurangi paparan pekerja terhadap kemungkinan kecelakaan dari alat yang beresiko.
- Pakailah pakaian pelindung terutama ketika ada kontak langsung dengan silinder gas pada mesin implan ion.
- Buatlah rencana darurat untuk tumpahan, percikan dan paparan tak terduga. Rencana tersebut harus memiliki rencana P3K dan peralatan pelindung. Simpanlah persediaan pelindung dekat dengan tempat kerja, jangan sampai kosong dan harus mudah dijangkau.
- Semua bentuk dopan sangat mudah terbakar dan meledak. Area penyimpanan harus terus dijaga dalam suhu dingin dan udaranya harus dipantau. Area ini harus dilengkapi dengan alarm, pemadam kebakaran, dan rencana darurat.

Gas dopan

Arsine – CAS No. 7784-42-1			
Diborana – CAS No. 19287-45-7			
Fosfin – CAS No. 7803-51-2			

Apakah Itu?

Dopan adalah gas yang tidak berwarna. Jenis **arsine** dan **fosfin** berbau tidak enak seperti bawang putih atau ikan busuk. **Diborane** berbau tidak enak. Kalau Anda bisa menciumnya, berarti anda sudah terpapar pada jumlah yang cukup tinggi yang bisa membahayakan anda.

Apakah Anda Menggunakannya?

Dopan digunakan dalam industri elektronik, pada proses "implan ion" yang umum dikenal untuk membuat wafer sebagai konduktor listrik.

Jika Terkena Kontak Langsung

Kulit: Bisa menyebabkan iritasi kulit. Dalam bentuk gas ia tidak terlalu beracun untuk kulit, tetapi kalau Anda menyentuhnya dalam bentuk cairan, bisa membuat kulit terbakar, meskipun rasanya akan dingin dan kebas saja. Tangani lukanya sebagai luka bakar akibat zat kimia.

Mata: Asapnya bisa menyebabkan iritasi mata. Dalam bentuk cairan, ia bisa menyebabkan kebakaran mata parah.

Hidung/Paru-Paru: Asapnya bisa menyebabkan iritasi hidung, tenggorokan, dan paru-paru, mengakibatkan batuk dan nafas berdengik. Menghirup gasnya bisa membuat Anda pusing, melayang, susah bernapas dan pingsan. Beberapa di antara gejalanya mirip dengan "demam asap logam," yang terasa seperti flu, disertai gejala berikut: sakit kepala, demam dan menggigil, badan sakit, dada sesak, dan batuk. Paparan dalam jumlah yang lebih tinggi bisa mengakibatkan paru-paru terisi cairan atau edema.

Mulut/Perut: Gas dopan bisa masuk ke perut dan merusak saluran pencernaan, mengakibatkan nyeri abdomen, mual, muntah dan diare.

Jika Terpapar Jangka Panjang:

Semua jenis dopan bisa merusak hati, ginjal dan sistem saraf yang mengakibatkan lemas, kram otot, dan koordinasi tangan dan kaki lemah.

(bersambung)

Gas dopan *(sambungan)*

Arsine membunuh sel darah merah (hemolysis), sehingga mengakibatkan anemia. Menghirup arsine terus menerus akan membunuh lebih banyak sel darah merah dan berakibat pada gagal ginjal. Kalau kulit dan mata menjadi kuning, itu adalah gejala yang berbahaya dan jika terjadi, segeralah mencari pertolongan medis. Arsine bisa menyebabkan kanker kulit, hati, ginjal, lung, dan kantung kemih.

Diborana bisa merusak paru-paru dan mengakibatkan bronkhitis kronis dan masalah pernapasan.

Fosfin bisa merusak paru-paru dan mengakibatkan bronkhitis kronis dan masalah pernapasan. Paparan terhadap **fosfin** dalam jumlah besar sekaligus bisa menyebabkan gagal jantung dan ginjal. Kalau kulit dan mata menjadi kuning, itu adalah gejala yang berbahaya dan jika terjadi, segeralah mencari pertolongan medis.

Jika Anda Beresiko Terpapar:

Gunakan sarung tangan berbahan neoprene dan nitrile celemek, dan pelindung mata/wajah ketika mengganti oli pompa penghisap dan wadah gas. Peralatan ini juga harus dibersihkan atau dibuang dengan baik setelah digunakan.

Gunakan respirator dengan cadangan udara saat membersihkan sumber ion, mengganti pompa penghisap, atau mengerjakan pekerjaan perawatan mesin lainnya, atau ketika mengganti wadah penyimpanan gas.

Pengganti yang Lebih Aman:

Arsen mono etil adalah pengganti yang tidak terlalu beracun seperti **arsine**.

Zat pewarna

Zat pewarna memberikan warna untuk kain. Zat pewarna terdiri atas sejumlah kelompok zat kimia dan setiap kelompok terdiri atas zat kimia tunggal. Azo adalah kelompok zat pewarna terbesar. Dua puluh dua dari ratusan zat pewarna azo sudah dilarang karena sudah terbukti mengakibatkan kerusakan kesehatan yang parah.

Larutan pencampur yaitu zat kimia beracun sering dicampurkan dengan zat pewarna sebelum pewarnaan untuk memperkuat serapan kain terhadap pewarnaan.

Ada dua cara klasifikasi dan identifikasi zat pewarna: berdasarkan penggunaannya atau berdasarkan struktur kimianya. Kelompok zat pewarna berdasarkan penggunaan antara lain asam, zat dasar, penggunaan langsung, zat pemisah, zat pengikat, zat reaktif, pigmen, dan pewarna dalam tong. Zat pewarna untuk tiap jenis kain berbeda dan proses pewarnaannya pun berbeda. Kelompok zat pewarna berdasarkan struktur kimia antara lain nitro, azo, karotenoid, triarylmethane, xanthene, acridine, kuinolin, indamin, belerang, amino dan hidroksil keton, antrakuinon, indigoid, ftalosianin, pigmen anorganik, dan lain-lain. Sebagian besar zat pewarna diidentifikasi dengan nama dan nomor "indeks warna" (CI).

Zat pewarna menghasilkan debu dan asap yang mudah terhirup dan membahayakan mulut, tenggorokan, dan paru-paru.

Bagan ini hanya memuat sebagian dari zat pewarna yang ada. Lihat bagian Indeks nama zat kimia untuk mencari nama alternatif untuk zat pewarna.

Mencegah atau mengurangi paparan:

- Buatlah sistem ventilasi yang baik dan terstandar
- Tutuplah daerah operasi sebisa mungkin.
- Jangan menyentuh zat pewarna tanpa pelindung.
- Pakailah sarung tangan, respirator dan pakaian pelindung.
- Buatlah rencana darurat dalam penanganan kejadian tak terduga. P3K dan peralatan pelindung harus terjangkau oleh pekerja.
- Area kerja harus rutin dikontrol dan monitor tingkat asap dan uapnya. Juga memiliki peralatan gawat darurat seperti alarm.
- Cuci tangan hanya dengan sabun dan air.

Zat pewarna

Pewarna Anthraquinone



Pewarna Azo



Pewarna Indigoid

Pewarna Sulfur



Pewarna Triarylmethane



Apakah Itu?

Zat pewarna adalah zat kimia cair atau padat dengan berbagai warna. **Zat pewarna padat** biasanya berbentuk bubuk atau kristal. Beberapa jenis **zat pewarna** memiliki bau yang kuat, tetapi ada juga yang tidak berbau sama sekali. Beberapa **zat pewarna azo** melepaskan amine yang beracun dengan bau tidak enak, seperti bau amis ikan.

Apakah Anda Menggunakannya?

Zat pewarna digunakan pada industri garmen dan sepatu untuk mewarnai kain, bulu dan bahan kulit. **Pewarna anthraquinone** paling sering digunakan untuk warna ungu, biru dan hijau. **Pewarna azo** biasanya digunakan pada katun, wol, sutra dan nilon untuk memberikan warna merah, orange dan kuning. **Pewarna Indigoid** digunakan warna gelap dan jeans. **Pewarna sulfur** digunakan katun dan rayon. Sering juga digunakan untuk warna gelap seperti hitam, coklat, biru tua dan ungu. **Pewarna Triarylmethane** biasanya untuk warna cerah.

Jika Terkena Kontak Langsung

Kulit: Bisa menyebabkan iritasi kulit. Dalam bentuk gas ia tidak terlalu beracun untuk kulit, tetapi kalau Anda menyentuhnya dalam bentuk cairan, bisa membuat kulit terbakar, meskipun rasanya akan dingin dan kebas saja. Tangani lukanya sebagai luka bakar akibat zat kimia. Lihat bagian Pertolongan pertama pada kecelakaan.

Mata: Asapnya bisa menyebabkan iritasi mata. Dalam bentuk cairan, ia bisa menyebabkan luka bakar mata parah.

(bersambung)

Zat pewarna *(sambungan)*

Hidung/Paru-Paru: Debu dan asapnya bisa menyebabkan iritasi hidung, tenggorokan, dan paru-paru, mengakibatkan hidung mampet, batuk, nafas berdengik, nafas tersengal, dan dada sesak. Semakin lama terpapar, hidung dan paru-paru menjadi semakin sensisif, dan bisa mengakibatkan serangan asma yang parah. Menghirup pigmen, debu dan asap zat pewarna bisa menyebabkan paru-paru terisi cairan, atau sering disebut edema paru.

Mulut/Perut: Bisa menyebabkan mual, muntah dan diare.

Jika Terpapar Jangka Panjang:

Zat pewarna bisa merusak sistem kekebalan tubuh, hati, ginjal, dan saluran kencing. Bisa membuat hidung dan paru-paru sensitif dan mengakibatkan asma kronis. **Zat pewarna** merusak sel darah merah sehingga tidak lagi bisa mengantarkan oksigen ke organ tubuh lain. Kondisi ini disebut methemoglobinemia. Gejala methemoglobinemia biasanya adalah kulit dan bibir membiru, sakit kepala, lemas, susah bernapas dan kurang tenaga. Kalau tidak ditangani segera, penderita bisa koma dan jantungnya berhenti.

Pewarna Azo bisa mempengaruhi kesuburan. Bisa pula menyebabkan kanker hati dan paling sering kanker kantung kemih.

Pewarna Anthraquinone bisa menyebabkan kanker hati, kolon, ginjal, dan kantung kemih.

Pewarna Triarylmethane bisa menyebabkan kanker.

Pengganti yang Lebih Aman:

Zat pewarna yang tidak menghasilkan debu umumnya lebih aman, misalnya yang berbentuk **butiran** atau **cairan**. **Zat pewarna** alami biasanya lebih aman dari yang **sintetis**.

Zat anti api

Zat anti api biasanya digunakan pada plastik, suku cadang elektronik, penutup kawat, karet, tekstil, kayu dan furnitur untuk menghambat api. Ada dua kelompok zat anti api: halogen dan non-halogen. Biasanya satu jenis zat anti api bisa digunakan langsung, atau dicampur dengan zat anti api lainnya.

Zat anti api halogen mengandung klorin atau brom. Yang mengandung brom lebih sering digunakan karena lebih murah. Zat anti api non halogen mengandung nitrogen, fosfor atau logam seperti aluminium, magnesium, dan antimoni. Yang mengandung nitrogen dan fosfor sering dicampur.

Zat anti api halogen dianggap lebih berbahaya bagi kesehatan daripada yang non halogen. Beberapa di antaranya sudah dilarang di banyak negara. Tetapi, banyak zat yang non halogen juga sama tingkat bahayanya terhadap kesehatan.

Bagan ini hanya memuat beberapa dari zat anti api yang ada. Lihat bagian Mengetahui zat kimia yang digunakan di pabrik Anda dan Bagaimana mencari informasi lebih lanjut tentang zat anti api lainnya. Lihat bagian Indeks nama zat kimia untuk mencari nama alternatif untuk zat anti api.

Mencegah atau mengurangi paparan:

- Buatlah sistem ventilasi yang menghisap uap dan menggantikan atau menyaring udara kotor dengan udara bersih.
- Tutuplah daerah operasi sebisa mungkin.
- Jangan mencampurkan atau menuang zat anti api tanpa menggunakan sarung tangan
- Pakailah sarung tangan saat menangani zat anti api. Pakailah respirator yang pas dengan Anda. Semua pakaian pelindung harus bersih, tersedia setiap hari, dipakai sebelum kerja dan tidak boleh dibawa pulang.
- Buatlah rencana darurat untuk tumpahan, percikan dan paparan tak terduga. Rencana tersebut harus memiliki rencana P3K dan peralatan pelindung. Simpanlah persediaan pelindung dekat dengan tempat kerja, jangan sampai kosong dan harus mudah dijangkau.
- Area kerja di mana zat anti api digunakan, disimpan dan dicampur harus bisa dikontrol panasnya, dan dipantau konsentrasi uap dan asapnya. Area ini juga harus dilengkapi dengan alarm, pemadam kebakaran dan rencana darurat kebakaran.

Zat anti api halogen

JENIS BROM



Difenil eter polibrominasi
– CAS No. 59536-65-1



Difenil eter polibrominasi



Tetrabromobisphenol
– CAS No. 79-94-7



RETARDAN API YANG DIKLORINASI



Bifenil poliklorinasi
– CAS No. 59536-65-1



Apakah Itu?

Bifenil poliklorinasi berbentuk bubuk putih. **Difenil eter polibrominasi** berwarna kuning pucat atau berbentuk bubuk putih. **TBBPA** bentuknya putih, seperti butiran pasir, umumnya kuning pucat, atau dalam bentuk cairan bening yang kental dan berminyak.

Apakah Anda Menggunakannya?

Zat anti api halogen digunakan pada pabrik garmen. Digunakan pula pada pabrik elektronik untuk plastik, pelapis dan penutup kabel.

Jika Terkena Kontak Langsung

Kulit: Bisa menyebabkan iritasi kulit. Dalam bentuk gas ia tidak terlalu beracun untuk kulit, tetapi kalau Anda menyentuhnya dalam bentuk cairan, bisa membuat kulit terbakar, meskipun rasanya akan dingin dan kebas saja. Tangani lukanya sebagai luka bakar akibat zat kimia.

Mata: Bisa menyebabkan iritasi mata.

Hidung/Paru-Paru: Asapnya bisa menyebabkan iritasi hidung, tenggorokan, dan paru-paru, menyebabkan batuk, napas berdengik, nafas tersengal, dan nyeri dada.

Mulut/Perut: Bisa menyebabkan mual, muntah, dan diare.

(bersambung)

Flame retardants terhalogenasi *(sambungan)*

Jika Terpapar Jangka Panjang:

Zat anti api halogen bisa merusak sistem kekebalan tubuh, pertumbuhan mental, dan menurunkan kemampuan ingat dan belajar. Ia bisa juga merusak tiroid. Gejala hipotiroid berupa konstipasi, sensitif terhadap suhu dingin, lemas, rambut dan kuku tipis, dan kenaikan berat badan.

Bifenil polibrominasi bisa mengurangi kesuburan pria dan wanita, dan memperlambat pertumbuhan anak. Bisa menyebabkan kanker.

Ester difenil polibrominasi bisa mengurangi kesuburan pria dan wanita, masuk ke air susu ibu dan mengenai bayi, serta memperlambat pertumbuhan anak. Bisa menyebabkan kanker.

Tetrabromobisphenol Kemungkinan mengurangi kesuburan pria dan wanita.

Bifenil poliklorinasi bisa mengurangi kesuburan pria dan wanita dan memperlambat pertumbuhan anak dan bisa menyebabkan kanker.

Jika Anda Beresiko Terpapar:

Gunakan sarung tangan sepanjang siku berbahan nitrile, celemek, dan pelindung mata/wajah
Gunakan respirator dengan cadangan udara.

Pengganti yang Lebih Aman:

Zat anti api non halogen adalah alternatif yang lebih aman ketimbang **zat anti api halogen**.

Tetrabromobisphenol adalah salah satu **zat anti api halogen** yang paling aman.

Zat anti api non halogen

JENIS ANORGANIK

Aluminium hidroksida – CAS No. 21645-51-2

Antimon trioksida – CAS No. 1309-64-4



RETARDAN API BERBASIS NITROGEN

Melamin sianurat – CAS No. 37640-57-6

RETARDAN API BERBASIS FOSFOR

Fosfor merah – CAS No. 7723-14-0



Triphenyl fosfat (TPP) – CAS No. 115-86-6



Apakah Itu?

Aluminium hidroksida berbentuk bubuk putih seperti tepung dan tidak berbau. **Antimon trioksida** dan **melamine sianurat** berbentuk bubuk seperti pasir tanpa bau. **Fosfor merah** berbentuk bubuk merah, tidak berbau. **Triphenyl fosfat (TPP)** berbentuk kristal putih dan berbau manis.

Apakah Anda Menggunakannya?

Zat anti api berbasis fosfor dan nitrogen biasanya dipakai di pabrik garmen. Sering juga digunakan untuk melapisi papan sirkuit dan suku cadang elektronik. **Zat anti api jenis anorganik** biasanya digunakan pada plastik saat peleburan dan ekstrusi.

Jika Terkena Kontak Langsung

Kulit: Bisa menyebabkan iritasi kulit. Bisa membuat ruam kulit, kemerahan dan kulit kering. Kulit akan mulai mengelupas, gatal dan pecah-pecah.

Mata: Bisa menyebabkan iritasi mata. **Fosfor merah** bisa merusak kornea (lapisan halus yang menutupi bagian depan mata).

Hidung/Paru-Paru: Debunya bisa menyebabkan iritasi hidung, tenggorokan, dan paru-paru, menyebabkan batuk, napas berdengik, nafas tersengal, dan nyeri dada. Menghirup **Antimon trioksida** bisa menyebabkan borok tenggorokan.

Mulut/Perut: Bisa menyebabkan nyeri perut, mual, dan muntah. **Antimon trioksida** bisa terasa seperti logam di dalam mulut.

(bersambung)

Zat anti api non halogen *(sambungan)*

Jika Terpapar Jangka Panjang:

Zat anti api non halogen merusak hati dan ginjal.

Debu dari **Aluminium hidroksida** bisa menggores paru-paru, mengakibatkan pneumoconiosis, melemahkan otot dan tulang. Gejala pneumoconiosis biasanya adalah batuk dan nafas tersengal.

Antimon trioksida merusak jantung dan paru-paru. Ia bisa juga kemungkinan mengurangi kesuburan pria dan wanita, mengakibatkan keguguran, dan membahayakan bayi dalam kandungan. Bisa juga mengakibatkan kanker paru-paru.

Melamin sianurat menyerang saluran kencing dan bisa batu pada kantung kemih.

Fosfor merah merusak jantung dan paru-paru. Bisa juga menyebabkan bronkhitis dan anemia.

Triphenyl fosfat bisa mempengaruhi sistem saraf, mengakibatkan lemas dan koordinasi yang lemah pada kaki dan tangan.

Jika Anda Beresiko Terpapar:

Gunakan sarung tangan sepanjang siku berbahan karet butil, celemek, dan pelindung mata/wajah.

Gunakan respirator dengan filter partikel yang dirancang untuk filtrasi partikel padat.

Pengganti yang Lebih Aman:

Gunakan bahan alternatif untuk perangkat komputer dan plastiknya yang tidak memerlukan **zat anti api** sama sekali, misalnya kaca, logam dan kawat rendah voltase.

Fluks

Fluks digunakan untuk membersihkan suku cadang elektronik saat menyolder, mematri, dan mengelas logam. Kalau dalam keadaan bersih, bagian-bagian logam akan mudah disatukan.

Ada beberapa jenis fluks yang digunakan untuk membersihkan logam-logam, seperti rosin dan amonium klorida, asam hidroklorik, seng klorida, natrium borat, dan isopropil alkohol.

Solder timbal paling sering digunakan sebelumnya sampai akhirnya dilarang oleh European Union. Diganti dengan fluks yang larut dalam air, digunakan bersama dengan solder bebas timbal.

Fluks mengeluarkan asap berbahaya saat dipanaskan untuk menyolder. Ekstraktor udara harus dekat dengan sumber solder agar asapnya bisa dibuang.

Banyak zat kimia digunakan dalam fluks. Untuk informasi lebih lanjut tentang amonium klorida, Lihat bagian Amonia dan senyawa amonium; untuk asam hidroklorik, Lihat bagian Asam.

Bagan ini hanya memuat beberapa dari fluks yang ada. Lihat bagian Indeks nama zat kimia untuk mencari nama alternatif untuk fluks.

Mencegah atau mengurangi paparan:

- Gunakan ventilasi ekstraktor dan bisa menyaring udara kotor untuk membuang asap dan gunakan sedekat mungkin dengan proses penyolderan.
- Tutuplah daerah operasi sebisa mungkin.
- Hindari penyolderan manual dengan tangan kalau ada alternatif proses pabrikasi yang otomatis.
- Jangan mencampurkan atau menuang fluks tanpa menggunakan sarung tangan.
- Pakailah sarung tangan, respirator dan pakaian pelindung saat menangani fluks.
- Buatlah rencana darurat untuk setiap penanganan di semua proses. P3K dan peralatan pelindung harus tersedia dan mudah dijangkau.
- Perlu adanya pemeriksaan dan kontrol rutin dimana fluks digunakan.

Fluks

Amonium klorida – CAS No. 12125-02-9



Asam hidroklorik (HCl) – CAS No. 7647-01-0

Rosin – CAS No. 8050-09-7



Sodium tetraborate decahydrate – CAS No. 1303-96-4



Seng klorida – CAS No. 7646-85-7



Apakah Itu?

Amonium klorida berbentuk bubuk putih tanpa bau. **Asam hidroklorik** berbentuk cairan bening berbau tajam. Rosin berbentuk bubuk kuning-jingga dan bisa tercium seperti bau pinus atau tidak berbau sama sekali. **Sodium tetraborate decahydrate** dan **Seng klorida** berwarna putih, berbentuk bubuk seperti pasir tanpa bau.

Apakah Anda Menggunakannya?

Fluks digunakan dalam industri elektronik untuk penyolderan, las dan mematri suku cadang.

Jika Terkena Kontak Langsung

Kulit: Bisa menyebabkan iritasi kulit. Bisa mengakibatkan ruam kulit, kemerahan, kulit kering, dan melepuh. Kulit bisa mengelupas, gatal dan pecah-pecah. Kalau **asam hidroklorik** terkena kulit, kulit terbakar dengan cepat, tapi terasa dingin dan kebas. Lakukan tindakan dan tangani sebagai luka bakar akibat zat kimia. **Seng klorida** mengakibatkan luka bakar dan melepuh.

Mata: Bisa menyebabkan iritasi mata. Mata berair dan merah.

Hidung/Paru-Paru: Bisa menyebabkan iritasi hidung, tenggorokan, dan paru-paru, mengakibatkan batuk, nafas berdengik, nafas tersengal, dan nyeri dada. **Sodium tetraborate decahydrate** mengakibatkan tenggorokan sakit dan hidung berdarah. **Seng klorida** bisa membuat paru-paru terisi cairan, atau sering disebut edema paru.

(bersambung)

Fluks *(sambungan)*

Mulut/Perut: Kalau termakan, bisa menyebabkan mual, nyeri perut, muntah, dan diare. Menelan **sodium tetraborate decahydrate** bisa menyebabkan lemas dan kejang. **Seng klorida** akan membakar saluran pencernaan. Carilah pertolongan medis jika termakan.

Jika Terpapar Jangka Panjang:

Amonium klorida dan **rosin** bisa membuat hidung dan paru-paru menjadi sensitif dan mengakibatkan asma kronis. Bahkan ketika Anda tidak lagi bekerja dengan zat kimia ini, Anda bisa saja tetap menderita serangan asma.

Amonium klorida menyerang ginjal dan bisa merusak bayi dalam kandungan.

Asam hidroklorik bisa merusak dan mengakibatkan gigi kuning.

Sodium tetraborate decahydrate bisa merusak hati, ginjal, dan sistem saraf. Bisa pula merusak bayi dalam kandungan dan mengurangi kesuburan pria dan wanita.

Seng klorida bisa melukai paru-paru dan merusak janin.

Jika Anda Beresiko Terpapar:

Gunakan sarung tangan dan pelindung wajah ketika menyolder dan menangani **fluks**

Gunakan respirator dengan saringan.

Pengganti yang Lebih Aman:

Kadang, menyolder dan kebutuhan **fluks** bisa dihilangkan dengan menggantinya dengan baut dan kawat untuk menyatukan suku cadang logam. Gunakan fluks yang bebas rosin dan larut di udara sebagai alternatif jika memungkinkan.

Formaldehida

Formaldehida adalah gas dengan bau menyesak. Seringkali berbentuk campuran cairan formaldehida, air, dan metanol yang dikenal dengan nama “formalin.” Untuk informasi lebih lanjut tentang metanol, Lihat bagian Larutan alkohol.

Formaldehida digunakan dalam industri elektronik, sepatu, dan garmen. Ia digunakan untuk menjaga agar kain tetap mulus. Sangat umum digunakan dengan plastik, lem, dan pelapis agar lebih kuat.

Formaldehida sangat mudah terbakar! Ia bereaksi kuat dengan asam. Jauhkan formaldehida dari asam, zat kimia lain, dan panas. Lihat bagian Indeks nama zat kimia untuk mencari nama alternatif untuk formaldehida.

Mencegah atau mengurangi paparan:

- Buatlah sistem ventilasi yang menghisap uap dan menggantikan atau menyaring udara kotor dengan udara bersih.
- Tutuplah daerah operasi sebisa mungkin.
- Jangan mencampurkan atau menuang formaldehida tanpa menggunakan sarung tangan.
- Pakailah sarung tangan saat bekerja dengan formaldehida. Pakailah respirator yang pas dengan Anda. Semua pakaian pelindung harus bersih, tersedia setiap hari, dipakai sebelum kerja dan tidak boleh dibawa pulang.
- Buatlah rencana darurat untuk tumpahan, percikan dan paparan tak terduga. Rencana tersebut harus memiliki rencana P3K dan peralatan pelindung. Simpanlah persediaan pelindung dekat dengan tempat kerja, jangan sampai kosong dan harus mudah dijangkau.
- Area kerja di mana formaldehida digunakan, disimpan dan dicampur harus bisa dikontrol panasnya, dan dipantau konsentrasi uap dan asapnya. Area ini juga harus dilengkapi dengan alarm, pemadam kebakaran dan rencana darurat kebakaran.

Formaldehida

 **Formaldehida – CAS No. 50-0-0**



Apakah Itu?

Formaldehida adalah gas tak berwarna dengan bau yang kuat dan tajam. Saking tajamnya, sulit untuk bernapas. Umumnya formaldehida dicampur dengan air dan metanol. Kalau Anda bisa menciumnya, itu berarti Anda terpapar dalam dosis yang cukup tinggi yang bisa membahayakan Anda.

Apakah Anda Menggunakannya?

Formaldehida digunakan di pabrik garmen dalam zat pewarna, pengolahan kain dan setrika. Digunakan juga di pabrik sepatu dalam produksi plastik dan lem. Selain itu digunakan untuk lapisan papan sirkuit elektronik.

Jika Terkena Kontak Langsung

Kulit: Menyebabkan iritasi kulit. Bisa menyebabkan ruam kulit, kemerahan, kulit kering, dan nyeri. Kulit bisa mengelupas, gatal dan pecah-pecah.

Mata: Bisa menyebabkan iritasi parah dan membakar mata. Bisa mengakibatkan mata berair dan merah, nyeri dan penglihatan kabur. Kontak langsung dalam jumlah yang besar bisa mengakibatkan kebutaan.

Hidung/Paru-Paru: Bisa menyebabkan iritasi hidung, tenggorokan, dan paru-paru, mengakibatkan sore tenggorokan, batuk, nafas berdengik, nafas tersengal, dan nyeri dada. Bisa membuat paru-paru terisi cairan, atau sering disebut edema paru.

Mulut/Perut: Kalau tertelan dan masuk mulut dan perut, itu bisa menyebabkan nyeri akut, muntah, dan diare, dan bisa jadi fatal.

Jika Terpapar Jangka Panjang:

Formaldehida merusak paru-paru dan bisa menyebabkan bronkhitis. Ia bisa menyebabkan iritasi tenggorokan dan paru-paru dan mengakibatkan asma kronis. Ia juga bisa merusak janin dalam kandungan, mengakibatkan keguguran dan mengurangi kesuburan perempuan. Ia juga bisa menyebabkan kanker darah dan kanker hidung dan tenggorokan.

Jika Anda Beresiko Terpapar:

Gunakan sarung tangan berbahan karet butil, nitril atau neoprene, celemek, dan pelindung mata/wajah.

Gunakan respirator dengan saringan khusus untuk formaldehida.

Pengganti yang Lebih Aman:

Peyelesaian kain berbasis silikon untuk pres kain dianggap sebagai alternatif yang lebih aman dibandingkan **formaldehida**.

Isosianat

Isosianat adalah cairan yang dipakai untuk lem, karet dan pelapis pada pabrik sepatu. Lem isosianat berbasis air pernah disebut lebih aman dibandingkan lem berbasis larutan kimia, tapi makin banyak pekerja yang menunjukkan masalah kesehatan yang membuktikan bahwa lem ini tidak aman. Isosianat yang paling umum dan berbahaya adalah diisosianat. Pada bagian berikut hanya diberikan daftar diisosianat.

Mencampur isosianat dan air atau asam dalam wadah tertutup sangat berbahaya. Ia bisa menimbulkan tekanan tinggi dan meledakkan wadahnya.

Isosianat sering dicampur dengan zat kimia lain seperti alkohol, asam, dan poliuretan. Ia dicampur dengan alkohol untuk membentuk plastik plastik poliuretan dan dengan asam untuk untuk membuat lapisan poliurea. Lihat informasi lebih lanjut di bagian alkohol, asam, dan poliuretan.

Salah satu masalah kesehatan terbesar yang diakibatkan isosianat adalah asma. Kalau Anda merasa dada sesak, sulit bernapas, atau mulai mendapat serangan asma, tinggalkan area kerja dan berhenti memegang isosianat. Kalau Anda lanjutkan bekerja dengan isosianat, Anda bisa saja mendapat serangan asma lebih serius yang mungkin menghilangkan nyawa. Datangi pekerja kesehatan Anda dan cobalah mengusahakan pindah bagian kerja.

Bagan ini hanya memuat sebagian dari isosianat yang ada. Lihat bagian Indeks nama zat kimia untuk mencari nama alternatif untuk isosianat.

Mencegah atau mengurangi paparan:

- Buatlah sistem ventilasi yang menghisap uap dan menggantikan atau menyaring udara kotor dengan udara bersih.
- Tutuplah daerah operasi sebisa mungkin.
- Jangan mencampurkan atau menuang isosianat langsung menggunakan tangan.
- Pakailah sarung tangan berbahan karet butil. Pakailah respirator yang pas dengan anda.
- Buatlah rencana darurat untuk tumpahan, percikan dan paparan tak terduga. Rencana tersebut harus memiliki rencana P3K dan peralatan pelindung. Simpanlah persediaan pelindung dekat dengan tempat kerja, jangan sampai kosong dan harus mudah dijangkau.
- Area kerja di mana isosianat digunakan, disimpan dan dicampur harus bisa dikontrol panasnya, dan dipantau konsentrasi uap dan asapnya. Area ini juga harus dilengkapi dengan alarm, pemadam kebakaran dan rencana darurat kebakaran.

Isosianat

Isoforon diisosianat (IPDI) – CAS No. 4098-71-9



**Metilen bisphenyl diisosianat (MDI)
– CAS No. 101-68-8**

Naftalena diisosianat(NDI) – CAS No. 3173-72-6



Toluene diisosianat (TDI) – CAS No. 26471-62-5



Hexamethylene diisosianat (HDI) – CAS No. 822-06-0



Apakah Itu?

Isosianat berupa cairan tanpa bening tak berwarna atau sedikit kuning dengan bau seperti buah-buahan. Kalau sampai Anda bisa mencium baunya, artinya ia sudah bisa membahayakan.

Apakah Anda Menggunakannya?

Isosianat digunakan dalam pembuatan sepatu pada lem, karet dan pelapis akhir.

Jika Terkena Kontak Langsung

Kulit: Bisa membuat iritasi dan membakar kulit. Bisa menyebabkan ruam kulit, kemerahan, kulit kering, dan nyeri. Kulit bisa mengelupas, gatal dan pecah-pecah. Kulit bisa jadi sensitif sehingga sedikit saja bisa mengakibatkan iritasi kulit.

Mata: Bisa membuat iritasi dan membakar mata. Bisa mengakibatkan conjunctivitis: mata berair dan tidak nyaman. **Isosianat** dalam jumlah besar bisa merusak mata secara permanen.

Hidung/Paru-Paru: Asapnya bisa menyebabkan iritasi hidung, tenggorokan, dan paru-paru, mengakibatkan hidung mampet, batuk, nafas berdengik, nafas tersengal, dan dada sesak. Semakin lama terpapar, Anda semakin sensitif, dan bisa menyebabkan serangan asma parah. Menghirup banyak asap **Isosianat** bisa membuat paru-paru terisi cairan, atau sering disebut edema paru.

Mulut/Perut: Bisa menyebabkan iritasi saluran pencernaan, dan mengakibatkan mual dan muntah. Segera cari bantuan medis.

(bersambung)

Isosianat *(sambungan)*

Jika Terpapar Jangka Panjang:

Isosianat bisa membuat hidung dan paru-paru sensitif dan mengakibatkan asma kronis dan pneumonitis. Kalau sudah terlanjur asma kronis, akan terus berlanjut meskipun Anda berhenti bekerja dengan **Isosianat**

Toluene diisosianat bisa menyebabkan kanker.

Jika Anda Beresiko Terpapar:

Gunakan sarung tangan karet butil yang panjang sampai siku, celemek, dan pelindung mata / wajah.

Gunakan respirator udara yang disediakan. Respirator pembersih udara tekanan negatif tidak dianjurkan untuk **isosianat**.

Pengganti yang Lebih Aman:

Metilen bisphenyl diisosianat dan **Naftalena diisosianat** lebih aman dibandingkan **isosianat** lainnya, karena lebih lambat menguap.

Akselerator karet Berbasis Mercapto

Akselerator karet digunakan untuk membuat bahan karet lebih tahan lama dan fleksibel. Akselerator ini ditambahkan pada karet yang biasa digunakan untuk sol sepatu.

Akselerator yang mengandung sulfur disebut akselerator berbasis mercapto. Sulfur berfungsi sebagai semacam lem yang membuat karet lebih padat dan tidak mudah putus. Akselerator karet biasanya sudah berbentuk campuran. Mengingat mungkin ada beberapa akselerator berbasis mercapto dalam campuran zat kimia, sulit untuk mengetahui zat kimia apa yang terkandung, dan berapa kadarnya.

Akselerator karet berbasis mercapto mengeluarkan asap beracun saat dibakar. Jangan simpan bahan kimia ini di dekat panas atau asam.

Bagan ini hanya memuat sebagian dari akselerator karet berbasis mercapto yang ada. Lihat bagian Mengetahui zat kimia yang digunakan di pabrik Anda dan Bagaimana mencari informasi lebih lanjut tentang akselerator lainnya. Lihat bagian Indeks nama zat kimia untuk mencari nama alternatif untuk akselerator karet berbasis mercapto .

Mencegah atau mengurangi paparan:

- Buatlah sistem ventilasi yang menghisap uap dan menggantikan atau menyaring udara kotor dengan udara bersih. Tutuplah daerah operasi sebisa mungkin.
- Pakailah sarung tangan saat memegang senyawa akselerator karet. Penting sekali menghindari kontak kulit dengan zat ini karena akselerator karet berbasis mercapto dikenal bisa menyebabkan iritasi kulit parah dan mengakibatkan reaksi alergi. Pakailah respirator yang pas dengan Anda.
- Jangan mencampurkan atau menuang akselerator karet berbasis mercapto tanpa menggunakan sarung tangan.
- Buatlah rencana darurat untuk tumpahan, percikan dan paparan tak terduga. Rencana tersebut harus memiliki rencana P3K dan peralatan pelindung. Simpanlah persediaan pelindung dekat dengan tempat kerja, jangan sampai kosong dan harus mudah dijangkau.
- Area kerja di mana akselerator karet berbasis mercapto digunakan, disimpan dan dicampur harus bisa dikontrol panasnya, dan dipantau konsentrasi uap dan asapnya. Area ini juga harus dilengkapi dengan alarm, pemadam kebakaran dan rencana darurat kebakaran.

Akselerator karet berbasis mercapto

2-Mercaptobenzothiazole (MBT) – CAS No. 149-30-4



2,2-Disulfida Mercaptodibenzothiazyl (MBTS)
– CAS No. 120-78-5



2,2-Disulfida mercaptodibenzothiazyl (MBTS)
– CAS No. 155-04-4



Apakah Itu?

MBT berbentuk kristal kuning. **MBTS** dan **ZMBT** berbentuk bubuk kuning pucat. **Akselerator karet berbasis mercapto** berbau tidak enak seperti telur busuk, tetapi bisa juga tidak berbau sama sekali. Rasanya pahit.

Apakah Anda Menggunakannya?

Akselerator karet berbasis mercapto digunakan untuk karet sol sepatu. Fungsinya membuat karet alami dan sintesis lebih tahan lama dan fleksibel.

Jika Terkena Kontak Langsung

Kulit: Bisa membuat iritasi, membakar kulit, ruam kulit, kemerahan dan kulit kering.

Mata: Bisa membuat iritasi dan membakar mata.

Hidung/Paru-Paru: Bila terhirup debunya bisa menyebabkan masalah pernafasan dan sakit kepala dan pusing.

Mulut/Perut: Bisa menyebabkan permasalahan pencernaan dan kalau tertelan, minumlah arang aktif, air dan segera minta bantuan medis.

Jika Terpapar Jangka Panjang:

Akselerator karet berbasis mercapto bisa membuat kulit sensitif dan mengakibatkan kulit alergi kalau kontak terus berulang. Ia bisa menyebabkan reaksi bahkan dalam jumlah kecil. MBT bisa mengakibatkan kanker kolon, kantung kemih, dan sumsum tulang belakang.

Jika Anda Beresiko Terpapar:

Gunakan sarung tangan sepanjang siku berbahan karet butil, celemek, dan pelindung mata/wajah. Gunakan respirator dengan cadangan udara.

Pengganti yang Lebih Aman:

Benzoil peroksida adalah zat aditif untuk karet yang lebih aman daripada **akselerator berbasis mercapto**, tapi alternatif ini juga tidak sepenuhnya aman.

Logam

Logam biasanya berbentuk padat, meskipun merkuri adalah salah satu logam cair. Logam dalam jumlah besar sangat berbahaya. Paparan logam berat dalam tingkatan apapun akan berbahaya karena bisa terakumulasi dalam tubuh. Meskipun paparannya hanya sedikit setiap hari, ia akan bertambah setiap hari sampai tingkatan yang berbahaya.

Paparan racun pada logam utamanya terjadi melalui menghirup debu dan asap logam ketika logam dipanaskan, disolder atau dipotong. Setelah bekerja dengan logam partikel atau debu yang menempel pada tangan dan jari bisa terkena makanan atau jatuh ke air dan masuk tubuh Anda. Logam paling banyak digunakan dalam industri elektronik untuk pembuatan baterai, pengelasan, daur ulang dan pelapisan. Dalam industri garmen dan sepatu, logam digunakan untuk mewarnai kain dan mencoklatkan bahan kulit.

Bagan ini hanya memuat sebagian dari logam yang ada. Lihat bagian Mengetahui zat kimia yang digunakan di pabrik Anda dan Bagaimana mencari informasi lebih lanjut tentang logam lainnya. Lihat bagian Indeks nama zat kimia untuk mencari nama alternatif untuk logam.

Mencegah atau mengurangi paparan:

- Buatlah sistem ventilasi yang menghisap uap dan menggantikan atau menyaring udara kotor dengan udara bersih.
- Tutuplah daerah operasi sebisa mungkin.
- Pakailah sarung tangan khusus untuk logam ketika bekerja. Pakailah pelindung wajah ketika memanaskan, menyolder atau memotong logam. Semua pakaian pelindung harus bersih, tersedia setiap hari, dipakai sebelum kerja dan tidak boleh dibawa pulang.
- Buatlah rencana darurat untuk tumpahan, percikan dan paparan tak terduga. Rencana tersebut harus memiliki rencana P3K dan peralatan pelindung. Simpanlah persediaan pelindung dekat dengan tempat kerja, jangan sampai kosong dan harus mudah dijangkau.
- Cucilah tangan dan wajah sebelum makan, minum atau merokok.

Logam	
⊘ Kadmium (Cd) – CAS No. 7440-43-9	  
⊘ Kromium heksavalen (Cr(VI)) – CAS No. 18540-29-9	 
⊘ Tembaga (Cu) – CAS No. 7440-50-8	
⊘ Timbal (Pb) – CAS No. 7439-92-1	 
Merkuri (Hg) – CAS No. 7439-97-6	
Nikel (Ni) – CAS No. 7440-02-0	 
Timah (Sn) – CAS No. 7440-31-5	
<p>Apakah Itu?</p> <p>Logam biasanya berbentuk padat dengan banyak warna dan tanpa bau. Tapi beberapa jenis logam, seperti merkuri berbentuk cairan. Lainnya, seperti kromium heksavalen bisa jadi padat atau cair. Kromium heksavalen padat biasanya berwarna kuning, jingga atau merah. Kadmium berona biru dan mengilat. Tembaga berwarna merah-kuning jingga dan berubah kusam dan coklat kalau terpapar udara. Timbal berwarna biru-putih dan beruak abu-abu kalau terpapar udara. Merkuri berwarna putih keperakan, berat dan cair tanpa bau. Nikel adalah logam perak mengkilat. Timah berbentuk padat putih keperakan atau bubuk abu-abu hijau.</p>	<p>Apakah Anda Menggunakannya?</p> <p>Logam digunakan pada industri elektronik, garmen, dan sepatu. Kadmium, kromium heksavalen, Tembaga, dan timbal digunakan pada elektronik dan pada zat pewarna garmen dan sepatu. Merkuri, nikel, dan timah digunakan dalam pabrik elektronik. Nikel digunakan untuk kancing jeans, kepala sabuk, ritsleting dan gesper.</p>
<i>(bersambung)</i>	

Logam *(sambungan)*

Jika Terkena Kontak Langsung

Kulit: Bisa menyebabkan iritasi kulit. **Tembaga, merkuri,** dan **nikel** mengakibatkan ruam dan gatal.

Merkuri: bisa membuat kulit memutih, abu-abu atau coklat.

Mata: Bisa menyebabkan iritasi mata. **Kromium heksavalen** bisa merusak mata.

Hidung/Paru-Paru: Bisa menyebabkan iritasi hidung, tenggorokan, dan paru-paru, mengakibatkan batuk, nafas berdengik, dan sesak napas. Menghirup **kromium heksavalen** bisa menyebabkan rasa terbakar. Menghirup asapnya bisa menyebabkan pusing dan sakit kepala. Ia juga bisa membuat paru-paru terisi cairan, atau sering disebut edema paru. Menghirup asapnya bisa mengakibatkan "demam asap logam," yang terasa mirip dengan flu. **Timbal** bisa iritasi parah, nyeri dada, ingatan lemah, tidur terganggu, dan perubahan suasana hati dan perasaan. Beberapa keracunan **merkuri** berdampak pada gemetar, kehilangan ingatan, sulit konsentrasi, kehilangan berat badan, perubahan kepribadian, dan halusinasi.

Mulut/Perut: Bisa merusak saluran pencernaan dan perut. Beberapa gejalanya termasuk hilang selera makan, mual, muntah, diare, dan nyeri abdomen. Air liur yang keluar terus dan rasa **logam** juga adalah gejala paparan terhadap logam. Cari pertolongan medis.

Jika Terpapar Jangka Panjang:

Semua logam bisa membahayakan hati, ginjal, tulang, dan paru-paru.

Kadmium dan **timbal** bisa menyebabkan hipertensi (tekanan darah tinggi). **Kadmium** bisa juga mengakibatkan bronkhitis, anemia, kehilangan penciuman dan gigi kuning. Dapat merusak janin dalam kandungan dan merusak sistem reproduksi laki-laki dan perempuan. Itu bisa menyebabkan masalah ginjal, prostat, dan kanker paru-paru.

Kromium heksavalen bisa menyebabkan kanker paru-paru. Itu bisa merusak saluran pernapasan, mengakibatkan hidung perih dan berdarah. Dapat menyebabkan kulit melepuh dan berborok.

Tembaga bisa menyebabkan kulit, rambut, dan gigi kusam, dan bisa mengurangi kesuburan pria dan wanita.

Timbal bisa mengakibatkan cacat lahir dan membahayakan janin. Bisa juga mengurangi kesuburan pria dan wanita. Dan bisa menyebabkan kanker paru-paru, perut, otak, dan ginjal.

Merkuri mengakibatkan masalah psikologis dan neurologis permanen. Dapat mengakibatkan keguguran, mengurangi kesuburan pria dan wanita, dan membahayakan janin dalam kandungan.

Nikel bisa mengakibatkan kanker paru-paru.

Timah merusak sistem saraf, mengakibatkan gemetar dan tremor.

Jika Anda Beresiko Terpapar:

Gunakan sarung tangan dengan dalaman lateks dan berbahan nitril atau neoprene yang sampai siku juga respirator dengan filter yang bisa menyaring debu dan asap **logam**.

Gas mulia

Gas mulia adalah zat kimia yang sangat stabil dan tidak mudah bereaksi dengan zat kimia lain dan tidak mudah terbakar. Ada banyak gas mulia yang terkandung di udara. Ini berarti kita semua menghirup sejumlah kecil gas mulia setiap hari.

Gas mulia digunakan dalam pabrik elektronik. Biasanya dipakai untuk lampu layar komputer, televisi dan proyektor. Biasanya dicampur dengan halogen (klorin dan fluorin) untuk membuat laser ultraviolet yang biasanya digunakan untuk membuat sirkuit terpadu. Gasnya berbentuk gas padat atau cairan dan gas biasa. Anda bisa bekerja dengan gas mulia dalam bentuk gas, tetapi kebocoran dari wadahnya bisa berbentuk cairan atau gas.

Gas ini tidak beracun tetapi bisa berbahaya dalam jumlah yang besar. Gas mulia bersifat asphyxiants (membuat sesak nafas). Gas asphyxiant mengganti oksigen di udara sehingga kurang oksigen untuk bernapas. Tanpa oksigen kita mati. Sebelum memasuki ruangan yang mengandung gas mulia dalam jumlah besar, pastikan ada cukup oksigen di ruang dan pakailah masker respirator dengan cadangan udara.

Bagan ini hanya memuat sebagian dari gas mulia yang ada. Lihat bagian Mengetahui zat kimia yang digunakan di pabrik Anda dan Bagaimana mencari informasi lebih lanjut tentang gas mulia lainnya. Lihat bagian Indeks nama zat kimia untuk mencari nama alternatif untuk gas mulia.

Mencegah atau mengurangi paparan:

- Buatlah sistem ventilasi yang menghisap uap dan menggantikan atau menyaring udara kotor dengan udara bersih.
- Pakailah sarung tangan. Pakailah respirator yang pas dengan Anda. Semua pakaian pelindung harus bersih, tersedia setiap hari, dipakai sebelum kerja dan tidak boleh dibawa pulang.
- Buatlah rencana darurat untuk tumpahan, percikan dan paparan tak terduga. Rencana tersebut harus memiliki rencana P3K dan peralatan pelindung. Simpanlah persediaan pelindung dekat dengan tempat kerja, jangan sampai kosong dan harus mudah dijangkau.
- Area kerja di mana larutan pencuci asam digunakan, disimpan dan dicampur harus bisa dikontrol panasnya, dan dipantau konsentrasi uap dan asapnya.

Gas mulia

Krypton (Kr) – CAS No. 7439-90-9	
Neon (Ne) – CAS No. 7440-01-9	
Xenon (Xe) – CAS No. 7440-63-3	

<p>Apakah Itu? Gas mulia adalah gas yang tidak berwarna, berbau atau berasa. Tetapi, semua gas mulia (dengan pengecualian radon) menghasilkan cahaya cerah kalau diberi arus listrik dalam tempat seperti tabung. Biasanya digunakan untuk membuat lampu.</p>	<p>Apakah Anda Menggunakannya? Gas mulia digunakan untuk mengisi bohlam pada proyektor dan tabung pada industri elektronik. Ia berfungsi menerangi layar elektronik seperti televisi plasma dan layar monitor plasma. Campuran gas ditempatkan di antara dua lembar kaca, salah satunya di depan layar. Ketika alat dinyalakan, arus listrik akan lewat, berinteraksi dengan gas tersebut dan menimbulkan gambar yang bisa terlihat di layar. Gas mulia juga bisa ditemukan pada laser ultraviolet yang digunakan untuk membuat papan sirkuit.</p>
---	--

<p>Jika Terkena Kontak Langsung</p> <p>Kulit: Bisa mengakibatkan ketidaknyamanan kulit. Dalam bentuk gas tidak terlalu beracun untuk kulit, tapi kalau tersentuh, akan membakar, sementara kulit terasa dingin dan kebas. Lakukan tindakan penanganan terhadap luka bakar akibat zat kimia.</p> <p>Mata: Bisa mengakibatkan ketidaknyamanan pada mata. Dalam bentuk gas, tidak beracun untuk mata, tapi dalam bentuk cairan bisa menyebabkan mata terbakar.</p> <p>Hidung/Paru-Paru: Asapnya bisa menyebabkan pusing, sakit kepala, lemas, linglung, dan hilang nafas. Gas mulia menggantikan oksigen di dalam ruang. Tanpa oksigen yang cukup, orang bisa kehilangan kesadaran dan mati mendadak. Pastikan ada cukup oksigen dalam ruangan sebelum masuk kalau Anda tahu ada gas mulia di dalamnya.</p> <p>Mulut/Perut: Tidak umum terjadi kontak mulut dan perut dengan gas mulia.</p>

<p>Jika Terpapar Jangka Panjang: Gas mulia tidak diketahui berbahaya untuk kesehatan jangka panjang.</p>

<p>Jika Anda Beresiko Terpapar: Gunakan sarung tangan dengan insulasi suhu dingin, celemek, pelindung mata/wajah, dan respirator dengan cadangan udara.</p>

Phthalates

Phthalates berupa cairan berminyak, kental dan tidak berbau. Biasanya disebut “plasticizers” dan ditambahkan pada sol sepatu plastik, bahan karet, dan kabel listrik agar bisa dibengkokkan dan lembut.

Plastik seperti polivinil klorida (PVC) mengandung phthalates.

Phthalates masuk ke tubuh dan mengganggu hormon. Kalau terjadi kontak, ia tidak hanya membahayakan orang yang terkena, tapi juga bakal keturunannya. Anak perempuan dari orang yang terkena phthalates memiliki kemungkinan lebih besar terkena kanker payudara. Calon keturunan, laki-laki atau perempuan, bisa mengalami masalah kesuburan kalau Anda terpapar phthalates.

Bagan ini hanya memuat sebagian dari phthalates yang ada. Lihat: Mengetahui zat kimia yang digunakan di pabrik Anda dan Bagaimana mencari informasi lebih lanjut tentang phthalates lainnya. Lihat bagian Indeks nama zat kimia untuk mencari nama alternatif untuk phthalates.

Mencegah atau mengurangi paparan:

- Jalur paparan yang paling bahaya adalah melalui mulut. Cuci tangan Anda sebelum makan, minum dan merokok untuk mencegah masuknya partikel phthalate.
- Phthalates tidak mudah menguap seperti cairan zat kimia lainnya. Tetapi Anda tetap memerlukan sistem ventilasi yang bisa menghisap asap dan menyaring udara.
- Jangan mencampurkan atau menuang phthalates tanpa menggunakan sarung tangan.
- Pakailah sarung tangan dan pelindung pribadi lainnya saat bekerja dengan phthalates.
- Buatlah rencana darurat untuk tumpahan, percikan dan paparan tak terduga. Rencana tersebut harus memiliki rencana P3K dan peralatan pelindung. Simpanlah persediaan pelindung dekat dengan tempat kerja, jangan sampai kosong dan harus mudah dijangkau.

Phthalates

Butil benzil ftalat (BBP) – CAS No. 85-68-7



Di(2-etilheksil)ftalat – CAS No. 117-81-7



Dibutil ftalat (DBP) – CAS No. 84-74-2



Dietil ftalat (DEP)– CAS No. 84-66-2

Dimetil ftalat (DMP) – CAS No. 131-11-3



Diocetyl ftalat (DOP) – CAS No. 117-84-0



Apakah Itu?

Phthalates adalah cairan tak berwarna, berminyak dan kental. Ada beberapa jenisnya yang berbau manis tapi samar. Lainnya tidak berbau sama sekali.

Apakah Anda Menggunakannya?

Phthalates digunakan pada industri sepatu untuk membuat sol sepatu lebih lembut dan fleksibel. **Diocetyl ftalat** digunakan untuk membuat karet. **Phthalates** ditambahkan pada lem, dan pada barang elektronik ditambahkan di plastik untuk melapisi kabel.

Jika Terkena Kontak Langsung

Kulit: Bisa membuat iritasi dan membakar kulit.

Mata: Bisa menyebabkan iritasi mata.

Hidung/Paru-Paru: Bisa menyebabkan iritasi hidung, tenggorokan, dan paru-paru, mengakibatkan batuk, nafas berdengik, dan nafas tersengal. Bisa juga membuat pusing dan melayang.

Mulut/Perut: Kalau masuk ke mulut dan perut, bisa menyebabkan mual, muntah, dan diare. Carilah bantuan medis.

Jika Terpapar Jangka Panjang:

Semua jenis phthalates membahayakan ginjal dan hati, dan bisa merusak sistem saraf yang mengakibatkan lemas dan kebas pada tangan dan kaki.

Butil benzil ftalat, dibutil ftalat, di(2-etilheksil)ftalat, dan **dimetil ftalat** bisa mengurangi kesuburan pria dan wanita dan merusak janin dalam kandungan. **Diocetyl ftalat** bisa merusak janin dalam kandungan.

(bersambung)

Phthalates *(sambungan)*

Butil benzil ftalat dan **dibutil ftalat** bisa menyebabkan kanker. **Di(2-etilheksil)ftalat**, bisa menyebabkan kanker.

Jika Anda Beresiko Terpapar:

Gunakan sarung tangan sampai siku berbahan karet butil, karet nitril atau sarung tangan alkohol polivinil dan pelindung mata/wajah.

Gunakan respirator dengan masker wajah dan filter.

Pengganti yang Lebih Aman:

Beberapa zat kimia yang bisa menjadi alternatif adalah **ester sitrat**, **adipates** dan **fosfat**. Tetapi banyak zat kimia dalam kelompok ini juga bisa mengakibatkan masalah kesehatan. **Diocetyl terephthalate** adalah yang paling aman, alternatif bebas **phthalate** meskipun namanya seperti mengandung **phthalates**.

Polimer

Polimer terbuat dari banyak zat kimia yang disebut “monomers” yang terkait bersama. Polimer seperti rantai klip kertas. Tiap klip mewakili satu monomer. Berbagai polimer berbeda terbuat dari monomer berbeda dan terkait dengan cara yang berbeda. Hal-hal yang dibuat dari polimer mulai dari sol sepatu karet, lem lengket atau plastik keras.

Polimer sering digunakan pada barang elektronik, sepatu, dan tekstil.

Polimer tidak beracun seperti monomer yang terkait yang membentuknya. Tetapi polimer bisa terurai menjadi monomer tunggal beracun yang bisa membahayakan kita. Selain itu, sebelum polimer menjadi plastik keras, karet kuat atau lem lengket, pekerja mungkin menggunakan banyak zat kimia berbahaya untuk membentuk polimer menjadi bentuk atau potongan tertentu.

Nama polimer tertentu umumnya mengandung nama monomer yang membentuknya. Bagan ini hanya menyertakan beberapa dari banyak polimer yang ada. Lihat bagian Mengetahui zat kimia yang digunakan di pabrik Anda dan Bagaimana mencari informasi lebih lanjut tentang polimer lainnya. Lihat bagian Indeks nama zat kimia untuk mencari nama alternatif untuk polimer.

Mencegah atau mengurangi paparan:

- Buatlah sistem ventilasi yang menghisap uap dan menggantikan atau menyaring udara kotor dengan udara bersih.
- Tutup operasi sedapat mungkin.
- Jangan mencampurkan atau menuang polimer tanpa menggunakan sarung tangan.
- Pakailah sarung tangan saat bekerja dengan polimer. Pakailah respirator yang pas dengan Anda. Semua pakaian pelindung harus bersih, tersedia setiap hari, dipakai sebelum kerja dan tidak boleh dibawa pulang.
- Buatlah rencana darurat untuk tumpahan, percikan dan paparan tak terduga. Rencana tersebut harus memiliki rencana P3K dan peralatan pelindung. Simpanlah persediaan pelindung dekat dengan tempat kerja, jangan sampai kosong dan harus mudah dijangkau.
- Area kerja di mana polimer digunakan, disimpan dan dicampur harus bisa dikontrol panasnya, dan dipantau konsentrasi uap dan asapnya. Area ini juga harus dilengkapi dengan alarm, pemadam kebakaran dan rencana darurat kebakaran.

Polimer	
Etilena vinil asetat (EVA) – CAS No. 24937-78-8	  
Fenol formaldehida (PF) resin – CAS No. 9003-35-4	  
Polyurethane (PU) – CAS No. 9009-54-5	  
⊘ Polivinil klorida (PVC) – CAS No. 9002-86-2	  
<p>Apakah Itu?</p> <p>Polimer bisa berbentuk cair atau padat. Etilena vinil asetat berbentuk bubuk putih dengan bau seperti lilin, sementara monomer pembentuknya, Vinil asetat, adalah cairan bening dengan bau manis yang kuat. Fenol formaldehida resin adalah cairan dengan bau harum yang samar. Polyurethane berbentuk cair atau padat, sementara monomer pembentuknya, Uretan, berbentuk bubuk putih seperti tepung atau kristal seperti pasir. Polivinil klorida berbentuk bubuk putih atau seperti pelet, sementara monomer pembentuknya, yaitu Vinil klorida, berupa gas tanpa warna berbau manis, tapi digunakan sebagai cairan di bawah tekanan tinggi.</p>	<p>Apakah Anda Menggunakannya?</p> <p>Polimer digunakan untuk membuat karet pada sol sepatu. Ia digunakan untuk membuat plastik dan tekstil. Fenol formaldehida adalah yang digunakan untuk barang elektronik fotoresist dan pada tekstil untuk mencegah kerutan. Polimer juga digunakan pada lem.</p>
<p>Jika Terkena Kontak Langsung</p> <p>Kulit: Bisa menyebabkan iritasi kulit. Bisa menyebabkan ruam kulit, kemerahan, kering dan melepuh. Kulit bisa terkelupas, gatal dan pecah-pecah.</p> <p>Mata: Bisa menyebabkan iritasi mata.</p> <p>Hidung/Paru-Paru: Uap dan debunya bisa menyebabkan iritasi hidung, tenggorokan, dan paru-paru, mengakibatkan hidung mampet, batuk, bersin, dan nafas tersengal. Bisa menyebabkan pusing, linglung, dan sakit kepala.</p> <p>Mulut/Perut: Kalau masuk mulut dan perut, bisa menyebabkan mual, nyeri perut, muntah, dan diare. Carilah pertolongan medis.</p> <p style="text-align: right;"><i>(bersambung)</i></p>	

Polimer *(sambungan)*

Jika Terpapar Jangka Panjang:

Polimer tidak beracun seperti monomer pembentuknya. Tetapi ketika dipotong, dipanaskan atau dimanipulasi, polimer dan produk sampingannya bisa melepaskan debu dan uap berbahaya.

Asetat vinil pada **EVA** bisa menyerang jantung, sistem saraf dan hati. Bisa mengurangi kesuburan laki-laki. Bisa juga menyebabkan kanker.

Resin fenol formaldehida melepaskan **formaldehida**, yang bisa merusak paru-paru, mengakibatkan bronkhitis dan asma, dan merusak janin dalam kandungan dan mengurangi kesuburan perempuan. Lihat **Formaldehida**.

Uretan pembentuk **Polyurethane** bisa merusak ginjal, hati, brain, dan sumsum tulang belakang. Bisa menyebabkan kanker. Bisa merusak dan menyebabkan kanker pada janin dalam kandungan.

Vinyl klorida pembentuk **PVC** bisa merusak hati, sistem saraf, dan paru-paru. Dapat merusak janin dalam kandungan, mengurangi kesuburan laki-laki, dan mengakibatkan keguguran. Dapat menyebabkan kanker hati, otak, paru-paru, dan lain-lain. Pada barang elektronik, pekerja yang berurusan dengan **PVC** sering terpapar oleh **timbal** dan **kadmium**, dan **phthalates**.

Jika Anda Beresiko Terpapar:

Gunakan sarung tangan etilena vinil alkohol dan pelindung mata/wajah. Jangan panaskan atau bekerja dengan polimer dalam jumlah besar sekaligus.

Gunakan respirator dengan filters, terutama kalau banyak debu atau uap, saat bekerja dengan permukaan yang besar, atau saat memanaskan **polimer**.

Pengganti yang Lebih Aman:

Alternatif untuk **resin fenol formaldehida** adalah **resin glioksal**, dan **polimer asam karboksilat**. Alternatif yang lebih aman untuk **PVC** adalah **polietilen**. Alternatif lain adalah tidak menggunakan **polimer** sama sekali, tapi menggunakan logam atau kaca sebagai penggantinya.

Radiasi

Radiasi adalah bentuk energi yang berpindah dalam bentuk gelombang tidak terlihat di udara keluar dari sumber radiasinya. Radiasi digunakan pada barang elektronik, termasuk radiasi frekuensi radio (RF), ultraviolet (UV), dan sinar X. Banyak radiasi berasal dari matahari atau elemen di bumi di sekeliling kita. Jenis radiasi ini disebut radiasi alami. Sementara itu, ada juga radiasi buatan manusia, sama seperti yang digunakan di pabrik.

Beberapa jenis radiasi lebih berbahaya dari yang lain. Semakin tinggi energinya, semakin bahaya radiasinya. Sinar X lebih berbahaya daripada sinar ultraviolet, tapi sinar ultra violet lebih berbahaya daripada radiasi frekuensi radio.

Anda bisa terpapar radiasi yang besar sekaligus, atau kecil tapi dalam waktu yang lama. Paparan radiasi seluruh tubuh biasanya lebih merusak daripada paparan-paparan kecil pada anggota tubuh.

Mencegah atau mengurangi paparan:

- Menjaga jarak, waktu dan membentengi diri adalah cara-cara utama untuk mengurangi paparan akibat radiasi. Menempatkan diri jauh dari sumber radiasi, menghabiskan waktu sedikit saja di dekat sumber-sumber tersebut, dan membentangi diri di belakan penghalang radiasi akan bisa membantu untuk mengendalikan paparan terhadap radiasi yang berbahaya.
- Tutuplah mesin dengan pelindung anti radiasi.
- Hindari kontak dengan mesin, gunakan remot kontrol untuk mengoperasikannya.
- Hindari melihat langsung sumber radiasi.
- Pakailah pakaian pelindung diri. Selalu matikan mesin yang bisa memancarkan radiasi ketika tidak digunakan. Matikan, tutup dan kunci mesin kalau akan diperbaiki.
- Tanda peringatan dan monitor tingkat radiasi harus ditempatkan di sekitar tempat kerja. Pekerja harus mengenakan lencana pemantau radiasi.

Radiasi

Frekuensi radio (RF) radiasi



Sinar ultraviolet (UV)



Sinar-X



Apakah Itu?

Radiasi adalah bentuk energi yang tidak terlihat. Anda membutuhkan peralatan yang khusus untuk mendeteksi dan mengukur radiasi. Kalau anda lebih dekat dengan pemanas **radiasi RF** dan merasa kulit menjadi hangat dan suhu tubuh meningkat, anda sedang terpapar oleh **radiasi RF**. Tetapi meskipun Anda tidak merasakan panas, radiasi bisa mengenai kulit dan membahayakan.

Apakah Anda Menggunakannya?

Radiasi paling banyak ditemukan di industri elektronik. **Radiasi RF** digunakan pada pemanas untuk mengeringkan etsa atau untuk memasukkan dopan pada wafer. **Sinar X** dihasilkan dari deposit dopan ypada wafer. **Sinar UV** digunakan pada tahap photolithography ketika memproduksi chip. Di industri sepatu **radiasi RF** digunakan untuk memanaskan karet dan lem, dan di industri garmen untuk mengeringkan benang tenun kain.

Jika Terkena Kontak Langsung

Kulit: Bisa membakar kulit. **Sinar UV** mengakibatkan kemerahan dan menggelapkan kulit.

Mata: Membakar mata. **Sinar UV** mengakibatkan photokeratitis dan konjungtivitis. Gejala photokeratitis antara lain nyeri, mata berair, dan penglihatan kabur. Rasanya seperti ada pasir di mata. Gejala konjungtivitis biasanya mata berair dan tidak nyaman. **Radiasi RF** dan **Sinar UV** tingkat tinggi bisa mengakibatkan katarak. Gejala katarak biasanya penglihatan berkabut dan kabur, sulit melihat saat malam dan warna memudar. Kalau terpapar **Radiasi RF** dan **Sinar UV** dalam jumlah yang besar, Anda bisa buta.

Hidung/Paru-Paru: Menghirup debu material yang terpapar radiasi bisa merusak saluran pernapasan dan mengakibatkan sakit.

Mulut/Perut: Tertelan debu material yang terpapar radiasi bisa merusak jalur pencernaan dan mengakibatkan sakit jangka panjang.

Jika Terpapar Jangka Panjang:

Semua jenis radiasi bisa membahayakan organ dan merusak sistem kekebalan tubuh.

Radiasi RF bisa mengenai sistem saraf dan berdampak pada refleks dan detak jantung. Dapat menyebabkan keguguran, memengaruhi siklus menstruasi dan mengurangi ASI ibu menyusui. Bisa juga mengurangi kesuburan laki-laki. Dan membahayakan janin.

(bersambung)

Radiasi *(sambungan)*

Sinar UV bisa menyebabkan kanker kulit.

Sinar X bisa menyebabkan semua jenis kanker. **Sinar X** bisa mengurangi kesuburan pria dan wanita. Dan bisa merusak janin.

Jika Anda Beresiko Terpapar:

Kenakan pakaian anti radiasi, dan kacamata. Ketika berurusan dengan **Sinar UV** gunakan sarung tangan nitril dan pakailah kaos ber lengan panjang. Untuk **Radiasi RF**, sarung tangan yang memiliki insulasi listrik bisa melindungi dari luka bakar **RF**. Untuk **radiasi sinar X**, sarung tangan berlapis timbal.

Kenakan lencana pemantau radiasi.

Larutan kimia pembersih

Larutan kimia pembersih berbentuk cair digunakan sebagai pembersih, ditambahkan pada lem untuk memperkuat atau mempercepat pengeringan, dan banyak digunakan sebagai campuran zat kimia lain pada industri sepatu, garmen, dan elektronik.

Kebanyakan larutan kimia pembersih langsung terbakar dan meledak saat terkena panas. Juga melepaskan banyak uap dan asap saat dipanaskan.

Ada banyak “keluarga” larutan kimia pembersih. Berikut larutan kimia pembersih yang umum Anda temukan: alkohol, hidrokarbon alifatik, hidrokarbon aromatik, hidrokarbon terklorinasi, ester, glikol eter, dan keton. Larutan kimia pembersih yang mirip memiliki fungsi yang sama pula, dan sering digunakan dalam proses yang sama. Pada beberapa kelompok bahan kimia, ada beberapa zat yang lebih berbahaya dari zat kimia lain dalam golongan yang sama. Beberapa golongan larutan pembersih berbahaya untuk kesehatan, misalnya, *hidrokarbon aromatik dan hidrokarbon terklorinasi*. Cara terbaik untuk melindungi pekerja yang berurusan dengan larutan ini adalah dengan melarang penggunaan larutan yang paling berbahaya dan menggunakan pengganti yang lebih aman.

Bagan ini hanya memuat sebagian dari larutan kimia pembersih yang ada. Lihat bagian Mengetahui zat kimia yang digunakan di pabrik Anda dan Bagaimana mencari informasi lebih lanjut tentang larutan kimia pembersih lainnya. Lihat bagian Indeks nama zat kimia untuk mencari nama alternatif untuk larutan kimia pembersih.

Mencegah atau mengurangi paparan:

- Buatlah sistem ventilasi yang menghisap uap dan menggantikan atau menyaring udara kotor dengan udara bersih.
- Tutuplah daerah operasi sebisa mungkin.
- Jangan menangani bahan kimia ini tanpa menggunakan sarung tangan.
- Pakailah sarung tangan, respirator, pakaian pelindung saat menggunakan larutan ini.
- Buatlah rencana darurat untuk menangani semua proses. P3K dan peralatan pelindung harus ditaruh ditempat yang mudah dijangkau.
- Harus ada pemantauan dan kontrol rutin pada ruangan yang menggunakan larutan ini dan harus ada peralatan siaga darurat.

Larutan alkohol		
Etil alkohol (etanol) – CAS No. 64-17-5		 
Isopropil alkohol (IPA) – CAS No. 67-63-0		
Metil alkohol (metanol) – CAS No. 67-56-1		
<p>Apakah Itu? Larutan alkohol berbentuk cair tanpa warna. Etanol berbau sedikit seperti anggur. IPA berbau apak. Metanol memiliki bau agak manis.</p>	<p>Apakah Anda Menggunakannya? Larutan alkohol digunakan sebagai pembersih. Digunakan untuk membuat karet sepatu, untuk membersihkan kain, untuk <i>electroplate</i>, dan pada papan sirkuit]. IPA dan metanol adalah yang paling umum digunakan.</p>	
<p>Jika Terkena Kontak Langsung</p> <p>Kulit: Bisa menyebabkan iritasi kulit. Setelah terus menerus atau berulang kali terpapar alkohol, bisa membuat ruam kulit, kemerahan dan kulit kering. Kulit akan mulai mengelupas, gatal dan pecah-pecah.</p> <p>Mata: Bisa membuat iritasi, terbakar, dan menyebabkan kerusakan mata permanen. Metanol bisa mengaburkan pandangan dan menyebabkan kebutaan.</p> <p>Hidung/Paru-Paru: Asapnya bisa menyebabkan iritasi hidung dan tenggorokan, mengakibatkan batuk dan nafas berdengik. Menghirup uapnya bisa membuat lemas, pusing, melayang, susah bernapas, dan bahkan pingsan. IPA bisa meperlambat denyut nadi dan menurunkan tekanan darah, dan kalau pada dosis tinggi bisa menyebabkan halusinasi.</p> <p>Mulut/Perut: Bisa menurunkan selera makan, membuat mual, muntah, dan diare. Jika dalam jumlah besar bisa mengakibatkan kehilangan kesadaran. Carilah pertolongan medis.</p>		
<p>Jika Terpapar Jangka Panjang:</p> <p>Semua jenis alkohol bisa membahayakan hati, ginjal, dan sistem saraf. Alkohol masuk dan memapar bayi melalui ASI.</p> <p>Etanol bisa menyebabkan keguguran, cacat lahir dan masalah lainnya. Bisa juga menyebabkan kanker hati, esofagus, payudara, prostat dan kolorektum.</p> <p>Isopropil alkohol dapat merusak janin.</p> <p>Metanol dapat merusak janin.</p>		
<p><i>(bersambung)</i></p>		

Larutan alkohol *(sambungan)*

Jika Anda Beresiko Terpapar:

Gunakan sarung tangan butil. Sarung tangan alkohol polivinil (PVA) tidak bisa melindungi anda dari **larutan alkohol**. Kalau menangani **alkohol** dalam bentuk cairan, gunakan kacamata dengan ventilasi tidak langsung yang tahan percikan.

Kalau tidak ada ventilasi, atau kalau Anda melakukan pekerjaan perawatan, dan anda tidak tahu kadar **alkohol** di udara, gunakan respirator dengan filter untuk **larutan kimia pembersih**

<h3>Larutan Pembersih Hidrokarbon alifatik (sulingan minyak bumi)</h3>	
2,2-Dimetil butana (neohexane) - CAS No. 75-83-2	
2-Metil pentana - CAS No. 107-83-5	
Sikloheksana - CAS No. 110-82-7	
Heptan - CAS No. 142-82-5	
Heksana - CAS No. 110-54-3	 
<p>Apakah Itu? Larutan Hidrokarbon alifatik adalah cairan tanpa warna. Heksana dan heptan memiliki bau samar seperti minyak tanah. Sikloheksana berbau manis dan kuat.</p>	<p>Apakah Anda Menggunakannya? Larutan Pembersih Larutan Hidrokarbon alifatik digunakan pada lem untuk sepatu dan sebagai pembersih untuk barang elektronik. Larutan ini digunakan untuk lapisan permukaan dan perkat. Sikloheksana digunakan untuk membuat nilon.</p>
<p>Jika Terkena Kontak Langsung</p> <p>Kulit: Mereka bisa membuat iritasi dan membakar kulit. Jika terkena kulit berulang-ulang, kulit akan kering, pecah-pecah dan merah dan Anda mungkin mengalami ruam.</p> <p>Mata: Bisa menyebabkan iritasi mata.</p> <p>Hidung/Paru-Paru: Menghirup larutan ini bisa membuat iritasi pada hidung dan tenggorokan. Menghirup uapnya bisa menyebabkan lemas, pusing, melayang, dan susah bernapas, dan bahkan pingsan.</p> <p>Mulut/Perut: Bisa menurunkan selera makan, membuat mual, muntah, dan diare. Cari pertolongan medis.</p>	
<p>Jika Terpapar Jangka Panjang:</p> <p>Semua hidrokarbon alifatik bisa merusak otak, mengakibatkan sakit kepala dan pusing.</p> <p>2,2-dimetil butana bisa menyebabkan detak jantung tidak teratur.</p> <p>Sikloheksana bisa merusak hati dan ginjal secara permanen. Dan bisa menyebabkan sakit kepala, kejang, dan masalah sistem saraf lainnya.</p>	

(bersambung)

Pelarut hidrokarbon alifatik *(sambungan)*

Heptan bisa merusak sistem saraf, membuat koordinasi buruk dan perubahan kepribadian, kelelahan, memori dan konsentrasi menurun.

Perubahan kepribadian, kelelahan, dan memori dan konsentrasi berkurang.

Heksana bisa merusak sistem saraf, mengakibatkan masalah koordinasi, memori dan konsentrasi, perubahan kepribadian, dan kelelahan. Bisa merusak buah zakar. Dosis tinggi bisa berakibat fatal.

Jika Anda Beresiko Terpapar:

Gunakan sarung tangan nitril atau Viton dan pelindung mata/wajah.

Gunakan respirator yang bisa menyaring **larutan kimia pembersih** organik.

Pengganti yang Lebih Aman:

Heptan lebih aman dari pada **heksana**.

Larutan Pembersih Hidrokarbon aromatik

 Bensol – CAS No. 71-43-2	   
 Styrene – CAS No. 100-42-5	  
Toluena – CAS No. 108-88-3	 
Xylene – CAS No. 1330-20-7	  

Apakah Itu?

Larutan Pembersih Aromatik Hidrokarbon berbentuk cairan bening, tanpa warna atau kuning pucat yang berbau manis.

Apakah Anda Menggunakannya?

Larutan Pembersih Aromatik Hidrokarbon bisa ditemukan pada pabrik garmen, sepatu, dan elektronik. **Toluena** adalah zat aditif yang umum dipakai untuk lem sepatu, dan **styrene** banyak ditemukan pada resin penguat plastik di industri elektronik.

Jika Terkena Kontak Langsung

Kulit: Bisa menyebabkan iritasi kulit dan menjurus kepada dermatitis, yang berujung pada ruam kulit, kering, kemerahan, dan rasa terbakar. **Bensol** bisa membuat melepuh.

Mata: Bisa menyebabkan iritasi mata. **Bensol** bisa membutakan.

Hidung/Paru-Paru: Asapnya bisa menyebabkan iritasi hidung dan tenggorokan, mengakibatkan batuk dan nafas berdengik. Menghirup uapnya bisa menyebabkan sakit kepala, ngantuk, pusing, linglung, mual, lemas, dan hilang kesadaran. **Bensol** bisa menyebabkan bronkhitis, edema paru, dan paru-paru basah. Juga dapat menyebabkan masalah jantung. Menghirup banyak **Bensol** (20,000 ppm) bisa membunuh dalam waktu 10 sampai 15 menit.

Toluena mempengaruhi sistem saraf, mengakibatkan sulit berfikir, refleks lambat, mata terbelalak, cemas dan lemas.

Mulut/Perut: **Bensol** dan **xylene** bisa menyebabkan mual, muntah, dan nyeri abdomen.

Bensol bisa menyebabkan detak jantung cepat, sesak napas, dada sesak, dan gagal pernapasan, yang semuanya bisa berakibat fatal. Carilah pertolongan medis.

(bersambung)

Pelarut hidrokarbon aromatik *(sambungan)*

Jika Terpapar Jangka Panjang:

Semua hidrokarbon aromatik bisa merusak hati, ginjal, otak, dan the sistem saraf.

Bensol bisa menyebabkan masalah pada darah dan menghancurkan sel darah merah. Dan bisa menyebabkan anemia aplastik, serta cacat lahir. Juga bisa menyebabkan leukemia (kanker darah).

Styrene bisa mengakibatkan cacat lahir dan masalah kesehatan reproduksi lainnya. Dan bisa menyebabkan kanker paru - paru.

Toluena bisa mengakibatkan cacat lahir.

Xylene bisa mengakibatkan cacat lahir. Bisa juga menyebabkan kanker. Paparan dalam jumlah tinggi bisa mengakibatkan koma.

Jika Anda Beresiko Terpapar:

Gunakan sarung tangan polivinil alkohol (PVA), Perisai Perak, atau Viton. Kalau menangani **hidrokarbon aromatik** dalam bentuk cairan, gunakan ventilasi tidak langsung, kacamata tahan benturan dan percikan. Jika Anda terpapar asap, gas, atau bentuk uap ini **larutan kimia pembersih**, gunakan kacamata tanpa celah yang tahan banting.

Gunakan respirator yang bisa menyaring larutan kimia pembersih.

Pengganti yang Lebih Aman:

Toluene digunakan sebagai alternatif yang lebih aman untuk **bensol**. Tetapi, **toluena** juga beracun.

Larutan Pembersih Hidrokarbon terklorinasi

⊘ Karbon tetraklorida - CAS No. 56-23-5			
Dikloropropana (DCP) - CAS No. 78-87-5			
Metil kloroform - CAS No. 71-55-6			
Metilen klorida (DCM) - CAS No. 75-09-2			
Tetrakloretilen (PERC) - CAS No. 127-18-4			
⊘ Trikloroetilen (TCE) - CAS No. 79-01-6			

Apakah Itu?

Larutan Pembersih Hidrokarbon terklorinasi berbentuk cair tanpa warna, mendandung klorin, baunya lembut dan manis.

Apakah Anda Menggunakannya?

Larutan Pembersih Hidrokarbon terklorinasi digunakan sebagai pembersih. Digunakan untuk membuat karet sepatu, membuat kesat permukaan electroplating, dan sebagai media produksi wafer dan pembersihan produksi dan pembersihan semikonduktor..

Jika Terkena Kontak Langsung

Kulit: Bisa menyebabkan iritasi kulit. **Karbon tetraklorida** bisa membakar kulit. **TCE** bisa jadi membuat alergi dan bereaksi bahkan di tingkat paparan terendah.

Mata: Bisa membuat iritasi dan membakar mata. **Karbon tetraklorida** bisa membuat buta kalau mengenai mata.

Hidung/Paru-Paru: Asapnya bisa menyebabkan iritasi hidung dan tenggorokan. Menghirup asapnya bisa menyebabkan lemas, pusing, melayang, susah bernapas, dan pingsan. Kadang bisa juga menyebabkan goyah, kurang koordinasi, linglung, kebas dan kesemutan. Menghirup asap **Dikloropropana** dan **PERC** bisa membuat paru-paru terisi cairan, atau sering disebut edema paru.

Mulut/Perut: Bisa menurunkan selera makan, membuat mual, muntah, dan diare. Carilah pertolongan medis.

(bersambung)

Larutan Pembersih Hidrokarbon terklorinasi *(sambungan)*

Jika Terpapar Jangka Panjang:

Semua hidrokarbon terklorinasi bisa merusak hati dan ginjal.

Karbon tetraklorida bisa membuat koma. Merusak janin dan mengurangi kesuburan laki-laki. Bisa juga menyebabkan kanker.

Dikloropropana bisa menyebabkan kanker hati.

Metil kloroform bisa mengakibatkan keguguran dan cacat lahir. Bisa juga mengakibatkan kanker hati dan ginjal.

Metilen klorida bisa mengakibatkan kanker paru-paru,, hati, dan kanker payudara.

PERC bisa merusak janin, menurunkan kesuburan laki-laki dan perempuan, dan mengakibatkan keguguran. Ia bisa menyebabkan macam-macam kanker termasuk hati, esofagus, kantung kemih, paru-paru, dan leukemia (kanker darah).

TCE bisa membuat detak jantung tidak beraturan. Ia bisa menyebabkan cacat lahir dan kanker hati, ginjal, dan paru.

Jika Anda Beresiko Terpapar:

Gunakan sarung tangan. Kalau berurusan dengan zat kimia ini dalam bentuk cairan, gunakan kacamata tahan banting, tahan percikan yang tidak terbuka. Kalau terpapar asap, gas, atau uapnya, gunakan kacamata tertutup.

Gunakan respirator yang bisa menyaring **larutan kimia pembersih**.

Pengganti yang Lebih Aman:

Bromopropane umumnya digunakan sebagai pengganti yang lebih aman dari TCE. Tetapi ia juga bisa menyebabkan kanker jadi bukan solusi yang tepat juga.

Larutan Pembersih Ester	
Butil asetat - CAS No. 123-86-4	
Etil asetat - CAS No. 141-78-6	
Isobutil asetat - CAS No. 110-19-0	
<p>Apakah Itu?</p> <p>Larutan Pembersih Ester adalah cairan dengan aroma yang enak, seperti aroma buah. Butil asetat beraroma pisang.</p>	<p>Apakah Anda Menggunakannya?</p> <p>Larutan Pembersih Ester digunakan pada industri garmen, sepatu, dan elektronik sebagai lem, pembersih luar, dan untuk membuat material plastik.</p>
<p>Jika Terkena Kontak Langsung</p> <p>Kulit: Bisa membuat iritasi dan membakar kulit. Kalau terus-terusan mengenai kulit, kulit menjadi kering dan pecah-pecah, dan bisa ruam.</p> <p>Mata: Ia bisa membuat iritasi dan membakar mata.</p> <p>Hidung/Paru-Paru: Asapnya bisa menyebabkan iritasi hidung dan tenggorokan. Menghirup uapnya bisa menyebabkan rasa lemas, pusing, melayang, susah bernapas, dan pingsan.</p> <p>Mulut/Perut: Bisa membuat selera makan hilang, mual, muntah, dan diare. Carilah pertolongan medis.</p>	
<p>Jika Terpapar Jangka Panjang:</p> <p>Butil asetat kemungkinan merusak janin dalam kandungan. Butil asetat bisa menyebabkan iritasi paru-paru dan merusak sistem saraf. Anda mungkin menderita bronkhitis dengan batuk, phlegm, dan nafas tersengal.</p> <p>Etil asetat dapat merusak hati dan ginjal. Ia bisa mengurangi kesuburan pada pria.</p>	
<p>Jika Anda Beresiko Terpapar:</p> <p>Gunakan sarung tangan neoprene atau karet butil dan pelindung mata/wajah.</p> <p>Gunakan respirator yang bisa menyaring larutan kimia pembersih.</p>	

Larutan Pembersih Glikol eter

ETILENA-GLIKOL ETER

Sifatnya lebih beracun dan mengandung nama "etanol" atau "etilena".

Etilena glikol butil eter (EGBE) – CAS No. 111-76-2			
Etilena glikol etil eter(EGEE) – CAS No. 110-80-5			
 Etilena glikol metil eter (EGME) – CAS No. 109-86-4			

PROPILEN BERBASIS GLIKOL ETER

Sifatnya lebih beracun dan mengandung nama "propanol" atau "propylene".

1-Metoksi 2-propanol – CAS No. 107-98-2		
2-Metoksi 1-propanol – CAS No. 1589-47-5		

Apakah Itu?

Larutan Pembersih Glikol eter adalah cairan tanpa warna. Memiliki bau samar, harum, atau kadang tidak berbau.

Apakah Anda Menggunakannya?

Larutan Pembersih Glikol eter digunakan sebagai pembersih, zat pewarna, dan pelapis pada industri sepatu, garmen dan elektronik. Kadang ia berupa campuran beberapa bahan tertentu.

Jika Terkena Kontak Langsung

Kulit: Bisa membuat iritasi dan membakar kulit. Bisa membuat ruam kulit, kemerahan dan kulit kering. Kulit akan mulai mengelupas, gatal dan pecah-pecah.

Mata: Bisa membuat iritasi dan membakar mata.

Hidung/Paru-Paru: Beberapa jenis **glikol eter** menguap dengan cepat dan bisa terhirup. Asapnya bisa menyebabkan iritasi hidung dan tenggorokan, mengakibatkan batuk, napas berdengik, dan napas tersengal. Menghirup uapnya bisa menyebabkan lemas, pusing, melayang, disorientasi, dan lelah.

Mulut/Perut: Bisa membuat selera makan hilang, mual, muntah, dan berat badan turun. Carilah pertolongan medis.

(bersambung)

Pelarut glikol eter *(continued)*

Jika Terpapar Jangka Panjang:

Semua glikol eter bisa membahayakan hati, ginjal, dan sistem saraf, mengakibatkan gemetar dan lemas. **Glikol eter** termakan oleh bayi melalui ASI.

Eter glikol berbasis etilena bisa menyebabkan anemia dengan merusak sel darah merah dan sumsum tulang belakang. Beberapa jenis **Eter glikol berbasis etilena** bisa menurunkan kesuburan perempuan dan laki-laki dan merusak janin.

Etilena glikol butil eter mengakibatkan kanker hati.

Etilena glikol butil eter agak kurang beracun, tapi juga bisa menurunkan kesuburan pada perempuan dan laki-laki dan membahayakan janin.

Etilena glikol butil eter bisa menyebabkan perubahan kepribadian, kehilangan ingatan dan sakit kepala kronis. Menghirup dalam jumlah yang besar bisa merusak limpa dan menyebabkan kencing darah. Mengurangi kesuburan laki-laki dan perempuan, merusak buah zakar dan sangat beracun bagi janin.

Eter glikol berbasis propilena lebih aman dibandingkan **Eter glikol berbasis propilena**.

2-metoksi, 1-propanol bisa merusak janin.

Jika Anda Beresiko Terpapar:

Gunakan sarung tangan karet butil. Kalau tidak bisa mendapatkannya, gunakan sarung tangan neoprene atau nitril. Gunakan pelindung mata/wajah.

Gunakan respirator yang bisa menyaring **glikol eter**.

Pengganti yang Lebih Aman:

Glikol eter seperti propil eter, isopropil eter, dan fenil eter tidak terlalu berbahaya untuk organ reproduksi dan janin. **Eter glikol berbasis propilena** lebih aman dari pada **etil glikol berbasis etilena**.

Larutan Pembersih Ketone

	Aseton – CAS No. 67-64-1		
⊘	Metil butil keton (MBK) – CAS No. 591-78-6		
⊘	Metil etil keton (MEK) – CAS No. 78-93-3		
	Metil isobutil keton (MIBK) – CAS No. 108-10-1		

Apakah Itu?

Larutan Pembersih Ketone adalah cairan yang tidak berwarna dengan bau harum, manis atau seperti mint.

Apakah Anda Menggunakannya?

Larutan Pembersih Ketone ditambahkan pada lem sepatu. Digunakan untuk pelapis permukaan barang elektronik, sebagai perekat pipa PVC, dan sebagai pembersih sepatu, garmen, dan elektronik. **MIBK** adalah diaplikasikan pada karet sepatu.

Jika Terkena Kontak Langsung

Kulit: Bisa menyebabkan iritasi kulit. Kalau terkena kulit terus, bisa membuat kulit kering, pecah-pecah, kemerahan dan ruam.

Mata: Bisa membuat iritasi dan membakar the mata.

Hidung/Paru-Paru: Asapnya bisa menyebabkan iritasi hidung dan tenggorokan, mengakibatkan batuk dan napas berdengik. Menghirup uapnya bisa menyebabkan lemas, pusing, melayang, susah bernapas, dan pingsan.

Mulut/Perut: Menurunkan nafsu makan, mual, muntah, dan diare. Carilah pertolongan medis.

Jika Terpapar Jangka Panjang:

Semua jenis ketones bisa merusak sistem saraf, berakibat lemas dan koordinasi kaki dan tangan kacau. Bisa merusak hati dan ginjal.

MBK dan aseton bisa menurunkan kesuburan laki-laki. **Aseton** bisa mengakibatkan keguguran.

MEK bisa mengakibatkan cacat lahir.

MIBK bisa menyebabkan kanker.

Jika Anda Beresiko Terpapar:

Gunakan sarung tangan karet butil dan pelindung mata/wajah.

Gunakan respirator yang bisa menyaring **larutan kimia pembersih** organik.

