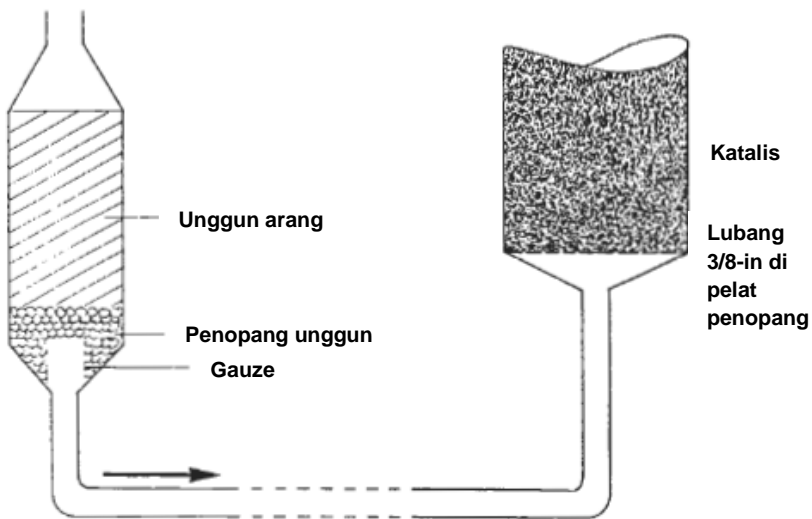


2.6 MODIFIKASI PROSES

Sejauh ini kita telah mendiskusikan modifikasi pada peralatan proses. Kecelakaan juga bisa terjadi disebabkan perubahan bahan atau kondisi proses yang memberikan akibat tak terduga, seperti diperlihatkan kasus berikut dan Bagian 19.5:

- (a) Reaktor hidrogenasi mengalami kenaikan turun-tekanan.⁵⁷ Berbagai penyebab diperkirakan, mutu, ukuran, distribusi, keaktifan katalis, mutu reaktan, distribusi dan degradasi, sebelum penyebab sebenarnya ditemukan.

Hidrogen datang dari pabrik lain dan melewati saringan arang untuk mengambil sejumlah kecil minyak sebelum hidrogen meninggalkan pabrik pemasok. Penggantian arang jarang dilakukan, sehingga persediaan awal habis setelah bertahun-tahun kemudian. Pemesanan kembali mendapatkan arang lebih halus dan dipakai tanpa menyadari akibat perubahan ini. Dalam jangka waktu yang lama, arang baru ini menembus penopang dan mengalir ke pabrik lain. Sejumlah kecil arang menutup sebagian lubang distribusi 3/8-in pada pelat penopang katalis (Gambar 2-7). Akibatnya adalah kehilangan besar produksi.



Gambar 2-7. Sistem Pemurnian hidrogen.

Penyebab turun-tekanan ini sulit ditemukan karena perubahan terjadi di pabrik lain.

- (b) Dahulu, sudah jamak untuk menyiram air ke peralatan yang terlalu panas atau bocor mengeluarkan asap. Air diambil dari sumber

⁵⁷ Pressure drop

terdekat yang mungkin. Di Flixborough, ada bocor uap sikloheksana dari gland pengaduk pada satu reaktor. Untuk mencairkan uap bocor ini, air disiramkan ke atas reaktor. Air pendingin pabrik dipakai karena tersedia di dekatnya.

Celakanya, air ini mengandung nitrat, yang menyebabkan retak karat tegangan⁵⁸ pada reaktor baja mild. Reaktor dilepas untuk perbaikan, dan pipa sementara menggantikannya yang kemudian juga gagal dan meledak (lihat Bagian 2.4).

Retak susupan-nitrat diketahui benar oleh ahli logam namun tak begitu diketahui oleh insinyur lain saat itu. Sebelum anda menyiramkan air ke peralatan, meskipun darurat, anda harus bertanya apa yang terkandung dalam air dan apa akibatnya pada peralatan?

Menyiramkan air ke peralatan adalah perubahan dari kebiasaan operasi normal. Ini seharusnya dilakukan sebagai suatu modifikasi. Untuk penjelasan mengenai retak nitrat pada baja mild, lihat Rujukan 4.

- (c) Kecelakaan berikut memperlihatkan bagaimana sulitnya memperkirakan semua akibat dari perubahan dan bagaimana akibat dapat terjadi sepanjang jalur hilir dari tempat perubahan dibuat:

Beberapa bromina radioaktif (waktu-paruh 36 jam), dalam bentuk amonium bromida, dimasukkan ke aliran air garam sebagai pelacak⁵⁹ radioaktif. Pada pabrik lain sejauh 30 km, aliran garam ini dielektrolisa menghasilkan klorina. Bromina radioaktif masuk aliran klorina dan terpekatkan di dasar kolom distilasi, yang memisahkan fraksi berat. Kolom ini dilengkapi pengendali ketinggian cairan radioaktif. Bromina radioaktif mempengaruhi pengendali ketinggian ini, yang menunjukkan ketinggian rendah dan menutup keran bawah kolom. Kolom kebanjiran. Tak ada yang terluka, namun produksi terganggu.

- (d) Perubahan kecil kondisi operasi terkadang dapat berakibat merusak. Reaksi nitrasasi dilakukan pada temperatur rendah, dan kemudian dipanaskan hingga 90°C dan dijaga pada temperatur ini selama 30 menit; lalu didinginkan. Setelah bertahun-tahun operasi, seseorang memutuskan tanpa diskusi dengan orang lain untuk melakukan pendinginan langsung dengan cara membiarkan reaktor mendingin oleh udara sekitar, segera setelah temperatur mencapai 90°C tanpa menjaga temperatur ini selama 30 menit. Ledakan terjadi; bangunan luluh-lantak, dan pecahan reaktor ditemukan hingga jarak 75 m [7].

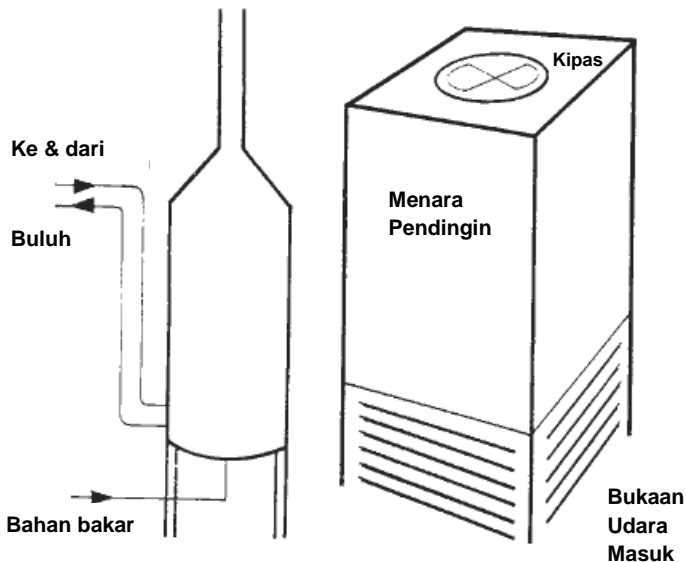
- (e) Pemanas dalam sebuah gedung harus dimatikan pada akhir pekan untuk perbaikan. Ada kekhawatiran air dalam sistem pipa pemadam kebakaran mungkin membeku, sehingga airnya diganti alkohol. Kebakaran terjadi dan pipa pemadam kebakaran memasok api dengan alkohol!

⁵⁸ Stress corrosion cracking

⁵⁹ Tracer

- (f) Larutan amonia ditambahkan ke pabrik untuk mengurangi karat. Karat berhenti, namun butiran cairan menyebabkan erosi, sebuah pipa bocor, dan terjadi kebakaran lumayan besar [8].
- (g) Tiga bejana vakum dilengkapi dengan ejektor dan peralatan pengembun kontak langsung. Air didinginkan pada sebuah menara pendingin kecil dan didaur ulang, dan sejumlah kecil uap yang terbawa dari bejana akan terencerkan di dalam menara. Menara dilengkapi dengan kipas dan ternyata air tetap bisa didinginkan tanpa kipas ini. Namun, uap bisa-terbakar dari bejana jadi tidak lagi terencerkan dengan baik. Ini baru diketahui ketika operator, hendak menyalakan tungku beberapa meter saja dari menara, mengetes atmosfer dalam tungku sebagai bagian prosedur normal, dengan detektor gas bisa-terbakar, dan dia menemukan adanya gas.

Tak ada yang menyadari, saat penentuan lokasi tungku, bahwa uap bisa-terbakar dapat keluar dari menara pendingin. Peralatan pengembun kontak langsung memang tidak umum, tapi uap bisa-terbakar dapat muncul pada banyak menara pendingin jika ada kebocoran ke air pendingin di penukar panas. Sesudah kecelakaan ini, detektor gas bisa-terbakar dipasang permanen antara tungku dan menara (Gambar 2-8).



Gambar 2-8. Gas masuk tungku ketika kipas menara pendingin dimatikan.

- (h) Untuk memenuhi persyaratan Agen Perlindungan Lingkungan, minyak diesel yang dipakai oleh dua generator diesel darurat diganti menjadi diesel rendah-sulfur (dari maksimum 0,3% menjadi maksimum 0,05%). Minyak pelumas yang digunakan mengandung aditif untuk

menetralkan asam sulfur yang terbentuk saat pembakaran. Karena sedikit asam dihasilkan, aditif berlebihan membentuk endapan karbon, yang tertimbun di belakang cincin piston, menyebabkan dinding piston rusak. Untungnya masalah ini diketahui pada saat jalan uji-coba sehingga penggantian minyak pelumas bisa dilakukan, sebelum generator benar-benar diperlukan dalam keadaan darurat [27].

- (i) Lubang semprot dilepas untuk diperiksa dan ditemukan berkarat, padahal telah 30 tahun lubang semprot dipakai dan tak pernah berkarat. Masalah ditimbulkan karena perubahan ketinggian cairan dalam bejana sehingga lubang semprot basah dan kemudian kering berulang-ulang [28].
- (j) Tangki penampungan pada sebuah pabrik kecil pembotolan deterjen dicuci setiap minggu. Sejumlah kecil cairan pencuci mengalir ke lubang cek dan dari sana ke parit. Operator yang melakukan pencucian harus masuk ke lubang sehingga kaki mereka basah, maka mereka menyambungkan selang ke keran penguras, dan menaruh ujung lainnya langsung ke tempat penampungan limbah, dan membiarkannya di sana. Anda pasti bisa menduga lagi. Setelah beberapa bulan seseorang lalai dan membiarkan keran penguras terbuka. Ketika tangki diisi, 20 m³ deterjen mengalir melalui penguras. Ini mengakibatkan pabrik limbah kelebihan kapasitas, dan busa setinggi 3 m mengalir ke sungai [29].
- (k) Kolam bebek di sebuah rumah penginapan penuh lumut, sehingga ahli kimia-air perusahaan itu diminta pendapatnya. Dia menaburkan herbisida ke kolam. Herbisida itu juga adalah deterjen; deterjen membuat sayap bebek menjadi basah, dan bebek-bebek pun tenggelam.