

SOLUSI-SOLUSI DESAIN UNTUK MENCEGAH KEBOCORAN ZAT ZAT KIMIA BERBAHAYA, MUDAH TERBAKAR DAN MUDAH MELEDAK SERTA KEJADIAN KEJADIAN FATAL LAIN PADA BEJANA TEKAN DAN TANGKI

Oleh
Darmawan Ahmad Mukharror
Indonesian Institute for Process and Safety)*

Dipresentasikan pada 31 Januari 2004 di Balikpapan, Kaltim
pada Seminar K3 – KMI Kaltim:
“Dengan Sistem Manajemen K3 Yang Baik dan Benar Kita Antisipasi
Kebocoran Gas Industri”

Abstrak

Kejadian kecelakaan besar yang menelan dua orang korban jiwa di PT Petrowidada baru baru ini sungguh menghenyakkan dunia *Health Safety and Environmental* (HSE) di Indonesia. Kebocoran maleat anhidrat dan pftalat anhidrat, yang digolongkan sebagai zat zat kimia berbahaya, mudah terbakar dan mudah meledak, berakibat fatal dengan terjadinya kebakaran dan ledakan yang menghancurkan kurang lebih 90% bangunan fisik PT Petrowidada. Tulisan ini dimaksudkan sebagai panduan sederhana dalam merancang sebuah bejana tekan atau tangki atmosferik demi menghindarkan kejadian kejadian fatal dan kebocoran zat zat kimia yang berbahaya, mudah terbakar dan mudah meledak. Panduan ini disusun berdasarkan deviasi operasional bejana tekan atau tangki atmosferik, skenario kegagalan, dan solusi desain yang potensial. Solusi desain yang potensial ini dikategorikan masing masing sebagai *inherently safer/pasif*, aktif dan prosedural.

Kata kunci : deviasi operasional, skenario kegagalan, solusi desain, *inherently safer /aktif*, pasif, prosedural

LATAR BELAKANG

Strategi pengendalian resiko, yang bertujuan untuk memitigasi konsekuensi-konsekuensi dan mengurangi frekuensi kejadian kecelakaan yang potensial, dapat dibagi ke dalam empat kategori (Hendershot, 1998). Sebagaimana dideskripsikan oleh Bollinger dkk. (1996), kategori-kategori tersebut adalah :

- ❖ **Inherent** - Pengurangan atau penghilangan bahaya-bahaya (atau bahan berbahaya) dengan menggunakan bahan bahan dan atau kondisi proses yang lebih aman
- ❖ **Pasif** – Pengurangan atau penghilangan (potensi) bahaya-bahaya melalui perancangan peralatan dan perancangan proses yang mampu mengurangi frekuensi kejadian kecelakaan dan atau konsekuensinya tanpa memfungsikan peralatan- peralatan yang aktif mengendalikan proses
- ❖ **Aktif** – Menggunakan cara-cara terrekayasa seperti misalnya alat kendali, *safety interlocks*, dan *emergency shutdown systems* dalam mendeteksi bahaya-bahaya (yang potensial) yang mengikuti deviasi proses dan secara responsif melakukan tindakan atas kejadian ini.
- ❖ **Prosedural** – Menggunakan pendekatan manajerial seperti misalnya prosedur operasi, pengecekan administrasi dan prosedur tindakan

darurat untuk mencegah kecelakaan atau meminimasi efek lebih lanjut dari suatu (potensi) kejadian kecelakaan.

INHERENTLY SAFER

Desain yang *inherently safer* adalah suatu jalan berfikir tentang perancangan proses kimia dan alat pemrosesnya yang secara fundamental berbeda dengan konsep yang telah ada. Konsep ini lebih memfokuskan pada upaya pengurangan dan penghilangan bahaya-bahaya dibanding melakukan usaha-usaha manajerial dan kontrol (untuk mengurangi/menghilangkan bahaya tersebut). Pendekatan desain yang *inherently safer* ini dipercaya dapat menghasilkan proses yang lebih aman dan lebih tegas serta tentu saja lebih ekonomis (Kletz, 1991). Terminologi perancangan yang *inherently safer* bervariasi tergantung di mana komunitas *process safety* berada. Tabel 1 yang diajukan oleh Amyotte dan Khan (2002) di bawah ini menunjukkan prinsip-prinsip umum dan *guidewords* yang dapat dipertimbangkan untuk diaplikasikan.

Tabel 1. Prinsip Prinsip *Inherently Safer* (Amyotte dan Khan, 2002)

No	Prinsip <i>Inherently Safer</i>	Definisi
1	Intensifikasi	Pengurangan jumlah bahan-bahan berbahaya
2	Substitusi	Penggunaan bahan-bahan yang lebih aman
3	Penguatan	Operasi pada kondisi operasi yang lebih aman
4	Pembatasan akibat	Perubahan desain dan operasi untuk mencapai keadaan lebih aman
5	Penyederhanaan	Menghindari kerumitan desain
6	Toleransi kesalahan	Membuat peralatan lebih tegas dan proses yang dapat menahan upsets
7	Menghindari efek <i>knock on</i>	Tata letak yang lebih lapang, <i>fail-safe shutdown</i> , konstruksi yang terbuka
8	Membuat peralatan yang tidak aman menjadi mustahil	<i>Valve</i> dan perpipaan yang khusus sehingga mencegah <i>human error</i>
9	Membuat status menjadi lebih jelas	Menghindari peralatan yang rumit dan kelebihan beban arus informasi
10	Kemudahan pengendalian	Mengurangi <i>hands-on control</i>

PASIF

Konsep perancangan pasif yang tidak membutuhkan alat apapun untuk mengindera dan atau secara aktif merespon deviasi variabel-variabel proses, merupakan konsep perancangan mekanik yang sangat handal. Contoh-contoh solusi perancangan pasif adalah :

- ❖ Penggunaan *incompatible hose couplings*, pengisian antipercik dengan pemasangan *dip-pipes* secara permanen serta pengikatan dan pentanahan secara permanen.
- ❖ Penggunaan peralatan (yang didesain untuk) tekanan tinggi untuk mengantisipasi kelebihan tekanan (potensi *internal deflagration*).
- ❖ Menampung tumpahan bahan-bahan berbahaya dengan *dike* yang dirancang dengan kemiringan tertentu terhadap suatu wahana penampung sehingga memungkinkan untuk mengalirkan cairan tersebut.

AKTIF

Konsep perancangan aktif yang membutuhkan peralatan-peralatan untuk memonitor variabel-variabel proses, berfungsi untuk memitigasi suatu bahaya. Seringkali, solusi perancangan aktif melibatkan komponen-komponen *maintenance* dan prosedural yang tidak lebih handal dibanding konsep perancangan yang *inherently safer* dan pasif. Untuk mencapai kehandalan yang diperlukan, kerap digunakan *redundancy*, sekaligus untuk menghilangkan konflik kepentingan antara *safety* dan produksi (seperti misalnya melakukan *shutdown* pada saat jadwal *testing* sebuah *relief valve* telah “jatuh tempo”).

Solusi-solusi perancangan aktif dapat dianggap sebagai *engineering controls*. Contoh dari solusi perancangan aktif adalah :

- ❖ Penggunaan *pressure safety valve* atau *rupture disk* untuk mengakomodasi kelebihan tekanan
- ❖ Melakukan *interlocking* antara suatu alat pengindera *high level* dengan *inlet valve* di suatu bejana dan atau dengan motor pompa demi mencegah melubernya cairan pada bejana.
- ❖ Pemasangan *check valve*

PROSEDURAL

Prosedur ini dibuat oleh seseorang yang dapat memahami bagaimana menghindari atau mengurangi (potensi) bahaya yang akan terjadi. Prosedur-prosedur ini meliputi prosedur standar operasi dan tindakan-tindakan lain yang perlu diambil dalam merespon suatu bacaan (indikasi) variabel proses semacam alarm, bacaan instrument, kebisingan, kebocoran atau hasil sampling suatu proses. Oleh karena menyangkut keterlibatan personal dalam pembuatan *corrective action* ini, maka perlu dipertimbangkan adanya faktor *human error* seperti misalnya *over-alarming*, alokasi kerja yang tidak benar antara manusia dan mesin dan budaya setempat yang kurang mendukung. Keterlibatan *human factor* menyebabkan solusi ini kurang handal. Beberapa contoh solusi perancangan prosedural antara lain:

- ❖ Mentaati prosedur operasi standar demi mempertahankan operasi dalam batas-batas desain mekanik peralatan yang ada.
- ❖ Menutup *valve inlet* secara manual untuk mengisolasi *feed* sebagai respon atas alarm *high level*
- ❖ Menjalankan prosedur *preventive maintenance* demi mencegah kegagalan alat-alat proses di masa depan
- ❖ Menyambung secara manual peralatan dengan sistem *bonding* dan *grounding*.

SKENARIO KEGAGALAN DAN SOLUSI DESAIN UNTUK BEJANA TEKAN DAN TANGKI

Solusi perancangan ini disusun dengan menggunakan suatu pendekatan demi mereduksi resiko yang terkait dengan skenario kegagalan. Solusi-solusi ini disusun dengan memperhatikan *engineering judgment* dan faktor-faktor lain yang berhubungan. Sebagai contoh, jika merujuk pada API std 650 tekanan *supply* nitrogen untuk memblanet tangki penyimpanan atmosferik secara signifikan lebih tinggi dibanding tekanan desain tangki, akan tetapi hal

pekerjaan ini tetap (dapat) dilakukan dengan memperhatikan bahayanya. Bahkan, penggunaan solusi desain aktif terkadang dapat menimbulkan bahaya yang potensial yang pada awalnya tidak ada. Untuk mencapai desain akhir yang dapat diterima sehingga mampu mengatasi bahaya-bahaya kegagalan peralatan, penggunaan beberapa solusi desain dimungkinkan. Solusi-solusi desain (CCPS, 1998) untuk bermacam-macam skenario kegagalan pada bejana tekan atau tangki atmosferik selengkapnya diperikan pada lampiran.

*) **Indonesian Institute for Process and Safety (IIPS)** adalah organisasi yang didirikan dengan tujuan untuk mempromosikan *excellence* di bidang *process, process safety and safety* serta memajukan dan menerapkan prinsip-prinsip *process, process safety and safety* di berbagai bidang di Indonesia

REFERENSI

Bickum, Alfred et.al., ***“Guidelines for Implementing Process Safety Management Systems”***, CCPS-AIChE, New York (1994)

Bollinger, R.E., D.G. Clark, A.M. Dowell III, R.M. Ewbank, D.C. Hendershot, W.K. Lutz, S.I. Meszaros, D.E. Park dan E.D. Wixom, ***“Inherently Safer Chemical Processes: A LifeCycle Approach”***, D.A. Crowl ed., CCPS-AIChE, New York (1996)

Hendershot, D.C., ***“Some Thoughts on the Difference Between Inherent Safety and Safety”***, Process Safety Progress 14, 227-228 (1995)

Hendershot, D.C., ***“Inherent Safety Strategies for Process Chemistry”***, Chemical Health and Safety 5, 18-22 (1998)

Khan, F.I., P.R. Amyotte, ***“How to Make Inherent Safety Practice a Reality”***, The Canadian Journal of Chemical Engineering 81, 1-16 (2003)

Kletz, T.A., ***“Process Plant: A Handbook for Inherently Safer Design”***, Taylor & Francis, Bristol, PA (1998)

Walz, R.H., L.G. Britton, S.E. Cloutier, G.R. Davis, K.W. Linder, P.N. Lodal, J.B. Mettalia Jr., J.A. Noronha, C.A. Schiappa, ***“Design Solution for Process Equipment Failures”***, CCPS-AIChE, New York (1998)