

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Strategi pengendalian resiko, yang bertujuan untuk memitigasi konsekuensi-konsekuensi dan mengurangi frekuensi kejadian yang potensial dapat dibagi ke dalam empat kategori. Keempat tersebut adalah ^[1]:

- ***Inherently Safer***

Pengurangan atau penghilangan bahaya-bahaya (atau bahan berbahaya) dengan menggunakan bahan-bahan dan atau kondisi proses yang lebih aman. Desain yang *inherently safer* adalah suatu jalan berfikir tentang perancangan proses kimia dan alat prosesnya 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 control (untuk mengurangi/menghilangkan bahaya tersebut). Pendekatan desain *inherently safer* ini dipercaya dapat menghasilkan proses yang lebih aman dan lebih tegar serta tentu saja lebih ekonomis. Terminologi perancangan yang *inherently safer* bervariasi tergantung di mana komunitas *process safety* berada.

- **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. Konsep perancangan pasif yang tidak membutuhkan alat apapun untuk mengindera dan atau secara aktif merespon deviasi variable-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 permanent 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.

- **Aktip**

Menggunakan cara-cara terekayasa misalnya alat kendali, *safety interlock*, dan *emergency shutdown systems* dalam mendeteksi bahaya-bahaya (yang potensial) yang mengikuti deviasi proses dan secara responsif melakukan tindakan atas kejadian tersebut. Konsep perancangan aktif membutuhkan peralatan-peralatan untuk memonitor variable-variabel proses, berfungsi untuk memitigasi suatu bahaya. Solusi-solusi perancangan aktif dapat dianggap sebagai *engineering controls*. Contoh dan solusi perancangan aktif antara lain 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 guna mencegah melubernhya cairan pada bejana.
- Pemasangan *check valve*.

- **Prosedural**

Menggunakan pendekatan manajerial seperti prosedur operasi, pengecekan administrasi dan prosedur tindakan darurat untuk mencegah kecelakaan atau meminimalisasi efek lebih lanjut dari suatu (potensi) kejadian kecelakaan. Prosedur ini dibuat oleh seseorang yang dapat memahami bagaimana menghindarkan atau mengurangi (potensi) bahaya yang akan terjadi. Keterlibatan *human factor* menyebabkan solusi ini kurang handal.

Dari beberapa solusi pengendalian resiko di atas, pengendalian resiko secara aktif merupakan salah satu pengendalian resiko yang banyak digunakan pada industri minyak dan gas bumi. Dalam industri pengolahan minyak dan gas bumi, *process safety* menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari keseluruhan rangkaian proses mulai dari hulu hingga ke hilir. Setiap sarana dan fasilitas pengolahan minyak dan gas bumi akan selalu dilengkapi dengan sistem pengaman untuk melindungi peralatan proses dari kemungkinan bahaya atau kecelakaan yang mungkin timbul. Tujuan dari *process safety* dalam kilang pengolahan minyak dan gas bumi adalah untuk mencegah kerusakan peralatan, menghindari kecelakaan terhadap pekerja, dan meminimalisasi setiap resiko yang mungkin terjadi baik resiko di lingkungan kilang maupun di sekitar kilang. Salah satu peralatan yang banyak digunakan dalam pengendalian resiko secara aktif adalah *pressure relief valve*.

Seperti diketahui bahwa minyak dan gas bumi merupakan bahan berbahaya yang mudah terbakar dan meledak. Dalam setiap proses produksi dan pengolahan minyak dan gas bumi, beberapa variable seperti tekanan, temperatur, dan volume (PVT) saling terkait dan tidak dapat terpisahkan satu sama lain. Agar suatu proses dapat berjalan dengan aman, ketiga variabel tersebut harus dijaga agar tetap berada pada kisaran yang telah ditentukan. Dalam suatu sistem atau peralatan tertutup, ketiga variabel tersebut sangat menentukan apakah sistem atau peralatan berada pada kondisi yang aman atau tidak. Kecelakaan yang timbul di industri minyak dan gas bumi seringkali diakibatkan oleh adanya kelebihan tekanan (*overpressure*) dalam suatu peralatan atau sistem bertekanan seperti *vessel*, pipa atau tanki.

Kecelakaan akibat *overpressure* seringkali terjadi dan mengakibatkan kerugian yang tidak sedikit. Salah satu contoh adalah ledakan yang terjadi pada reaktor *Cyclohexane* di United Kingdom pada tahun 1974 yang menewaskan 28 pekerja serta melukai 36 pekerja dan 56 non pekerja. Kerugian ditaksir mencapai US\$ 63 juta. Gambar 1.1 memperlihatkan kebakaran di fasilitas pengeboran minyak lepas pantai Mexico ^[2];



Gambar 1.1 Kebakaran di fasilitas pengeboran minyak lepas pantai Mexico

Kasus kecelakaan lainnya adalah akibat kegagalan *relief valve* sehingga menimbulkan ledakan di pabrik alumina di kota St. James, Louisiana. Akibat ledakan ini, sekitar 29 pekerja mengalami luka serius. Gambar 1.2 memperlihatkan ledakan di pabrik alumina di kota St. James, Louisiana ^[3],



Gambar 1.2 Ledakan di pabrik alumina di kota St. James, Louisiana

Selain di luar negeri, beberapa kecelakaan akibat adanya *overpressure* juga pernah terjadi di Indonesia. Kecelakaan yang cukup fatal adalah meledaknya pabrik kimia PT Petrowidada pada bulan Januari 2004 akibat kebocoran O-xylene yang bercampur dengan Maleat Anhidrat sehingga menghancurkan kurang lebih 90% bangunan fisik pabrik tersebut serta menelan korban jiwa tiga (3) orang dan 49 orang luka bakar. Gambar 1.3 memperlihatkan kebakaran di pabrik kimia PT Petrowidada;



Gambar 1.3 Kebakaran di pabrik kimia PT Petrowidada

Untuk mencegah terjadinya kelebihan tekanan dalam suatu peralatan proses, dipasang suatu sistem pengaman yang disebut dengan *relief valve* atau *pressure relief valve* (PRV). *Relief valve* merupakan sarana yang berfungsi untuk melindungi peralatan proses dari kelebihan tekanan yang terjadi di dalamnya dengan cara melepas kelebihan tekanan yang terjadi ke atmosfer^[4]. *Relief valve* dirancang untuk membuka pada saat kondisi darurat atau keadaan abnormal untuk mencegah meningkatnya tekanan fluida melebihi batas yang ditetapkan. Peralatan ini juga dirancang untuk mencegah terjadinya kondisi vakum yang berlebihan dalam suatu peralatan proses. Tujuan pemasangan *relief valve* sendiri tidak hanya untuk keamanan dan keselamatan kerja namun juga untuk mencegah terjadinya kerusakan peralatan, mencegah kehilangan bahan baku atau produk, mengurangi jumlah down time, dan sebagainya.

Topik yang diambil oleh penulis dalam penyusunan tesis ini selain didasarkan pada pentingnya *process safety* di industri kimia juga didasarkan pada kenyataan

yang penulis telusuri bahwa belum ada perangkat lunak yang untuk *sizing pressure* yang dapat akses atau diperoleh secara gratis. Topik yang penulis ambil juga sudah pernah diseminarkan pada seminar “Teknologi Simulasi V” yang diselenggarakan oleh Fakultas Mesin Universitas Gajah Mada (UGM) pada tahun 2009. Pada saat topik ini diseminarkan baru terbatas pada prosedur penentuan kapasitas dan jenis *relief valve* berdasarkan analisis proses saja. Topik ini selanjutnya dikembangkan oleh penulis dalam tesis ini ke pembuatan perangkat lunaknya.

Berdasarkan penelusuran penulis, terdapat beberapa perangkat lunak untuk melakukan perhitungan *sizing relief valve* diantaranya adalah TYCO, PSVPlus, SRVS, dan InstruCalc. Sebagian besar dari perangkat lunak tersebut dibuat oleh vendor valve. Selain harus dibeli dengan harga cukup mahal, perangkat lunak untuk melakukan perhitungan *sizing relief valve* belum di buat di Indonesia. Oleh karenanya penulis sengaja mengambil topik pembuatan perangkat lunak untuk melakukan perhitungan *sizing relief valve* ini selain untuk memperkenalkan pengetahuan *engineering practice* pada lingkungan dimana penulis mengambil pendidikan S2 ini juga untuk mencoba merangsang dunia akademis untuk dapat berpartisipasi secara langsung bagi kemajuan industri nasional khususnya industri kimia melalui pengembangan perangkat lunak untuk aplikasi desain rekayasa industri kimia. Berdasarkan pernyataan yang dikeluarkan oleh Softbits Consultants Ltd, penggunaan perangkat lunak seperti ini dapat menghemat 70% man-hours untuk proses perhitungan yang berakitan dengan PSV dibandingkan dengan perhitungan dengan menggunakan spreadsheet^[5].

Pada pengembangan perangkat lunak perhitungan *sizing relief valve* ini, penulis memasukkan persamaan-persamaan untuk menghitung faktor koreksi karena *overpressure*, *backpressure*, dan *viskositas*. Faktor-faktor koreksi tersebut biasanya diperoleh melalui pembacaan grafik yang disediakan oleh API 520 dan 521. Dengan memasukkan persamaan-persamaan tersebut kedalam perangkat lunak, proses perhitungan dapat dilakukan jauh lebih cepat. Sebelum persamaan tersebut diterapkan pada perangkat lunak, terlebih dahulu dilakukan validasi. Selain itu, pada perangkat lunak ini juga dilengkapi dengan program peringatan dimana jika angka yang dimasukkan ke dalam inputan tidak sesuai dengan jenis relief valve yang ditentukan maka program akan menanyakan apakah jenis relief valve akan diganti.

Seperti pada perangkat-perangkat lunak yang ada di atas, dalam pengembangan perangkat lunak ini juga didukung oleh perangkat lunak lainnya yaitu simulasi proses.

Pengembangan perangkat lunak ini memiliki arti penting bagi perkembangan sumberdaya engineer-engineer nasional khususnya engineer-engineer baru yang menggeluti bidang industri kimia karena *relief valve* perangkat pengaman hampir selalu ada pada peralatan proses bertekanan. *Pressure relief valve* adalah salah satu jenis *final element* yg paling banyak digunakan di industri proses dan memerlukan perhatian khusus mengingat berhubungan langsung dengan fluida proses dan harganya yang sangat mahal. Seorang instrument & process control engineer harus jeli dalam memilih *relief valve* yg banyak jenis dan aplikasinya.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Kecelakaan yang seringkali timbul pada peralatan proses di industri minyak dan gas bumi salah satunya diakibatkan oleh adanya kelebihan tekanan. Kesalahan atau ketidakakurasian dalam menentukan kapasitas dan jenis *relief valve* menjadi salah satu penyebab terjadinya kecelakaan tersebut.

Penentuan kapasitas dan jenis *relief valve* yang akan dipasang pada peralatan menjadi bagian yang sangat krusial dalam mendesain suatu peralatan proses yang aman. Untuk menentukan jenis dan kapasitas suatu relief valve yang akan dipasang dalam sistem atau peralatan bertekanan, diperlukan analisis dan prosedur tertentu. Prosedur pertama adalah menganalisis dan menentukan berbagai kemungkinan penyebab yang dapat menimbulkan terjadinya kelebihan tekanan (*overpressure*) dalam peralatan yang akan dipasang *relief valve*. Prosedur kedua adalah menghitung laju relieving untuk setiap penyebab terjadinya *overpressure* tersebut. Prosedur berikutnya adalah menghitung luas area orifice untuk setiap laju relieving yang diketahui. Luas area terbesar hasil perhitungan selanjutnya dicocokkan dengan luas standar orifice dari manufactur.

Agar perhitungan kapasitas dan jenis relief dapat dilakukan secara akurat mengingat prosedur perhitungan yang cukup panjang dan memerlukan data yang tidak

sedikit, diperlukan suatu perangkat lunak yang dapat menghitung secara cepat dan akurat kapasitas suatu *relief valve* tersebut.

Dalam penelitian ini akan disajikan penentuan jenis dan kapasitas *relief valve* dengan menggunakan perangkat lunak Visual Basic. Penggunaan perangkat lunak Visual Basic ini dikarenakan mudah digunakan dan bersifat *user friendly*. Selain menggunakan Visual Basic, diperlukan alat bantu lain berupa simulasi proses untuk mengetahui data properties fluida dan spesifikasi peralatan yang akan digunakan sebagai inputan untuk menghitung kapasitas suatu *relief valve*.

1.3. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat aplikasi Visual Basic untuk melakukan analisis dan perhitungan kapasitas suatu *relief valve* pada peralatan proses.

1.4. BATASAN MASALAH

Batasan-batasan yang digunakan dalam perhitungan ini adalah:

1. *Process Flow Diagram* (PFD) untuk perhitungan kapasitas *relief valve* dibuat berdasarkan data komposisi dan kondisi operasi gas yang ada di salah satu lapangan gas di wilayah Sumatera Selatan.
2. Penentuan jenis dan perhitungan kapasitas relief valve mengacu pada *Code* (ASME Boiler and Pressure Vessel, Section I power boiler dan section VIII pressure vessel division I) dan *Recommended Practice* (API RP 520, RP 521) serta ditunjang dengan beberapa referensi lainnya.
4. Perhitungan kapasitas kapasitas *relief valve* dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman *Visual Basic 6*.

1.5. SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan tesis ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi gambaran tentang sifat-sifat dan kondisi operasi gas bumi, gambaran umum mengenai process safety di industri gas bumi, pengertian *relief valve* dan karakteristiknya, jenis-jenis *relief valve*, gambaran mengenai penyebab terjadinya *overpressure*, serta cara-cara menentukan kapasitas dan jenis *relief valve* berdasarkan *Code* dan *Recommended Practice* yang berlaku secara Internasional.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai tahapan penelitian dan diagram alir penelitian.

BAB IV PERHITUNGAN KAPASITAS DAN JENIS REFIEF VALVE BERDASARKAN ANALISIS PROSES

Bab ini berisi tentang perhitungan kapasitas dan jenis *refief valve* berdasarkan analisis proses. Simulasi proses digunakan untuk menghitung neraca massa dan panas dari aliran proses serta untuk menentukan spesifikasi peralatan yang akan dipasang *relief valve*.

BAB V PEMANFAATAN VISUAL BASIC SEBAGAI ALAT BANTU DALAM PERHITUNGAN KAPASITAS RELIEF VALVE

Untuk melakukan perhitungan kapasitas dan penentuan jenis *relief valve*, dibuat suatu aplikasi program dengan menggunakan Visual Basic.

BAB VI KESIMPULAN

Berisi kesimpulan hasil penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi rujukan yang digunakan dalam menyusun tesis.

LAMPIRAN

Berisi data-data dan hasil perhitungan yang mendukung penyusunan tesis.