

# ANALISIS RESIKO PADA INDUSTRI PERMINYAKAN DENGAN METODE HAZOPS

Andi Sofrany E., D.T. Sony T., Sugiyanto, Surip Widodo, Susyadi

## ABSTRAK

**ANALISIS RESIKO PADA INDUSTRI PERMINYAKAN DENGAN METODE HAZOPS.** Telah dilakukan analisis resiko dengan teknik HAZOPS pada salah satu instalasi pada industri perminyakan yaitu unit distilasi atmosferik. Instalasi ini mengubah minyak mentah menjadi beberapa produk awal seperti bensin, nafta berat, kerosin, minyak gas, minyak diesel dan residu melalui beberapa sistem proses. Sistem proses yang terlibat antara lain pemanasan di dalam tungku pemanas, pemisahan di dalam menara pemisah, dan pemisahan uap-fluida. Teknik HAZOPS secara sistematis mengidentifikasi penyimpangan, mencari penyebab dari penyimpangan, konsekuensi dari timbulnya penyimpangan, kemungkinan langkah pencegahan dan tindakan berupa perubahan disain. Kajian terhadap sistem proses unit distilasi atmosferik hanya berdasarkan diagram skematik yang tidak sepenuhnya akurat dengan beberapa asumsi parameter operasi. Studi unit distilasi menghasilkan beberapa komponen penting antara lain tungku pemanas, menara pemisah, tangki *stripper*, akumulator, dan pompa-pompa yang menjadi objek analisis. Secara hipotetis penyimpangan-penyimpangan yang dapat teridentifikasi antara lain berhubungan dengan tidak adanya aliran, bertambahnya tekanan, berkurangnya tekanan, berkurangnya ketinggian, bertambahnya temperatur, dan terjadinya korosi lebih awal. Hasil analisis terhadap penyebab, dan konsekuensi yang berhubungan dengan penyimpangan di atas mengarah pada beberapa langkah pencegahan dan tindakan yang dapat direkomendasikan walaupun bersifat subjektif. Secara umum hasil analisis mengarah pada peningkatan keselamatan instalasi dari resiko kebakaran, ledakan, dan kegagalan akibat korosi yang didukung oleh perbaikan manajemen perawatan dan perubahan manajemen operasi.

## ABSTRACT

**RISK ANALYSIS AT PETROLEUM INDUSTRY USING HAZOPS METHOD.** A Risk analysis using HAZOPS technique has been performed at one of installations in the refinery industry, called the atmospheric distillation unit. This installation changes crude oil into several product such as gasoline, heavy naphtha, kerosene, gas oil, diesel oil, and topped crude through several processes. The involved processes are crude heating inside a furnace, separation in fractionating tower, and liquid-vapor separation in stripper tanks. The HAZOPS systematically can identify deviations, causes of deviations, their consequences, possible safeguards and recommended actions. Assessment of the process system is only based on schematic diagram, which is not so accurate to describe the actual conditions, with some assumed operation parameters. The study results in several important equipment, such as furnace, fractionating tower, stripper tanks, accumulator, and pumps. Hypothetically, the identified deviations are associated with no flow, more pressure, less pressure, less level, more temperature, and early corrosion occurrence. The final analysis results in several safeguards and actions, which are subjective. Generally the results will increase safety of installation from risk of fire, explosion, and component failure due to corrosion with additionally improved maintenance and changed operational management.

## PENDAHULUAN

Industri perminyakan merupakan industri yang vital karena menghasilkan bahan bakar berbagai jenis yang mutlak diperlukan baik untuk pembangkitan energi dari pembangkit listrik sampai kendaraan bermotor juga berbagai produk awal untuk diolah lebih lanjut pada industri kimia.

Pentingnya industri perminyakan ini membuat investasi yang dibutuhkan untuk mendirikan, menjalankan, mengembangkan dan memelihara instalasi-instalasi di dalamnya menjadi sangat tinggi.

Pengoperasian suatu instalasi tidak terlepas dari resiko kecelakaan baik yang timbul dari penyebab internal maupun



eksternal. Instalasi industri terutama yang berskala besar dan dioperasikan dengan medium serta pada kondisi yang memiliki potensi kecelakaan harus selalu mempertimbangkan resiko yang mungkin timbul selama pengoperasian instalasi tersebut. Industri perminyakan adalah salah satu contoh industri yang terdiri dari berbagai macam instalasi proses dengan resiko dan potensi bahaya yang tinggi. Secara alami industri perminyakan melibatkan medium dan pemrosesan dengan karakter bertekanan tinggi yang diproses dengan tekanan dan temperatur yang tinggi juga. Sifat medium dan kondisi operasi tersebut menghasilkan potensi bahaya seperti potensi bahaya ledakan dan kebakaran. Potensi bahaya yang ada bila tidak diantisipasi dapat mengarah kepada kejadian-kejadian kecelakaan yang mengakibatkan kerugian materi maupun nyawa. Pada akhirnya kerugian secara finansial menjadi hal terpenting yang harus dicegah.

Peningkatan keselamatan instalasi dapat dicapai dengan menggunakan teknik-teknik manajemen resiko yang telah diaplikasikan pada industri nuklir komersial. Teknik-teknik tersebut juga mulai mendapat tempat untuk dimanfaatkan pada industri kimia dan industri perminyakan. Aplikasi teknik yang ada bermanfaat untuk meningkatkan keselamatan instalasi atau fasilitas industri melalui modifikasi disain dan operasi.

Penelitian ini akan membahas aplikasi teknik HAZOPS (*Hazard and Operability*

*Studies*) pada suatu fasilitas penyaringan pada industri perminyakan yang mengubah minyak mentah (*crude oil*) menjadi berbagai jenis produk bahan bakar. Teknik tersebut berguna untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan masalah-masalah operasional yang disebabkan oleh penyimpangan dari tujuan pendisainan suatu sistem proses, baik yang baru atau yang telah lama beroperasi. Tujuan disain akan tercapai bila setiap bagian peralatan, setiap pompa, setiap jalur pipa berfungsi secara konsisten untuk mencapai pengoperasian sistem yang paling aman dan efisien. Idealnya, teknik HAZOPS dilaksanakan oleh suatu tim yang terdiri dari beberapa ahli yang masing-masing bertanggung jawab melakukan penelitian lapangan pada suatu instalasi. Pada penelitian ini objek penelitian hanya berupa diagram proses yang diambil dari literatur<sup>1</sup> dimana banyak variabel dan parameter operasi yang hanya berdasarkan asumsi.

## DESKRIPSI FASILITAS

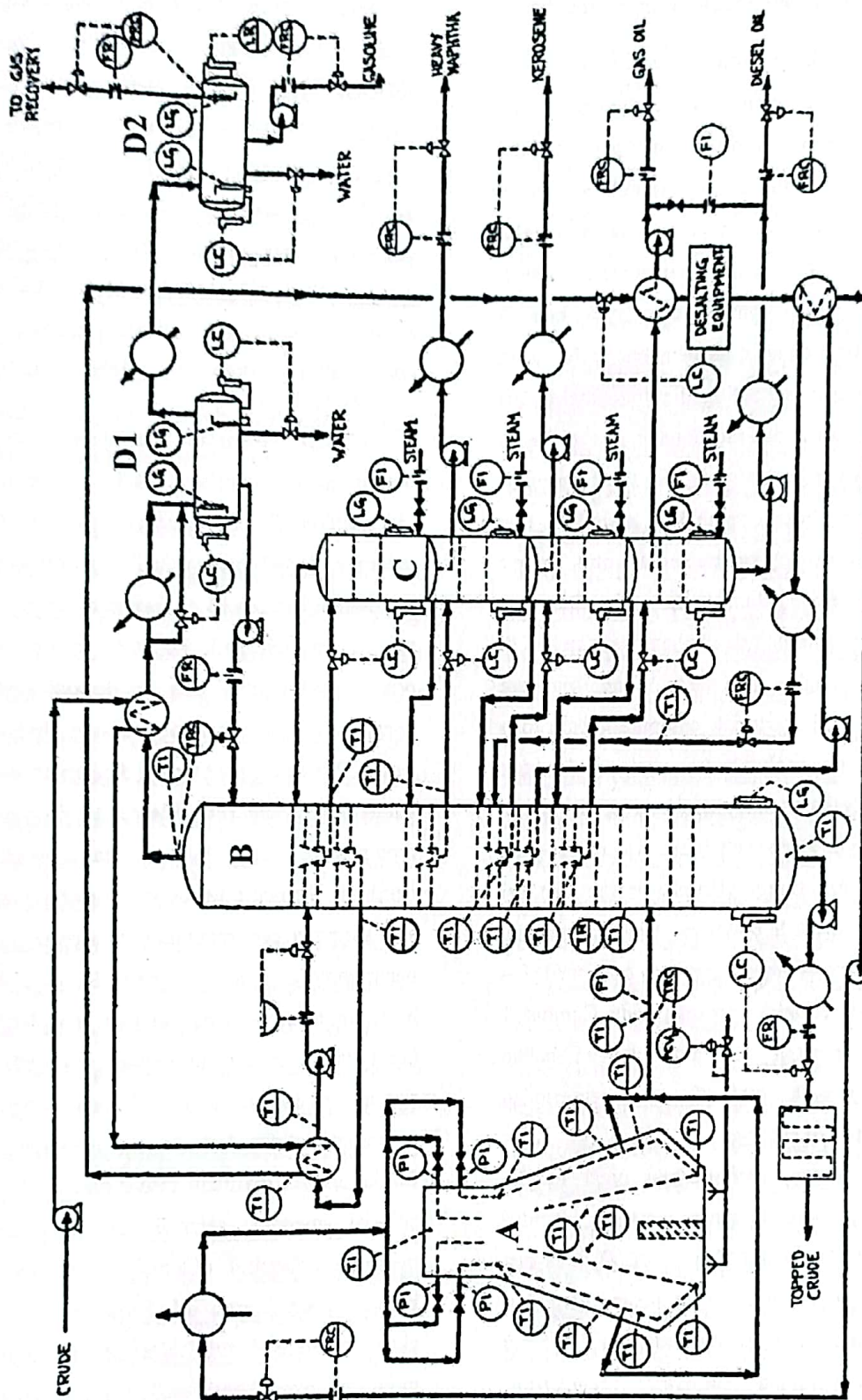
Fasilitas perminyakan yang akan dijadikan objek penelitian adalah apa yang disebut dalam literatur sebagai *atmospheric distillation unit* (unit distilasi atmosfer). Gambar 1 menunjukkan diagram proses fasilitas tersebut. Deskripsi fasilitas akan dibahas menjadi 2 bagian yaitu proses yang terjadi dan fungsi teknis masing-masing komponen / peralatan inti yang berada di dalamnya. Pada pembahasan deskripsi fasilitas dimasukkan juga asumsi-asumsi yang berkaitan dengan data-data operasi yang tidak terdapat di literatur.



## Deskripsi Proses

Tahapan pertama dari suatu proses instalasi pengilangan minyak adalah proses distilasi. Pada intinya proses distilasi mengubah atau menyaring minyak mentah (*crude oil*) melalui proses pemanasan, penguapan, dan kondensasi secara bertingkat untuk menghasilkan produk awal yang masih membutuhkan penanganan lebih lanjut. Pada unit distilasi atmosferik proses-proses di atas dilakukan pada tekanan atmosfer. Minyak mentah yang mengalir melalui sistem perpipaan mengalami beberapa pemanasan awal dan melalui proses *desalting* untuk menghilangkan kandungan garam di dalamnya. Minyak mentah kemudian dipompa ke dalam tungku pemanas (*furnace*) untuk dipanasi sampai mencapai temperatur didih atau sampai terjadi penguapan parsial. Uap minyak mentah tersebut dialirkan ke menara pemisah (*fractionating tower*) untuk proses kondensasi secara bertingkat sesuai dengan temperatur medium yang ingin diperoleh. Sesuai dengan diagram proses pada Gambar 1 dan data dukung lainnya, hasil distilasi uap minyak mentah mulai dari tingkatan teratas antara lain nafta ringan (temperatur didih 30–300 °F), nafta berat (300–400 °F), kerosin (400–500 °F), minyak gas (500–600 °F), minyak diesel (600–800 °F), serta residu (1100 °F ke atas). Uap nafta kemudian terkondensasi di dalam kondenser dan mengalir ke dalam akumulator. Di dalam akumulator terjadi pemisahan fluida nafta, gas sisa, dan sedikit air. Fluida nafta akan

diproses lebih lanjut menjadi bagian dari bensin (*gasoline*) sedangkan gas sisa dialirkan ke *gas recovery unit*. Hasil distilasi berupa kerosin dan minyak gas masing-masing mengalir ke dalam suatu tangki pemisah dan mengalami pencampuran dengan uap air. Hasil pencampuran tersebut berupa produk distilasi pada level tertentu untuk diproses lebih lanjut pada unit pemrosesan selanjutnya. Produk-produk distilasi di atas masih membutuhkan proses pengolahan dan konversi (*downstream process*) sehingga menjadi produk akhir yang layak digunakan secara komersial. Nafta ringan diolah lebih lanjut sebagai bagian dari produk akhir bensin (*gasoline*) yang merupakan bahan bakar mesin. Nafta berat dapat dicampur dengan minyak gas menjadi bahan bakar turbin jet. Kerosin merupakan bahan dasar untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar jet, minyak pemanas, dan pelarut. Minyak gas (*gas oil*) merupakan produk distilasi yang memiliki kandungan beberapa bahan bakar minyak (*fuel oil*) seperti kerosin, minyak diesel, bahan bakar turbin gas, dll. Minyak gas biasanya dimanfaatkan pada alat pembakar (*burner fuel*) pada tungku pemanas, mesin diesel, dan *catalytic cracker*. Minyak diesel sebagai bahan bakar pada permesinan, pembangkit daya, dan mesin industri. Residu yang terkumpul di bagian bawah menara pemisah menjadi bahan dasar untuk pembuatan aspal dan lilin.



Gambar 1. Diagram skematik dan instrumentasi unit distilasi atmosferik



## Deskripsi Komponen dan Instrumentasi

### a. Tungku Pemanas (*Furnace*) - A

Tungku pemanas berfungsi untuk memanaskan minyak mentah sampai temperatur didih sehingga terjadi penguapan parsial. Terdapat beberapa jenis tungku pemanas dan teknis pemanasan minyak mentah. Pada umumnya minyak mentah mengalir melalui pipa pemanas (*tube*) yang terpasang di sekeliling dinding tungku dari atas ke bawah dan mendapat pancaran energi panas yang berasal dari pembakar (*burner*). Sebagian besar pembakar memiliki tipe *steam-atomizing* karena sesuai untuk hampir semua jenis bahan bakar cair. Biasanya pencampuran uap dan bahan bakar terjadi di dalam tungku pemanas. *Tube* biasanya terdiri dari material campuran baja dan chromium, molybdenum dan nikel untuk mendapatkan keunggulan-keunggulan antara lain tahan korosi, oksidasi, dan *creep* pada temperatur tinggi. Untuk proses distilasi minyak mentah biasanya terjadi penurunan tekanan pada tungku pemanas berkisar 150 – 200 psi. Tungku pemanas pada Gambar 1 mengasumsikan pembakar dengan bahan bakar minyak (*fuel oil*) yang memerlukan uap untuk *atomizing*.

Peralatan instrumentasi pada tungku pemanas berupa katup pengatur mandiri (*Power Controlled Valve / PCV*) pada alat pembakar yang menggunakan pengukur temperatur (*Temperatur Indicator / TI*) dan kendali perekam temperatur (*Temperatur Recording Controller / TRC*) di pipa keluaran tungku pemanas sebagai *setting* instrumen kendali tekanan bahan bakar.

Tekanan tersebut harus seimbang dengan tekanan uap untuk mendapatkan rasio tekanan yang tepat sehingga proses pembakaran di dalam tungku pemanas berlangsung stabil. Pada sisi pipa-pipa minyak mentah juga terdapat beberapa pengukur temperatur selain pengukur tekanan (*Pressure Indicator / PI*).

### b. Menara Pemisah (*Fractionating Tower*) - B

Menara pemisah bertujuan untuk memisahkan distilat dari campuran hidrokarbon di dalam minyak mentah. Di dalamnya terjadi proses distilasi fraksi yaitu pemisahan komponen campuran dimana uap minyak mentah naik ke atas, mengalami proses pendinginan dan kondensasi pada beberapa plat saringan penampung (*bubble trays*). Proses tersebut terjadi dengan adanya aliran nafta yang relatif lebih dingin yang dipompakan dari bagian atas menara pemisah, mengalir ke bawah melalui plat-plat saringan penampung. Fluida pada plat penampung yang berbeda akan mengkondensasikan bagian uap yang lebih berat dan menguapkan bagian yang lebih ringan secara bersamaan. Sesuai dengan temperatur didih fraksi yang diharapkan, fluida tersebut dialirkan keluar dari celah di sisi-sisi menara sebagai distilat yang memiliki sifat-sifat tertentu seperti nafta, kerosin, minyak gas, dll. Sebagian distilat akan mengalami resirkulasi paksa untuk menjaga proses kondensasi dan penguapan pada beberapa bagian plat penampung.

Peralatan instrumentasi terdiri dari pengukur temperatur (*Temperatur Indicator*

/ TI) yang dipasang pada titik-titik masukan minyak mentah (*feed* dan *reflux*), bagian atas menara, bagian bawah menara, plat penampung kondensat dan pada setiap titik keluaran kondensat. Pengukuran beda tekanan antara bagian atas dan bawah menara dibutuhkan untuk mengindikasikan beban menara. Pengukur aliran juga terpasang pada titik-titik masukan minyak mentah. Selain itu terdapat pengukur level pada bagian bawah sebagai tempat pengumpulan sementara dari residu.

#### c. Tangki *Stripper* - C

Kondensat yang ditarik keluar dari sisi menara pemisah masih mengandung komponen-komponen yang lebih ringan yang harus dihilangkan agar memenuhi spesifikasi produk. Caranya dengan memasukkannya ke dalam tangki *stripper* dimana uap air dicampurkan ke dalamnya sehingga memungkinkan komponen-komponen yang masih memiliki kemampuan penguapan (*volatile*) untuk menguap kembali dan dikembalikan ke sirkulasi menara. Fluida yang keluar dari bawah tangki *stripper* akan lebih memenuhi spesifikasi produk yang diinginkan. Untuk tiap produk yang diinginkan terdapat satu tangki *stripper*.

Peralatan instrumentasi pada tangki *stripper* terdiri dari kendali ketinggian (*Level Controller/LC*) yang dihubungkan dengan katup pengatur aliran. Pengukur ketinggian juga terdapat dalam bentuk lubang kaca yang dapat dilihat langsung (*Level Glass for Observation/LG*). Uap air

dimasukkan ke dalam tangki melalui pengukur aliran (*Flow Indicator / FI*). Fluida hasil pencampuran dipompa keluar dari tangki dan alirannya diatur melalui instrumen kendali perekam aliran (*Flow Recording Controller/FRC*) yang dihubungkan dengan katup pengatur aliran.

#### d. Akumulator atau Tangki Reflux- D

Akumulator di bagian atas menara pemisah adalah sistem pemisah fluida uap yang berfungsi untuk memisahkan distilat hasil penguapan minyak mentah yang keluar di bagian teratas menjadi gas proses tak terkondensasi, nafta dan sedikit air. Nafta yang dihasilkan kemudian dipompa keluar dan disirkulasikan kembali. Pada unit distilasi atmosferis terdapat 2 akumulator (D1 dan D2), dimana pada akumulator D2 gas proses yang masih ada disalurkan ke *gas recovery unit*, sedangkan nafta yang dihasilkan berupa nafta ringan kemudian diproses menjadi bensin. Pada akumulator pertama (D1) terlihat adanya pipa bypass uap panas sebagai pengaturan tekanan pada bagian atas menara pemisah.

Peralatan instrumentasi yang berhubungan dengan akumulator pertama terdiri dari kendali ketinggian (LC) yang dihubungkan dengan katup bypass, pemantau ketinggian (LG), dan perekam ketinggian (LR). Pipa *reflux* Nafta dilengkapi dengan perekam laju alir (FR) dan kendali perekam temperatur (TRC) yang dihubungkan dengan katup pengatur aliran. Tekanan di dalam akumulator kedua (D2) diatur dengan katup pengeluaran yang



bekerja sesuai kendali perekam tekanan (*Pressure Recording Controller / PRC*) dan perekam laju alir (*FR*).

**e. Penukar Panas, Pompa, dan Perpipaan**

Terdapat 2 penukar panas yang dianggap penting dalam proses distilasi di dalam menara pemisah. Keduanya diasumsikan memiliki disain *shell-and-tube*. Satu penukar panas berada di atas menara pemisah yang berfungsi sebagai kondenser bagi uap nafta (*overhead vapor product*) sebelum masuk ke akumulator atas (*D1*), sedangkan penukar panas yang lain berada di bawah menara pemisah yang berfungsi penambah panas bagi residu minyak mentah (*bottom liquid product*). Pompa-pompa yang terpasang semua diasumsikan bertipe pompa

sentrifugal. Sistem perpipaan yang menghubungkan peralatan utama diasumsikan telah memenuhi standar perpipaan untuk pengilangan (*Standard Code Refinery Piping*) dengan konfigurasi (percabangan, katup-katup) seperti pada Gambar 1.

**METODE PENELITIAN**

Penelitian mengenai resiko pada instalasi distilasi atmosferik dilaksanakan secara kualitatif dengan teknik HAZOPS. Secara sederhana teknik HAZOPS dapat diimplementasikan dengan mencoba mengisi tahapan prosedur sesuai dengan format pada Tabel 1 [3, 4] berikut:

Tabel 1. Tahapan Prosedur Teknik HAZOPS

Penyimpangan	Penyebab	Konsekuensi	Pencegahan	Tindakan

Lazimnya prosedur HAZOPS melibatkan gambaran lengkap dari suatu proses dan secara sistematis menyidik setiap bagian proses untuk mendapatkan bagaimana penyimpangan dari tujuan disain dapat terjadi. Penyimpangan atau deviasi diidentifikasi dengan menggunakan Kata Bantu (*Guide Words*) berupa kata bantu primer dan sekunder. Kata bantu primer memfokuskan pada aspek-aspek khusus dari tujuan disain, kondisi proses, atau parameter-parameter terkait, antara lain:

- Aliran
- Tekanan
- Temperatur
- Level
- Reaksi
- Komposisi
- Percampuran
- Korosi
- Erosi
- Penyerapan

Kata bantu primer bila dikombinasikan dengan kata bantu sekunder akan mendapatkan penyimpangan yang mungkin terjadi. Kata bantu sekunder antara lain:

- Tidak : tujuan disain tidak terjadi atau tidak tercapai
- Berkurang : pengurangan kondisi atau substansi
- Bertambah : penambahan kondisi atau substansi
- Balik : perubahan arah tujuan disain
- Juga : tujuan disain tercapai tetapi juga terjadi hal lain
- Lain : tujuan disain tercapai tetapi dengan cara yang tidak diharapkan
- Fluktuasi : tujuan disain tercapai pada rentang waktu tertentu
- Awal : tujuan disain terjadi lebih awal dari yang diharapkan
- Akhir : tujuan disain terjadi lebih lambat dari yang diharapkan

Pada bagian pelaksanaan tahapan analisis, tidak semua kata bantu di atas dapat dikombinasikan karena tergantung pada pemahaman disain proses yang terdapat pada unit distilasi atmosferik. Begitu penyimpangan teridentifikasi suatu pengkajian dilakukan untuk mengetahui penyebabnya serta apakah konsekuensinya dapat menimbulkan pengaruh negatif pada pengoperasian instalasi secara aman dan efisien. Selanjutnya direkomendasikan tindakan atau perbaikan seperlunya yang dapat dilakukan untuk mengantisipasi situasi tersebut. Idealnya, analisis dilakukan secara terstruktur oleh suatu tim yang sedapat mungkin mengembangkan imajinasi untuk menemukan penyimpangan dan penyebabnya baik yang jelas atau kecil kemungkinannya dapat terjadi.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian skematik diagram, Tabel 2 merangkum tahapan analisis untuk menjawab pertanyaan “Dimana dan bagaimana Penyimpangan mungkin terjadi ?, Apa Penyebab dari Penyimpangan ?, dan Apa Konsekuensi dari Penyimpangan ?”.

Penyimpangan yang mungkin terjadi berhubungan dengan tidak adanya aliran (*No Flow/NF*), tekanan berlebih (*More Pressure/MP*), tekanan berkurang (*Less Pressure/LP*), ketinggian berkurang (*Less Level/LL*), temperatur bertambah (*More Temperature/MT*), dan korosi terjadi lebih awal (*Early Corrosion/EC*). Penyimpangan-penyimpangan di atas terjadi pada beberapa bagian tertentu dari sistem proses dengan penyebab dan konsekuensi yang beragam. Dari hasil analisis, “Pencegahan dan Tindakan apa saja yang dapat diupayakan ?” sebagai tahapan pelaksanaan metode HAZOPS yang terakhir akan dapat ditentukan. Pencegahan biasanya direalisasikan dengan pemasangan alat proteksi atau alat ukur sedangkan tindakan biasanya berupa rekomendasi yang akan merubah disain sistem untuk mencegah konsekuensi penyimpangan dan sangat tergantung dari pemahaman proses yang terjadi.

Pada penyimpangan yang berhubungan dengan tidak adanya aliran akibat pipa patah (*NF1* dan *NF2*) pencegahan dapat dilakukan dengan disain sistem perpipaan yang tidak



memicu fluktuasi aliran selain pemilihan material sesuai dengan sifat fluida di dalamnya. Tindakan untuk mencegah terputusnya suplai uap jenuh ke menara pemisah dapat direalisasikan dengan disain sistem perpipaan secara paralel. Tidak adanya aliran pada *tube* minyak mentah di dalam tungku pemanas (NF3) dapat diantisipasi dengan pemasangan pompa secara redundansi. Untuk mencegah *tube burn-out*, pengukur temperatur tinggi yang terletak tidak jauh dari tungku pemanas dan mampu memutuskan fungsi alat pembakar dapat dipasang pada *tube* keluaran tungku pemanas. Pembekuan residu yang menyebabkan terganggunya aliran (NF4) dapat terjadi akibat kurangnya tambahan energi panas dari penukar panas bawah setelah pompa. Pencegahan dilakukan dengan pemasangan pengukur temperatur pada pipa setelah penukar panas sedangkan tindakan dengan pemasangan katup pengatur aliran pada pipa masukan penukar panas yang akan menjaga residu tetap cair.

Penyimpangan tekanan berlebih pada akumulator atas (MP1) berhubungan dengan tekanan pada bagian atas menara pemisah. Tekanan berlebih pada dasarnya dapat terjadi pada semua komponen tangki (MP2) yang menampung campuran uap fluida. Pencegahan dapat dilakukan dengan pemasangan pengukur tekanan (PI) serta alarm tekanan tinggi dan katup *pressure recorder controller* (PRC) selain katup *temperatur recorder controller* (TRC) pada akumulator yang sudah ada. Pemasangan katup secara redundansi juga dapat

mencegah terjadinya penyimpangan. Secara teknis pemasangan *safety relief valve* pada pipa keluaran menara pemisah bagian atas dan pada tangki *stripper* merupakan suatu keharusan. Kegagalan fungsi katup dapat dihindari dengan pemasangan *rupture disk* di bawah katup dan jadwal pemeriksaan fungsi katup secara rutin.

Penyumbatan nosel dapat mengakibatkan turunnya tekanan (LP) secara ekstrem yang dibutuhkan masukan pompa sentrifugal untuk menghisap fluida distilasi. Penyumbatan terjadi karena adanya material korosi dan campuran kimia yang terkumpul di nosel [5]. Pencegahan dapat dilakukan dengan pemasangan pengukur tekanan pada pipa masukan pompa dan inspeksi secara rutin khusus pada bagian nosel.

Ketinggian residu pada bagian bawah menara pemisah dapat berkurang (LL) apabila terjadi kebocoran melalui kerusakan isolasi (*seal*) pompa akibat residu yang bertemperatur tinggi yang harus selalu dialirkan keluar. Ketinggian residu dapat diukur dengan instrumen LC yang terhubung dengan katup pengatur aliran. Untuk mencegah keluarnya fluida residu dapat dipasang *safety valve* pada pipa sebelum masukan pompa yang terhubung dengan instrumen LC sehingga kebocoran melalui *seal* dapat dihentikan. Sebuah alarm yang mengingatkan operator akan penurunan ketinggian dapat juga dipasang sehingga memungkinkan intervensi secara manual.

Temperatur berlebih biasanya terjadi pada *tube* pemanas (MT) akibat kurangnya



kuantitas minyak mentah di dalamnya. Pada umumnya kenaikan temperatur disebabkan oleh buruknya disain alat pembakar dan adanya endapan di dalam *tube*. Langkah pencegahan antara lain dengan menjaga aliran minyak mentah pada kecepatan minimum<sup>[5]</sup>.

Korosi akibat kandungan asam nafta dapat terjadi lebih awal (CE1) pada material baja dengan kandungan chrom dan nikel yang tinggi. Bila perpipaan dan tangki untuk menampung fluida distilasi pada temperatur 450 – 750 °F menggunakan material baja di atas maka pemantauan korosi harus lebih sering dilakukan. Tindakan drastis dapat dilakukan dengan mengganti material baja dengan baja yang mengandung Molybdenum tinggi seperti *317 stainless steel*<sup>[5]</sup>. Korosi pada *tube* pemanas (CE2) umumnya terjadi pada bagian yang terkena paparan panas radiasi akibat kandungan sodium pada bahan bakar minyak. Pencegahan paling sederhana adalah dengan menghindari penggunaan bahan bakar dengan kandungan sodium tinggi atau pengoperasian tungku pemanas agar panas selalu di bawah temperatur 1250 °F<sup>[5]</sup>.

## KESIMPULAN

Secara metodologi, teknik HAZOPS terdiri dari tahapan-tahapan analisis yang secara efektif dapat mengidentifikasi kemungkinan (*hypothetical*) penyimpangan-penyimpangan sistem proses seperti pada unit distilasi atmosferik terutama melalui penggunaan kombinasi kata bantu primer dan sekunder. Pada penelitian ini hambatan

utama terletak pada sistem proses itu sendiri yang hanya berupa diagram skematis sehingga keakuratan disain tidak dapat tercapai sepenuhnya dan pelaksanaan analisis yang tidak dilakukan oleh suatu tim ahli. Selain itu banyak parameter dan variabel operasi yang hanya dapat diasumsikan. Faktor-faktor tersebut menyebabkan hasil identifikasi yang didapatkan baik berupa penyimpangan, penyebab dan konsekuensinya menjadi bersifat sangat hipotetis. Walaupun demikian pencegahan dan tindakan yang diperoleh secara subjektif dari pelaksanaan tahapan analisis yang dilakukan di atas menghasilkan beberapa perubahan disain yang secara umum mengarah pada peningkatan keselamatan instalasi dari resiko kebakaran, ledakan, dan kegagalan akibat korosi yang didukung oleh perbaikan manajemen perawatan khususnya yang terkait dengan inspeksi rutin dan perubahan manajemen operasi.

## DAFTAR PUSTAKA

1. WILLIAM F. BLAND, et al, "Petroleum Process Handbook", McGraw-Hill Book Company, 1967.
2. DENNIS P. NOLAN, "Handbook of Fire & Explosion Protection Engineering Principles for Oil, Gas, Chemical & related Facilities", Noyes Publications, New Jersey, 1996.
3. MIKE LIHOU, "Hazard & Operability Studies", [www.lihoutech.com](http://www.lihoutech.com).
4. ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY, "Hazard and Operability Studies", A Note reproduced by a working party of the Environment, Health, and Safety Committee of the Royal Society of Chemistry, March 13, 2001.



5. NORMAN P. LIEBERMAN, et al,  
"Working Guide to Process  
Equipment", McGraw-Hill Book  
Company, 2003.

Tabel 2. Identifikasi Penyimpangan, Penyebab, dan Konsekuensi

PENYIMPANGAN	LOKASI	PENYEBAB	KONSEKUENSI
Tidak ada aliran (Flow/No)	NF1. Pipa penghubung dari tungku pemanas (A) ke menara pemisah (B) NF2. Pipa suplai bahan bakar ke alat pembakar (A) NF3. <i>Tube</i> minyak mentah di dalam tungku pemanas (A) NF4. Pipa penyalur residu (B)	Pipa patah <ul style="list-style-type: none"> <li>Pipa patah</li> <li>Kegagalan mekanis katup PCV</li> <li>Kegagalan pompa minyak mentah</li> <li>Penempatan TRC yang terlalu jauh</li> <li>Kebuntuan akibat pematatan fluida residu</li> <li>Kurangnya panas dari penukar panas bawah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Terputusnya suplai uap ke menara pemisah</li> <li>Bahaya ke lingkungan akibat kebocoran uap panas</li> </ul> <p>Tidak terjadi proses pemanasan di tungku pemanas</p> <p><i>Tube burn-out</i></p> <p>Terganggunya proses pemindahan residu ke tangki penyimpanan</p>
Tekanan berlebih (Pressure/More)	MP1. Bagian atas menara pemisah dan akumulator atas (A dan DI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kegagalan fungsi katup LC</li> <li>Kegagalan fungsi katup TRC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tekanan melebihi desain akumulator</li> <li>Potensi ledakan, kebakaran</li> </ul>
Tekanan berkurang (Pressure/Less)	MP2. Tangki <i>stripper</i> (C) LP. Nosel pada sisi menara pemisah menuju masukan pompa	Kegagalan fungsi katup LC Penyumbatan sebagian di dalam nosel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Potensi ledakan, kebakaran</li> <li>Kavitasi pada pompa</li> <li>Kerusakan pompa</li> </ul>
Ketinggian berkurang (Level/Less)	LL. Menara pemisah (A)	<ul style="list-style-type: none"> <li>kebocoran melalui seal pompa</li> <li>Kesalahan setting katup pengatur aliran</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Meluapnya fluida residu ke lingkungan</li> <li>Ledakan akibat reaksi dengan udara luar (<i>autoignition</i>)</li> </ul>
Temperatur bertambah (Temperature/More)	MT. <i>Tube</i> minyak mentah di dalam tungku pemanas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kesalahan setting katup TRC pada alat pembakar</li> <li>Kurangnya kuantitas minyak mentah di dalam <i>tube</i></li> <li>Penumpukan deposit di dalam <i>tube</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kerusakan <i>tube</i> akibat <i>high-temperature creep</i></li> </ul>
Korosi lebih awal (corrode/early)	EC1. Pipa dan tangki yang menampung produk distilasi pada temperatur 450 – 750 F (C). EC2. <i>Tube</i> di dalam tungku pemanas (A)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kandungan asam nafta pada material baja stainless</li> <li>Kandungan sodium pada minyak untuk alat pembakar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Penipisan permukaan material</li> <li>Kebocoran fluida produk</li> </ul> <p>Penipisan <i>tube</i> pemanas secara ekstrem</p>



## TANYA - JAWAB

Nama Penanya : Sigit Santoso

Pertanyaan :

1. Apakah diberikan juga skala prioritas kepentingan dalam identifikasi dengan teknik HAZOPS ini, termasuk juga rekomendasi yang diberikan ?
2. Apakah teknik ini juga dapat merekomendasikan suatu cara untuk yang manajemen suatu kegagalan /kecelakaan ?

Nama Penyaji : Andi Sofrany E.

Jawaban :

1. Pada umumnya pengelola instalasi yang akan memberikan skala prioritas sistem mana yang ingin diidentifikasi. Bila tidak tim HAZOPS (yang independen) akan melakukan investigasi deviasi, penyebab konsekuensi dan rekomendasi pencegahan tindakan sebanyak mungkin. Pada akhirnya rekomendasi mana saja yang harus diprioritaskan sangat tergantung dengan kebijaksanaan pengelola instalasi. Secara teoritis dapat juga menghitung probabilitas konsekuensi dari penyebab/deviasi. Sehingga dihasilkan level resiko yang harus mendapatkan perhatian beserta rekomendasi pencegahannya.
2. Rekomendasi tidak hanya terbatas dalam bentuk teknis (pemasangan peralatan proteksi, alat pengukur, perubahan disain, dll.), tetapi juga dapat dalam bentuk prosedur perawatan/ operasional yang dapat meminimasi kegagalan atau kejadian kecelakaan.