

Penilaian Risiko Menggunakan Metode SWEHI (*Safety Weighted Hazard Index*) Pada Unit Gas Station PT. Indonesia Power UP Perak Grati

Fendi Ilham Firmansyah^{1*}, Agung Nugroho², Mey Rohma Dhani³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111.

*E-mail: fendi.safety@gmail.com

Abstrak

Setiap industri yang melakukan kegiatan produksi menggunakan bahan kimia berbahaya memiliki potensi bahaya kebakaran, ledakan serta terlepasnya bahan kimia beracun. PT Indonesia Power UP Perak Grati merupakan perusahaan pembangkit listrik yang memanfaatkan Gas Alam sebagai bahan bakar utama, sehingga memiliki berbagai macam potensi bahaya. Pada akhir Desember 2016, sumber baru telah ditambahkan untuk menambah pasokan Gas Alam sebagai bahan bakar gas turbin yang berdampak pada perubahan kondisi operasi. Unit pertama yang terkena dampak akibat penambahan ini adalah Gas Station. Sebagai tindakan preventif perlu diadakan identifikasi bahaya dan penilaian risiko lagi untuk mengetahui serta menangani risiko yang ada pada unit Gas Station. Safety Weighted Hazard Index (SWeHI) merupakan metode index bahaya secara kuantitatif. Metode ini mampu mengidentifikasi index bahaya kebakaran, ledakan, dan terlepasnya bahan berbahaya serta keefektifan penanganan bahaya yang ada. Dari perhitungannya SWeHI mempertimbangkan derajat bahaya serta dibandingkan dengan penanganan bahayanya. Derajat bahaya diperoleh dengan mempertimbangkan nilai bahaya kebakaran dan ledakan (B1) dengan bahaya terlepasnya bahan kimia (B2). Hasil dari penelitian ini adalah besarnya bahaya dari tiap komponen dari gas station adalah Highly Hazardous untuk Inlet Scrubber dan Condensate Tank, serta Hazardous untuk Filter Separator. Bahaya yang ada pada tiap komponen adalah bahaya kebakaran dan ledakan. Risk Ranking menggunakan metode SWeHI pada tiap komponen adalah Less Hazardous untuk Inlet Scrubber dan Condensate Tank serta Non Hazardous untuk Filter Separator. Setelah diberikan rekomendasi untuk penambahan frekuensi pelatihan tiap taunnya, penambahan sistem komputasi untuk pengontrolan proses, pemasangan pendeteksi bahaya seperti pendeteksi bahan kimia beracun, dan penambahan interlock untuk Condensate Tank didapatkan Non Hazardous untuk semua komponen pada unit Gas Station.

Keywords: index bahaya, penilaian risiko, SWeHI, kebakaran, ledakan, risiko kuantitatif

1. PENDAHULUAN

PT. Indonesia Power Unit Pembangkit(UP) Perak-Grati unit Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap PLTGU Grati memiliki potensi bahaya besar terhadap resiko kebakaran dan ledakan. Hal ini dapat dilihat dari mekanisme proses produksi serta penggunaan mesin/ peralatan produksinya. Selain itu dapat dilihat pada dokumen Identifikasi Bahaya Potensial (IBP) tentang adanya bahaya kebakaran, ledakan, dan terlepasnya bahan kimia. Unit PLTGU Grati terdiri atas 6 unit Turbin Gas dan 1 unit Turbin Uap. Unit ini memiliki kapasitas total 764,08 MW. PT Indonesia Power Unit Pembangkit Perak-Grati menggunakan Gas Alam (*Natural Gas*) sebagai bahan bakar utama. Gas Alam yang digunakan tersebut disuplay oleh PT Santos yang berada di selat Madura. Pengiriman Gas Alam ini melalui pipa bawah laut. Gas Alam yang dialirkan sebelum masuk ke *Gas Turbin* terlebih dahulu melewati *Gas Station* untuk pembersihan *condensate* serta kotoran lainnya. Pada Tahun 2016 terdapat penambahan sumber baru yang mengakibatkan berubahnya kondisi operasi. Dari penambahan tersebut perlu dilakukan penilaian risiko ulang karena kondisi operasi telah berubah.

Gas Station merupakan unit pendukung (*utility*) dari PLTGU Grati. Unit ini memiliki fungsi menyaring kotoran baik berupa *condesate* maupun kotoran yang terbawa dalam proses pengaliran gas dari selat Madura. Komponen *Gas Station* antara lain *Inlet scrubber*, *Filter Separator*, dan *Condensate Tank*. *Condensate* yang terbawa pada saat proses pentransferan gas dari selat madura ditampung pada *Condensate Tank*. Fungsi utama dari *Gas Station* ini sendiri adalah menyaring *Condensate* agar tidak masuk ke *Gas Turbin*, agar proses pembakaran di *Gas Turbin* berlangsung secara sempurna dan efisiensinya tinggi.

Safety Weighted Hazard Index (SweHI) merupakan metode penentuan index bahaya. Index bahaya yang digunakan untuk memberikan peringkat di berbagai unit industri proses berdasarkan bahaya seperti kebakaran, ledakan, dan pelepasan bahan kimia beracun. SweHI merupakan metode perpaduan antara *Mond Index*, *Dow Fire & Explosion Index* (DFEI) dan *Dow Chemical Exposure Index* (DCEI). Pengaturan indeks berdasarkan pada metode *Mond Index* sedangkan penentuan faktor kredit mengadopsi dari DFEI dan DCEI. Metode ini dapat digunakan sebagai evaluasi ataupun tahap perencanaan dari sebuah unit.. Kuantifikasi dalam perhitungan

digunakan untuk menentukan indeks yang mengacu pada *Fire-Explosion Factor* (Fs) dan *Toxic-Corrosive Factor* (G). Sehingga diperoleh kuantifikasi B1 (*Fire-Explosion Hazard*) serta B2 (*Toxic Hazard*). Selanjutnya mencari nilai faktor A yaitu pengukuran keamanan. Hasil pembagian antara nilai maksimal faktor B dengan A akan diperoleh nilai SweHi untuk satu proses. (Khan dkk, 2001).

2. METODOLOGI

2.1 Safety Weighted Hazard Index

Safety Weighted Hazard Index (SWeHI) metode kuantitatif yang digunakan untuk menentukan indeks bahaya dari suatu unit proses. Perhitungan mempertimbangkan bahan kimia, kondisi operasi, pengaturan lingkungan. Dalam istilah matematika dapat direpresentasikan pada persamaan 1 sebagai berikut (Khan dkk, 2001).

$$SWeHI = \frac{B}{A} \quad (1)$$

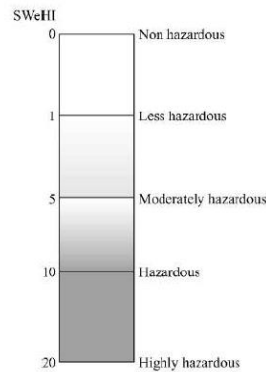
Dimana :

B : Pengukuran kuantitatif dari kerusakan yang mungkin disebabkan oleh unit.

A: Kredit pengendalian dan pengaturan keamanan yang dibuat untuk melawan situasi yang tidak diinginkan.

B memiliki 2 komponen yaitu B1 dan B2. (Khan dkk,2001)

Klasifikasi dari nilai SWeHI dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.3. Klasifikasi SWeHI (Khan dkk, 2001)

B1 menggambarkan bahaya akibat kebakaran dan ledakan, sedangkan B2 menggambarkan bahaya akibat pelepasan bahan kimia beracun. Semakin tinggi nilai SWeHI maka unit akan semakin rentan mengalami bahaya. B1 adalah metodologi untuk menentukan indek bahaya dari kebakaran dan ledakan, dengan beberapa tambahan dan modifikasi. Langkah untuk menentukan B1 adalah mengklasifikasikan bermacam macam unit kedalam 5 kategori (unit penyimpanan, unit yang melibatkan operasi fisik, unit yang melibatkan reaksi kimia, unit transportasi, dan unit berbahaya lain). Berikutnya adalah evaluasi energi, pemberian penalti tiap unit tersebut, dan Estimasi nilai B1. Berikut adalah persamaan untuk menentukan nilai faktor B1 (bahaya kebakaran dan ledakan) :

$$B1 = 4,76 (\text{Bahaya Potential})^{\frac{1}{3}} \quad (2)$$

Parameter B2 menggambarkan besarnya bahaya terlepasnya bahan kimia ke udara. Kondisi B2 digambarkan dalam kondisi atmosfer yang sedikit stabil. Setiap unit di skenarioakan mengalami kebocoran dan dihitung jumlah keluar tiap detiknnya. Langkah pertama adalah menentukan apakah aliran yang keluar *choked* atau *unchoked* dapat dilihat pada persamaan 3 berikut(Crowl & Louvar, 2002):.

$$\frac{P_{choked}}{P_o} = \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} \quad (3)$$

Berikutnya menentukan jumlah massa keluar tiap detiknnya dengan persamaan 4 berikut (Crowl & Louvar, 2002):

$$Q_{m\text{ Chocked}} = CoAP \alpha \sqrt{\frac{\gamma g c M}{R g T_0} \left(\frac{2}{\gamma + 1} \right)^{\frac{\gamma + 1}{\gamma - 1}}} \quad (4)$$

Setelah menentukan nilai besarnya massa keluar tiap detiknya, maka didapatkan nilai m , selanjutnya adalah menentukan kondisi zat apabila terlepas ke udara (s). Berikut adalah persamaan untuk menentukan besarnya energi apabila zat keluar ke udara (Khan dkk, 2001) :

$$G = Sxm \quad (5)$$

dimana :

G : Besarnya bahaya toxic

m : anticipated release rate (kg/s)

S : diperlihatkan dalam Tabel 2.13

Berikutnya menentukan nilai besarnya bahaya toxic apabila zat terlepas ke udara dengan persamaan 6 berikut (Khan dkk, 2001) :

$$B2 = a(G \times pnr1 \times pnr2 \times pnr3 \times pnr4 \times pnr5 \times pnr6 \times pnr7)^b \quad (6)$$

dimana nilai :

a : 25.35

b : 0.425

Faktor A merupakan sebuah kredit pengendalian dan pengaturan keamanan yang dibuat untuk melawan situasi yang tidak diinginkan. Industri memiliki potensi untuk melawan resiko dengan langkah-langkah keamanan. Langkah-langkah pengendalian bahaya harus dimulai sejak tahap desain. Langkah-langkah keselamatan dari proses / unit bisa secara luas dicirikan ke dalam dua klasifikasi yang berbeda yaitu :

a. Pengukuran untuk mengendalikan potensi kerusakan dari unit individu.

b. Pengukuran untuk mengurangi frekuensi terjadinya peristiwa yang merusak.

Faktor A menggabungkan kuantifikasi dari berbagai tindakan pengendalian yang diadopsi oleh industri dan juga praktek-praktek operasi yang aman diterapkan dalam sebuah unit/proses. Faktor A dihitung dengan persamaan 7 berikut (Khan dkk, 2001):

$$A = 0.15 \times (1 + cr1) \times (1 + cr2) \times (1 + cr3) \times (1 + cr4) \times (1 + cr5) \times (1 + cr6) \times (1 + cr7) \times (10 + cr8) \quad (7)$$

Penentuan $cr1$ sampai dengan $cr8$ (kredit faktor) ditentukan oleh seseorang yang telah memiliki pengalaman dalam memahami kondisi lapangan terlebih dalam penanganan bahaya yang ada pada industri tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Menentukan Besarnya Potensi Bahaya (B)

Gas Station memiliki komponen antara lain *Inlet Scrubber*, *Filter Scrubber*, dan *Condensate Tank*.

Komponen – komponen ini memiliki fungsi menyaring kotoran sebelum masuk ke *Gas Turbine*. Dari ketiga komponen tersebut dikalkulasikan besarnya energi serta penalti yang ada pada tiap komponen. Berdasarkan perhitungan potensi bahaya kebakaran serta ledakan (B1) dan Terlepasnya bahan kimia ke udara (B2) dari tiap komponen *Gas Station* didapatkan nilai sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Perhitungan B

| No | Jenis Bahaya | Inlet Scrubber | Filter Separator | Condensate Tank |
|-----------------------|------------------------------|--|---|--|
| 1 | Bahaya Kebakaran dan Ledakan | 477,22 (<i>Highly Hazardous</i>) | 348,75 (<i>Hazardous</i>) | 492,13 (<i>Highly Hazardous</i>) |
| 2 | Bahaya Toksik | 114,71 (<i>Hazardous</i>) | 63,64 (<i>Hazardous</i>) | 4,11 (<i>Non Hazardous</i>) |
| Derajat Bahaya | | Bahaya Kebakaran dan Ledakan (<i>Highly Hazardous</i>) | Bahaya Kebakaran dan Ledakan (<i>Hazardous</i>) | Bahaya Kebakaran dan Ledakan (<i>Highly Hazardous</i>) |

3.2 Penentuan Kredit Faktor (A)

Setelah memperhitungkan faktor derajat bahaya, maka dilakukan penilaian terhadap suatu pengendalian terhadap potensi bahaya atau dikenal dalam SWeHI adalah faktor A. Dari ketiga komponen *Gas Station* dilakukan penilaian terhadap penilaian ERP (*Emergency Resource Planning*), (DMP) *Disaster Management Planning*, upaya pengendalian dampak bahaya, sistem pengontrolan proses, sistem pendeteksi bahaya, *Emergency Control*, *Human Error* pada unit *Gas Station*, dan keandalan alat pada unit *Gas Station*. Berikut adalah hasil penilaian *credit factor* dari tiap komponen *Gas Station*:

Tabel 2. Hasil Penilaian A

| No | Penilaian | Inlet Scrubber | Filter Separator | Condensate Tank |
|----|----------------------------|----------------|------------------|-----------------|
| 1 | ERP | 3,6 | 3,6 | 3,6 |
| 2 | DMP | 3,6 | 3,6 | 3,6 |
| 3 | Pengendalian Dampak Bahaya | 0,95 | 0,95 | 0,95 |
| 4 | Sistem Pengontrolan Proses | 1,8 | 1,8 | 0,8 |
| 5 | Alat Pendeteksi Bahaya | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| 6 | Emergency Control | 1,4 | 1,4 | 0,2 |
| 7 | Human Error | 2,5 | 2,5 | 2,1 |
| 8 | Keandalan Alat | 1 | 1 | 1 |

3.3 Perhitungan Risk Ranking

Berdasarkan perhitungan faktor potensi bahaya (B) dan penilaian nilai keamanan (A) dari unit *Gas Station*, maka dapat didapatkan nilai bahaya dari tiap komponen *Gas Station*. Berikut adalah nilai risk rank dari tiap komponen *Gas Station* :

Tabel 3. Hasil Perhitungan Risk Ranking

| Komponen | B (Derajat Bahaya) | A (Penanganan Bahaya) | SWeHI | Kategori |
|-------------------------|--------------------|-----------------------|-------|-----------------------|
| <i>Inlet Scrubber</i> | 477,22 | 469,25 | 1,09 | <i>Less Hazardous</i> |
| <i>Filter Separator</i> | 348,75 | 469,25 | 0,79 | <i>Non Hazardous</i> |
| <i>Condensate Tank</i> | 493,13 | 140,37 | 3,95 | <i>Less Hazardous</i> |

Dari hasil perhitungan nilai bahaya tersebut terdapat 2 komponen yang masih memiliki nilai bahaya, untuk itu perlu upaya pengurangan atau penghilangan terhadap potensi bahaya tersebut. Untuk menurunkan nilai SWeHI maka dilakukan evaluasi terhadap faktor A (penanganan bahaya) pada komponen yang masih memiliki potensi bahaya. Berikut rekomendasi yang diberikan untuk menurunkan nilai risiko:

1. Menambah frekuensi simulasi keadaan darurat, mengingat bahaya kebakaran dan ledakan yang ada pada Gas Station dalam kategori Highly Hazardous, maka tidak cukup hanya dilakukan sekali simulasi dalam setahun.
2. Menambahkan sistem komputasi dalam pengontrolan proses, tujuannya adalah agar bisa dipantau secara real-time dipantau dari pusat control room.
3. Memasang pendeteksian bahaya seperti pendeteksi bahan beracun, Flame Arrestor, serta pendeteksian bahan kimia yang mudah meledak. Detektor yang dipasang harus mampu mendeteksi setiap 100m² agar mampu secara cepat mendeteksi adanya kebocoran.
4. Untuk bagian *Condensate Tank* menambahkan *interlock* dan *shower* pada pengoperasiannya karena belum terdapat peralatan untuk penanganan keadaan darurat di komponen ini.

4. KESIMPULAN

Jenis dan besarnya potensi bahaya yang ada pada tiap komponen *Gas Station* adalah *Highly Hazardous* untuk bahaya kebakaran dan ledakan pada *Inlet Scrubber*, dan *Hazardous* untuk *Filter Separator* dan *Condensate Tank*. Hasil dari penilain risiko pada tiap komponen *Gas Station* menggunakan metode SWeHI adalah *Less Hazardous* untuk *Inlet Scrubber* dan *Condensate Tank*, sedangkan *non hazardous* untuk *Filter Separator*. Rekomendasi yang diberikan adalah penambahan frekuensi pelatihan, penambahan sistem komputasi dalam pengontrolan proses, pemasangan pendeteksi bahaya seperti pendeteksi gas beracun, *Flame Arrestor*, dan untuk perancangan selanjutnya memperhatikan jarak aman minimal antar komponen menurut NFPA 58 yaitu sebesar 6 meter.

5. DAFTAR NOTASI

- A : Kredit penanganan keadaan bahaya yang ada pada unit
G : Faktor energi toxic
B : Faktor bahaya
Cr : Kredit faktor
Qm : Laju aliran massa gas yang terlepas (kg/s)
At : Luas penampang lubang (m²)
Co : Coefficient discharge (1 untuk pendekatan aliran maksimum)
Po : Tekanan operasi tangki (kPa)
 γ : Heat capacity ratio
M : Berat molekul gas (kgm/kmol)
Gc : Konstanta gravitasi (1 kgm/s²N)
Rg : Kontanta gas ideal (8,31kPa m³/kmol K)
To : Temperature operasi tangki (K)

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Crowl & Louvar. (2002). *Chemical Process Safety : Fundamentals with Applications* Second Edition. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, Inc.
2. Crowl, D.A. 2003. *Understanding Explosions*. New York: Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers.
3. Khan, F.I dan S.A. Abbasi. *Safety Weighted Hazard Index (SweHI)*, IChemE vol.79, Part B. New York: Institute of Chemical Engineers.