

## ANALISIS RISIKO LEDAKAN DAN KEBAKARAN PADA *PRIMARY REFORMER* DI PERUSAHAAN PENGHASIL PUPUK

Emy Suciati<sup>1)</sup>, Agung Nugroho<sup>2)</sup>, dan Nora Amelia Novitrie<sup>3)</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Pogram Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Politeknik  
Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia Kampus ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya, 60111

<sup>2,3</sup>Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia Kampus ITS,  
Keputih, Sukolilo, Surabaya, 60111

E-mail: emysuciati@yahoo.com

### Abstract

Primary reformer is the main unit in ammonia factory which had 4 cases of fire in the last 3 years. The accidents resulted in the loss of production time that automatically reduce the company's profits, and damage to equipment and isolation of primary reformer. Therefore, as a risk control fundamental, it is needed risk analysis for the danger of explosion and fire in primary reformer. In this research, the method used is Dow's Fire which is incorporating classified safety measure credits to find out the hazard level, the area of exposure, probable days outage, and business interruption that caused by explosion and fire in primary reformer. Based on Dow's Fire which is incorporating classified safety measure credits method, it is known that the hazard level of primary reformer is "heavy" with exposure area of 4.338,05321 m<sup>2</sup>. The business interruption due to disruption of ammonia production in 122 days is \$ 34.407.318,4.

**Keywords:** *Dow's Fire, Primary Reformer, Ammonia, Explosion and Fire*

### Abstrak

*Primary reformer* adalah jantung dari pabrik amonia yang pernah mengalami 4 kasus kebakaran selama 3 tahun terakhir. Kejadian tersebut mengakibatkan hilangnya waktu produksi yang otomatis mengurangi keuntungan perusahaan, serta kerusakan pada peralatan *primary reformer* dan isolasinya. Oleh karena itu, sebagai dasar upaya pengendalian risiko, maka diperlukan analisis risiko terhadap bahaya ledakan dan kebakaran di *primary reformer*. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah *Dow's Fire* dengan memasukkan pengelompokkan *safety measure credits* untuk mengetahui level bahaya ledakan dan kebakaran, luasan area dampak, kehilangan hari kerja, serta kerugian finansial akibat ledakan dan kebakaran di *primary reformer*. Dari analisis risiko menggunakan metode *Dow's Fire* dengan memasukkan pengelompokkan *safety measure credits* diperoleh hasil bahwa *primary reformer* berada pada level bahaya "heavy" dengan luas area paparan sebesar 4.338,05321 m<sup>2</sup>. Besarnya *Business Interruption* yang diterima karena terganggunya proses produksi amonia selama 122 hari adalah \$ 34.407.318,4.

**Kata Kunci:** *Dow's Fire, Primary Reformer, Ammonia, Explosion and Fire*

### PENDAHULUAN

*Primary reformer* merupakan salah satu tahapan proses produksi amonia dengan pembakaran suhu tinggi untuk mengubah gas metana (CH<sub>4</sub>) menjadi karbon monoksida dan hidrogen. Di dalam *primary reformer* terjadi proses pemecahan natural gas pada tekanan 37,2 kg/cm<sup>2</sup> dan temperatur 621 – 810 °C dengan katalis nikel. *Primary reformer* adalah jantung dari pabrik amoniak dan merupakan unit yang memiliki pengeluaran terbesar termasuk biaya modal dan energi. Sehingga apabila terjadi ledakan dan kebakaran di *primary reformer*, kerugian biaya investasi yang harus ditanggung oleh perusahaan tidaklah sedikit.

Ledakan dapat terjadi karena adanya suatu kegagalan yang mengarah ke campuran kaya bahan bakar yang memenuhi *flammable range* dan terbakar, atau adanya kebocoran gas yang menyebabkan gas terkumpul dalam

*flammable range* dan tertundanya sumber pembakaran (Sparrow, 1986). Pada *primary reformer* terdapat *I.D. fan* (*Induced Draft fan*) yang berfungsi untuk menarik *fuel gas* dari *primary reformer* sehingga api dari *burner* turun ke bawah dan tidak menyebar ke dinding *tube*, serta menjaga tekanan vakum pada *radiant section* supaya api tidak keluar dari ruang bakar. Kegagalan fungsi *I.D. fan* dapat menyebabkan api menyebar ke dinding *tube* dan mengalami *overheating*. Adanya *overheating* pada *tube* menjadi salah satu penyebab rusaknya *tube primary reformer* yang berpotensi terjadinya kebocoran gas dan mengakibatkan *firebox explosion* (Ray, Roy, Raj, Roy, 2016).

Data kebakaran pabrik 1 di perusahaan penghasil pupuk menunjukkan, selama 3 tahun terakhir di unit *primary reformer* telah terjadi kebakaran sebanyak 4 kasus dari tahun 2014 hingga bulan september 2017. Rata-rata kebakaran terjadi karena adanya kebocoran pada *tube* atau pecahnya *line*. Dampak yang ditimbulkan akibat kebakaran tersebut yaitu hilangnya waktu, yang otomatis mengurangi keuntungan perusahaan. Tidak hanya itu, dampak lainnya adalah kerusakan pada peralatan *primary reformer* dan isolasinya.

Untuk menanggulangi potensi bahaya ledakan dan kebakaran di unit *primary reformer* tersebut, perusahaan penghasil pupuk telah melakukan *preventive maintenance* dan *periodical inspection*, serta menerapkan sistem proteksi kebakaran seperti pemasangan *pressure controller* untuk mendeteksi tekanan vakum naik di dekat lekukan dalam *radiant box* dan *interlock system* yang otomatis akan mematikan unit *primary reformer* apabila tekanan di dalam *radiant section* mencapai 2 mmH<sub>2</sub>O (negatif). Disamping itu, juga pemasangan isolasi di bagian dalam *primary reformer box* yang terbuat dari kalsium silikat yang merupakan material tahan api atau panas. Namun, pihak perusahaan belum melakukan evaluasi terhadap tingkat pemenuhan sistem proteksi yang sudah ada.

Berdasarkan beberapa kasus kebakaran yang terjadi di unit *primary reformer* serta tingginya potensi bahaya pada proses *steam reforming* (*primary reformer*), peneliti melakukan analisis risiko dampak kebakaran dan ledakan pada *primary reformer* di perusahaan penghasil pupuk. Metode *Dow's Fire* dengan memasukkan pengelompokkan *safety measure credits* merupakan salah satu metode analisis risiko yang sesuai untuk penilaian risiko tersebut (Wang & Song, 2013). Metode ini merupakan evaluasi objektif yang sistematis mengenai kebakaran, ledakan dan potensi reaktivitas dari peralatan beserta isinya secara realistis. Pengukuran kuantitatif di dalamnya didasarkan pada data kerugian historis, energi potensial dari material yang dipelajari, dan sejauh mana penerapan pencegahan kerugian saat ini telah dilaksanakan. Sehingga dapat diketahui level bahaya ledakan dan kebakaran, luasan area dampak, kehilangan hari kerja, serta kerugian finansial yang ditanggung perusahaan akibat ledakan dan kebakaran di unit *primary reformer*.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara kuantitatif menggunakan metode *Dow's Fire* yang dimodifikasi dengan memasukkan pengelompokkan *safety measure credits*. Penelitian ini dilakukan pada unit *primary reformer* (101-B) di pabrik amoniak, perusahaan penghasil pupuk. Pengumpulan data dilakukan secara primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari wawancara dengan *engineer* terkait dan *safety inspector* pada unit penyedia gas sintesa. Sedangkan data sekunder diperoleh dari data perusahaan seperti *layout* pabrik I, komponen *primary reformer* dan fungsinya, PFD *primary reformer*, *Standard Operating Procedures* (SOP) unit *primary reformer*, kapasitas material kimia, SDS material kimia, tekanan operasi, temperatur operasi, laju korosi setiap tahun, nilai investasi keseluruhan alat pabrik amoniak, jumlah produksi setiap bulan, serta dokumen lain yang menunjang penelitian ini. Tahapan pengerjaan metode *Dow's Fire* yang dimodifikasi dengan memasukkan pengelompokkan *safety measure credits* dapat dilihat pada buku panduan *Dow's Fire and Explosion Index (DFEI) 7<sup>th</sup> Edition* yang dikeluarkan oleh NFPA (*National Fire Protection Association*) tahun 1994 dan jurnal pendukung yang membahas tentang *Fire and Explosion Index Calculation Method Incorporating Classified Safety Measure Credits* oleh Ji Wang dan Wen-hua Song tahun 2013. Berikut beberapa persamaan yang digunakan dalam pengerjaan metode ini.

1. Menentukan *Fire and Explosion Index* (F&EI)

$$F\&EI = \text{Material Factor} \times F3 \times (Cp)^{1/2} \quad (1)$$

2. Menentukan radius paparan

$$\text{Radius Paparan (ft)} = 0,84 \times F\&EI \quad (2)$$

3. Menentukan luas daerah paparan

$$\text{Luas Daerah Paparan (ft)}^2 = \pi \times \text{Radius Paparan}^2 \quad (3)$$

4. Menentukan nilai daerah paparan

$$\text{Nilai Penggantian} = \text{Biaya Asli} \times 0,82 \times \text{Faktor Eskalasi} \quad (4)$$

5. Menentukan nilai kerugian dasar (*base MPPD*)

$$\text{Base MPPD} = \text{Nilai Penggantian} \times \text{Damage Factor} \quad (5)$$

6. Menentukan nilai kerugian sebenarnya (*actual MPPD*)

$$\text{Actual MPPD} = \text{Base MPPD} \times C_1 \quad (6)$$

7. Menentukan nilai kerugian akibat terhentinya bisnis

$$\text{Business Interruption} = \frac{\text{MPDO}}{30} \times \text{VPM} \times 0,70 \quad (7)$$

Keterangan:

- F3 : Process Unit Hazard Factors
- C<sub>P</sub> : Process Protection Credit Factors
- MPPD : Maximum Probable Property Damage
- Biaya Asli : Nilai aset dalam daerah paparan
- Faktor Eskalasi : Ketetapan dari CEPCI (Chemical Engineering Plant Cost Index)
- C<sub>L</sub> : Loss Reduction Credit Factor
- MPDO : Maximum Probable Days Outage
- VPM : Value of production of the month

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Langkah awal yang harus dilakukan dalam penerapan metode metode *Dow's Fire* yang dimodifikasi dengan memasukkan pengelompokkan *safety measure credits* adalah menetapkan unit proses. Berdasarkan panduan *Dow's Fire and Explosion Index (DFEI) 7<sup>th</sup> Edition*, unit *primary reformer* termasuk dalam kriteria unit proses yang dapat dianalisis, diantaranya yaitu *primary reformer* merupakan unit proses pemecahan natural gas dengan kapasitas 26 Ton dan memiliki investment cost value terbesar yaitu mencapai 60% dari keseluruhan biaya investasi peralatan pada pabrik amoniak, serta memiliki historis kasus kebakaran sebanyak 4 kasus dari tahun 2014 hingga bulan september 2017.

*Primary reformer* merupakan unit proses dengan sistem kontinyu yang didalamnya terdiri dari material campuran. Sistem kontinyu merupakan suatu sistem proses dimana selama proses berlangsung terdapat masukan (input) dan keluaran (output). Nilai *Material Factor* (MF) yang digunakan untuk *primary reformer* adalah 21, dimana dipilih material yang memiliki konsentrasi paling signifikan sekitar 69,06%) yaitu gas hidrogen (MF = 1). Nilai *General Process Hazard Factor* (F1) untuk unit *primary reformer* yaitu 2,2 dan nilai *Special Process Hazard Factor* (F2) untuk unit *primary reformer* yaitu 5,317. Berdasarkan nilai F1 dan F2 tersebut dapat ditentukan nilai *Process Unit Hazard Factor* untuk unit *primary reformer* yaitu 11,6974. Namun, sesuai dengan aturan yang terdapat pada pedoman *Dow's Fire and Explosion Index (DFEI) 7<sup>th</sup> Edition* dimana maksimal nilai F3 pada unit proses adalah 8, maka nilai *Process Unit Hazard Factor* (F3) yang digunakan untuk unit *primary reformer* harus tetap 8.

F&EI (*Fire and Explosion Index*) merupakan gambaran potensi bahaya yang terdapat di dalam unit *primary reformer* yang dapat dikategorikan berdasarkan tingkat bahaya. Melalui persamaan 1 diperoleh nilai F&EI untuk unit *primary reformer* sebesar 145,17384. Berdasarkan nilai F&EI maka unit *primary reformer* memiliki tingkat bahaya ledakan dan kebakaran yang berat (*heavy*) dengan range diantara 128 – 158. Nilai jarak paparan akibat kebakaran dan ledakan di unit *primary reformer* melalui persamaan 2 adalah 37,169 m. Penggambaran jarak paparan apabila terjadi ledakan dan kebakaran pada unit *primary reformer* menggunakan *Google Earth* dengan skala 1:3098 dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini. Skala 1 : 3097 menunjukkan setiap 1 cm pada gambar mewakili 30,97 m jarak sesungguhnya.



**Gambar 1. Jarak Paparan Unit Primary Reformer**

Sumber: Google Earth (2018)

Berdasarkan Gambar 1 diatas, dapat diketahui bahwa peralatan yang berada di dalam jangkauan area paparan meliputi *reformer*, *methanator*, *shift converter* dan *desulfurizer*. Luas daerah paparan akibat pengaruh dan dampak apabila terjadi ledakan dan kebakaran pada unit *primary reformer* melalui persamaan 3 adalah

4.338,05321 m<sup>2</sup>. Total nilai penggantian untuk semua peralatan sebagai aset yang ikut terpapar di dalam daerah paparan apabila terjadi ledakan dan kebakaran pada unit *primary reformer* melalui persamaan 4 adalah \$ 32.351.556. Nilai kerugian dasar (*base MPPD*) untuk unit *primary reformer* melalui persamaan 5 mencapai \$ 26.824.939,69. *Base MPPD* merupakan nilai kerugian yang diderita perusahaan berdasarkan nilai *damage factor* yang diperoleh. Nilai *damage factor* didapatkan berdasarkan jenis bahan kimia yang dianalisis menggunakan persamaan yang ada pada panduan *Dow's Fire and Explosion Index (DFEI) 7<sup>th</sup> Edition*. Nilai kerugian sebenarnya (*Actual MPPD*) untuk unit *primary reformer* mencapai \$ 17.630.691,61. *Actual MPPD* merupakan besarnya kerugian yang diderita perusahaan setelah mempertimbangkan faktor-faktor pengaman yang ada pada unit *primary reformer*. Kerugian hari kerja yang hilang akibat ledakan dan kebakaran di unit *primary reformer* adalah berkisar 122 hari. Nilai hari kerja yang hilang dianalisis berdasarkan asumsi bahwa setelah terjadinya ledakan dan kebakaran, perusahaan dapat langsung bangkit dan membangun kembali unit proses produksi amonia. Nilai ini belum termasuk kepada pengobatan trauma pada karyawan, kemampuan bangkit perusahaan, serta faktor non teknis lainnya. Besarnya nilai kerugian bisnis yang diterima perusahaan apabila terjadi ledakan dan kebakaran di unit *primary reformer*, dihitung dalam 1 bulan melalui persamaan 7 adalah \$ 34.407.318,4.

### KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan menggunakan *Dow's Fire* dengan memasukkan pengelompokkan *safety measure credits*, bahaya ledakan dan kebakaran pada unit *primary reformer* termasuk ke dalam kategori “heavy” atau berat dengan nilai F&EI yaitu 145,17383. Luas daerah paparan akibat ledakan dan kebakaran di unit *primary reformer* mencapai 4.338,05321 m<sup>2</sup>. Besar kerugian akibat gangguan bisnis (*Business Interruption*) yang diterima selama 122 hari adalah \$ 34.407.318,4. Saran yang dapat diberikan bagi peneliti selanjutnya adalah penelitian ini dapat dijadikan pedoman pengembangan penilaian risiko pada unit *primary reformer*.

### DAFTAR PUSTAKA

- AIChE. (1994). *Dow's Fire & Explosion Index Hazard Classification Guide*. New York: American Institute of Chemical Engineers.
- Ray, A. K., Roy, N., Raj, A., & Roy, B. N. (2016). Structural Integrity of Service Exposed Primary Reformer Tube in a Petrochemical Industry. *International Journal of Pressure Vessels and Piping*, 137, 46-57.
- Sparrow, R. E. (1986). Firebox Explosion in a Primary Reformer Furnace : Analysis of the Incident with Some Practical Considerations for Reducing the Risk. *Plant/Operations Progress*, 5, 122-128.
- Wang, J., & Song, W.-h. (2013). Fire and Explosion Index Calculation Method incorporating Classified Safety Measure Credits. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 1128-1133.