

## BAB 7

### PENUTUP

#### 7.1 Kesimpulan

Variabel yang dapat memicu ledakan pada pipa gas hidrogen adalah karakteristik atau sifat bahan hidrogen yang sangat mudah terbakar (*highly flammable*), sifat bahan material pipa, tekanan dan temperatur, sumber ignisi dan kebocoran. Terdapat beberapa kemungkinan skenario yang muncul bila terjadi pelepasan gas hidrogen dari pipa, diantaranya adalah *jet fire*, *flash fire*, pelepasan gas hidrogen ke udara dan ledakan (*vapor gas explosion*).

Jika pelepasan gas hidrogen ke udara mengakibatkan terjadinya ledakan, maka merujuk pada hasil pemodelan dengan menggunakan ALOHA, area berisiko berdasarkan variasi tekanan (*level of concern*), adalah sebagai berikut:

##### 7.1.1 Area Merah (*red zone*)

Area merah adalah daerah yang berisiko terkena *overpressure* bila terjadi ledakan sebesar 8 psi. Menurut *Level of Concern* (LOC) ALOHA, ledakan dengan tekanan sebesar 8 psi dapat menghancurkan gedung atau bangunan. Berdasarkan hasil pemodelan ALOHA, radius area merah adalah 214 meter dari pusat ledakan, yaitu pipa gas hidrogen A. Dengan demikian, luas area merah dapat ditentukan, yaitu sebesar 143.930 m<sup>2</sup>.

##### 7.1.2 Area Oranye (*orange zone*)

Area oranye adalah daerah yang berisiko terkena *overpressure* bila terjadi ledakan sebesar 3,5 psi. Menurut *Level of Concern* (LOC) ALOHA, ledakan dengan tekanan sebesar 3,5 psi dapat menyebabkan cedera serius. Berdasarkan hasil pemodelan ALOHA, radius area oranye adalah 244 meter dari pusat ledakan, yaitu pipa gas hidrogen A. Dengan demikian, luas area oranye dapat ditentukan, yaitu sebesar 187.113 m<sup>2</sup>.

##### 7.1.3 Area Kuning (*yellow zone*)

Area kuning adalah daerah yang berisiko terkena *overpressure* bila terjadi ledakan sebesar 1 psi. Menurut *Level of Concern* (LOC) ALOHA,

ledakan dengan tekanan sebesar 1 psi dapat memecahkan kaca. Berdasarkan hasil pemodelan ALOHA, radius area kuning adalah 407 meter dari pusat ledakan, yaitu pipa gas hidrogen A. Dengan demikian, luas area kuning dapat ditentukan, yaitu sebesar  $520.611 \text{ m}^2$

Area berisiko adalah seluruh area yang berada dalam radius 407 meter atau seluas  $520.611 \text{ m}^2$ , yaitu pabrik amonia K-IA dan K-IB, pabrik Utiliti K-IA dan K-IB, pabrik NPK Kujang, gedung KPK (Keselamatan dan Pemadam Kebakaran), gedung *control room* amonia K-IA dan gedung *control room* pabrik Utiliti K-IA serta tanki penyimpanan amonia. Orang – orang yang berisiko terkena dampak ledakan adalah mereka yang berada dalam area berisiko, yaitu pekerja pabrik, pegawai KPK, mahasiswa yang sedang kerja pabrik dan satpam.

## 7.2 Saran

### 7.2.1 Untuk PT Pupuk Kujang

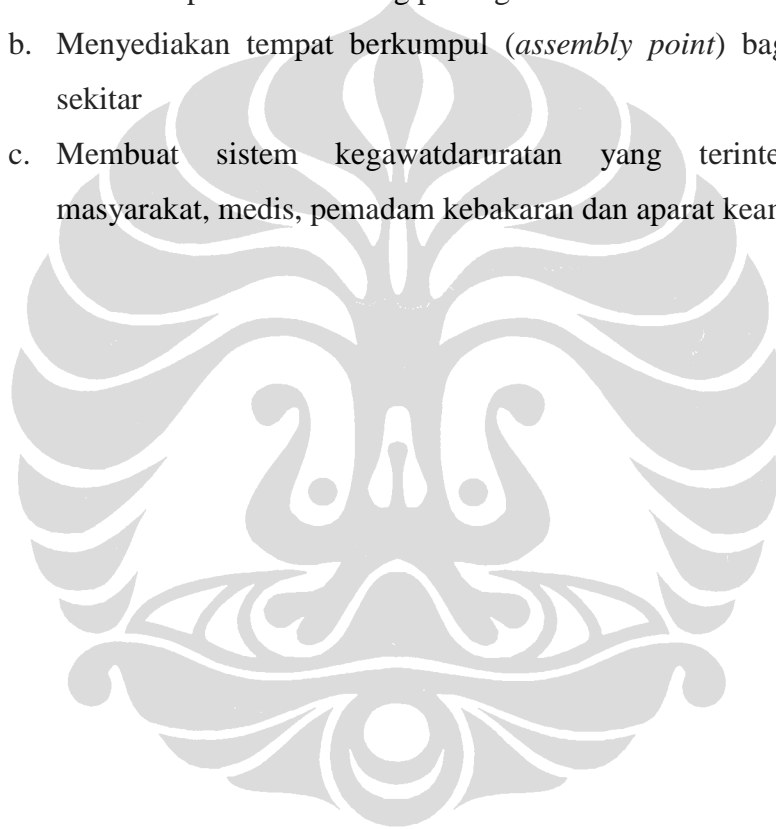
- a. Area – area yang kaya akan hidrogen seperti PGRU (*Purge Gas Recovery Unit*) atau area dengan kandungan gas eksplosif di Pabrik Kujang I-A tidak terdapat alat deteksi hidrogen. Oleh karena itu, peneliti menyarankan agar PT Pupuk Kujang Cikampek dapat memasang alat detektor gas, khususnya gas hidrogen, yang terintegrasi dengan sistem komputer.
- b. Membuat sistem peringatan dini
- c. Perbaiki sistem alarm dan sirine dengan warna dan bunyi yang berbeda antara kebocoran bahan kimia dengan kebakaran serta sosialisasi yang lebih luas tentang arti sinyal peringatan.
- d. Memberikan edukasi dan pelatihan penanganan kebocoran bahan kimia kepada pekerja, khususnya tentang kebocoran gas hidrogen.
- e. Mendekatkan posisi alat pemadam kebakaran ke PGRU *Purge Gas Recovery Unit*) dan HRU (*Hydrogen Recovery Unit*) sehingga bila terjadi kebakaran, respon dapat menjadi lebih cepat.
- f. Memberikan edukasi pada masyarakat sekitar tentang keadaan gawat darurat.

### 7.2.2 Untuk Masyarakat Sekitar Pabrik

- a. Segera berkumpul di *assembly point* bila terjadi keadaan gawat darurat.
- b. Tidak mendekati area pabrik selama terjadi keadaan gawat darurat.
- c. Menghubungi pihak berwenang (pemerintah daerah setempat) untuk penanganan segera.

### 7.2.3 Untuk Pemerintah Setempat

- a. Membuat peraturan tentang penanganan keadaan darurat
- b. Menyediakan tempat berkumpul (*assembly point*) bagi masyarakat sekitar
- c. Membuat sistem kegawatdaruratan yang terintegrasi antara masyarakat, medis, pemadam kebakaran dan aparat keamanan



## DAFTAR PUSTAKA

- Appl, Max. 1999. *Ammonia: Principles and Industrial Practice*. Wiley-VCH, Germany
- Bagian Keselamatan dan Pemadam Kebakaran PT Pupuk Kujang Cikampek. 2004. *Proses Dasar Operasi Pabrik*. PT Pupuk Kujang, Cikampek
- Bagian Teknik Proses Pabrik Amonia K-IA PT Pupuk Kujang Cikampek. 2009. *Piping&Instrumentations Diagram Pabrik Amonia I-A*. PT Pupuk Kujang, Cikampek.
- Biro Inspeksi PT Pupuk Kujang Cikampek. 2009. *Maintenance Program*. PT Pupuk Kujang, Cikampek.
- Biro Rancang Bangun PT Pupuk Kujang Cikampek. 2009. *Piping&Instrumentations Diagram HRU (Hydrogen Recovery Unit) Kujang I-B*. PT Pupuk Kujang, Cikampek.
- \_\_\_\_\_. 2009. *Peta Kawasan PT Pupuk Kujang Cikampek*. PT Pupuk Kujang, Cikampek.
- Big Moscow explosion injures 5, cuts phone lines*. 2009, diunduh dari [http://edition.cnn.com/2009/WORLD/europe/05/10/russia.pipeline.blast/index.html?eref=edition\\_business](http://edition.cnn.com/2009/WORLD/europe/05/10/russia.pipeline.blast/index.html?eref=edition_business)
- CCPS. 1999. *Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases*. American Institute of Chemical Engineers, New York.
- Corrosion of Natural Gas Pipeline Rupture and Fire Near Carlsbad New Mexico*. 2000., diunduh dari <http://corrosion-doctors.org>
- Crowl, Daniel. A. 2003. *Understanding Explosions*. American Institute of Chemical Engineers, New York.
- Det Norske Veritas (DNV). 2009, diunduh dari <http://www.dnv.com/services/software/products/safeti/safetiqra/modellingSpreadsheets.asp> modelling spreadsheets.
- Eckoff, Rolf K. 2003. *Dust Explosion in the Process Industries* (3<sup>rd</sup> ed.). Gulf Professional Publishing, USA

- Ericson, Clifton A. 2005. *Hazard Analysis Techniques for System Safety* (2<sup>nd</sup> ed.). Wiley Interscience, Fredericksburg-Virginia
- Explosion in Indonesia injures 2*. 2006, diunduh dari [www.people.com.cn](http://www.people.com.cn)
- Gupta, Ram B. 2008. *Hydrogen Fuel : Production, Transport, and Storage*. CRC Press, Boca Raton
- Hawiyah Gas Pipe Explosion Kills 28*. 2009, diunduh dari <http://www.zawya.com/story.cfm/sidZAWYA20071119045801>
- HEXDAM AND VEXDAM EXPLOSION SAFETY SOFTWARE*. 2003, diunduh dari <http://www.eng-consult.com/air/Hexdam-Vexdam.pdf>
- Hydrogen Properties. 2001. *College of the Desert*.
- Khotimah, Husnul. 2008. *Analisis Konsekuensi Paparan Radiasi Panas dari Kebakaran Jenis Pool Fire pada Tangki Timbun Depot Pertamina Plumpang Tahun 2007*. FKM UI, Depok
- Kletz, Trevor. 2001. *Learning from Accidents* (3<sup>rd</sup> ed.). Gulf Professional Publishing, Oxford
- Knudsen, Vegeir. 2006. *Hydrogen Gas Explosions in Pipeline Modeling and Experimental Investigations*. Faculty of Technology Telemark University College, Norwegia
- Laporan Market Intelligence Perkembangan Industri Pupuk di Indonesia*. 2008, diunduh dari <http://www.datacon.co.id/Fertilizer2008Ind.html>
- Lees, Frank P. 1996. *Loss Prevention in the Process Industries*. Butterworth-Heinemann, Oxford.
- Matar, Sami. 2000. *Chemistry of Petrochemical Processes* (2<sup>nd</sup> ed.). Gulf Publishing Company, Houston-Texas
- Nearly a billion people worldwide are starving, UN agency warns*. 10 Desember 2008, diunduh dari <http://www.guardian.co.uk/world/2008/dec/10/hunger-population-un-food-environment>
- Nolan, Dennis P. 1996. *Handbook of Fire and Explosion Protection Engineering Principles for Oil, Gas, Chemical, And Related Facilities*. Noyes Publications, Westwood-New Jersey.
- PT Petrokimia Gresik Terbakar*. 2004, diunduh dari <http://www.mediaindo.co.id/cetak/berita.asp?id=2004060702330807>