

**PREDICTION OF THE CONSEQUENCES OF FIRE AND EXPLOSION
AT GAS STATIONS IN BANDA ACEH CITY USING
THE ALOHA APPLICATION IN 2020**

Prediksi Konsekuensi Kebakaran dan Ledakan pada SPBU Kota Banda Aceh
Menggunakan Aplikasi ALOHA Tahun 2020

Fouriza Dinda Mauliany¹, Putri Ariscasari^{1*} dan Zulkifli¹

¹Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Muhammadiyah Aceh, Aceh

*putri.ariscasari@unmuha.ac.id

Received: 29 juli 2022/ Accepted: 19 Agustus 2022

ABSTRACT

The National Fire Protection Association (NFPA) reported 5,020 cases of fire at gas stations, of which 61% of gas station fires were caused by vehicle fires, 27% by technical errors, and 12% caused by other causes. In 2017 at the Simpang Jam gas station in Banda Aceh, which caused huge losses. Previously, there had never been a study on the impact of fire and explosion risks, especially for gas stations that were close to residential areas in the city of Banda Aceh. This research is descriptive analytic with a case study design conducted at 2 gas stations in Banda Aceh using secondary data obtained from gas stations and BMKG and then processed using ALOHA software. The results showed that the flammable area at the Batoh Gas Station was 28 yards, with a red zone (17 yards), an orange zone (21 yards), and a yellow zone (28 yards). The flammable area at the Simpang Jam gas station is 24 yards, with a red zone (13 yards), an orange zone (17 yards), and a yellow zone (24 yards). Both gas stations do not have an emergency response plan to anticipate fires and explosions at these gas stations. It is recommended to the managers of Batoh Gas Stations and Simpang Jam Gas Stations to make an emergency response plan and provide training on fire and explosions for each worker, it is hoped that the government will tighten regulations regarding land that must be vacated in hazard zones to minimize the impact of fire and explosions at these gas stations.

Keywords: Fire, Explosion, Gas Station, Flammable Area, ALOHA

ABSTRAK

Asosiasi Perlindungan Kebakaran Nasional (NFPA) melaporkan 5.020 kasus kebakaran di SPBU, dimana 61% kebakaran SPBU disebabkan oleh kebakaran kendaraan, 27% kesalahan teknis, dan 12% disebabkan oleh penyebab lain. Pada tahun 2017 di SPBU Simpang Jam, Banda Aceh terjadi kasus kebakaran yang menyebabkan kerugian yang besar. Sebelumnya belum pernah dilakukan kajian dampak risiko kebakaran dan ledakan terutama untuk SPBU yang berada dekat dengan pemukiman warga di Kota Banda Aceh. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi area berisiko (Threat zone) dari konsekuensi kebakaran, ledakan, dan penyebaran awan uap dengan menggunakan aplikasi ALOHA (Areal Location of Hazardous Atmospheres). Penelitian ini bersifat deskriptif analitik dengan desain case study yang dilakukan pada 2 SPBU di Banda Aceh dengan menggunakan data sekunder yang diperoleh dari SPBU dan BMKG lalu diolah menggunakan perangkat lunak ALOHA. Hasil penelitian menunjukkan *flammable area* pada SPBU Batoh sejauh 28 yard, dengan zona merah (17 yard), zona oranye (21 yard), dan zona kuning (28 yard). *Flammable area* pada SPBU Simpang Jam sejauh 24 yard, dengan zona merah (13 yard), zona oranye (17 yard), dan zona kuning (24 yard). Kedua SPBU tidak memiliki *emergency respond plan* untukantisipasi kebakaran dan ledakan pada SPBU tersebut. Direkomendasikan kepada pengelola SPBU Batoh dan SPBU Simpang Jam untuk membuat *emergency respond plan* serta membuat pelatihan mengenai kebakaran dan ledakan kepada setiap pekerja, untuk pemerintah diharapkan memperketat peraturan mengenai lahan yang harus dikosongkan pada zona-zona bahaya untuk meminimalisir dampak kebakaran dan ledakan pada SPBU tersebut.

Kata kunci: Kebakaran, Ledakan, SPBU, Flammable Area, ALOHA

PENDAHULUAN

Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) merupakan prasarana umum yang disediakan distributor bahan bakar minyak (BBM) yang disediakan pemerintah untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar masyarakat. Di Indonesia terdapat kurang lebih 6.570 SPBU yang tersebar di setiap kabupaten dan kota, di kota Banda Aceh sendiri terdapat 12 SPBU aktif yang masih melayani pengisian bahan bakar hingga saat ini (Pertamina, 2018). Menurut penelitian *National Fire Protection Association* (NFPA), terdapat 5.020 kasus kebakaran dan ledakan yang terjadi pada SPBU setiap tahunnya, peristiwa tersebut banyak dipicu oleh kebakaran kendaraan. Hasil penelitian NFPA menunjukkan 61% kebakaran SPBU disebabkan oleh kebakaran kendaraan, 27% disebabkan oleh kesalahan teknis, dan 12% penyebab lainnya (NFPA, 2011).

SPBU Batoh dan SPBU Simpang Jam merupakan salah satu SPBU yang terletak di lokasi strategis di Kota Banda Aceh banyak dilalui oleh pengendara motor karena berada di tepi jalan utama. Selain terletak pada lokasi strategis, SPBU Batoh terletak sejajar dengan pertokoan, berdekatan dengan perumahan warga, dan universitas, begitu juga dengan SPBU Simpang Jam. SPBU ini terletak di jantung Kota Banda Aceh yang berdekatan dengan situs, cagar Budaya dan tempat wisata salah satunya Museum Tsunami Aceh.

Sebelumnya belum pernah dilakukan kajian mengenai dampak dan risiko kebakaran dan ledakan yang mungkin terjadi pada SPBU di Kota Banda Aceh, peneliti ini bertujuan untuk memprediksi area berisiko (*threat zone*) dari konsekuensi kebakaran, ledakan, dan penyebaran awan uap dengan menggunakan aplikasi ALOHA (*Areal Location of Hazardous Atmospheres*) merupakan program komputer yang dibuat oleh U.S. EPA dan NOAA, dapat diperoleh secara gratis (*freeware*), serta mudah digunakan untuk

membuat pemodelan kebakaran dan ledakan akibat kebocoran bahan kimia sehingga dapat membantu dalam perencanaan tanggap darurat.

Hasil pemodelan dari perhitungan menggunakan aplikasi ALOHA dapat dilakukan *plotting* melalui aplikasi *Google Earth*, sehingga dapat diketahui lebih jelas *threat zone* dari dampak kebakaran dan ledakan yang terjadi. Dengan mengetahui *threat zone* yang jelas pihak manajemen akan dapat lebih tepat dalam menentukan waktu *emergency response* serta tindakan-tindakan yang tepat dalam mengatasi kebakaran dan ledakan yang terjadi (U.S. EPA dan NOAA, 2007).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain *case study*, teknik pengumpulan data yang digunakan adalah wawancara pada pengelola SPBU mengenai rencana tanggap darurat dan fasilitas pemadaman kebakaran yang tersedia. Sedangkan data sekunder diperoleh dari SPBU adalah informasi zat kimia, ukuran tangki timbun, data atmosfer di lingkungan SPBU yang diperoleh dari BMKG Aceh serta data lokasi SPBU yang diperoleh dari *google map*. Selanjutnya data dianalisis menggunakan aplikasi ALOHA dengan menggunakan skenario yang telah ditentukan dan diinterpretasikan ke *Google Earth*.

HASIL

Hasil pemodelan kebakaran dan ledakan dari benzena dapat dilihat setelah semua data yang diperlukan dimasukkan ke dalam parameter *site data* yang terdiri dari data lokasi yang dijadikan sebagai tempat atau objek penelitian, dan *setup*. Parameter *site data* diisi dengan data lokasi yang dijadikan tempat penelitian, sedangkan parameter *setup* diisi dengan data bahan kimia (*chemical data*), data atmosferik (*atmospheric data*), dan data sumber kebocoran (*source data*).

Pemodelan pada SPBU Batoh

Parameter site data dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Parameter Site Data SPBU Batoh

No.	Parameter Site Data	Keterangan
1	Data Lokasi	5.32°55N 95,19°3E
2	Tipe Bangunan	Single storied building
3	Tanggal dan waktu	24 Februari 2020, 13.00 WIB

Koordinat yang diperoleh menggunakan *Google Earth* adalah 5.32°55N 95,19°3E, dengan elevasi setinggi 50 meter di atas permukaan tanah. Berdasarkan observasi yang dilakukan SPBU yang menjadi unit analisis merupakan bangunan bertipe satu lantai (*single storied*) yang di sekitarnya terdapat bangunan lain dan perpohonan. Sedangkan parameter tanggal dan waktu diisi berdasarkan tanggal dan waktu penelitian.

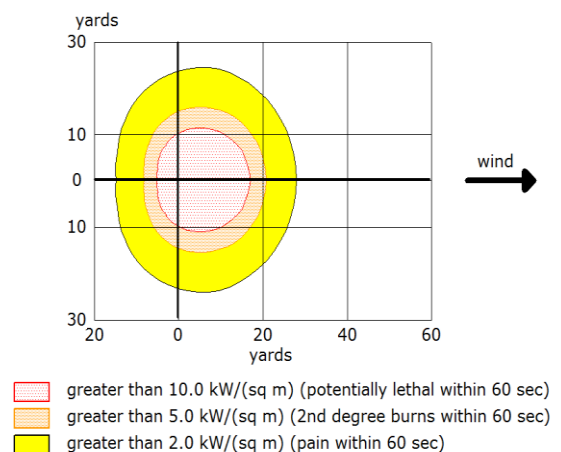
Parameter *set up* merupakan skenario yang ditentukan oleh peneliti terhadap kondisi tertentu yang mungkin terjadi. Adapun skenario yang ditentukan oleh peneliti adalah terjadinya kebocoran tangki timbun yang berisi bahan kimia *benzene*. Tangki tersebut berisi 70% (16,4 ton) dengan lebar diameter 2,5 m dan tinggi 5 m dengan volume 24,54 liter. Titik kebocoran berada pada bagian bawah tangki dan lubang kebocoran berbentuk lingkaran (*circular opening*) dengan diameter 2 inch, dan terletak pada 0,5 meter dari bagian bawah tangki (Tabel 2). Kejadian kebocoran tersebut menimbulkan beberapa konsekuensi seperti kebakaran dan ledakan dengan menggunakan parameter *display, threat zone*.

Tabel 2. Parameter Set Up (Skenario) SPBU Batoh

No.	Parameter Set Up	Keterangan
1	<i>Chemical Data</i>	
	Bahan kimia	<i>Benzene</i>
	Berat molekul	78.11 g/mol
	AEGL 1	52 ppm
	AEGL 2	800 ppm

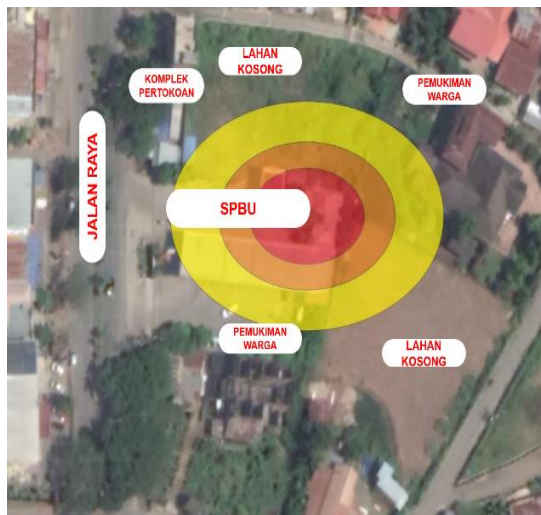
No.	Parameter Set Up	Keterangan
	AEGL 3	4000 ppm
	IDLH	500 ppm
	Titik Didih	175.9 F
	ASC	15,7%
2	<i>Atmospheric data</i>	
	Kecepatan angin	8,23 m/s
	Arah angin	Ke 67elatan (dari E)
	Ketinggian pengukuran	3 meter
	Kepadatan permukaan tanah	Urban or forest
	Kondisi awan	7
	Temperatur udara	30°C
	<i>Stability Class</i>	D
	<i>Inversion Hight</i>	No inversion
	Kelembapan udara	50%
3	<i>Source</i>	
	Diameter	2,5 meter
	Panjang tangki	5 meter
	Volume tangki	24,54 meter
	Kandungan dalam tangki	Mengandung cairan tangki
	Temperatur di sekitar tangki	30°C
	Massa dalam tangki	6,4 ton
	Volume cairan (otomatis)	70%
	Shape of opening	Circular opening
	Opening diameter	2 inches (hole)
	Height of the tank opening	Bottom of the leak opening 0,50 m or 20% of the way to the top of the tank

Pemodelan dapat ditampilkan dengan memilih parameter *display, threat zone* hasilnya adalah sebagai berikut (Gambar 1):



Gambar 1. Flammable Area SPBU Batoh

Dari hasil pemodelan didapatkan *upper level concern* (zona merah) sebesar 10 kW/(sqm) dengan jarak mencapai 17 yard. Pada zona merah ini berpotensi dapat mematikan serta menimbulkan kerusakan parah pada wilayah yang terkena dalam waktu 60 detik. *Middle level of concern* (zona oranye) sebesar 5 kW/(sqm) dengan jarak mencapai 21 yard. Pada zona oranye ini dapat menyebabkan luka bakar tingkat dua dalam waktu 60 detik. Serta *lower level of concern* (zona kuning) sebesar 2 kW/(sqm) dengan jarak mencapai 28 yard. Pada zona kuning ini dapat menyebabkan luka bakar ringan serta rasa sakit dalam waktu 60 detik.

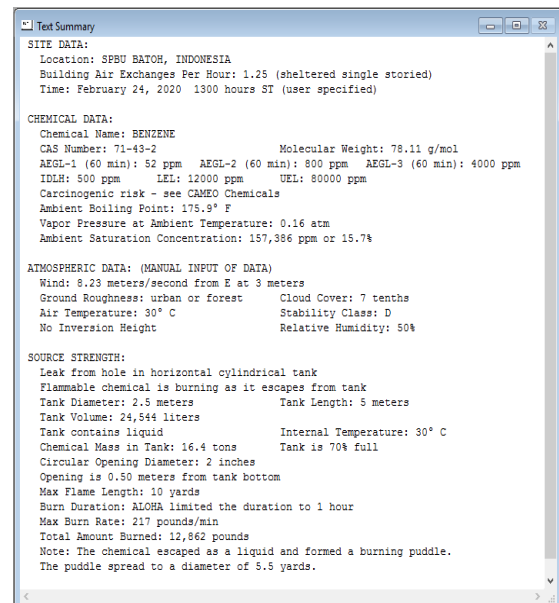


Gambar 2. Flammable Area SPBU Batoh

Setelah diaplikasikan ke *Google Earth*, dapat dilihat bahwa jarak terjauh terjadi kebakaran dan ledakan adalah 28 yard. Pada zona merah yang mencapai 17 yard, daerah yang terkena ialah kantor dari SPBU tersebut, penyimpanan tabung gas serta stasiun pengisian BBM sepeda motor. Pada zona oranye mencapai 21 yard, daerah yang terkena ialah galon pengisian minyak 2 dan 3 serta lahan kosong yang berada di perbatasan SPBU. Dan pada zona kuning mencapai 28 yard, daerah yang terkena ialah galon pengisian minyak 4, lahan kosong, halaman belakang rumah milik warga serta 1 kedai yang berada di sisi kanan SPBU.

Berdasarkan pemodelan ini peneliti dapat memprediksi populasi yang berisiko,

seluruh pekerja (26 orang) merupakan populasi utama yang paling tinggi risikonya, populasi yang berisiko juga bertambah sesuai dengan jumlah konsumen yang sedang melakukan pengisian Minyak. Masyarakat di daerah pemukiman Desa Batoh juga merupakan populasi berisiko, menurut sistem informasi kawasan pemukiman Kota Banda Aceh jumlah masyarakat Desa Batoh adalah 5.878 jiwa.



Gambar 3. Text Summary SPBU Batoh

SPBU belum memiliki prosedur resmi *emergency response plan* untuk kejadian kebakaran dan ledakan, begitupun dengan sarana dan prasarana pemadaman kebakaran seperti kamera cctv, bak pasir serta titik kumpul yang belum tersedia serta belum ada pelatihan tanggap darurat kebakaran dan ledakan dan penggunaan APAR.

Pemodelan pada SPBU Simpang Jam

SPBU Simpang Jam merupakan salah satu SPBU yang terletak di lokasi strategis, pada tahun 2017 SPBU ini mengalami kebakaran yang mengakibatkan kerusakan fasilitas pada pompa tangki timbun, sehingga peneliti menilai sangat penting untuk melakukan pemodelan dampak kebakaran dan ledakan, berikut merupakan hasil analisis (Tabel 3):

Tabel 3. Parameter Site Data SPBU Simpang Jam

No.	Parameter Site Data	Keterangan
1	Data Lokasi	5.31°55N 95,19°35E
2	Tipe Bangunan	Single storied building
3	Tanggal dan waktu	24 Februari 2020, 10.00 WIB

Titik Koordinat terletak pada 5.31°55N 95,19°35E, dengan elevasi setinggi 50 meter di atas permukaan tanah, dengan tipe bangunan satu lantai (*single storied*) yang di sekitarnya terdapat bangunan lain dan perpohonan. Sedangkan parameter tanggal dan waktu diisi berdasarkan tanggal dan waktu penelitian.

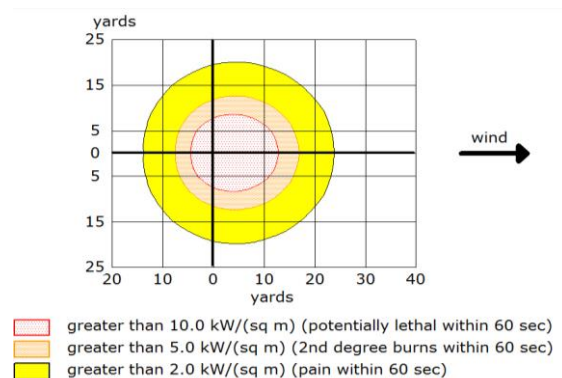
Skenario yang ditetapkan untuk lokasi ke dua ini adalah kebocoran tangki timbun yang berisi bahan kimia *benzene* dengan isi tangki 60% (7,22 ton) dengan lebar diameter 2 m dan tinggi 4 m dengan volume 12,6 liter. Titik kebocoran berada pada bagian bawah tangki dan lubang kebocoran berbentuk *direct, puddle, tank, dan gas pipeline* dengan tipe tangki *horizontal cylinder*. Skenario kebocoran diameter 1,5 inch dan terletak pada 0,4 meter dari bagian bawah tangki. Kejadian kebocoran tersebut menimbulkan beberapa konsekuensi seperti kebakaran dan ledakan dengan menggunakan parameter *display, threat zone*.

Tabel 4. Parameter Set Up (Skenario) Simpang Jam

No.	Parameter Set Up	Keterangan
1	<i>Chemical Data</i>	
	Bahan kimia	<i>Benzene</i>
	Berat molekul	78.11 g/mol
	AEGL 1	52 ppm
	AEGL 2	800 ppm
	AEGL 3	4000 ppm
	IDLH	500 ppm
	Titik Didih	175.9 F
ASC	15,7%	
2	<i>Atmospheric data</i>	
	Kecepatan angin	8 m/s
	Arah angin	Ke selatan (dari E)
	Ketinggian pengukuran	3 meter
	Kepadatan permukaan tanah	Urban or forest

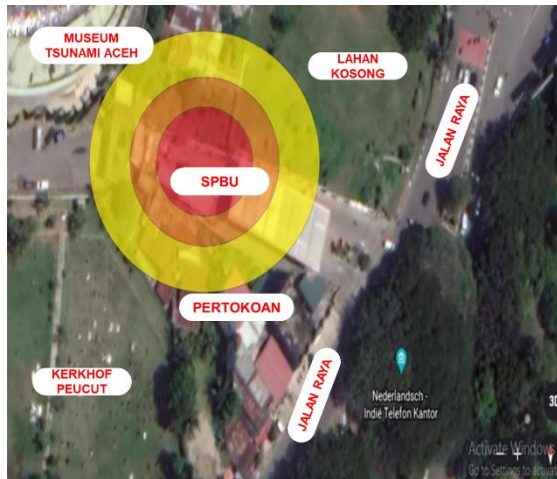
No.	Parameter Set Up	Keterangan
	Kondisi awan	7
	Temperatur udara	38,2°C
	<i>Stability Class</i>	D
	<i>Inversion Hight</i>	No inversion
	Kelembapan udara	50%
3	<i>Source</i>	
	Diameter	2 meter
	Panjang tangki	4 meter
	Volume tangki	12,6 meter
	Kandungan dalam tangki	Mengandung cairan tangki
	Temperatur di sekitar tangki	30°C
	Massa dalam tangki	7,22 ton
	Volume cairan (otomatis)	60%
	<i>Shape of opening</i>	<i>Circular opening</i>
	<i>Opening diameter</i>	<i>1,5 inches (hole)</i>
	Height of the tank opening	<i>Bottom of the leak 0,40 m or 20% of the way to the top of the tank</i>

Dari hasil pemodelan didapatkan *upper level concern* (zona merah) sebesar 10 kW/(sqm) dengan jarak mencapai 13 yard, pada zona ini berpotensi mematikan serta menimbulkan kerusakan parah pada wilayah yang terkena dalam waktu 60 detik. *Middle level of concern* (zona oranye) sebesar 5 kW/(sqm) dengan jarak mencapai 17 yard, dampak pada area ini bisa menimbulkan luka bakar tingkat dua dalam waktu 60 detik. Serta *lower level of concern* (zona kuning) sebesar 2 kW/(sqm) dengan jarak mencapai 24 yard, populasi pada area ini berisiko mengalami luka bakar ringan serta rasa sakit dalam waktu 60 detik.



Gambar 3. Flammable Area SPBU Simpang Jam

Dengan skenario *circular opening* yang berdiameter 1,5 inch pada tangka timbun dilokasi ini bahwa *flammable area* pada SPBU Batoh merupakan seluruh bagian SPBU tersebut hingga mencapai jarak 24 yard dari titik kebocoran, dimana titik kebocoran pada SPBU ini merupakan tangki timbun yang berada di sisi kiri bagian belakang SPBU berdekatan dengan kantor dari SPBU tersebut (Gambar 3).



Gambar 4. Flammable Area Simpang Jam

Setelah diaplikasikan ke Google Earth, dapat dilihat bahwa jarak terjauh terjadi kebakaran dan ledakan adalah 24 yard. Pada zona merah yang mencapai 13 yard, daerah yang terkena ialah kantor dari SPBU tersebut, penyimpanan tabung gas serta musholla dan kamar mandi yang tersedia pada SPBU. Pada zona oranye mencapai 17 yard, daerah yang terkena ialah stasiun pengisian minyak 1 dan 2, lahan kosong yang berada di perbatasan SPBU, serta 2 bagian belakang rumah milik warga. Dan pada zona kuning mencapai 24 yard, daerah yang terkena ialah galon pengisian minyak 3 dan 4, lahan kosong, 7 rumah milik warga, serta halaman belakang Museum Tsunami yang merupakan lahan parkir mobil yang disediakan tempat tersebut (Gambar 4),

Pengunjung Museum Tsunami juga merupakan populasi yang beresiko terkena dampak, serta kendaraan yang terparkir pada area belakang dari Museum tersebut. Namun karena prediksi yang dilakukan

pada pukul 10.00 WIB tidak banyak pengunjung yang berada pada museum tersebut, sehingga mengurangi jumlah populasi berisiko. Sama halnya pada SPBU Batoh, di SPBU Simpang Jam juga tidak memiliki *emergency response plan*, sehingga jika terjadi peristiwa kebakaran dan ledakan pekerja tidak memiliki pedoman penanganan kebakaran dan ledakan. Sarana pemadaman api yang tersedia hanya terbatas pada APAR yang berjumlah 5 buah serta tersedianya titik kumpul, namun SPBU tidak memiliki bak pasir, alat pendeteksi kebocoran, CCTV, serta alat pelindung diri yang mencukupi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Zona aman pada SPBU Batoh bila terjadi kebakaran dan ledakan ialah lebih dari 28 yard sedangkan pada SPBU Simpang Jam lebih 24 yard, kedua SPBU belum memiliki prosedur tanggap darurat, belum memberikan pelatihan penanganan tanggap darurat kebakaran dan ledakan kepada karyawan selain itu sarana dan prasarana penanganan kebakaran juga perlu peningkatan.

Saran

Diharapkan kepada PT. PERTAMINA untuk melakukan pengawasan dan pembinaan terkait proteksi kebakaran dan ledakan pada setiap pengelola SPBU, diharapkan kepada pengelola SPBU untuk menyediakan alat proteksi kebakaran sesuai standar, Menyusun prosedur *emergency response plan* serta melaksanakan pelatihan pemadaman kebakaran dan tanggap darurat bagi seluruh karyawan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anizar, **Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Industri**, Yogyakarta: Graha Ilmu; 2012.

2. Anonymous, **ALOHA User's Manual**, U.S Environmental Protection Agency, Washington DC; 2007.
3. Ashari, M. L., **Modul Unsur Api dan Pencegahannya**; 2018.
4. Badan Nasional Penanggulangan Bencana, **Laporan Kasus Kebakaran**; 2018.
5. Budiono, S., **Bunga Rampai HIPERKES dan KK**, Semarang: Universitas Diponegoro; 2003.
6. Cooling, David A., **Fire Prevention and Protection: Industrial Safety Management and Technology**, New Jersey: Prentice Hall; 1990.
7. Crowl, D. A., **Understanding Explosions**, New York: American Institute of Chemical Engineers; 2003.
8. Dinas Pemadam Kebakaran, **Laporan Kasus Kebakaran**, Banda Aceh; 2019.
9. Ding, Xu-Dong, dkk., **The Causes and Consequences Analysis of Fire and Explosion Accident Happened in Buried Oil Tank of Gas Station**, China; 2012.
10. ILO, **Kode Praktis Pencegahan Kecelakaan Besar Dalam Industri**, Internasional Labour Office, Geneva; 1991.
11. ILO, **Pedoman Keselamatan dan Kesehatan Kerja**, Geneva; 1991.
12. International Fire Service Training Association (IFSTA), **Essential of fire Fighting**, USA; 1994.
13. Journal of Public Health Volume 10. Ponorogo: Universitas Darussalam Gontor.
14. Kemenakertrans RI., **Materi Ajar Pelatihan Hiperkes dan Keselamatan Kerja Bagi Paramedis Perusahaan**, Jakarta: Kementrian Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI Sekretariat Jenderal Pusat Keselamatan dan Kesehatan Kerja; 2015.
15. Keputusan Menteri Tenaga Kerja No:Kep.186/Men/1999 tentang Unit Penanggulangan Kebakaran di Tempat Kerja.
16. Lilley, G. D., **Explosions and Release, Dispersion and Ignition of Combustibles: a Review**, 9th Annual International Energy Conversion Engineering Conference, San Diego, California, p.p. 1 – 18; 2011.
17. Ma'mun, dkk., **Minyak Atsiri Sebagai Bioaditif Untuk Penghematan Bahan Bakar Minyak**, BPTRO, Jakarta; 2011.
18. Materi Pengawasan K3 Penanggulangan Kebakaran; 2008.
19. Muryani, Eni., **Zonasi Potensi Pencemaran Bahan Bakar Minyak Terhadap Airtanah Bebas**, Universitas Pembangunan Nasional; 2012.
20. National Fire Protection Association (NFPA) International, **Fire At U.S Service Station**; 2011.
21. Ostarisa, E., Januar, W., Vicky, M. T., **Sistem Informasi Eksekutif Berbasis WEB pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU)**, Surabaya: STIKOM Surabaya; 2014.
22. Priambodo, D., **Skenario Kebakaran dan Ledakan pada SPBU dan SPPBE di Sekitar Tapak RBE**, Jakarta.; 2018.
23. Pusdiklatkar, **Modul Pelatihan Perilaku Api**, Jakarta; 2006.
24. Racmawatie, S. J., **Mitigasi Bencana Kebakaran**, Surakarta: Borobudur Inspira Nusantara; 2017.
25. Ramli, S., **Petunjuk Praktis Manajemen Kebakaran (Fire Manegement)**, Jakarta: Dian Rakyat; 2010.
26. Ramli, S., **Manajemen Kebakaran**, Jakarta: Dian Rakyat; 2010.
27. Rijanto, B., B., **Kebakaran dan Perancangan Bangunan**, Jakarta: Mitra Wacana Media; 2010.
28. Rijanto, B. B., **Pedoman Pencegahan Kecelakaan di Industri**, Jakarta: Mitra Wacana Media; 2011.
29. Ridley, J., **Iktisar Keselamatan dan Kesehatan Kerja Edisi Tiga**, Jakarta:

- Erlangga; 2008.
30. Risdiyanta, R., **Membedah Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) di Indonesia**; 2014, Swara Patra, Vol. 4, No. 3.
 31. Salami, Indah R. S., **Kesehatan dan Keselamatan Lingkungan Kerja**, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press; 2015.
 32. Salamonowicz, Z., Lopatka, **Emergency Scenarios During Accidents Involving LPG**; 2013, BLEVE Explosion Mechanism. [online], BiTP Vol. 30, Issue 2, p.p. 31-39.
 33. Sari, **Upaya Pencegahan dan Penanggulangan Potensi Bahaya Kebakaran di Area Outer Tube Casting PT. Kayaba Indonesia Bekasi Jawa Barat**; 2010.
 34. Sucipto, Cecep, D., **Keselamatan dan Kesehatan Kerja**, Tangerang: Gosyen Publishing; 2014.
 35. Sukma, A. J., Rochim, B. C., **Analisis Risiko Potensi Kebakaran dan Ledakan Beserta Dampaknya pada Pekerja dan Masyarakat di PT. Pertamina Terminal BBM Rewulu**; 2017.
 36. Sulardi, **Menekan Potensi Korosi Base Plate Pondasi Tangki Dengan Metode Drainase Horizontal Geopipe Dibawah Pondasi**; 2018.
 37. Sarasadi, A., **Evaluasi Sebaran Spasial Lokasi Stasiun Pelayanan Bahan Bakar Umum (SPBU) Kota Semarang Berbasis Sistem Informasi Geografis**, Semarang, Skripsi, Universitas Negeri Semarang; 2011.
 38. Tanubrata, M., **Perencanaan Bangunan Terhadap Api**, Yogyakarta: Universitas Teknologi Yogyakarta; 2006.
 39. The Geneva Association, **Fire and Climate Risk**; 2014.
 40. Török, Z., Ajtai, N., Turcu, A. -T., Ozunu, A., **Comparative Consequence Analysis of The BLEVE Phenomena in The Context on Land Use Planning; Case study: The Feyzin Accident**, The Institution of Chemical Engineers Elsevier; 2011.
 41. Triyono, A., **Teknik Penanggulangan Bahaya Kebakaran Perusahaan; 2001**, Majalah Hiperkes dan Keselamatan Kerja, Vol. XXXIV, No. 3, p.p. 34-53.
 42. U.S. EPA., NOAA. **ALOHA User's Manual**, Washington; 2007.
 43. Wicaksono, R. R., Meirina, E., **Evaluasi Sarana Evakuasi Kebakaran di Industri**, Karung Sisuarjo: The Indonesia; 2013.