

BAB 5

ASPEK KESELAMATAN, KESEHATAN KERJA, DAN LINGKUNGAN

5.1 Deskripsi Singkat

Kesehatan dan keselamatan kerja (K3) adalah salah satu bentuk upaya untuk menciptakan tempat kerja yang aman, sehat, bebas dari pencemaran lingkungan, sehingga dapat melindungi dan bebas dari kecelakaan kerja pada akhirnya dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas kerja. Kecelakaan kerja tidak saja menimbulkan korban jiwa tetapi juga kerugian materi bagi pekerja dan pengusaha, dapat mengganggu proses produksi secara menyeluruh dan dapat merusak lingkungan yang pada akhirnya akan berdampak pada masyarakat luas. (Irzal, 2016).

Mengingat sebagian bahan baku yang dipergunakan dan produk yang dihasilkan bersifat racun, adapun bahan baku yang dipergunakan seperti asam sitrat yang memiliki sifat mudah menyala dan dapat menimbulkan iritasi, selain itu produk CH_4 yang dihasilkan mudah terbakar dan meledak jika terkena panas. Hasil samping yang dihasilkan yaitu CO_2 yang mudah meledak jika terkena panas dan H_2S yang dapat mengiritasi mata, dan dapat menghambat respirasi sel bila menghirupnya.

Untuk mengenali masing-masing jenis Bahan Berbahaya dan Beracun tersebut biasanya disertakan gambar atau logo pada kemasannya. Pemberian simbol Bahan Berbahaya dan Beracun ini, yang terbaru, diatur oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 14 Tahun 2013.

5.1 Pertimbangan Aspek Keselamatan Pabrik

Tabel 5.1 Identifikasi Hazard Bahan Baku, Bahan Penunjang, Produk dan Hasil Samping yang Digunakan Pada Proses Berdasarkan MSDS

A Identifikasi hazard bahan kimia yang digunakan pada proses berdasarkan MSDS								
	Hazard							Pengelolaan
	Explosive	Flammable	Toxic	Corrosive	Irritant	Oxidizing	Radioactive	
Bahan Baku								
1. Tandan Kosong Kelapa Sawit								<p>PENCEGAHAN BAHAYA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Digunakan hanya pada area terbuka atau area dengan sirkulasi udara yang cukup. 2. Penggunaan sarung tangan, kaca mata pelindung dan baju pelindung saat penanganan bahan. <p>PENYIMPANAN</p> <p>Disimpan pada tempat dengan sirkulasi udara yang cukup</p>

A	Identifikasi hazard bahan kimia yang digunakan pada proses berdasarkan MSDS							
	Hazard						Pengelolaan	
	Explosive	Flammable	Toxic	Corrosive	Irritant	Oxidizing		Radioactive
2. Kotoran Sapi								<p>PENCEGAHAN BAHAYA</p> <ol style="list-style-type: none"> Hindari terhirup. Digunakan hanya pada area terbuka atau area dengan sirkulasi udara yang cukup. Penggunaan sarung tangan, kacamata pelindung dan baju pelindung saat penanganan bahan. <p>PENYIMPANAN</p> <p>Disimpan pada wadah dengan sirkulasi udara yang cukup.</p>
3. Air								<p>PENYIMPANAN</p> <p>Disimpan dalam wadah tertutup saat tidak digunakan.</p>
Bahan Penunjang								
1. Asam Sitrat					V			<p>PENCEGAHAN BAHAYA</p> <ol style="list-style-type: none"> Hindari terkena mata karena dapat menyebabkan iritasi mata yang serius. Penggunaan sarung tangan, kacamata dan baju pelindung saat penanganan bahan.

A	Identifikasi hazard bahan kimia yang digunakan pada proses berdasarkan MSDS							
	Hazard						Pengelolaan	
	Explosive	Flammable	Toxic	Corrosive	Irritant	Oxidizing	Radioactive	
								<p>PENANGANAN BAHAYA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Jika terhirup, korban segera pergi ke tempat dengan sirkulasi udara terbuka. 2. Jika terjadi kontak dengan kulit, segera tanggalkan semua pakaian yang terkontaminasi dan bilaslah kulit dengan air. 3. Jika masuk ke mata, cuci mata dengan air mengalir selama beberapa menit. 4. Segera pergi ke tempat medis terdekat, jika terdapat efek dalam jangka waktu yang lama. 5. Jika timbul api, gunakan gas karbon dioksida, bubuk, atau alat pemadam api foam. <p>PENYIMPANAN</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Disimpan dalam wadah dengan sirkulasi udara yang baik dan kering. 2. Wadah tertutup rapat

A	Identifikasi hazard bahan kimia yang digunakan pada proses berdasarkan MSDS							
	Hazard						Pengelolaan	
	Explosive	Flammable	Toxic	Corrosive	Irritant	Oxidizing	Radioactive	
Produk								
1. CH ₄	V	V						<p>PENCEGAHAN BAHAYA Jauhkan dari panas, percikan api, api menyala, permukaan yang panas.</p> <p>PENANGANAN BAHAYA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Jika terjadi kebocoran gas, jangan coba untuk dihentikan kecuali kebocoran gas dapat dihentikan dengan aman. 2. Jika terjadi kebocoran gas, jauhkan semua kondisi atau bahan yang berpotensi untuk menimbulkan panas, percikan api, api menyala, dan permukaan yang panas. <p>PENYIMPANAN Disimpan pada wadah dengan sirkulasi udara yang cukup.</p>

A	Identifikasi hazard bahan kimia yang digunakan pada proses berdasarkan MSDS							
	Hazard						Pengelolaan	
	Explosive	Flammable	Toxic	Corrosive	Irritant	Oxidizing	Radioactive	
Hasil Samping								
1. CO ₂	V							<p>PENCEGAHAN BAHAYA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hindari terhirup dan terkena mata, kulit atau pakaian. 2. Digunakan <i>Check Valve</i> untuk mengatur fluida gas hanya mengalir ke satu arah saja dan mencegah aliran ke arah sebaliknya (<i>backflow</i>). <p>PENANGANAN BAHAYA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Gunakan pakaian pelindung dan alat bantu pernafasan. 2. Segera semprotkan air ke tangki penyimpanan. 3. Matikan aliran gas jika kondisi aman, sambil tetap mengalirkan air. 4. Jauhkan dari sumber api jika kondisi aman. <p>PENYIMPANAN</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Disimpan pada wadah dengan sirkulasi udara yang baik. 2. Tutup katup pembuka setelah penggunaan dan saat tangki dalam keadaan kosong. 3. Hindarkan dari sinar matahari

A	Identifikasi hazard bahan kimia yang digunakan pada proses berdasarkan MSDS							
	Hazard						Pengelolaan	
	Explosive	Flammable	Toxic	Corrosive	Irritant	Oxidizing		Radioactive
2. H ₂ S	V	V	V	V	V			<p>PENCEGAHAN BAHAYA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Jauhkan dari panas, percikan api, api menyala, permukaan yang panas. 2. Penggunaan baju pelindung saat kontak dengan bahan. <p>PENANGANAN BAHAYA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Jika terhirup, pindahkan korban ke area yang tidak terkontaminasi dengan memakai alat bantu pernapasan. 2. Jika kontak dengan mata/kulit, lepaskan pakaian yang terkontaminasi, basuh mata sampai bersih dengan air setidaknya selama beberapa menit. 3. Jika terjadi ledakan, hentikan aliran yang menghasilkan gas H₂S jika memungkinkan. 4. Penggunaan alat pemadam kebakaran <p>PENYIMPANAN</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wadah penyimpanan dijaga dibawah suhu 50°C 2. Disimpan pada wadah dengan sirkulasi udara yang baik.

A	Identifikasi hazard bahan kimia yang digunakan pada proses berdasarkan MSDS						
	Hazard						Pengelolaan
	Explosive	Flammable	Toxic	Corrosive	Irritant	Oxidizing	
3. <i>Sludge</i>					V		<p>PENCEGAHAN BAHAYA Penggunaan sarung tangan, kacamata pelindung dan baju pelindung saat penanganan bahan.</p> <p>PENANGANAN BAHAYA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Jika kontak dengan mata, bilas mata secara menyeluruh dengan air. 2. Jika kontak dengan kulit, cuci kulit dengan sabun dan air jika terjadi iritasi. 3. Jika iritasi masih berlanjut hingga jangka waktu yang lama, segera mencari bantuan medis terdekat. <p>PENYIMPANAN Disimpan pada wadah dengan sirkulasi udara yang baik.</p>

Tabel 5.2 Identifikasi Hazard Peralatan Proses.

B Identifikasi hazard peralatan proses								
Peralatan	Hazard						Keterangan	Pengelolaan
	Tekanan	Temperatur	Putaran Pengaduk	Elevasi	Komposisi	Kuantitas bahan		
1. Tangki Pencampuran					V	V	<p>1. Terdiri dari bahan baku air, tandan kosong kelapa sawit, kotoran sapi dan asam sitrat. Asam sitrat berpotensi mengiritasi mata</p> <p>2. Perbandingan laju alir umpan air dan tandan kosong kelapa sawit dan kotoran sapi yang tidak sesuai akan menurunkan kualitas biogas yang dihasilkan.</p>	<p>PENCEGAHAN BAHAYA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Jauhkan bahan baku dari kondisi panas, percikan api, api menyala, permukaan yang panas. 2. Penggunaan sarung tangan, mata dan baju pelindung saat penanganan bahan. Jika terkena permukaan kulit segera basuh menyeluruh dengan air bersih <p>PENANGANAN BAHAYA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Jika tertelan, cuci mulut dengan air bersih. 2. Jika terkena permukaan kulit atau rambut, segera bersihkan hingga bahan hilang dengan air atau mandi. 3. Jika terhirup, korban segera pergi ke tempat dengan sirkulasi udara terbuka. 4. Jika masuk ke mata, cuci mata dengan air mengalir selama beberapa menit. 5. Segera pergi ke tempat medis terdekat, jika terdapat efek dalam jangka waktu yang lama. 6. Jika timbul api, gunakan gas karbon dioksida, bubuk, atau alat pemadam api foam.

B Identifikasi hazard peralatan proses								
Peralatan	Hazard						Keterangan	Pengelolaan
	Tekanan	Temperatur	Putaran Pengaduk	Elevasi	Komposisi	Kuantitas bahan		
							PENYIMPANAN 1. Disimpan dalam wadah dengan sirkulasi udara yang baik dan kering. 2. Wadah tertutup rapat	
2. Digester						V	PENGAMAN OPERASI Dipasang <i>Safety Valve</i> untuk menjaga tekanan dalam digester sesuai dengan yang sudah di set.	
3. Kompresor I	V						P ₁ = 100 kPa, P ₂ = 700 kPa PENGAMAN OPERASI Terdapat <i>automatic pressure switch</i> yang akan menjaga tekanan operasi sesuai dengan yang diinginkan.	
4. <i>Scrubber</i>	V					V	Water flow rate = 5948731.56kg/jam PENGAMAN OPERASI Dipasang <i>Flow Indicator Controller (FIC)</i> untuk menjaga laju alir umpan air masuk ke <i>scrubber</i> sesuai <i>set point</i>	
5. <i>Flash Tank</i>	V						P = 400 kPa PENGAMAN OPERASI Dipasang <i>Pressure Indicator Controller (PIC)</i> untuk menjaga tekanan didalam <i>flash tank</i> tetap pada tekanan 400 kPa.	

B Identifikasi hazard peralatan proses								
Peralatan	Hazard						Keterangan	Pengelolaan
	Tekanan	Temperatur	Putaran Pengaduk	Elevasi	Komposisi	Kuantitas bahan		
6. Stripper					V		<p>P = 100 kPa Kandungan gas H₂S dalam air yang keluar dari <i>stripper</i> harus ditangani dengan baik karena dapat mengiritasi mata, dengan konsentrasi tinggi dapat mengiritasi saluran pernapasan (AFROX, 2011).</p> <p>PENCEGAHAN BAHAYA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Jauhkan dari panas, percikan api, api menyala, permukaan yang panas. 2. Penggunaan baju pelindung saat kontak dengan bahan. <p>PENANGANAN BAHAYA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Jika terhirup, pindahkan korban ke area yang tidak terkontaminasi dengan memakai alat bantu pernapasan. 2. Jika kontak dengan mata/kulit, lepaskan pakaian yang terkontaminasi, basuh mata sampai bersih dengan air setidaknya selama beberapa menit. 3. Jika terjadi ledakan, hentikan aliran yang menghasilkan gas H₂S jika memungkinkan. 4. Penggunaan alat pemadam kebakaran <p>PENYIMPANAN</p> <p>Bak penampung air keluaran <i>stripper</i> penyimpanan dijaga dibawah suhu 50°C</p>	

Tabel 5.3 Identifikasi Hazard Tata Letak Pabrik dan Lokasi Proses.

C	Identifikasi hazard tata letak pabrik dan lokasi proses					
	Peralatan	Hazard				Keterangan
Ledakan		Kebakaran	Pelepasan bahan berbahaya	Operability & maintainability		
Tata letak pabrik						
1.	Letak tangki penyimpanan dari area proses		V			<p>Bahan baku utama yaitu tandan kosong kelapa sawit, kotoran sapi dna air yang diletakan dalam bak penampung tidak berpotensi menimbulkan bahaya.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bak penyimpanan bahan ditempatkan di dekat dengan area proses untuk memudahkan distribusi bahan baku ke alat proses produksi. - Penyimpanan bahan baku diletakan di daerah yang mudah dijangkau oleh peralatan pengangkutan yaitu searah jalur masuk dari gerbang pabrik. - Bahan baku pendukung yaitu asam sitrat disimpan dalam wadah tertutup

C Identifikasi hazard tata letak pabrik dan lokasi proses						
Peralatan	Hazard				Keterangan	Pengelolaan
	Ledakan	Kebakaran	Pelepasan bahan berbahaya	Operability & maintainability		
2. Letak area proses produksi	V	V	V		<p>Area produksi ialah tempat keseluruhan alat proses pembentukan biogas dan pemurnian biogas. Alat proses terdiri dari tangki pencampuran, digester, dan akumulator. Sedangkan pemurnian biogas kompresor, <i>scrubber</i>, <i>flash tank</i>, <i>stripper</i>, <i>water adsorber</i>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Area produksi ini diletakan pada lokasi yang memudahkan suplai bahan baku dari tempat penyimpanan dan pengiriman produk ke area penyimpanan produk. - Area produksi diletakan dekat dengan ruang kontrol dan operator serta kantor produksi sehingga mempermudah pengawasan proses dan perbaikan alat-alat.

C Identifikasi hazard tata letak pabrik dan lokasi proses						
Peralatan	Hazard				Keterangan	Pengelolaan
	Ledakan	Kebakaran	Pelepasan bahan berbahaya	Operability & maintainability		
3. Letak area listrik	V	V				Diletakan dekat dengan ruang kontrol dan operator sehingga mempermudah perbaikan dan pemeliharaan jaringan listrik.
4. Letak tangki penyimpanan produk liquid CO ₂	V				CO ₂ mudah meledak jika terkena panas (PRAXAIR, 2016)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diletakan dekat dengan area produksi sehingga akan mempermudah dan menghemat biaya untuk pipa sampai ke tangki penyimpanan CO₂ 2. Diletakan dekat dengan unit penyediaan air, sehingga jika terjadi ledakan dapat dengan mudah mendapatkan suplai air.

C Identifikasi hazard tata letak pabrik dan lokasi proses						
Peralatan	Hazard				Keterangan	Pengelolaan
	Ledakan	Kebakaran	Pelepasan bahan berbahaya	Operability & maintainability		
Lokasi Proses						
1. Jarak antara area proses dengan gedung kantor	V	V	V			Area proses dibangun 10 m dari gedung kantor untuk meminimalisir banyaknya karyawan yang menjadi korban jika terjadi ledakan di area proses
2. Jarak antara area proses dengan jalan raya			V			
3. Jarak antara area proses dengan pemukiman penduduk			V			Area proses dibangun 40 km dari jalan raya. Karena produk yang dihasilkan oleh pabrik berupa gas, maka terdapat kemungkinan gas akan lepas ke udara dan mencapai daerah jalan raya Pabrik didirikan dalam kawasan industri sehingga memungkinkan terdapat potensi gas akan lepas ke udara dan menuju pemukiman warga

C Identifikasi hazard tata letak pabrik dan lokasi proses						
Peralatan	Hazard				Keterangan	Pengelolaan
	Ledakan	Kebakaran	Pelepasan bahan berbahaya	Operability & maintainability		
4. Keterbatasan kondisi geografis area pabrik terkait dengan: gempa, petir, banjir dan bencana alam lainnya.		V				<ul style="list-style-type: none"> - Pabrik didirikan dengan material pondasi yang kuat - Pabrik dipasang dengan penangkal petir pada bangunan dan alat proses yang tinggi - Pemasangan alarm pemberitahuan yang bekerja secara otomatis apabila terjadi bencana alam - Mendirikan pabrik pada lokasi dimana dapat dihindari bahaya - bahaya seperti banjir dan gempa bumi.

5.2 PERTIMBANGAN ASPEK KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA

Tabel 5.4 Identifikasi Potensi Paparan Kimia dan Paparan Fisis.

A Identifikasi potensi paparan kimia							
Jenis Paparan	Hazard					Keterangan	Pengelolaan
	Kanker	Kerusakan Paru-paru	Kerusakan Ginjal	Kerusakan organ tubuh lainnya	Mutasi gen		
1. CH ₄				V		V	(Air Liquide, 2018) Operator harus menggunakan sarung tangan, kacamata pelindung dengan pelindung wajah, dan baju pelindung tahan api.
2. H ₂ S		V		V		V	(AFROX, 2011) Operator harus menggunakan masker, sarung tangan, kacamata dan baju pelindung.
3. CO ₂		V				V	(PRAXAIR, 2016) Operator harus menggunakan sarung tangan, kacamata pelindung dengan pelindung wajah dan baju pelindung.

A Identifikasi potensi paparan kimia								
Jenis Paparan	Hazard						Keterangan	Pengelolaan
	Kanker	Kerusakan Paru-paru	Kerusakan Ginjal	Kerusakan organ tubuh lainnya	Mutasi gen	Iritasi		
4. $C_6H_8O_7$		V		V		V	LabChem Perfomance Through Chemistry, 2007)	Operator harus menggunakan kacamata pelindung, sarung tangan, baju pelindung, penutup wajah, dan masker gas dengan filter tipe E.
B Identifikasi potensi paparan fisis								
Jenis Paparan	Hazard						Keterangan	Pengelolaan
	Tuli	Kanker	ISPA	Sakit kepala				
1. Kebisingan	V						Dari kompresor	Operator harus menggunakan <i>earplug</i>

5.3 PERTIMBANGAN ASPEK LINGKUNGAN PABRIK

Tabel 5.5 Identifikasi Hazard Emisi Gas, Limbah Cair dan Limbah Padat yang Dihasilkan dari Proses.

A Identifikasi hazard emisi gas yang dihasilkan dari proses									
Emisi	Sumber	Hazard						Keterangan	Pengelolaan
		Racun	Pemanasan global	Pembentukan SMOG	Pengikisan ozon	Hujan asam	Kerusakan ekologi		
1. CO ₂	<i>Stripper</i>		V						Gas CO ₂ yang telah terpisah oleh alat <i>stripper</i> , dikompresi hingga P= 6.000 kPa sehingga CO ₂ akan mencair dan dikomersialkan sebagai produk samping pabrik.

B Identifikasi hazard limbah cair yang dihasilkan dari proses									
Limbah Cair	Sumber	Hazard						Keterangan	Pengelolaan
		Meracuni manusia	Merusak ekosistem air	Mencemari sumber air	Mendegradasi siklus air	Merusak ekologi			
1. Air buangan mengandung gas CH ₄ , CO ₂ , dan H ₂ S	<i>Stripper</i>			V		V			Dilakukan pengolahan dengan BTF
C Identifikasi hazard limbah padat yang dihasilkan dari proses									
Limbah Padat	Sumber	Hazard						Keterangan	Pengelolaan
		Meracuni manusia	Merusak ekosistem air	Mencemari sumber air	Merusak ekologi	Toxic			
1. Sludge	Digester				V				Dilakukan pemanfaatan <i>sludge</i> sebagai pupuk kompos
	BTF				V				Dilakukan pemanfaatan <i>sludge</i> sebagai pupuk kompos