

Diterbitkan oleh:



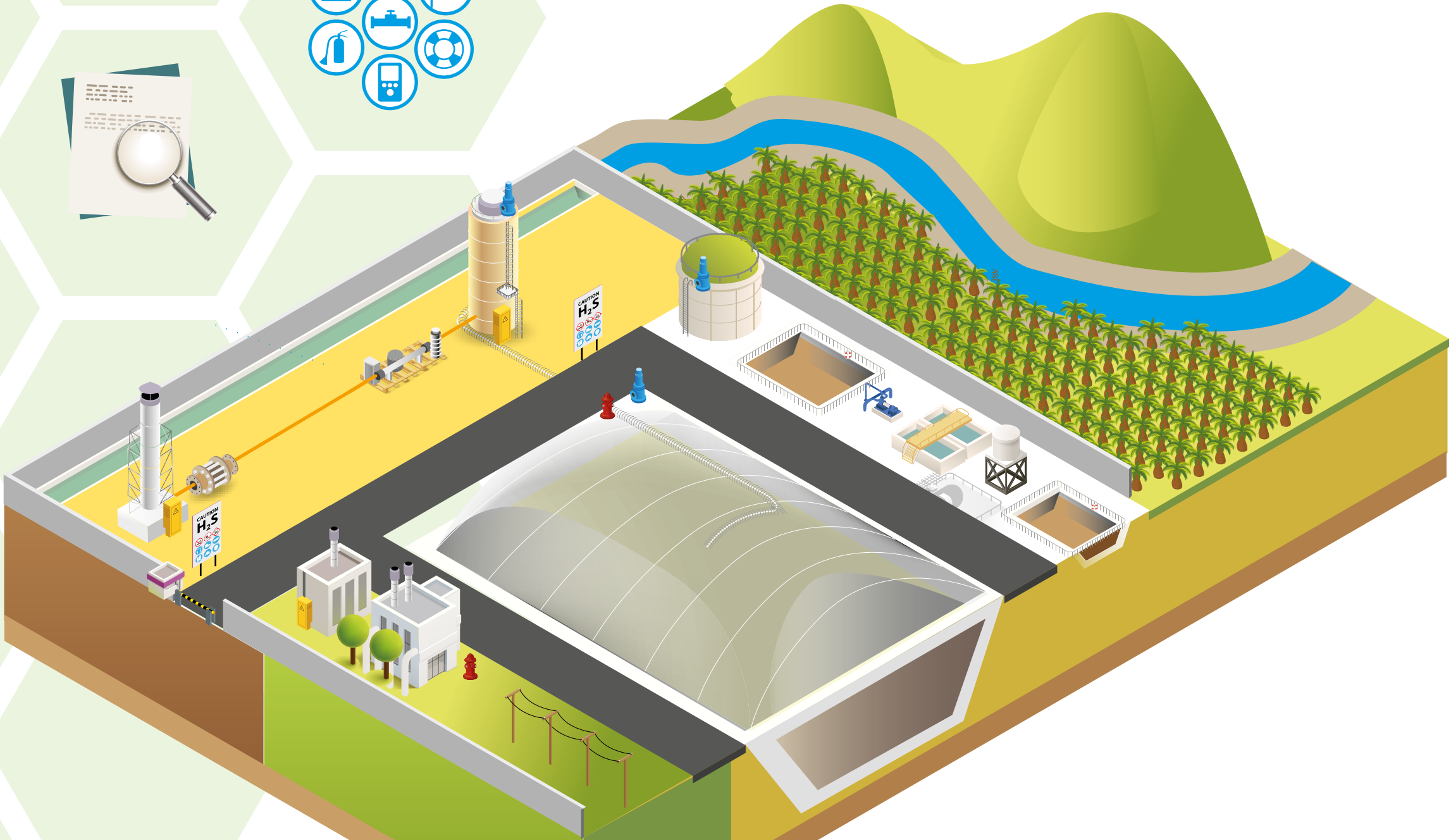
Atas nama:



Bekerja sama dengan:



Pedoman Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan dalam Pengoperasian Instalasi Biogas Berbasis Limbah Cair Kelapa Sawit



APAR	Alat Pemadam Api Ringan
APD	Alat Pelindung Diri
AS	Amerika Serikat
ATEX	<i>Atmosphere Explosive</i>
B3	Bahan Beracun dan Berbahaya
BOD	<i>Biological Oxygen Demand</i>
CAL	<i>Covered Anaerobic Lagoon</i>
CSTR	<i>Continuously Stirred Tank Reactor</i>
COD	<i>Chemical Oxygen Demand</i>
Ditjen EBTKE	Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi
ESDM	Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
GRK	Gas Rumah Kaca
HDPE	<i>High Density Polyethylene</i>
K3	Keselamatan dan Kesehatan Kerja
LCORE-INDO	Proyek Promotion of Least Cost Renewables in Indonesia
LH	Lingkungan Hidup
MSDS	<i>Material Safety Data Sheet</i>
UU	Undang – Undang
P2K3	Panitia Pembentuk Kesehatan Keselamatan Kerja
Permen	Peraturan Menteri
Permenaker	Peraturan Menteri Ketenagakerjaan
PKS	Pabrik Kelapa Sawit
PP	Peraturan Pemerintah
SMK3	Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja
SNI	Standar Nasional Indonesia
SOP	<i>Standard Operating Procedure</i>
TBS	Tandan Buah Segar

Pada saat ini, terdapat lebih dari 50 (lima puluh) instalasi biogas berbasis limbah cair kelapa sawit yang beroperasi di Indonesia. Instalasi biogas berbasis limbah cair kelapa sawit merupakan salah satu jenis instalasi berbasis bioenergi yang memanfaatkan limbah cair kelapa sawit, dimana menghasilkan biogas sebagai produk akhir dari proses biologis secara anaerobik oleh mikroorganisme. Sebagian besar instalasi biogas dimanfaatkan menjadi energi, terutama energi listrik untuk keperluan sendiri atau bahkan untuk dijual kepada PLN. Walaupun banyak instalasi biogas yang telah beroperasi di Indonesia, namun sampai saat ini belum ada panduan keselamatan untuk operasional instalasi biogas. Panduan keselamatan pada tiap instalasi biogas umumnya dapat berbeda-beda tergantung dari pengalaman masing-masing perusahaan mengenai instalasi biogas dan teknologi yang digunakan. Aspek keselamatan pada instalasi biogas menjadi hal yang sangat penting, tidak hanya untuk melindungi pekerja dan pengunjung di instalasi biogas, namun juga melindungi investasi instalasi biogas yang relatif tinggi.

Agar tercapai operasi instalasi biogas yang berkelanjutan, efisien, dan dapat diandalkan, Direktorat Bioenergi, Ditjen EBTKE bekerjasama dengan Deutsche Gesellschaft fuer Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH melalui proyek kerjasama The Promotion of Least Cost Renewables in Indonesia (LCORE-INDO) menyusun Pedoman Kesehatan Keselamatan Kerja (K3) dan Lingkungan dalam Pengoperasian Instalasi Biogas dari Limbah Cair Kelapa Sawit di Indonesia. Penyusunan pedoman ini melibatkan pemangku kepentingan terkait, seperti Kementerian Ketenagakerjaan, manajemen Pabrik Kelapa Sawit (PKS) dan pengembang proyek biogas yang mengoperasikan instalasi biogas berbasis limbah cair kelapa sawit. Pedoman ini dapat digunakan sebagai acuan umum bagi para pemangku kepentingan untuk membuat pedoman yang bersifat khusus, misalnya petunjuk teknis maupun SOP yang lebih rinci sesuai dengan kebutuhan masing-masing perusahaan. Walaupun pedoman ini ditujukan untuk instalasi biogas berbasis limbah cair kelapa sawit, namun panduan ini dapat menjadi acuan bagi instalasi biogas yang bukan berbasis limbah cair kelapa sawit.

Kami menyadari pedoman yang telah tersusun ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kami masih terbuka untuk menerima kritik dan saran yang membangun guna memperbaiki pedoman ini di masa yang akan datang. Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak atas perhatian, dukungan, dan kerja sama dalam penyusunan pedoman ini. Semoga pedoman ini dapat bermanfaat bagi sektor biogas di Indonesia.

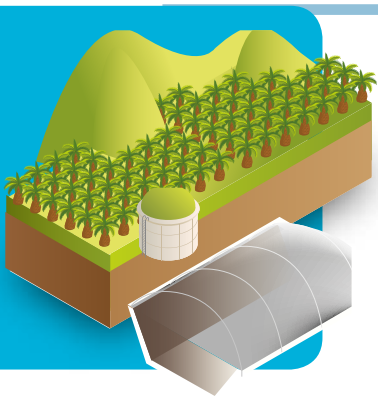
Jakarta, 31 Desember 2018

ttd

Ir. Rida Mulyana, M.Sc

Direktur Jenderal Energi Baru, Terbarukan, dan Konservasi Energi

DAFTAR ISI



1 PENDAHULUAN

Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iii
1.1 Tujuan Pedoman dan Lingkup Pedoman	7
1.2 Gambaran Umum Regulasi K3 dan Lingkungan di Indonesia	8
1.3 Daftar Istilah	10
1.4 Gambaran Umum Instalasi Biogas	12

2 MANAJEMEN RISIKO INSTALASI BIOGAS

2.1. Identifikasi Potensi Bahaya	18
2.1.1. Bahaya Api dan Ledakan	20
2.1.2. Zat-Zat Berbahaya	24
2.1.3. Bahaya Listrik	26
2.1.4. Bahaya Mekanik	27
2.1.5. Bahaya Kebisingan	27
2.1.6. Bahaya Tekanan	28
2.1.7. Bahaya Termal	29
2.1.8. Bahaya Lingkungan dan Lingkungan Sekitar	30
2.1.9. Bahaya pada Ruang Terbatas	31
2.2. Penilaian Resiko	32
2.3. Pengendalian Bahaya	33
2.3.1 Pengendalian Bahaya secara Teknis	34
2.3.2 Pengendalian Bahaya secara Administrasi	42
2.3.3 Pengendalian Bahaya secara Personal	44
2.4. Fasilitas Keselamatan Minimum	46

3 BAHAYA SPESIFIK DAN PENGENDALIAN

3.1. Pengolahan Awal Limbah Cair Kelapa Sawit	50
Kolam dan Menara Pendingin	52
Bak Pengaduk	54
Distribusi Limbah Cair Kelapa Sawit	55
3.2. Digester Anaerobik	56
Covered Anaerobic Lagoon (CAL)	58
Continuously Stirred Tank Reactor (CSTR)	60
Pengkondisian Biogas	
Scrubber	62
Dehumidifier	64
Distribusi Biogas	65
3.3. Pemanfaatan Biogas	66
Flare	68
Gas engine	70
Boiler burner	72
3.4. Klasifikasi Area pada Instalasi Biogas	74



4 PEMANTAUAN DAN PENGUJIAN KESELAMATAN DAN LINGKUNGAN

4.1. Pemantauan dan Pengujian Keselamatan	77
4.2. Pemantauan dan Pengelolaan Lingkungan	82

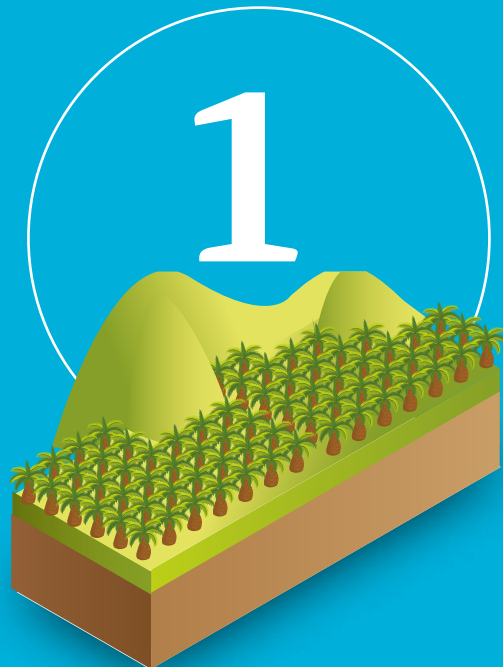
Lampiran

1 Daftar Peraturan K3 dan Lingkungan	85
2 Contoh Pengisian Manajemen Risiko pada Instalasi Biogas	86
3.1 Contoh Ijin Memasuki Ruang Terbatas	88
3.2 Contoh Daftar Periksa Memasuki Ruang Terbatas	90
4 Contoh Ilustrasi Pengarahan Keselamatan	91
5 Contoh Instruksi Kerja	92
6 Contoh Formulir Temuan Pemeriksaan Keselamatan	93
7 Alur Pelaporan Kecelakaan atau Kejadian	94
8 Contoh Format Laporan Triwulan P2K3	96
9 Prinsip dan Format LOTO	98
10 Contoh Pelaporan Analisa Risiko Keselamatan Kerja dan Area Kerja	100
11 Prosedur Pekerjaan Panas	102
12 Lembar Data Keselamatan Material	106
13 Contoh Formulir Data Inventarisasi GRK Instalasi Biogas PT. XYZ	112
Daftar Pustaka	113
Terbitan	



BAB 1

1



PENDAHULUAN

- Tujuan dan lingkup pedoman.
- Gambaran umum regulasi K3 dan lingkungan di Indonesia.
- Daftar istilah yang bertujuan untuk memudahkan pembaca dalam memahami istilah-istilah teknis yang digunakan pada pedoman ini.
- Gambaran umum tentang instalasi biogas, yang terdiri dari proses pembentukan biogas, karakteristik penyusun biogas, dan proses instalasi biogas.

1.1 TUJUAN PEDOMAN DAN LINGKUP PEDOMAN

TUJUAN PEDOMAN

📖 Pedoman ini bertujuan untuk memberikan petunjuk terhadap standar keselamatan operasional instalasi biogas berbasis limbah cair kelapa sawit guna melindungi kesehatan, keselamatan, dan lingkungan pekerja pada instalasi tersebut.

⚠️ Pedoman ini tidak membahas tahap perencanaan, komisioning dan konstruksi untuk instalasi biogas.

SASARAN PEDOMAN

Pedoman ini ditujukan untuk:



Pabrik Kelapa Sawit (PKS) yang memiliki instalasi biogas

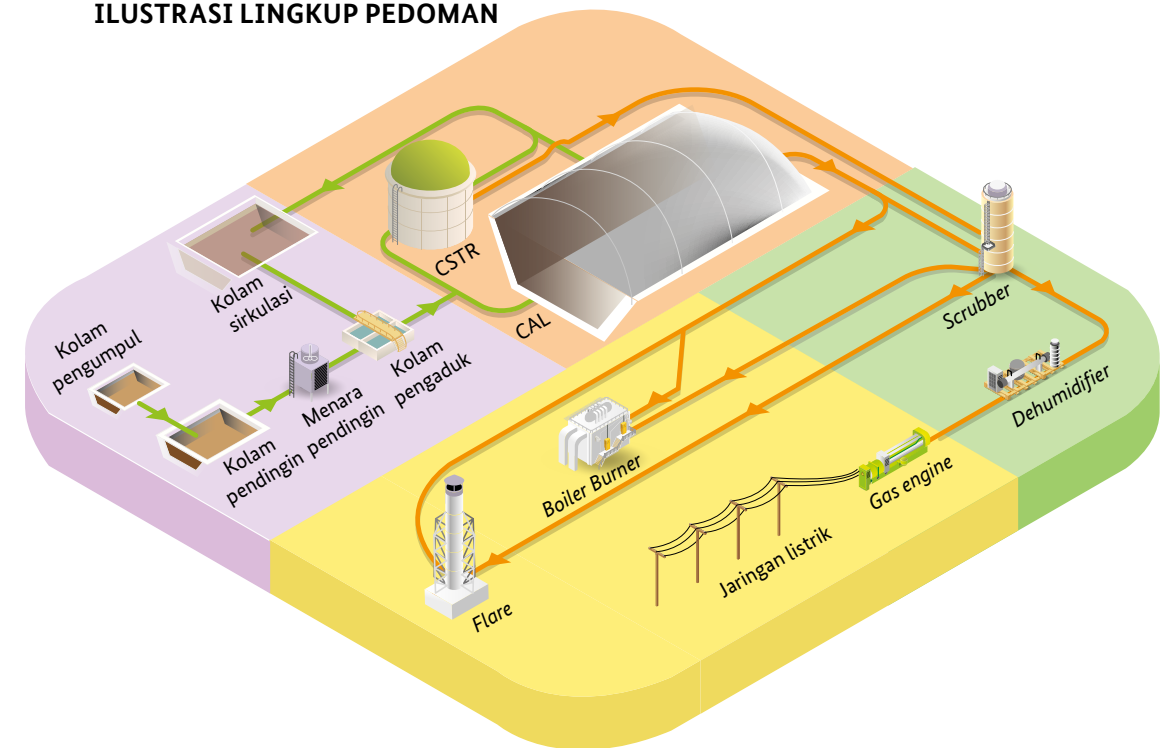


Pihak pengembang biogas yang mengoperasikan instalasi biogas



Manajemen dan operator instalasi biogas berbasis limbah cair kelapa sawit

ILUSTRASI LINGKUP PEDOMAN



Pengolahan Awal
Pengkondisian limbah cair kelapa sawit agar tercapai nilai parameter yang sesuai sebelum memasuki digester anaerobik

Digester Anaerobik
Terjadi proses dekomposisi zat-zat organik oleh bakteri sehingga menghasilkan biogas

Pengkondisian Biogas
Sistem pemurnian biogas agar memenuhi persyaratan masuk ke unit *gas engine*

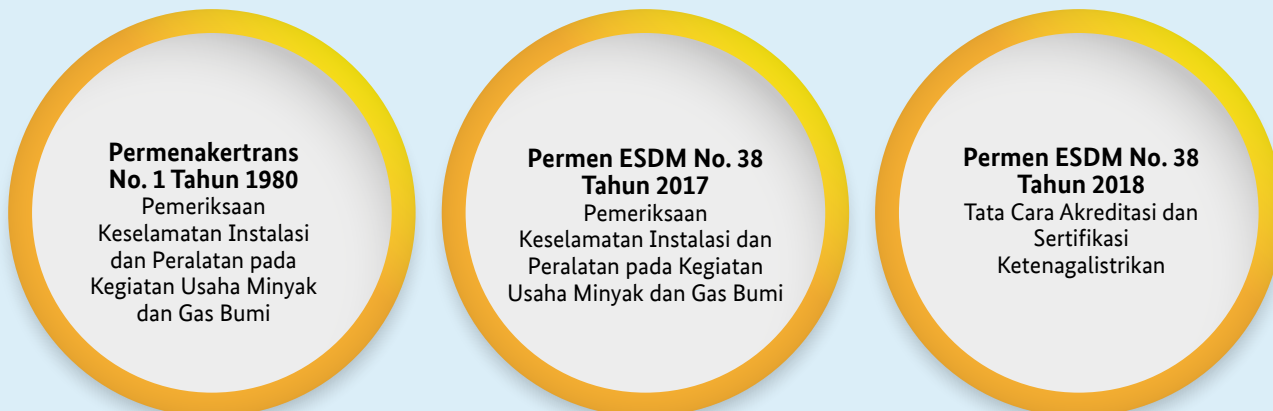
Pemanfaatan Biogas
Proses konversi biogas menjadi energi

1.2 GAMBARAN UMUM REGULASI K3 DAN LINGKUNGAN DI INDONESIA

Pada saat pedoman ini disusun, belum terdapat Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (SMK3) yang spesifik untuk sektor biogas di Indonesia. Namun, Indonesia telah memiliki undang-undang dan peraturan menteri terkait keselamatan kerja, yaitu tertuang dalam:



Selain itu, peraturan-peraturan yang dapat dijadikan referensi K3 untuk instalasi biogas di Indonesia, antara lain:



Daftar peraturan dan standar K3 lainnya baik di Indonesia dan internasional dapat dilihat pada Lampiran 1



INTERNASIONAL

OHSAS 18001:2007
Standar yang telah diterapkan untuk sistem manajemen keselamatan dan kesehatan. Standar OHSAS 18001 menetapkan persyaratan minimum untuk praktik terbaik manajemen kesehatan dan keselamatan kerja

International Standard Organisation (ISO)

TC 255* terkait topik biogas yang dihasilkan oleh proses anaerobik, gasifikasi dari biomassa, dan listrik ke gas dari sumber biomassa Standar ISO/TC 255 tersebut juga akan membahas aspek lingkungan dan keselamatan pada instalasi biogas

*(dalam proses pengembangan)



AMERIKA SERIKAT

Occupational Safety and Health Administration (OSHA)

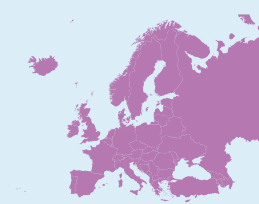
Regulasi terkait topik keselamatan dan kesehatan

National Fire Protection Association (NFPA)

Kode Listrik Nasional, Kode Keselamatan Kehidupan, Kode Api, dan Kode Gas Bahan Bakar Nasional

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)

Informasi data keamanan bahan (MSDS)



EROPA

Uni Eropa

ATEX* 137 (Instruksi 99/92/EC) tentang persyaratan minimum untuk meningkatkan perlindungan kesehatan dan keselamatan pekerja berpotensi berisiko dari atmosfer eksplosif

ATEX* 2014/34/EU tentang klasifikasi peralatan kerja (listrik) yang aman untuk digunakan pada lingkungan kerja yang memiliki potensi atmosfer eksplosif

*Instruksi atmosfer eksplosif



JERMAN

Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forstern und Gartenbau (SVLFG) - Landwirtschaftliche Berufsgenossenschaft

Aturan biogas untuk sistem biogas - "Technische Information 4 Sicherheitsregeln für Biogas-anlage"

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BauA) Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS)

Aturan teknis untuk zat berbahaya (TRGS) – perlindungan pekerja

Kommission für Anlagensicherheit (KAS)

Selebaran komponen konsumsi gas tambahan – keamanan flare

Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI)

Contoh pendefinisian zona untuk instalasi biogas

ISO Organisasi internasional yang independen (non-pemerintah) yang bertugas mengembangkan standar internasional secara sukarela, berbasis konsensus, mendukung inovasi dan memberikan solusi untuk tantangan global

AMERIKA SERIKAT

OSHA Badan dari Departemen Tenaga Kerja yang bertugas untuk menyusun dan menetapkan standar dan dengan memberikan pelatihan, penyuluhan, pendidikan dan bantuan

NFPA Organisasi global nonprofit yang memberikan sumber informasi melalui lebih dari 300 kode konsensus dan standar, penelitian, pelatihan, pendidikan, sosialisasi dan advokasi tentang kebakaran, listrik, dan bahaya terkait

NIOSH Bagian dari Pusat Pengendalian dan Pencegahan Penyakit dalam Departemen Kesehatan dan Layanan Kemanusiaan yang bertugas dalam pengembangan rekomendasi untuk standar kesehatan dan keselamatan, informasi terkait tingkat aman dari paparan terhadap bahan-bahan beracun, agen dan zat fisik yang berbahaya, serta bertugas untuk melakukan penelitian tentang masalah keselamatan dan kesehatan yang baru

JERMAN

SVLFG Sebuah perusahaan federal di bawah hukum publik dengan pemerintahan sendiri sebagai pemegang asuransi sosial pertanian. SVLFG bertanggung jawab atas pelaksanaan asuransi terhadap sektor pertanian, meliputi asuransi kecelakaan, asuransi hari tua untuk petani, kesehatan dan perawatan jangka panjang

BauA Lembaga federal untuk keselamatan dan kesehatan kerja

BMAS Kementerian Tenaga Kerja dan Sosial

KAS Badan independen untuk menasihati Pemerintah Federal atau Kementerian Federal yang bertanggung jawab atas hal-hal yang berkaitan dengan keselamatan fasilitas yang berhubungan dengan *Federal Immission Control Act*

BG RCI Asosiasi profesional yang memiliki mandat hukum untuk mencegah kecelakaan kerja serta penyakit akibat kerja dan bahaya kesehatan terkait pekerjaan. Asosiasi mendukung perusahaan secara komprehensif dalam semua aspek keselamatan dan kesehatan kerja, mengadakan pelatihan, menyelidiki penyebab kecelakaan dan memeriksa peralatan kerja teknis

1.3 DAFTAR ISTILAH



PENGURAIAN ANAEROBIK

Proses biologis yang berlangsung oleh bakteri anaerobik tanpa oksigen (oksigen atmosfer) untuk menguraikan zat organik dan menghasilkan biogas



INSTALASI BIOGAS

Peralatan dan bangunan yang terdiri dari unit pengolahan awal, digester anaerobik, pengkondisian, dan pemanfaatan biogas



BIOGAS

Gas yang merupakan produk akhir dari proses biologis dalam kondisi anaerobik oleh mikroorganisme. Gas tersebut pada umumnya terdiri dari metana, karbon dioksida, dan hidrogen sulfida yang bersifat mudah terbakar dan korosif



BOILER BURNER

Alat pembakar pada boiler yang menggunakan campuran biogas dan oksigen sebagai bahan bakar



BLOWER

Unit yang berfungsi untuk menyalurkan biogas dari digester ke unit pengkondisian dan pemanfaatan biogas



FLAME ARRESTER

Perangkat untuk memadamkan api dan menghentikan penyebaran api ke dalam sistem gas



SUBSTRAT

Bahan baku untuk penguraian anaerobik, misalnya kotoran ternak, limbah cair kelapa sawit, atau limbah pertanian lainnya



KOLAM PENGUMPUL

Bak penampung sisa produksi pengolahan kelapa sawit yang berupa lumpur dan tumpahan minyak



COVERED ANAEROBIC LAGOON

Kolam anaerobik yang dilengkapi dengan penutup membran HDPE untuk menangkap biogas yang dihasilkan



CONTINUOUS STIRRED TANK REACTOR (CSTR)

Tangki anaerobik tertutup yang terbuat dari baja dan dilengkapi oleh alat pengaduk (*agitor*). Penutup tangki tersebut juga dapat berupa baja atau membran HDPE



BIOGAS SCRUBBING

Proses desulfurisasi biogas, yaitu penghilangan sebagian atau seluruh gas hidrogen sulfida yang bersifat korosif yang terkandung di dalam biogas



DEHUMIDIFIER

Unit yang digunakan untuk memisahkan biogas dan uap air sebelum biogas masuk ke unit *gas engine*



KONDENSAT

Cairan yang berasal dari uap air yang terkondensasi pada proses pengkondisian biogas dengan menggunakan *dehumidifier*



RUANG MESIN

Ruangan dimana unit *gas engine* ditempatkan



FLARE

Alat yang digunakan untuk membakar kelebihan biogas yang tidak dimanfaatkan



KATUP PENGATUR TEKANAN

Katup yang berfungsi untuk melepaskan tekanan biogas yang berlebihan



RUANG TERBATAS

Tempat yang tertutup secara substansial (memiliki sarana terbatas atau terbatas untuk akses masuk dan keluar) sehingga dapat mengarah pada kondisi bahaya akibat kekurangan oksigen



AMBANG LEDAKAN

Konsentrasi di mana gas yang mudah terbakar, bila tercampur dengan udara atau gas lain (mendukung pembakaran). Kisaran ini berada diantara batas ledakan



SISTEM ZONA

Area berpotensi terjadinya ledakan berdasarkan frekuensi kehadiran gas eksplosif di atmosfer. Semakin lama gas tersebut hadir, semakin besar resiko terjadinya api dan ledakan



ATEX

Standar Eropa yang menjelaskan peralatan dan ruang kerja yang diizinkan di lingkungan dengan atmosfer eksplosif



PEKERJAAN PANAS

Pekerjaan yang menggunakan atau menghasilkan nyala api atau panas, misalnya pemotongan pipa, pengelasan, menggerinda dan lain-lain



LEMBAR DATA KESELAMATAN BAHAN

Dokumen yang berisi uraian umum bahan, sifat fisik dan kimiawi, cara penggunaan, penyimpanan hingga pengelolaan bahan kimia



ALAT PEMADAM API RINGAN (APAR)

Alat pemadam kebakaran portabel yang digunakan atau dioperasikan secara manual dan langsung diarahkan pada sumber api



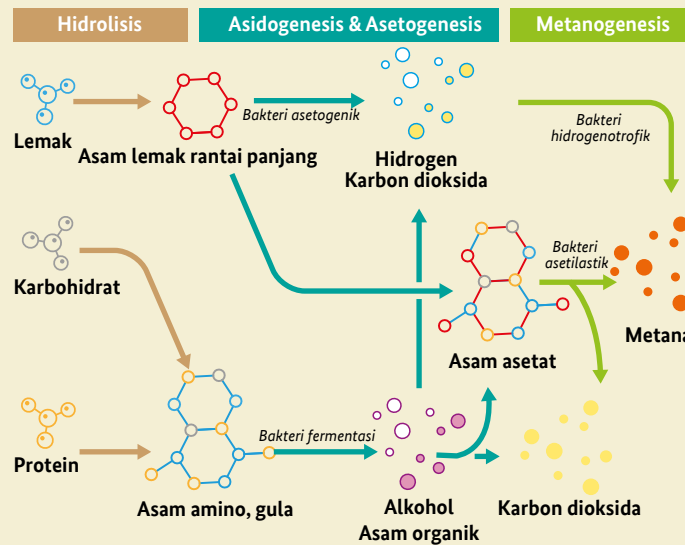
HIDRAN HALAMAN

Sistem proteksi kebakaran yang dilengkapi dengan slang dan mulut pancar (*nozzle*) untuk mengalirkan air bertekanan yang digunakan untuk pemadaman kebakaran dan diletakkan di halaman bangunan gedung

1.4 GAMBARAN UMUM TENTANG INSTALASI BIOGAS

Biogas adalah gas yang dihasilkan oleh proses penguraian zat-zat organik tanpa melibatkan oksigen (anaerobik), gasifikasi biogas atau listrik ke gas yang berasal dari sumber biomassa dan gas tersebut diproses tanpa melalui proses peningkatan atau pemurnian lebih lanjut (ISO 20675, 2018).

PROSES PEMBENTUKAN BIOGAS



Fase Hidrolisis

Molekul rantai panjang, seperti seperti karbohidrat, protein, dan lemak dipecah menjadi monomer (fragmen yang larut dalam air) seperti gula sederhana, asam amino, dan asam lemak rantai panjang oleh enzim ekstraseluler yang dihasilkan oleh bakteri fermentasi. Karbohidrat, protein, dan selulosa dapat terhidrolisis secara mudah, sedangkan lignin akan terdegradasi perlahan karena kompleksitas dari komposisi kimia dan fisik dari lignin itu sendiri

Fase Asidogenesis

Pada fase asidogenesis, komponen monomer yang terbentuk pada tahap hidrolisis akan menjadi bahan makanan bagi bakteri pembentuk asam (fermentasi). Pada tahap ini, bakteri tersebut mengubah gula dan protein sederhana menjadi asam organik, alkohol, hidrogen, dan karbon dioksida

Fase Asetogenesis

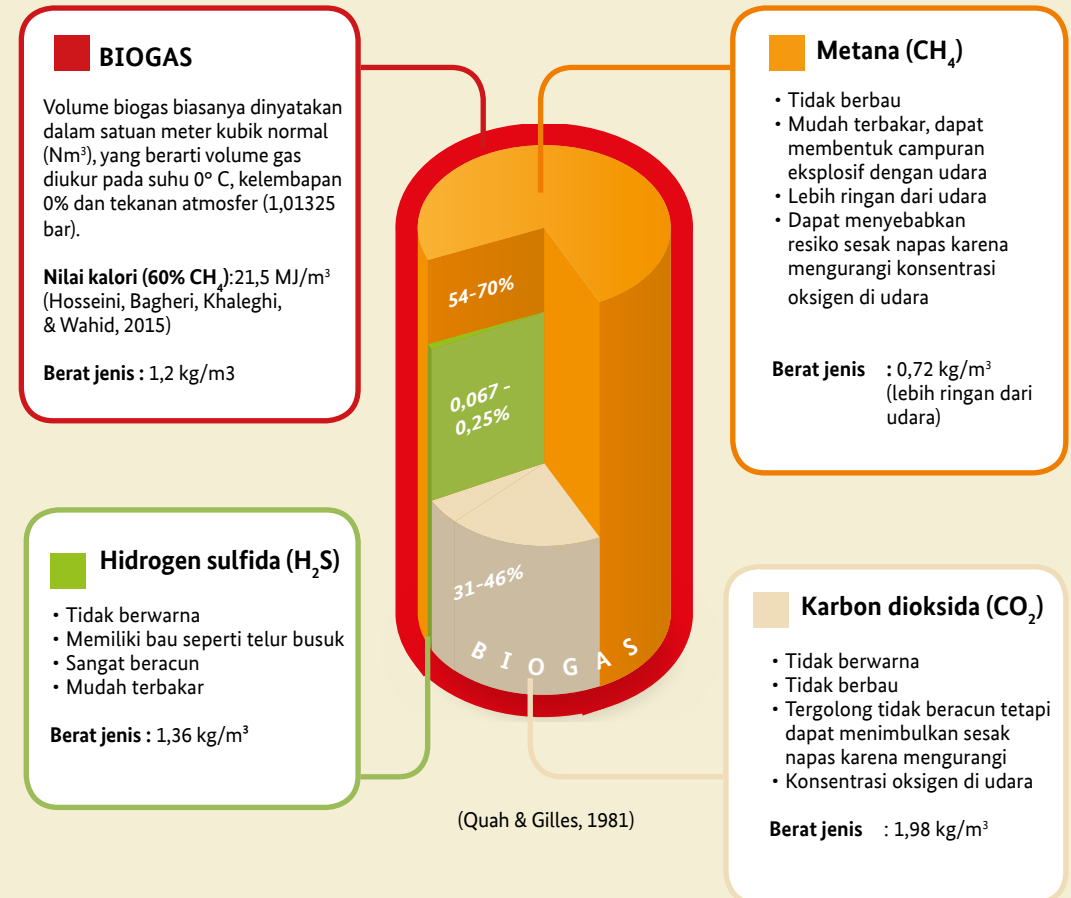
Produk dari fase asidogenesis berfungsi sebagai substrat untuk bakteri asetogenik. Bakteri asetogenik tersebut mengubah asam organik menjadi hidrogen dan asam asetat

Fase Metanogenesis

Pada fase metanogenesis, metana dihasilkan oleh dua jenis bakteri yang berbeda, yaitu oleh bakteri (metanogen) hidrogenotrofik yang berperan untuk mengubah hidrogen dengan menggunakan karbon dioksida dan bakteri asetilastik yang berperan mengubah asam asetat. Selain metana, fase metanogenesis oleh bakteri asetilastik juga menghasilkan karbon dioksida

KARAKTERISTIK BIOGAS

Biogas terbentuk dari proses anaerobik ketika mikroorganisme, terutama bakteri, mendegradasi bahan organik tanpa melibatkan oksigen. Beberapa referensi komposisi penyusun biogas dapat dilihat pada tabel di bawah ini.



Karakteristik biogas dibandingkan dengan gas lainnya

Parameter	Unit	Biogas (60% CH ₄)	Gas Alam	Propana	Metana	Hidrogen
Nilai Kalori	kWh/m ³	6	10	26	10	3
Berat Jenis	kg/m ³	1,2	0,7	2,01	0,72	0,09
Berat jenis relatif terhadap udara		0,9	0,54	1,51	0,55	0,07
Suhu pembakaran	°C	700	650	470	595	585
Kecepatan perambatan api maksimum di udara	m/s	0,25	0,39	0,42	0,47	0,43
Nilai ambang batas ledakan	% v / v	6 – 22	4,4 – 15	1,7– 10,9	4,4 – 16,5	4 – 77
Konsumsi udara secara teoritis	m ³ / m ³	5,7	9,5	23,9	9,5	2,4

(German Social Insurance for Agriculture, Forestry, and Horticulture, 2016)

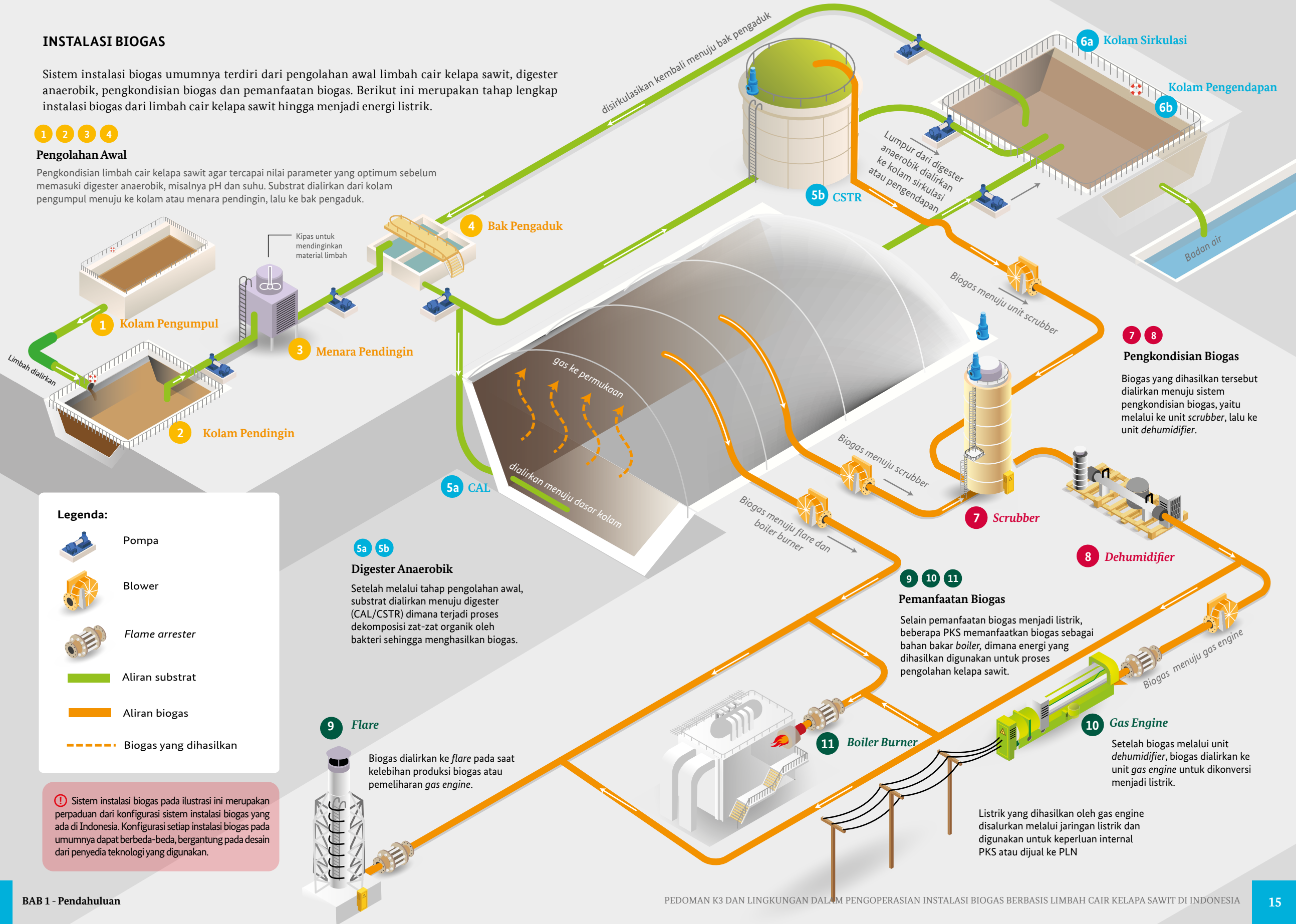
INSTALASI BIOGAS

Sistem instalasi biogas umumnya terdiri dari pengolahan awal limbah cair kelapa sawit, digester anaerobik, pengkondisian biogas dan pemanfaatan biogas. Berikut ini merupakan tahap lengkap instalasi biogas dari limbah cair kelapa sawit hingga menjadi energi listrik.

1 2 3 4

Pengolahan Awal

Pengkondisian limbah cair kelapa sawit agar tercapai nilai parameter yang optimum sebelum memasuki digester anaerobik, misalnya pH dan suhu. Substrat dialirkan dari kolam pengumpul menuju ke kolam atau menara pendingin, lalu ke bak pengaduk.



Legenda:

-  Pompa
-  Blower
-  Flame arrester
-  Aliran substrat
-  Aliran biogas
-  Biogas yang dihasilkan

⚠ Sistem instalasi biogas pada ilustrasi ini merupakan perpaduan dari konfigurasi sistem instalasi biogas yang ada di Indonesia. Konfigurasi setiap instalasi biogas pada umumnya dapat berbeda-beda, bergantung pada desain dari penyedia teknologi yang digunakan.

5a 5b

Digester Anaerobik

Setelah melalui tahap pengolahan awal, substrat dialirkan menuju digester (CAL/CSTR) dimana terjadi proses dekomposisi zat-zat organik oleh bakteri sehingga menghasilkan biogas.

9 Flare

Biogas dialirkan ke flare pada saat kelebihan produksi biogas atau pemeliharaan gas engine.

11 Boiler Burner

Pemanfaatan Biogas

Selain pemanfaatan biogas menjadi listrik, beberapa PKS memanfaatkan biogas sebagai bahan bakar boiler, dimana energi yang dihasilkan digunakan untuk proses pengolahan kelapa sawit.

10 Gas Engine

Setelah biogas melalui unit dehumidifier, biogas dialirkan ke unit gas engine untuk dikonversi menjadi listrik.

Listrik yang dihasilkan oleh gas engine disalurkan melalui jaringan listrik dan digunakan untuk keperluan internal PKS atau dijual ke PLN

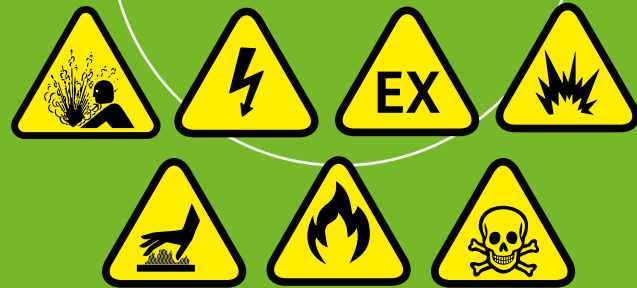
7 8

Pengkondisian Biogas

Biogas yang dihasilkan tersebut dialirkan menuju sistem pengkondisian biogas, yaitu melalui ke unit scrubber, lalu ke unit dehumidifier.

BAB

2



MANAJEMEN RISIKO INSTALASI BIOGAS

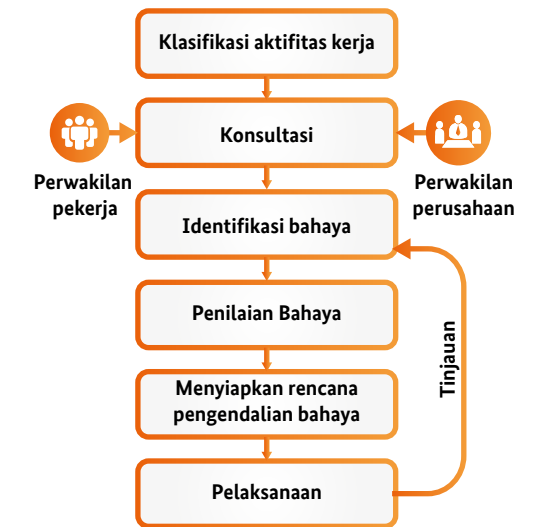
- Identifikasi bahaya menguraikan jenis-jenis bahaya yang dapat ditemukan pada instalasi biogas termasuk simbol-simbol keselamatan yang berkaitan dengan bahaya tersebut.
- Penilaian risiko menjelaskan tentang pengkajian risiko dalam bentuk matriks risiko.
- Pengendalian risiko menjelaskan beserta bentuk-bentuk pengendalian bahaya, yaitu tentang pengendalian secara teknis, administrasi, dan personal sesuai dengan identifikasi potensi bahaya.

Model *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC) merupakan dasar-dasar manajemen risiko yang perlu diterapkan pada suatu perusahaan yang memiliki tingkat potensi bahaya yang tinggi, tidak terkecuali pada instalasi biogas. Model tersebut meliputi identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko dan dapat digunakan sebagai referensi terhadap bentuk manajemen risiko bagi praktik perencanaan, manajemen dan operasi instalasi biogas yang aman dan dapat diandalkan.

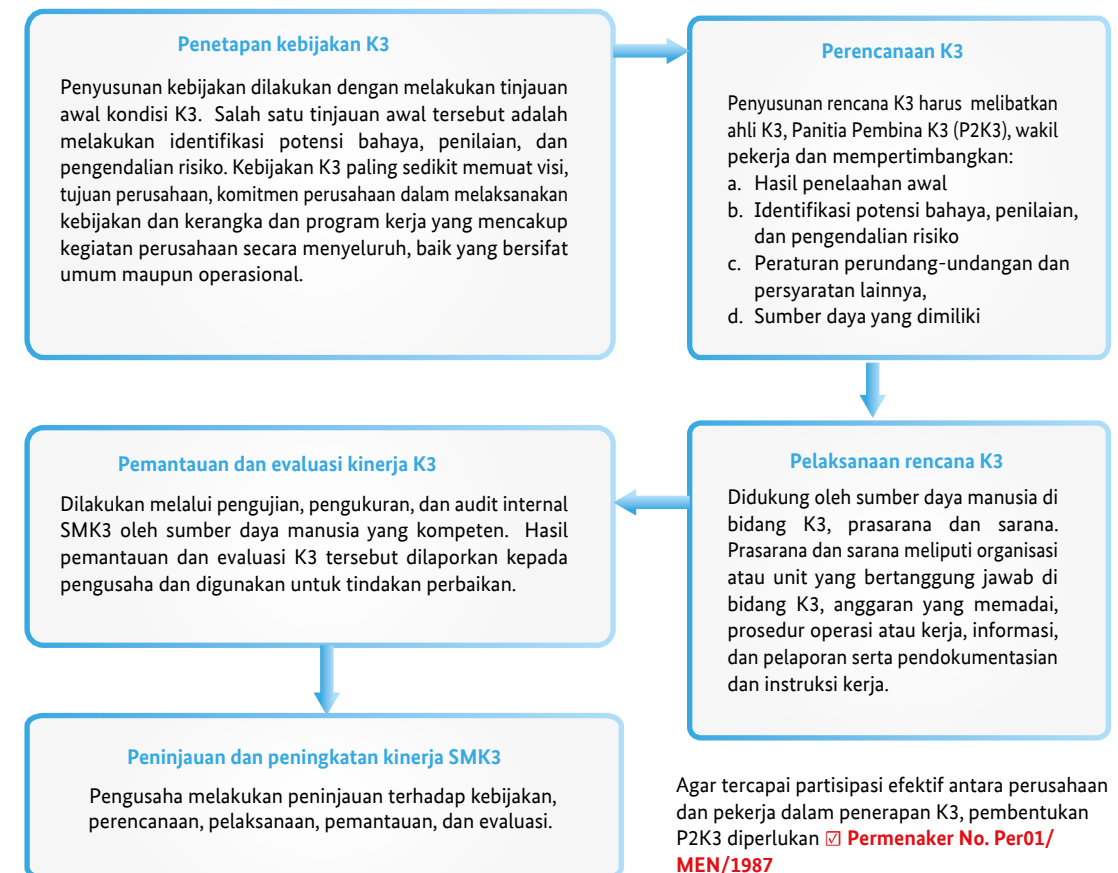
Model HIRARC tersebut sejalan dengan bagian penetapan kebijakan K3 yang tertuang dalam penerapan sistem manajemen K3 berdasarkan **Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 50 Tahun 2012**.

! Peraturan tersebut mewajibkan penerapan SMK3 di perusahaan yang memperkerjakan pekerja atau buruh paling sedikit 100 (seratus) orang atau perusahaan yang memiliki tingkat potensi bahaya yang tinggi.

Model HIRARC



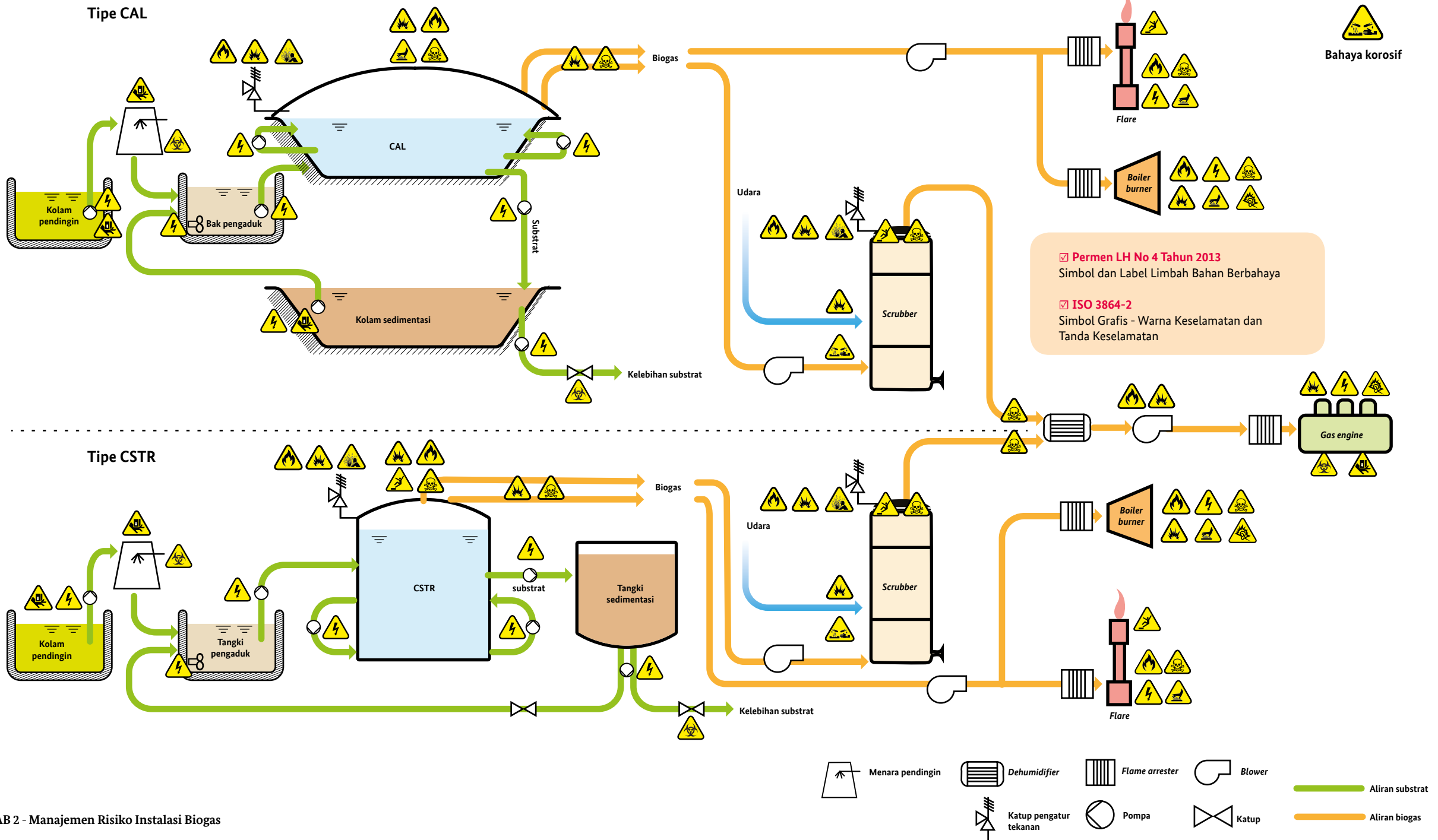
PP No. 50 Tahun 2012 tentang Penerapan SMK3



2.1 IDENTIFIKASI POTENSI BAHAYA

Instalasi biogas merupakan instalasi yang menghasilkan gas-gas yang dihasilkan oleh proses biologis dalam kondisi anaerobik. Produksi dan komposisi gas tersebut dapat berpotensi menimbulkan bahaya karena karakteristik gas tersebut mudah terbakar dan korosif. Potensi bahaya yang dapat terjadi pada instalasi biogas mencakup bahaya api dan ledakan, gas, listrik, zat-zat berbahaya (misalnya berasal dari cairan kimia), listrik, mekanik, lingkungan dan lingkungan sekitar. Kategori bahaya beserta deskripsi dan simbol keselamatan yang digunakan pada instalasi biogas seperti ilustrasi di bawah ini.

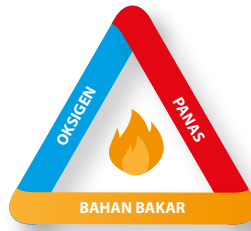
				
Bahaya biologis	Bahaya zat beracun	Bahaya api	Bahaya tekanan	Bahaya ketinggian
				
Bahaya ledakan	Bahaya permukaan panas	Bahaya listrik	Bahaya kebisingan	Bahaya mekanik





2.1.1 BAHAYA API DAN LEDAKAN

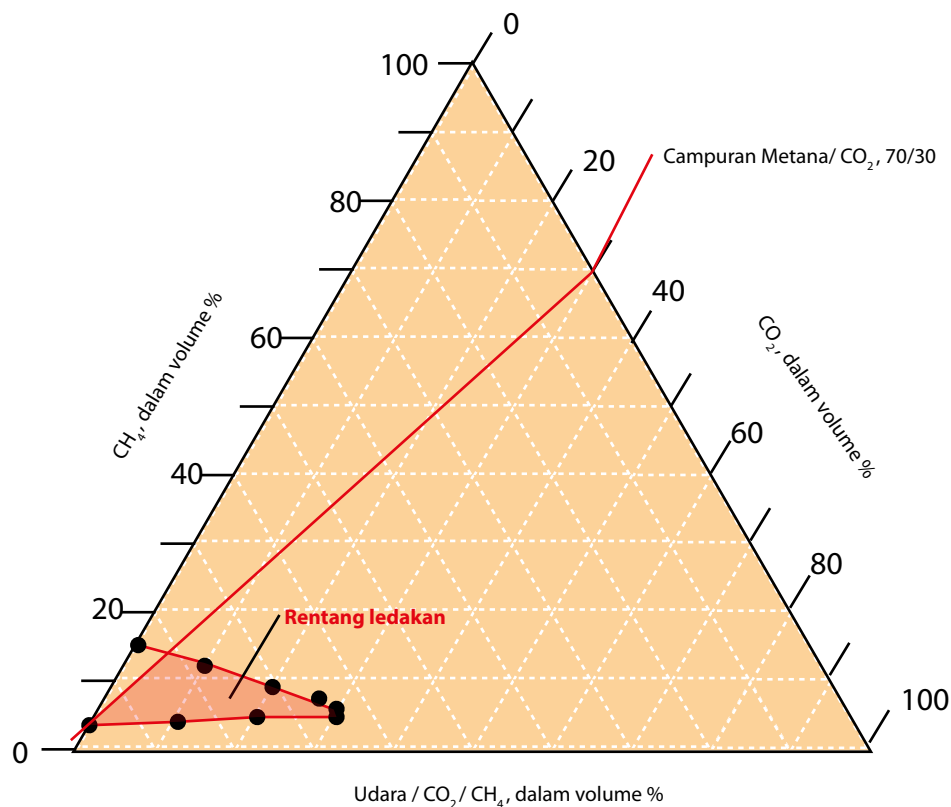
Bahaya api dan ledakan merupakan akibat dari suatu reaksi oksidasi cepat yang terbentuk dari percampuran 3 (tiga) unsur yaitu panas atau percikan (bunga api), oksigen dan bahan mudah terbakar yang menghasilkan panas dan cahaya. Ilustrasi 3 (tiga) unsur api dapat dilihat sebagaimana pada gambar segitiga api berikut.



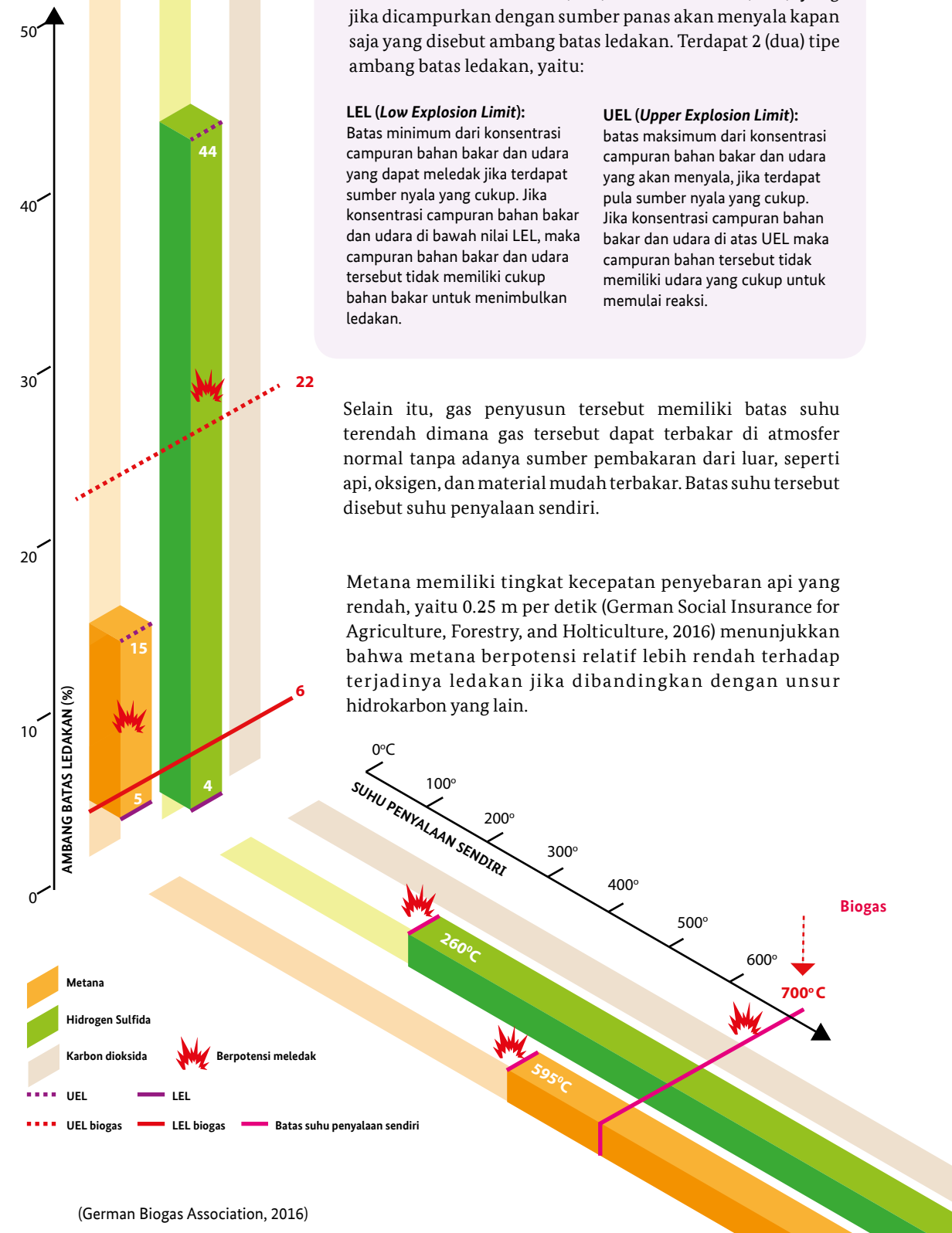
AMBANG LEDAKAN BIOGAS DAN GAS-GAS PENYUSUNNYA

Sebuah ledakan terjadi akibat peningkatan volume secara tajam dan pengeluaran energi pada waktu singkat, biasanya diikuti dengan pengeluaran suhu yang tinggi dan menghasilkan gas. Karena terjadi peningkatan volume yang tajam tersebut, hal ini akan menghasilkan atau menimbulkan tekanan. Makin besar tekanan yang ditimbulkan akan semakin besar kerusakan yang diakibatkan.

Ilustrasi segitiga ledakan untuk biogas di bawah ini menggambarkan ambang ledakan biogas pada saat terdapat oksigen bervariasi berdasarkan proporsi metana dan karbon dioksida. Ambang ledakan biogas terjadi diantara batas minimum (LEL = 5%) dan (UEL = 10%), dimana konsentrasi metana di atas 15% berarti campuran metana dan udara tidak meledak, namun akan meledak ketika bercampur dengan lebih banyak udara. Jika di bawah batas minimum 5%, berarti campuran metana dan udara tidak dapat terbakar (Zabetakis, et.al., 1959).



(German Biogas Association, 2016)



Konsentrasi campuran uap bahan bakar dan udara normal memiliki batas minimum (LEL) dan maksimum (UEL), yang jika dicampurkan dengan sumber panas akan menyala kapan saja yang disebut ambang batas ledakan. Terdapat 2 (dua) tipe ambang batas ledakan, yaitu:

LEL (Low Explosion Limit): Batas minimum dari konsentrasi campuran bahan bakar dan udara yang dapat meledak jika terdapat sumber nyala yang cukup. Jika konsentrasi campuran bahan bakar dan udara di bawah nilai LEL, maka campuran bahan bakar dan udara tersebut tidak memiliki cukup bahan bakar untuk menimbulkan ledakan.

UEL (Upper Explosion Limit): batas maksimum dari konsentrasi campuran bahan bakar dan udara yang akan menyala, jika terdapat pula sumber nyala yang cukup. Jika konsentrasi campuran bahan bakar dan udara di atas UEL maka campuran bahan tersebut tidak memiliki udara yang cukup untuk memulai reaksi.

Selain itu, gas penyusun tersebut memiliki batas suhu terendah dimana gas tersebut dapat terbakar di atmosfer normal tanpa adanya sumber pembakaran dari luar, seperti api, oksigen, dan material mudah terbakar. Batas suhu tersebut disebut suhu penyalan sendiri.

Metana memiliki tingkat kecepatan penyebaran api yang rendah, yaitu 0.25 m per detik (German Social Insurance for Agriculture, Forestry, and Horticulture, 2016) menunjukkan bahwa metana berpotensi relatif lebih rendah terhadap terjadinya ledakan jika dibandingkan dengan unsur hidrokarbon yang lain.

(German Biogas Association, 2016)

KLASIFIKASI AREA

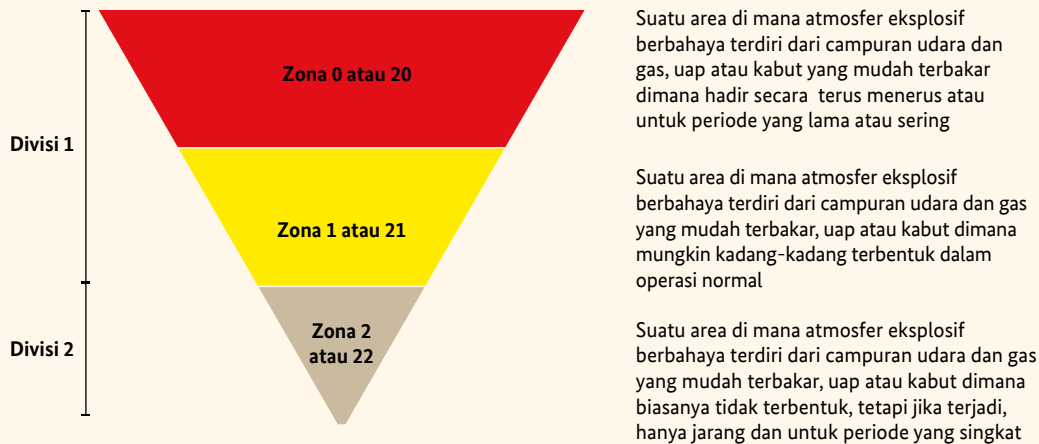
Area berbahaya didefinisikan sebagai tempat yang memiliki konsentrasi gas, uap, atau debu yang mudah terbakar. Untuk menghindari dan melindungi terjadinya penyalan api akibat terjadi kebocoran zat yang mudah terbakar, setiap area kerja memerlukan klasifikasi area berdasarkan konsentrasi, suhu dan intensitas zat mudah terbakar yang terpapar pada atmosfer. Klasifikasi area yang memiliki potensi bahaya ledakan dapat mengacu pada sistem kelas dan divisi (standar Amerika Utara) atau sistem zona (standar Eropa, yaitu berasal dari IEC dan GENELEC*).

*Komisi Elektroteknik Internasional (IEC) dan standar Komite Eropa untuk Standardisasi Elektroteknik (CENELEC)

☑ **Instruksi 99/92/EC** atau **ATEX 137**: Instruksi Tempat Kerja

Pedoman Uni Eropa tersebut menguraikan persyaratan minimum untuk meningkatkan perlindungan kesehatan dan keselamatan pekerja yang berisiko dari atmosfer eksplosif¹ oleh zat mudah terbakar seperti gas, uap atau debu. Setiap perusahaan diarahkan untuk menentukan klasifikasi area kerja yang berpotensi akan bahaya ledakan.

1) Kondisi atmosfer di area kerja yang berpotensi akan bahaya ledakan. Area kerja dalam kondisi atmosfer yang dimaksud yaitu keadaan lingkungan kerja di udara terbuka dengan suhu ambien antara -20 C hingga 40 C dan tekanan 0,8 – 1,1 bar

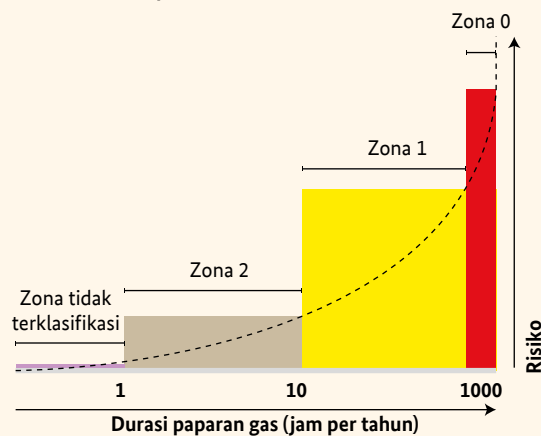


⚠ **ATEX 137** tidak secara spesifik menyebutkan durasi paparan gas, sehingga pembagian klasifikasi area untuk instalasi biogas dibuat berdasarkan evaluasi masing-masing manajemen instalasi biogas beserta divisi atau konsultan K3 yang ditunjuk oleh manajemen instalasi biogas tersebut. Namun, praktik yang disarankan untuk klasifikasi area dapat merujuk pada *American Petroleum Institute* RP 505 tentang klasifikasi lokasi untuk peralatan listrik di area berbahaya, khususnya pada fasilitas minyak bumi.

☑ Bab 3: Bahaya Spesifik dan Pengendalian; Klasifikasi Area pada Instalasi Biogas

API RP 505

Standar Uni Eropa



PERALATAN KERJA

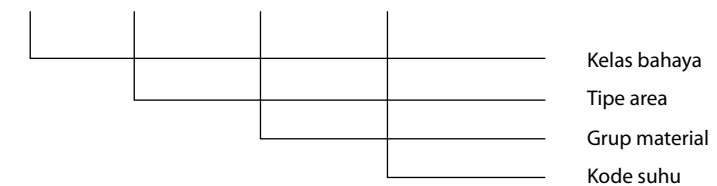
Area berbahaya sangat erat kaitannya dengan potensi bahaya kebakaran atau ledakan yang terjadi akibat adanya suatu sumber percikan dari suatu campuran zat mudah terbakar. Dengan demikian, peralatan kerja (listrik) yang digunakan perlu disesuaikan berdasarkan klasifikasi area berbahaya untuk meminimalisasi terjadinya sumber percikan. Sumber percikan antara lain dapat berupa peralatan menggunakan baterai (telepon selular, radio, dst), listrik statis, percikan peralatan listrik (motor dan generator), radiasi elektromagnet yang kuat, dan permukaan panas dari peralatan listrik. Pemilihan peralatan kerja (listrik) pada instalasi biogas merupakan salah satu dari tindakan mitigasi akan bahaya api dan ledakan untuk melindungi aset dan investasi instalasi biogas. Prinsip dasar dari pemilihan peralatan kerja tersebut adalah untuk memastikan bahwa peralatan kerja tidak menjadi sumber percikan atau dengan suhu permukaan yang tinggi untuk memicu terjadinya nyala api.

STANDAR PENANDAAN PERALATAN KERJA

Penandaan Amerika Utara

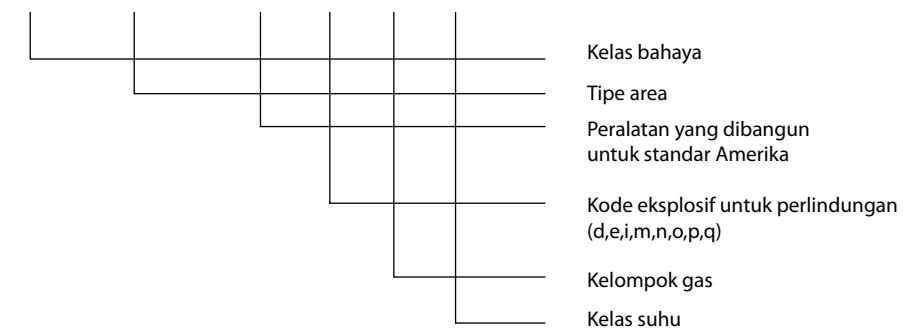
NEC 500

Kelas 1, Divisi 1, Group A,B T4



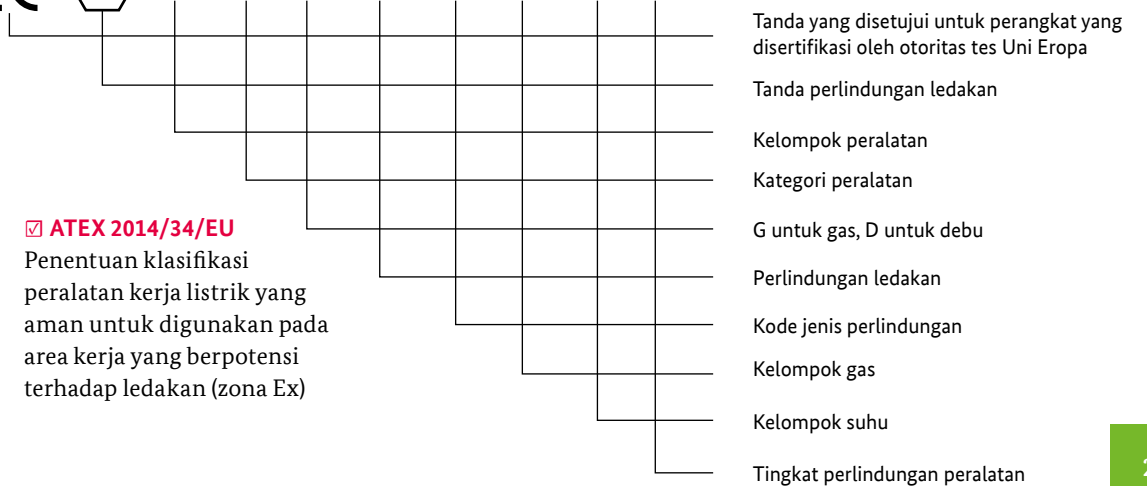
NEC 505

Kelas 1, Zona 0, AEx d IIC T4



Penandaan Uni Eropa (ATEX/IECex)

CE Ex II 2 G Ex d IIC T4 Gb



☑ **ATEX 2014/34/EU**

Penentuan klasifikasi peralatan kerja listrik yang aman untuk digunakan pada area kerja yang berpotensi terhadap ledakan (zona Ex)

2.1.2 ZAT-ZAT BERBAHAYA

Zat-zat berbahaya adalah zat, bahan atau campuran yang memiliki sifat-sifat berbahaya bagi kesehatan, misalnya limbah cair kelapa sawit, H₂S, CO₂. Sifat-sifat zat-zat berbahaya tersebut antara lain:



BERACUN
misalnya H₂S, CO.



KOROSIF
misalnya H₂SO₄, kondensat pada unit *dehumidifier*. Zat-zat berbahaya ini dapat berbentuk padat, cair, aerosol atau gas.



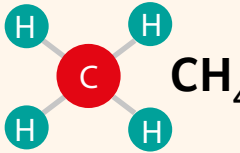
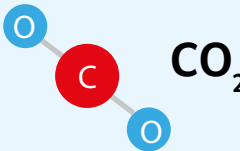
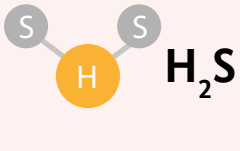
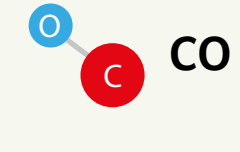
EKSPLOSIF
Terkait penggunaan bahan tambahan reaktif, mudah terbakar, seperti metana, refrigeran pada *dehumidifier* dan bahan habis pakai pada laboratorium.



BAHAYA BIOLOGIS
Risiko paparan bakteri patogen akibat terkontaminasi dengan limbah cair kelapa sawit.

☑ **Kepmenaker No.187 Tahun 1999**
Pengendalian Bahan Kimia Berbahaya di Tempat Kerja

☑ **Permenaker No. 5 Tahun 2018**
Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja

Zat	Sifat	Batas paparan* (ppm)	Indikasi paparan
	<ul style="list-style-type: none"> Tidak berwarna Tidak berbau Lebih ringan dari udara 	<p>1,000 <i>(NIOSH)</i></p>	<p>50,000 – 150,000 Berpotensi meledak 500,000 — Asfiksia <i>(NIOSH)</i></p>
	<ul style="list-style-type: none"> Tidak berwarna Tidak berbau, Lebih berat dari udara 	<p>5000 <i>(Permenaker No. 5 Tahun 2018)</i></p>	<p>250 - 350 — Konsentrasi normal pada udara di luar ruangan 350 - 1000 — Tipikal konsentrasi dalam ruangan dimana terjadi pertukaran udara yang baik 1000 - 2000 — Keluhan kantuk dan udara yang buruk 2000 - 5000 — Sakit kepala, mengantuk, dan udara stagnan, pengap, dan pengap. Konsentrasi yang buruk, kehilangan perhatian, peningkatan denyut jantung dan mual ringan juga bisa terjadi 5.000 — Batas paparan tempat kerja (sebagai TWA 8 jam) > 40.000 — Paparan dapat menyebabkan kekurangan oksigen yang serius, yang mengakibatkan kerusakan otak permanen, koma dan bahkan kematian <i>(Henderson, 2006)</i></p>
	<ul style="list-style-type: none"> Tidak berwarna Sangat beracun Lebih berat dari udara Berbau busuk 	<p>1 <i>(Permenaker No. 5 Tahun 2018)</i></p>	<p>0.01 – 1.5 — Tercium bau seperti telur busuk 2 - 5 — Mual, mata berair, sakit kepala 20 — Kelelahan, kehilangan nafsu makan, sakit kepala 50 - 100 — Konjungtivitis ringan dan iritasi saluran pernapasan setelah 1 jam, dapat menyebabkan gangguan pencernaan dan kehilangan nafsu makan 100 — Batuk, iritasi mata, hilangnya kemampuan indra penciuman setelah 2 – 15 menit. Sesak napas, mengantuk setelah 15 – 30 menit. Iritasi tenggorokan setelah 1 jam. Kematian dapat terjadi setelah 48 jam. 100 - 150 — Kehilangan kemampuan indra penciuman 200 - 300 — Konjungtivitis dan iritasi saluran pernapasan setelah 1 jam. 500 - 700 — Kejang-kejang, hilang kesadaran dalam 5 menit. Kerusakan serius pada mata dalam 30 menit. Kematian setelah 30 – 60 menit. 700 - 1000 — Hilang kesadaran dalam waktu cepat, langsung lemas dalam 1 sampai 2 tarikan napas 1000 - 2000 — Kematian hampir seketika <i>(OSHA, 2018)</i></p>
	<ul style="list-style-type: none"> Tidak berwarna Tidak berbau Tidak berasa 	<p>25 <i>(Permenaker No. 5 Tahun 2018)</i></p>	<p>Karbon monoksida dapat mengganggu oksigenasi darah dengan mengikat hemoglobin dalam darah (Karboksihemoglobin), sehingga menghambat proses respirasi manusia. < 100 — Tidak menimbulkan gejala apapun jika terpapar dalam waktu 1 jam 300 — Gejala sinus ringan pada paparan selama 4 jam 400 — Sakit kepala, pusing, mual, nyeri dada, kesulitan bernapas >1000 — Menyebabkan koma <i>(National Research Council, 2007)</i></p>

Tingkat paparan yang diperkenankan untuk 8 jam kerja.



2.1.3 BAHAYA LISTRIK

Energi listrik merupakan sumber pengapian yang dapat menimbulkan bunga api yang mampu menimbulkan bahaya listrik, bahkan juga ledakan dan kebakaran. Pada instalasi biogas, energi listrik dapat menjadi pemicu terjadinya ledakan dan kebakaran karena tersedianya zat-zat mudah terbakar yang terkandung dalam unsur gas penyusun biogas, yaitu metana dan oksigen. Instalasi biogas menggunakan peralatan listrik, seperti peralatan pengendali, pompa, *agitator*, alat pengukur. Untuk mencegah potensi bahaya listrik, peralatan listrik tersebut harus memenuhi standar yang berlaku.

BAHAYA PRIMER adalah bahaya-bahaya yang disebabkan oleh listrik secara langsung, misalnya sengatan listrik, kebakaran atau ledakan. Sengatan listrik dapat berdampak langsung pada kesehatan manusia, hingga mengakibatkan kematian.

BAHAYA SEKUNDER adalah bahaya-bahaya yang disebabkan oleh listrik secara tidak langsung, misalnya jatuh dari ketinggian.



☑ **Permen ESDM No. 2 Tahun 2018**
Pemberlakuan Wajib SNI di Bidang Ketenagalistrikan

☑ **Keputusan Dirjen PPK No 48 Tahun 2015**
Sertifikasi Kompetensi K3 Teknisi Listrik

☑ **Permenaker No. 12 Tahun 2015**
K3 Listrik di Tempat Kerja

☑ **Permenaker No. 33 Tahun 2015**
Ahli K3 Listrik K3 Listrik Di Tempat Kerja (Perubahan atas Permen No.12 Tahun 2015)

☑ **Kepdirjen Pembinaan Pengawasan Ketenagakerjaan dan K3 No. KEP. 47/PPK&K3/VIII/2015**
Pembinaan Calon Ahli K3 Bidang Listrik



2.1.4 BAHAYA MEKANIK

Bahaya mekanik adalah bahaya yang disebabkan oleh mesin yang digerakkan oleh tenaga penggerak, baik yang dioperasikan otomatis atau secara manual. Resiko kecelakaan akan bahaya mekanik seringkali terjadi pada saat pemeliharaan dan perbaikan jika langkah-langkah pengamanan yang memadai tidak dilakukan. Bahaya mekanik yang terjadi pada instalasi biogas dapat disebabkan pekerjaan yang melibatkan, antara lain:

TENAGA MESIN

Bahaya jari atau tangan terpotong mata pisau

Bahaya jari atau tangan terpotong oleh kipas mesin

Bahaya jari atau tangan terhimpit benda berputar

TENAGA MANUSIA

Bahaya tersandung

Bahaya terjatuh

Bahaya tangan terhimpit atau terkena tekanan dari atas

Bahaya tergelincir

☑ **Permenaker No. 5 Tahun 1985**
K3 Angkat dan Angkut

☑ **Permenaker No. 9 Tahun 2010**
Petugas dan Operator Pesawat Angkat dan Angkut

☑ **Permenaker No. 38 Tahun 2016**
K3 Pesawat Tenaga dan Produksi

☑ **Permenaker No. 9 Tahun 2016**
K3 dalam Pekerjaan pada Ketinggian



2.1.5 BAHAYA KEBISINGAN

Bahaya kebisingan meliputi aktivitas yang berpotensi menyebabkan gangguan pendengaran, bahkan sampai dapat menyebabkan ketulian. Bahaya kebisingan pada instalasi biogas dapat disebabkan oleh pekerjaan yang berada di area yang memiliki tingkat kebisingan yang tinggi, misalnya pada kamar mesin dan pekerjaan yang menggunakan peralatan yang dapat menimbulkan kebisingan. Kerusakan akibat kebisingan pada organ pendengaran dapat bersifat permanen atau tidak dapat disembuhkan.

☑ **Permenaker No. 5 Tahun 2018**
Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja





2.1.6 BAHAYA TEKANAN

Bahaya tekanan merupakan bahaya yang melibatkan sumber energi tekanan yang signifikan, seperti udara, air, pneumatik, dan gas. Potensi bahaya tekanan tersebut dapat membahayakan keselamatan karyawan, menyebabkan kerusakan komponen instalasi penting lainnya, bahkan dapat menyebabkan pencemaran bahan-bahan berbahaya ke lingkungan.

Faktor yang mempengaruhi kegagalan sistem dan peralatan bertekanan tinggi



1. Berapa besar atau tinggi tekanan dalam sistem



5. Kerumitan atau kompleksitas dan pengendalian operasinya



2. Jenis cairan atau gas dan sifatnya apakah mudah terbakar dan meledak



6. Kondisi yang berlaku, misalnya proses yang dilakukan pada suhu tinggi



3. Kesesuaian material peralatan sistem bertekanan dengan jenis bahannya



7. Sumber daya manusia yang memelihara, menguji dan mengoperasikan peralatan sistem bertekanan

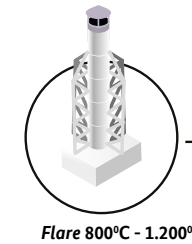


4. Umur dan kondisi peralatan

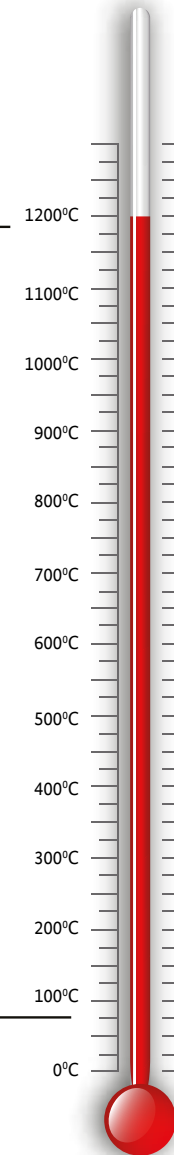


2.1.7 BAHAYA TERMAL

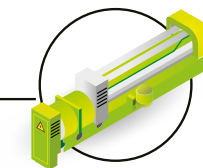
Bahaya termal diasosiasikan dengan benda atau zat yang mentransfer energi sebagai panas. Bahaya termal dapat menyebabkan iritasi, luka bakar ringan sampai dengan yang berat tergantung pada besar intensitas paparan radiasi panas dan waktu. Selain itu, bahaya termal dapat menyebabkan dehidrasi pada individu, misalnya terjadi akibat aktifitas inspeksi area CAL yang luas.



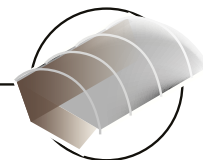
Flare 800°C - 1.200°C



Panas dari limbah cair kelapa sawit 60°C - 85°C

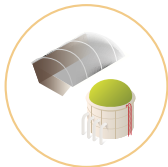


Buangan dari gas engine 300°C - 350°C



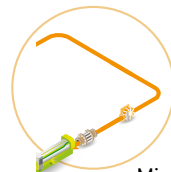
Panas di membran pada siang hari 60°C - 70°C

Potensi bahaya tekanan pada instalasi biogas



Tekanan membran untuk tipe CAL yang melebihi batas

Dapat mengakibatkan membran HDPE sobek atau terangkat. Rekomendasi batas tekanan untuk membran CAL, sebesar 80% dari tekanan operasi membran. Pada umumnya, CAL dioperasikan pada tekanan 2 - 3 cm water.



Kebocoran tekanan pada saluran dan area yang terkorosif

Misalnya saluran biogas ke unit *dehumidifier* yang terkorosif dapat disebabkan sifat kimia (bersifat asam) dari biogas tersebut dan ditambah dengan tekanan dari *blower* udara. Selain itu, bahaya tekanan dapat terjadi apabila terjadi sumbatan pada sistem, misalnya pipa saluran biogas terisi dengan air kondensat yang tidak dikeluarkan, pipa biogas yang menuju *scrubber* dimasuki oleh substrat atau serat-serat kelapa sawit, akibat dari substrat yang masuk ke unit digester anaerobik tidak terkontrol, dan sebagainya. Hal tersebut dapat disebabkan oleh kesalahan operator, buruknya konstruksi atau perawatan yang dapat mengakibatkan kebocoran atau bahkan ledakan.

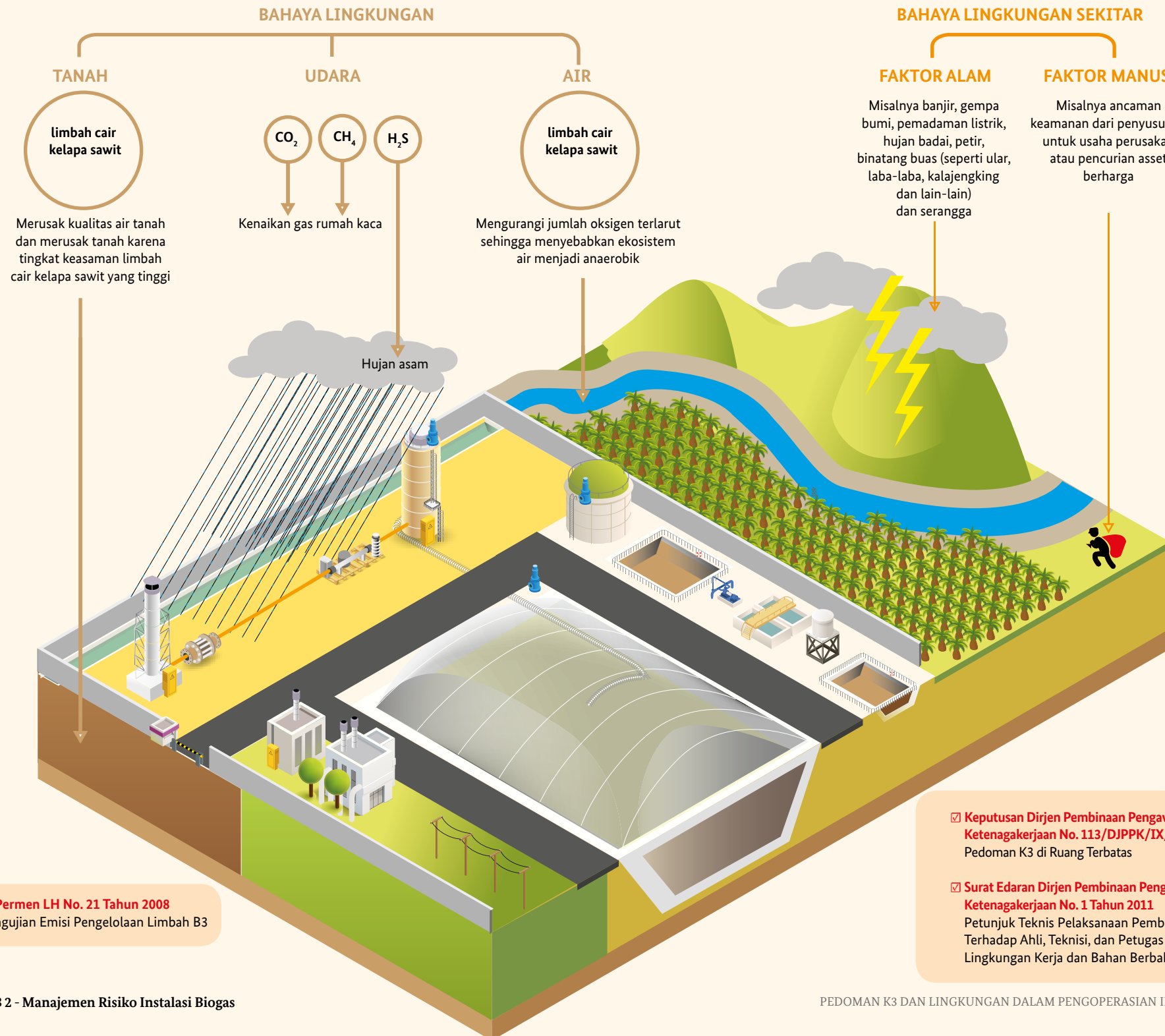
Permenaker No. 37 Tahun 2016

K3 dalam Pekerjaan Bejana Tekan dan Tangki Timbun



2.1.8 BAHAYA LINGKUNGAN

Pada dasarnya, bahaya lingkungan dapat terpapar jika biogas dilepaskan ke udara atau hasil pengolahan di instalasi (misalnya substrat oli) memasuki badan air sekitar. Bahaya lingkungan dari instalasi biogas dapat dibagi menjadi emisi ke udara, tanah dan air. Pengaruh negatif dari aktivitas instalasi biogas adalah sebagai berikut.



Permen LH No. 21 Tahun 2008
Pengujian Emisi Pengelolaan Limbah B3

BAHAYA DARI LINGKUNGAN SEKITAR

Potensi bahaya yang dapat terjadi pada instalasi biogas dapat berasal dari faktor alam dan manusia, antara lain:

BAHAYA LINGKUNGAN SEKITAR

FAKTOR ALAM

Misalnya banjir, gempa bumi, pemadaman listrik, hujan badai, petir, binatang buas (seperti ular, laba-laba, kalajengking dan lain-lain) dan serangga

FAKTOR MANUSIA

Misalnya ancaman keamanan dari penyusupan untuk usaha perusakan atau pencurian asset berharga

2.1.9 BAHAYA PADA RUANG TERBATAS

Ruang terbatas adalah suatu tempat tertutup dimana terdapat risiko cedera serius atau kematian akibat faktor:

Kimia:



- Gas beracun
- Kekurangan oksigen
- Bau menyengat karena bahan-bahan kimia
- Gas yang terbakar
- Paparan zat kimia berbahaya

Fisik:



- Konstruksi ruangan, misalnya ruangan bersekat, licin, konstruksi rapuh
- Kondisi ruangan misalnya suhu yang ekstrim, kebisingan

Contoh ruang terbatas pada instalasi biogas



CSTR



Boiler



Scrubber



Flare

Kriteria Ruang Terbatas (OSHA, 2018):



Cukup besar untuk dimasuki orang atau sebagian tubuh manusia agar dapat masuk dan keluar yang terbatas



Memiliki bahaya fisik dan mekanik yang memiliki potensi sebagai perangkap atau halangan, juga konfigurasi internal yang bisa menyebabkan seseorang terjebak atau kekurangan udara



Memiliki potensi berisi atmosfer berbahaya



Tidak memiliki akses tetap



Tidak memiliki ventilasi alami yang mencukupi bagi seseorang untuk bernapas secara normal



Sebelum seseorang dapat bekerja secara aman di dalamnya, kegiatan ini membutuhkan ventilasi mekanis, selain sistem ventilasi alami

Keputusan Dirjen Pembinaan Pengawasan Ketenagakerjaan No. 113/DJPPK/IX/2006 Pedoman K3 di Ruang Terbatas

Surat Edaran Dirjen Pembinaan Pengawasan Ketenagakerjaan No. 1 Tahun 2011 Petunjuk Teknis Pelaksanaan Pembinaan Terhadap Ahli, Teknisi, dan Petugas Lingkungan Kerja dan Bahan Berbahaya


Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI No. 01/MEN/PPK/IV/2012 Pemenuhan Kewajiban Syarat-Syarat Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Ruang Terbatas


Lampiran 3.1 dan 3.2


2.2 PENILAIAN RISIKO

Penilaian risiko mengukur tingkat kemungkinan dan keparahan dari suatu kejadian kecelakaan dapat dilakukan dengan cara pengukuran besaran bahaya secara kualitatif, yaitu dalam bentuk matriks risiko. Dengan cara tersebut, potensi bahaya yang telah diidentifikasi dapat dihindari atau diperkecil. Pada matriks risiko dibawah ini, nilai risiko dihitung dengan cara perkalian antara kemungkinan (*likelihood*) dan tingkat keparahan (*severity*). Nilai risiko tersebut digunakan untuk memprioritaskan tindakan yang diperlukan secara efektif dalam mengelola potensi bahaya pada area kerja dan setiap tindakan yang diambil perlu didokumentasikan.

		KEPARAHAN					
		Luka atau ketidaknyamanan kecil. Tidak ada perawatan medis atau dampak fisik yang terlihat	Luka atau penyakit yang memerlukan perawatan medis. Gangguan sementara	Luka atau penyakit yang memerlukan perawatan di rumah sakit	Luka atau penyakit yang menyebabkan cacat permanen	Kematian	
		1	2	3	4	5	
		Tidak signifikan	Kecil	Sedang	Besar	Parah	
KEMUNGKINAN	Diperkirakan terjadi dalam keadaan normal	5 Hampir Pasti	Menengah	Tinggi	Sangat tinggi	Sangat tinggi	Sangat tinggi
	Diperkirakan akan terjadi suatu saat	4 Kemungkinan besar terjadi	Menengah	Tinggi	Tinggi	Sangat tinggi	Sangat tinggi
	Dapat terjadi suatu saat	3 Mungkin	Rendah	Menengah	Tinggi	Tinggi	Sangat tinggi
	Kecil kemungkinan terjadi dalam keadaan normal	2 Kemungkinan kecil	Rendah	Rendah	Menengah	Menengah	Tinggi
	Dapat terjadi, tetapi kemungkinan tidak akan pernah terjadi	1 Sangat jarang	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah

 Kategori risiko ini membutuhkan tindakan segera untuk mengendalikan bahaya.



 Kategori risiko ini membutuhkan perencanaan dalam mengendalikan bahaya dan menerapkan tindakan sementara jika diperlukan.

 Kategori risiko ini dapat dianggap dapat diterima dan mungkin tidak diperlukan tindakan pengendalian bahaya. Namun, jika risiko bahaya terjadi, tindakan pengendalian agar dilaksanakan secara efisien.

2.3 PENGENDALIAN BAHAYA






Bahaya yang telah diidentifikasi pada sub bab 2.1 memerlukan langkah-langkah pengendalian untuk mengontrol tingkat bahaya yang dapat terjadi pada instalasi biogas. Tujuan pengendalian bahaya adalah untuk melindungi pekerja dari bahaya kesehatan dan kecelakaan di tempat kerja, meminimalkan atau menghilangkan risiko keselamatan dan kesehatan kerja dan membantu suatu organisasi dalam menyediakan tempat kerja dengan kondisi kerja yang aman dan sehat.




HAL - HAL YANG HARUS DIPERHATIKAN UNTUK MENGENDALIKAN DAN MENCEGAH BAHAYA SECARA EFEKTIF (OSHA, 2018):

-  **MELIBATKAN PEKERJA**, karena mereka memiliki pemahaman terbaik tentang kondisi lingkungan kerja sehingga terciptanya bahaya dan wawasan tentang bagaimana bahaya dapat dikendalikan.
-  **IDENTIFIKASI DAN EVALUASI** opsi atau alternatif untuk mengendalikan bahaya, menggunakan **hirarki pengendalian bahaya K3** berdasarkan NIOSH.

HIRARKI PENGENDALIAN BAHAYA K3 PADA INSTALASI BIOGAS

TIDAK TERMASUK DALAM BENTUK PENGENDALIAN BAHAYA
Karena instalasi tersebut mengeluarkan biogas yang memiliki karakteristik mudah terbakar dan meledak

-  **ELIMINASI**: eliminasi alat, mesin, atau proses yang berpotensi menimbulkan bahaya
-  **SUBSTITUSI**: substitusi alat, mesin, atau proses yang berpotensi menimbulkan bahaya
-  **PENGENDALIAN SECARA ENJINIRING**: modifikasi alat atau mesin yang lebih aman, misalnya memasang perangkat sensor gas, penggunaan detektor gas portabel dan sebagainya
-  **PENGENDALIAN SECARA ADMINISTRASI** misalnya berupa prosedur, aturan, tanda bahaya, label agar memastikan sistem dan peralatan beroperasi dengan aman
-  **ALAT PELINDUNG DIRI**
Penggunaan alat pelindung diri, seperti pelindung kepala, sepatu keselamatan, sarung tangan dan pemakaian masker pernafasan

-  **MENGGUNAKAN RENCANA PENGENDALIAN BAHAYA** untuk mengawal bentuk pengendalian dan pelaksanaan terhadap hirarki pengendalian bahaya K3, kemudian diikuti dengan pengawasan terhadap pengendalian bahaya sesuai dengan rencana.
-  **MENGEMBANGKAN RENCANA PERLINDUNGAN PEKERJA** selama keadaan darurat dan aktivitas non-rutin.
-  **MENGEVALUASI KEEFEKTIFAN TERHADAP BENTUK PENGENDALIAN BAHAYA** yang ada untuk menentukan apakah masih diperlukan bentuk perlindungan bahaya atau bentuk pengendalian bahaya lain yang lebih efektif.

2.3.1 PENGENDALIAN BAHAYA SECARA TEKNIS

Pada dasarnya pengendalian secara teknis adalah meminimalisasi terjadinya potensi bahaya dengan melakukan rekayasa teknis yaitu dengan cara menggunakan peralatan deteksi bahaya. Selain itu, pengendalian bahaya secara teknis dapat dilakukan pada saat proses desain enjiniring dan pemilihan spesifikasi peralatan kerja. Jika ditemukan masalah keselamatan setelah beroperasinya instalasi biogas, maka penyesuaian spesifikasi peralatan deteksi bahaya agar dapat segera dilakukan. Selain tata letak, jarak minimum antar unit atau peralatan yang memadai juga penting sebagai bentuk penanggulangan kerugian dari bahaya ledakan atau kebakaran.

DESAIN ENJINIRING

1. Rancang bangun (desain) tata letak dan jarak pada instalasi biogas

Hal tersebut merupakan salah satu cara pengendalian bahaya secara teknis yang dilakukan pada tahap perencanaan pembangunan instalasi biogas. Prinsip dasar tata letak pada instalasi biogas adalah arah angin dominan, yaitu jika terjadi kebocoran gas, maka gas akan selalu bergerak atau berpindah selalu sesuai dengan arah angin dominan. Maka dari itu, letak atau posisi peralatan sebagai sumber pengapian tidak boleh berada di bawah angin sumber gas, misalnya letak flare di bawah angin CAL atau tangki CSTR.

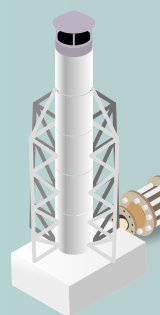
Penentuan tata letak yang diperlukan untuk instalasi biogas dapat mengacu pada

- referensi instalasi produksi gas, yaitu (Global Assest Protection Services LLC, 2015):
- Aktivitas dengan bahaya tinggi
- Sumber api
- Kondisi angin yang berlaku
- Pentingnya fasilitas untuk operasi yang berkelanjutan
- Penggantian peralatan dan waktu pemasangan
- Eksposur api dan ledakan
- Perawatan dan akses darurat
- Ekspansi masa depan

PEMASANGAN PERALATAN PELINDUNG DAN SARANA PROTEKSI BAHAYA KEBAKARAN SECARA AKTIF, MISALNYA:

1. Penggunaan flame arrester

Berfungsi mencegah timbulnya percikan api terbuka serta memadamkan api dengan cepat pada lokasi yang terbatas sehingga kebakaran atau ledakan dapat dicegah. Flame arrester biasanya digunakan pada instalasi biogas yang terhubung dengan sistem distribusi biogas, misalnya timbul percikan api pada flare dapat terjadi jika ada kebocoran biogas pada pipa penyalur ke flare atau pada flare itu sendiri. Untuk mencegah percikan api menjalar pada reaktor biogas, flame arrester sebaiknya dipasang pada ujung pipa penyalur biogas sebelum terhubung dengan flare, gas engine, atau boiler burner



*Antisipasi potensi bahaya jika flare roboh
 ** Antisipasi potensi bahaya termal (German Social Insurance for Agriculture, Forestry, and Horticulture, 2016)

Rekomendasi jarak minimal antar unit = $1.5 \times \text{tinggi flare (m)}^*$
 6 m**

2. Penangkal petir

Area instalasi biogas relatif luas dan terbuka berpotensi terjadinya petir saat musim hujan. Petir adalah gejala alam yang biasanya muncul pada musim hujan yang berpotensi merusak jika tidak dikendalikan. Prinsip pengendalian petir adalah menyalurkan muatan listrik yang di awan ke dalam bumi. Penangkal petir adalah rangkaian jalur yang difungsikan sebagai jalan bagi petir menuju ke permukaan bumi, tanpa merusak benda-benda yang dilewatinya. Untuk melindungi instalasi biogas dari sambaran petir yang merusak, maka perlu dipasang penangkal petir sesuai dengan kebutuhan.

Permenaker No. 31 Tahun 2015
 Pengawasan Instalasi Penyalur Petir

SNI 03 - 7015 - 2004
 Sistem Proteksi Petir pada Bangunan Gedung

3. Pemilihan peralatan kerja listrik

Area atau wilayah di sekitar CAL atau CSTR, pipa penyalur biogas hingga ruang gas engine adalah area atau wilayah yang kemungkinan besar akan selalu terdapat biogas yang dikatakan sebagai atmosfer bahaya mudah meledak.

Standar Direktif (Uni Eropa) 2014/34/ EU untuk peralatan kerja listrik dan instrumentasi yang digunakan

2. Pemasangan alarm kebakaran dan detektor

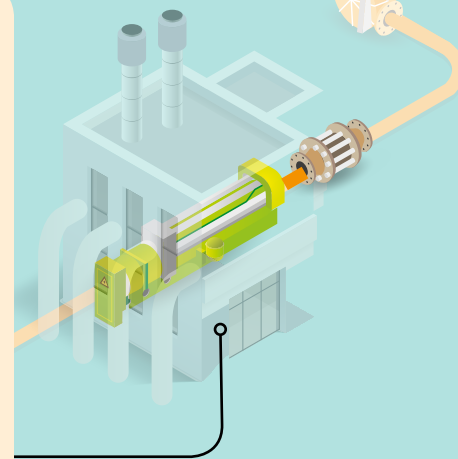
Alarm kebakaran memberikan tanda atau isyarat setelah kebakaran terdeteksi berupa bunyi khusus dengan tingkat kekerasan suara minimal 65 dB.

Jenis-jenis detektor adalah detektor panas, asap, nyala api, dan gas kebakaran. Instalasi biogas umumnya perlu dilengkapi oleh detektor gas dan asap yang diletakkan pada kamar mesin. Jika terjadi kebocoran gas dan asap, detektor tersebut secara otomatis menghentikan gas engine, sehingga sumber pengapian hilang dan potensi bahaya ledakan atau kebakaran dapat dihindari.

Permenaker No.2 Tahun 1983
 Instalasi Alarm Kebakaran Otomatis

Permen PU No.26/PRT /M/2008
 Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran pada Bangunan Gedung dan Lingkungan

SNI 03 - 3985 - 2000
 Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan Sistem Deteksi dan Alarm Kebakaran untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Rumah dan Gedung



arah angin dominan

PENGENDALIAN BAHAYA SECARA TEKNIS TERHADAP KEBAKARAN

Pembentukan unit penanggulangan kebakaran pada instalasi biogas ditentukan berdasarkan klasifikasi tingkat potensi bahaya kebakaran. Instalasi biogas termasuk dalam Klasifikasi Tingkat Risiko Bahaya Kebakaran Sedang III berdasarkan [Keputusan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia No. KEP 186/MEN/1999](#) yaitu kategori tempat kerja yang mempunyai jumlah dan kemudahan terbakar tinggi. Apabila terjadi kebakaran, dapat melepaskan panas tinggi, sehingga api dapat menjalar dengan cepat.



HIDRAN HALAMAN

[Permen PU No.26/PRT /M/2008](#)

Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran pada Bangunan Gedung dan Lingkungan

[SNI 03 - 1735 - 2000](#)

Tata Cara Perencanaan Akses Bangunan dan Akses Lingkungan untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung

1. Menyampaikan rencana dan spesifikasi sistem

kepada instansi pemadam kebakaran agar dikaji dan diberikan persetujuan sebelum dilakukan konstruksi

2. Tersedia jalan lingkungan

dengan perkerasan agar dapat dilalui oleh kendaraan pemadam kebakaran

3. Menandai akses pemadam kebakaran

dengan tanda segitiga merah atau kuning dengan ukuran tiap sisi minimum 150 mm dan diletakkan pada sisi luar dinding dan diberi tulisan: "AKSES PEMADAM KEBAKARAN – JANGAN DIHALANGI", dengan ukuran tinggi minimal 50 mm

4. Peletakan hidran

- Peletakan hidran disesuaikan dengan potensi bahaya yang ada. Jarak penempatan hidran tersebut ± 100 m, sedangkan [NFPA 24*](#) sebesar 500 feet (170 m). Untuk area tertentu dengan potensi bahaya kebakaran tinggi, jarak penempatannya dapat lebih dekat.

LUAS BANGUNAN	JUMLAH HIDRAN	PASOKAN AIR	WAKTU PASOKAN AIR
	 2	Tidak kurang dari 38 liter/detik pada 3,5 bar 19 liter/detik pada 3,5 bar	45 menit
	 Penambahan 1 hidran	Penambahan 1,200 liter per menit (untuk setiap hidran berikutnya)	45 menit

- Jika diperlukan lebih dari satu hidran halaman, hidran-hidran tersebut harus diletakkan sepanjang akses (jalur akses mobil pemadam kebakaran dengan lebar minimal 4 meter) dan berada dalam jarak radius 50 meter dari hidran.

- Pilar hidran halaman harus dipasang pada jarak tidak kurang dari 6 meter dari tepi bangunan, sedangkan berdasarkan [NFPA 24*](#), paragraf 7.2 tentang "Jumlah dan Lokasi" (Number and Location) menyebutkan bahwa hidran ditempatkan tidak kurang dari 12 meter dari bangunan yang akan dilindungi.

3 JENIS ALAT PEMADAM KEBAKARAN



Alat pemadam api yang dipasang secara tetap pada bangunan atau gedung, misalnya hidran gedung, hidran halaman



Alat pemadam api yang dipasang secara tetap pada kendaraan



Alat pemadam api yang mudah dibawa atau ringan (APAR)



SISTEM PROTEKSI KEBAKARAN

Untuk penjelasan selengkapnya mengenai sistem proteksi kebakaran, dapat dilihat pada [Permen PU No. 26/PRT/M/2008](#) tentang Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran Bangunan Gedung dan Lingkungan, yaitu meliputi:



Ketentuan umum



Akses dan pasokan air untuk pemadaman kebakaran



Sarana penyelamatan



Sistem proteksi kebakaran pasif



Sistem proteksi kebakaran aktif*



Utilitas bangunan gedung



Pencegahan kebakaran pada bangunan gedung



Pengelolaan sistem proteksi kebakaran pada bangunan gedung



Pengawasan dan pengendalian

* Sistem Pipa Tegak, Sistem Springkler Otomatik, Alat Pemadam Api Ringan (APAR), Sistem Deteksi dan Alarm Kebakaran



5. Pemasangan unit pompa pemadam kebakaran

Ditempatkan sekurang-kurangnya 15 m jauhnya dari gedung terdekat.

Pompa yang dipasang harus memenuhi [SNI 03-6570-2001](#) tentang Instalasi Pompa yang Dipasang Tetap untuk Proteksi Kebakaran

[Instruksi Menaker No. 11/M/BW/1997](#)

Pengawasan Khusus K3 Penanggulangan Kebakaran

[Keputusan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia No. KEP 186/MEN/1999](#)

Ketentuan Unit Penanggulangan Kebakaran di Tempat Kerja



APAR

Permenakertrans No: PER.04/MEN/1980 tentang Syarat - Syarat Pemasangan dan Pemeliharaan APAR. Di bawah ini merupakan tabel yang menjelaskan golongan bahan. Tabel di bawah ini menjelaskan kebakaran dengan jenis-jenis APAR yang dapat digunakan.

xxx : Merusak
 xx : Berbahaya
 x : Tidak dapat dipakai
 vvv : Baik sekali
 vv : Baik
 v : Dapat dipakai

Produksi dan penggunaan bahan perusak lapisan ozon, termasuk Halon telah dilarang sesuai dengan Peraturan Menteri Perindustrian RI No. 33/M-IND/PER/2007 tentang Larangan Memproduksi Bahan Perusak Lapisan Ozon serta Memproduksi Barang yang Menggunakan Bahan Perusak Lapisan Ozon

KEBAKARAN		APAR YANG DIPAKAI PADA MULA KEBAKARAN							
GOLONGAN	JENIS BAHAN YANG TERBAKAR	I Air 9 l	II Busa 9 l	III Tetrachool coolstop chloorbroom methaan 1 l	IV CO ₂	V P ² +PK ³ 12 kg	VI PG ⁴ 12 kg	VII PM ⁵ 12 kg	VIII B,C,F ⁶ HALC 1,4 kg
A BAHAN PADAT KECUALI LOGAM	1. Kebakaran pada permukaan bahan seperti: kayu, kertas, tekstil, dan lainnya.	vv	v	vv xxx	v	v	vvv	x	v
	2. Kebakaran sampai bagian dalam dan bahan seperti: kayu, majun, arang, batu, dan lainnya	vv	v	xxx	x	x	vvv	x	x
	3. Kebakaran dan barang-barang yang jarang terdapat dan berharga yang berada di museum-museum, dsb	vv	xx	xx xxx	v	v	vvv	x	v
	4. Kebakaran dan bahan-bahan yang pada pemanasan gampang mengurai seperti: karet, busa, plastik, dsb	vv	x	xxx	x	x	vv	x	x
B BAHAN CAIR DAN GAS	1. Kebakaran dari bensin, bensol, cat, tir, lak, aspal, gemuk, minyak dan sebagainya (yang tidak dapat bercampur dengan air)	xxx	v	v xxx ¹⁾	vv	vvv	vv	x	vv
	2. Kebakaran dan alkohol dan sebagainya yang dapat larut dalam air	x	x	v xxx ¹⁾	vv	vvv	vv	x	vv
	3. Gas yang mengalir	x	x	v xxx ¹⁾	v	vvv	vv	x	v
	4. Bahan-bahan yang dengan air membentuk gas yang dapat terbakar seperti karbit, fosfit, dsb	xxx	xxx	v xxx ¹⁾	v	vvv	vv	x	v
C APARAT - APARAT LISTRIK BERTEGANGAN	Panel penghubung, peti penghubung, sentral telepon, transformator, dan sebagainya	xxx	xxx	vv xxx ¹⁾	vvv	v	vvv	x	vvv
D LOGAM	Magnesium, Natrium, Kalsium, Alumunium	xxx	xxx	xxx	x	xxx		vvv	xxx

- Jangan dipakai dalam ruangan kecil yang tertutup berada orang-orang
- P dasar Natriumbikarbonat
- PK dasar garam alkali
- PG tepung pemadam
- PM untuk kebakaran logam
- Bagi barangnya sendiri mungkin merusak
- Berbahaya karena cairannya memuncratkan bahan-bahan yang mudah terbakar meluas

8) Jenis Halon

Bromotr fluoramethana
 Bromochlorodifluoremethana
 Carbon Dioxide
 Dibromodifluoromethana
 Carbon Tetrachlorida
 Methyl bromide

Formula

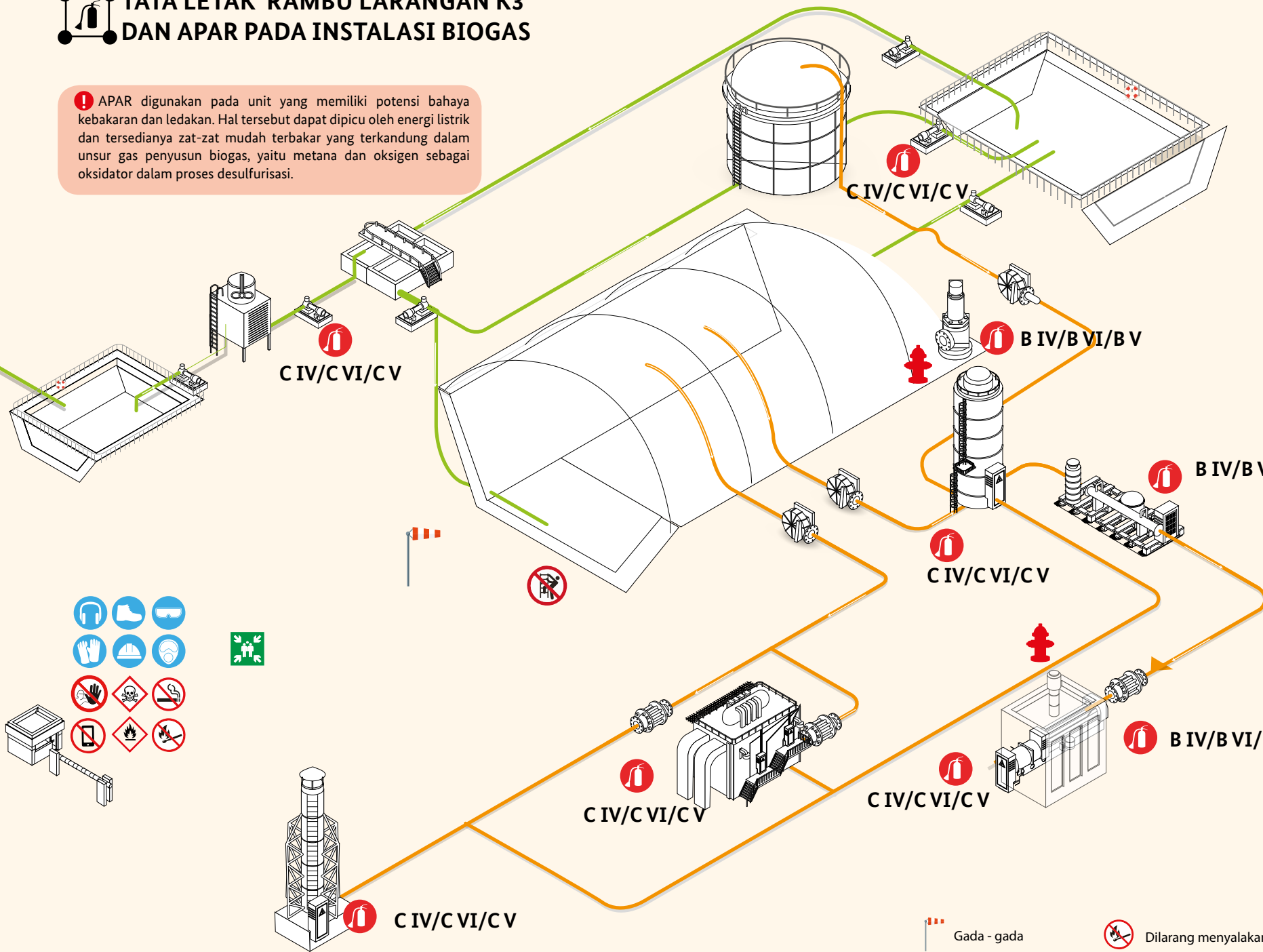
BrF₃/B.T.M
 CbrCl₂/B.C.F
 CO₂
 CBr₂F₂
 CCL₄
 CH₃Br

Halon No.

1301
 1211
 -
 1011
 104
 1001

TATA LETAK RAMBU LARANGAN K3 DAN APAR PADA INSTALASI BIOGAS

! APAR digunakan pada unit yang memiliki potensi bahaya kebakaran dan ledakan. Hal tersebut dapat dipicu oleh energi listrik dan tersedianya zat-zat mudah terbakar yang terkandung dalam unsur gas penyusun biogas, yaitu metana dan oksigen sebagai oksidator dalam proses desulfurisasi.



Pemakaian perlengkapan APD

Penempatan dan jenis APAR berdasarkan hal. 38-39
 Bahaya gas beracun

Titik kumpul
 Gas mudah terbakar

Gada - gada
 Dilarang merokok
 Dilarang menyalakan api
 Dilarang menggunakan telepon genggam
 Dilarang masuk tanpa ijin
 Dilarang memanjat

CARA MENENTUKAN JUMLAH APAR

$$\text{JUMLAH APAR} = \frac{\text{Luas ruangan (m}^2\text{)}}{\text{Luas perlindungan per APAR (m}^2\text{)}}$$

PEMASANGAN APAR

- Setiap APAR harus ditempatkan pada posisi yang mudah dilihat dengan jelas, mudah dicapai dan diambil serta dilengkapi dengan pemberian tanda pemasangan
- Pemasangan dan penempatan APAR harus sesuai dengan jenis dan penggolongan kebakaran
- Penempatan alat pemadam api yang satu dengan lainnya atau kelompok satu dengan lainnya tidak boleh melebihi 15 meter, kecuali ditetapkan lain oleh pegawai pengawas atau ahli K3

Untuk penjelasan selengkapnya dapat dilihat pada [Permenakertrans No: PER.04/MEN/1980](#) tentang Syarat - Syarat Pemasangan dan Pemeliharaan APAR

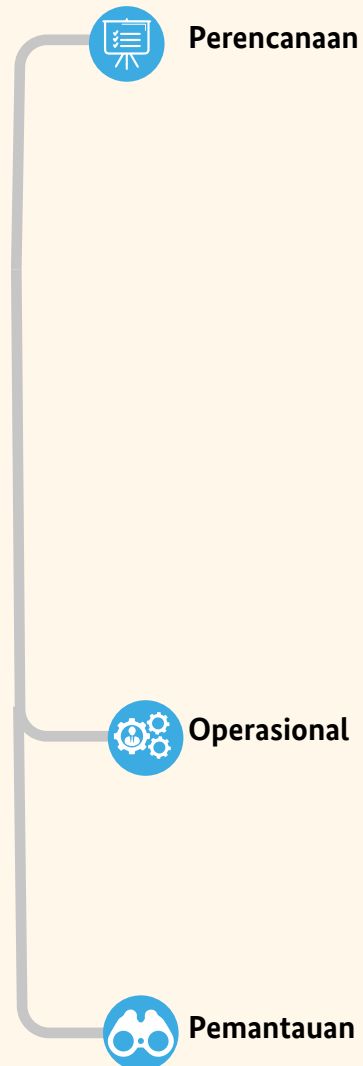
SISTEM TANGGAP DARURAT SAAT TERJADI KEBAKARAN:

- Prosedur teknis pada kondisi darurat**
Prosedur teknis ini dapat berbeda-beda pada tiap instalasi biogas, bergantung pada sistem konfigurasi instalasi biogas tersebut
- Rencana aksi kondisi darurat, yaitu:**
 - Respon darurat berupa alarm kebakaran
 - Menentukan jalur penyelamatan darurat dan menetapkan titik berkumpul
- Pelatihan dan simulasi** keadaan darurat kebakaran yang dilakukan oleh Regu Penanggulangan Kebakaran



2.3.2 PENGENDALIAN BAHAYA SECARA ADMINISTRASI

Berikut adalah rekomendasi terhadap bentuk organisasi pengendalian bahaya berdasarkan tahapan sistem manajemen keselamatan, kesehatan, kerja dan lingkungan, yaitu:





Praktik penerapan SMK3 yang tertuang pada **PP No. 50 Tahun 2012**. Guna menerapkan PP tersebut, suatu perusahaan diwajibkan membentuk Panitia Pembina Keselamatan dan Kesehatan Kerja (P2K3). Hal tersebut tertuang dalam **Permenaker No. Per-04/MEN/1987** tentang Panitia Pembina Keselamatan dan Kesehatan Kerja (P2K3) serta Tata Cara Penunjukan Ahli Keselamatan Kerja


Keputusan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia No. KEP 186/MEN/1999 tentang Ketentuan Unit Penanggulangan Kebakaran di Tempat Kerja terkait **Klasifikasi Tingkat Risiko Bahaya Kebakaran Sedang III**, membutuhkan:


Pengendalian bahaya terhadap zat-zat berbahaya yaitu dengan mempelajari Lembar Data Keselamatan Material (MSDS) berdasarkan **Permenaker No. 187/MEN/1999** tentang Pengendalian Bahaya Kimia Berbahaya di Tempat Kerja

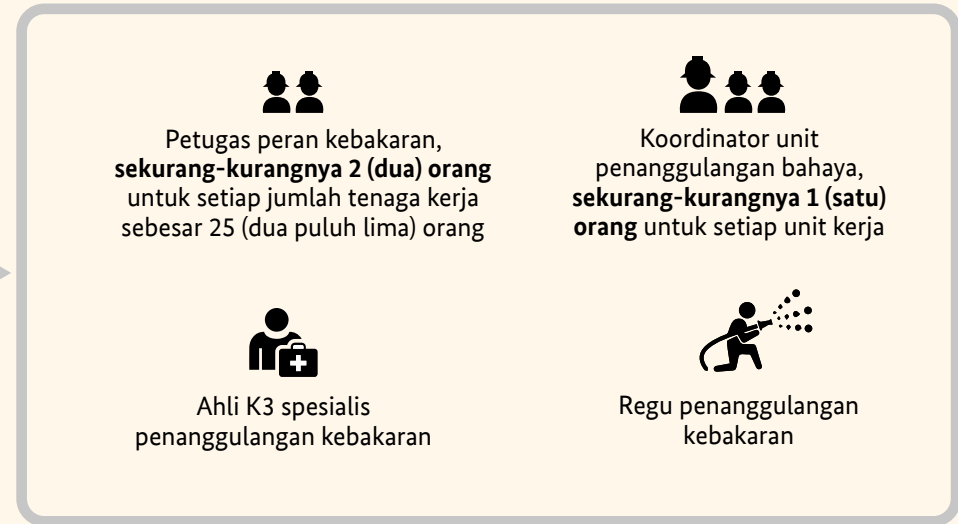
MSDS berisi uraian umum bahan, sifat fisik dan kimiawi, cara penggunaan, penyimpanan hingga pengelolaan bahan buangan
 Lampiran 12

 **Memasang dan merawat rambu bahaya dan larangan K3**

 **Melakukan pengarahan keselamatan untuk setiap pengunjung**
 Lampiran 4

 **Mengembangkan sistem pelaporan rutin dan non-rutin terkait aktifitas yang berhubungan dengan K3 pada instalasi biogas**

 **Mengembangkan daftar periksa pemantauan dan pengujian peralatan keselamatan**
 Bab 5



Sistem pelaporan K3 pada instalasi biogas

RUTIN

Instruksi kerja (termasuk prosedur operasi standar untuk operasional dan keselamatan)
 Lampiran 5

Formulir temuan pemeriksaan keselamatan
 Lampiran 6

Pelaporan K3 ke manajemen dan pelaporan P2K3 ke Dinas Tenaga Kerja setempat
 Lampiran 7 dan 8

NON RUTIN

Penerapan *Lockout Tagout* (LOTO)
 Lampiran 9

Analisa keselamatan kerja untuk kegiatan pemeliharaan dan perbaikan untuk dilaporkan ke manajer biogas atau terkait
 Lampiran 10

2.3.3 PENGENDALIAN BAHAYA SECARA PERSONAL (ALAT PELINDUNG DIRI/APD)

Merupakan tahapan terakhir sebagai bentuk perlindungan pada personel dari paparan bahaya pada tingkat yang dapat diterima dengan menyediakan APD.



Pada Permen tersebut disebutkan pula bahwa pekerja atau orang lain yang memasuki area kerja wajib menggunakan APD sesuai potensi bahaya dan risiko pada area kerja tersebut. Maka dari itu, setiap perusahaan diwajibkan untuk melaksanakan manajemen APD di area kerja, meliputi menentukan jenis risikonya, misalnya dalam menentukan alat pelindung pernapasan perlu diketahui potensi bahaya akibat paparan gas tertentu pada suatu unit instalasi biogas.



IDENTIFIKASI

Langkah identifikasi kebutuhan dan pemilihan APD memerlukan proses penilaian bahaya berdasarkan kategori bahaya yang telah diuraikan pada Bab 3.

PEMILIHAN APD

sesuai dengan jenis bahaya dan kebutuhan pekerja.

PELATIHAN

Pelatihan pada setiap pekerja agar para pekerja tersebut mengetahui penggunaan APD yang sesuai beserta waktu penggunaan APD, bagaimana cara mengenakan APD dengan benar, keterbatasan dari APD tersebut, merawat, memelihara, dan tata laksana pembuangan APD secara tepat.



Setelah pelatihan telah diadakan, setiap perusahaan juga perlu memastikan pemahaman dan keterampilan pekerja terhadap penggunaan APD dan mengadakan pelatihan ulang jika tingkat pemahaman dan keterampilan pekerja belum mencukupi. Selain itu, pelatihan ulang terhadap K3 perlu dilaksanakan jika ada perubahan area kerja atau tipe APD yang digunakan.



Aspek keselamatan pada area kerja perlu ditinjau ulang secara berkala apabila terjadi perubahan kondisi area kerja, peralatan kerja atau prosedur operasi yang dapat berpotensi terjadinya bahaya. Peninjauan ulang secara berkala tersebut perlu mencakup peninjauan catatan kecelakaan untuk melihat kecenderungan terjadinya kecelakaan pada suatu lokasi (OSHA, 2004). Hal tersebut dapat menjadi dasar untuk perbaikan spesifikasi APD yang digunakan.

Salah satu referensi terkait dengan penggunaan bentuk APD dapat dilihat pada standar keselamatan yang telah dikembangkan oleh Lembaga Standar Nasional Amerika (*American National Standards, ANSI*) (OSHA, 2004).

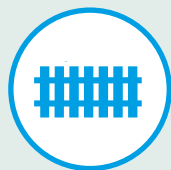
2.4 FASILITAS KESELAMATAN MINIMUM PADA INSTALASI BIOGAS

- Fasilitas keselamatan pada saat desain enjiniring
- Fasilitas keselamatan pada saat pengoperasian

Ban pelampung



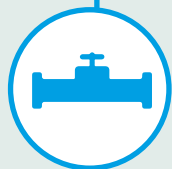
Jaket pelampung untuk yang bekerja di kolam limbah terbuka



Pagar untuk area instalasi biogas. Daerah pada bak limbah cair kelapa sawit seperti kolam pendingin, bak pengaduk



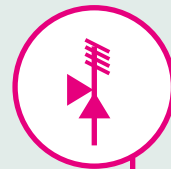
Pesawat angkat untuk pompa *submersible* di kolam pendingin atau bak pengaduk



Block valve pada *suction* untuk pompa-pompa yang ada di bawah level air



Penangkal petir di lokasi yang sesuai



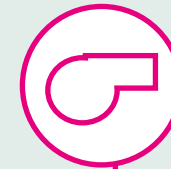
Digester dan *scrubber* dilengkapi dengan katup pengatur tekanan



Sistem instrumentasi pengaturan jumlah oksigen di dalam *bioscrubber*



Gada-gada



Blower portabel untuk mengurangi konsentrasi biogas saat di dalam ruang terbatas atau saat melakukan prosedur pekerjaan panas



Flame arrester pada *flare*, *gas engine*, dan *boiler burner*



Peralatan listrik yang berada di Zona 0 dan Zona 1 setidaknya mengikuti standar ATEX yang sesuai dengan zona tersebut



Kotak P3K terutama semprotan anti nyamuk dan obat jika disengat serangga beracun



APAR tepung kimia 25 kg sebanyak 2 unit di kamar mesin



Detektor asap permanen di kamar *gas engine* dan detektor gas portabel untuk operator

BAB

3



BAHAYA SPESIFIK DAN PENGENDALIAN

- Pembahasan bahaya-bahaya dan bentuk pengendalian bahaya teknis dan organisasi dari masing-masing area pada instalasi biogas secara spesifik.
 - Bentuk pengendalian bahaya pada mencakup kegiatan operasi dan pemeliharaan yang dilakukan di area tersebut.
- ⓘ Potensi dan pengendalian bahaya yang diuraikan pada bab ini adalah untuk instalasi biogas secara umum karena setiap instalasi biogas dapat memiliki desain dan teknologi yang berbeda. Maka dari itu, setiap pengelola instalasi biogas sebaiknya mengembangkan sendiri ilustrasi bahaya spesifik dan bentuk pengendalian bahaya berdasarkan konfigurasi instalasi masing-masing.

Pembangkit listrik berbasis biogas dengan kapasitas 1.8 MW ini dimiliki oleh PT. Austindo Nusantara Jaya (ANJ) Tbk dan dioperasikan oleh PT. Austindo Aufwind New Energy (AANE). AANE merupakan produsen listrik independen pertama di Indonesia yang mengoperasikan PLTBg sekaligus menjual listrik secara komersial. ©GIZ



3.1 PENGOLAHAN AWAL ① ② ③

Pada tahap pengolahan awal, substrat berupa limbah cair kelapa sawit dikondisikan untuk mencapai nilai parameter yang optimum sebelum memasuki digester anaerobik.

1 Kolam Pengumpul

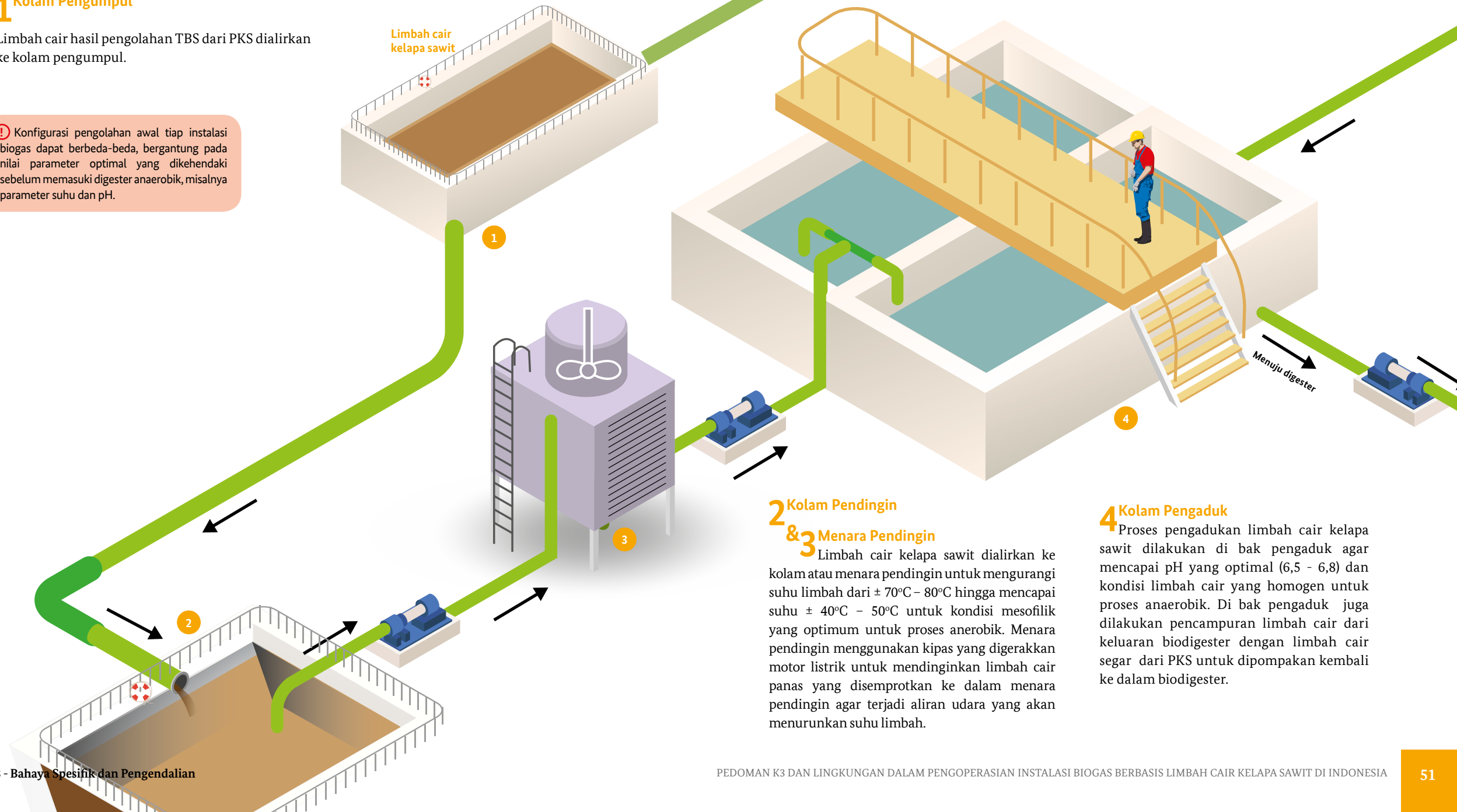
Limbah cair hasil pengolahan TBS dari PKS dialirkan ke kolam pengumpul.

⚠ Konfigurasi pengolahan awal tiap instalasi biogas dapat berbeda-beda, bergantung pada nilai parameter optimal yang dikehendaki sebelum memasuki digester anaerobik, misalnya parameter suhu dan pH.

Karakteristik Limbah Cair Kelapa Sawit (Direktorat Pengolahan Hasil Pertanian, 2006)

pH	: 3,3 - 4,6	Padatan tersuspensi	: 1.330 - 50.700 ppm
BOD	: 8.200 - 35.000 ppm	Minyak dan lemak	: 190 - 14.720 ppm
COD*	: 15.103 - 65.100 ppm	Total N	: 12- 126 ppm

*Untuk beberapa instalasi biogas di Indonesia COD yang masuk ke unit pengolahan awal dapat berkisar sampai 100.000 ppm



2 Kolam Pendingin & 3 Menara Pendingin





Limbah cair kelapa sawit dialirkan ke kolam atau menara pendingin untuk mengurangi suhu limbah dari $\pm 70^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$ hingga mencapai suhu $\pm 40^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C}$ untuk kondisi mesofilik yang optimum untuk proses anaerobik. Menara pendingin menggunakan kipas yang digerakkan motor listrik untuk mendinginkan limbah cair panas yang disemprotkan ke dalam menara pendingin agar terjadi aliran udara yang akan menurunkan suhu limbah.

4 Kolam Pengaduk

Proses pengadukan limbah cair kelapa sawit dilakukan di bak pengaduk agar mencapai pH yang optimal (6,5 - 6,8) dan kondisi limbah cair yang homogen untuk proses anaerobik. Di bak pengaduk juga dilakukan pencampuran limbah cair dari keluaran biodigester dengan limbah cair segar dari PKS untuk dipompa kembali ke dalam biodigester.

KOLAM DAN MENARA PENDINGIN


AKTIVITAS yang dilakukan di area menara pendingin termasuk pengoperasian pompa limbah cair yang akan didinginkan dan kipas pendingin. Untuk pemeliharaan perlu dilakukan pemeriksaan dan pembersihan pada pompa, kipas dan bagian dalam menara pendingin, termasuk pemeriksaan kebocoran pada pipa limbah cair.



-  Pengendalian bahaya secara teknis
-  Pengendalian bahaya secara organisasi
-  Aktivitas operasional
-  Aktivitas pemeliharaan


APD yang digunakan





 Bekerja dengan pendamping

 **OM** Kebocoran atau rembesan limbah cair


-  Menggunakan *lining* HDPE pada dasar kolam
-  Pengecekan secara berkala untuk rembesan atau kebocoran kolam


 **OM** Terpeleset dan tercebur saat berjalan di sekitar kolam


-  Pemasangan pagar pada sekeliling kolam pendingin
-  Menjaga kebersihan tangga dan jalur sekeliling kolam pendingin


 **OM** Terkena sengatan listrik dari kabel pompa dan panel menara pendingin


-  Pemasangan insulasi kabel sesuai SNI
-  Penerapan LOTO saat pemeliharaan



 **M** Terkena limbah cair dengan suhu tinggi 60°C - 85°C untuk menara pendingin terbuka (konvensional)


-  Menggunakan sistem menara pendingin yang tertutup dan ramah lingkungan

 **M** Terkena kipas yang berputar

-  Penerapan LOTO saat pemeliharaan


 **M** Terjatuh dari tangga saat pembersihan media

-  1. Menggunakan *body harness* pada saat menaiki menara pendingin
-  2. Menggunakan bantuan platform horisontal (*scaffolding*)

 **O** Kontaminasi oleh bakteri patogen dari butiran air limbah dan terhirup operator pada menara pendingin terbuka

OM Terpapar minyak dengan asam tinggi

-  Menggunakan sistem menara pendingin yang tertutup dan ramah lingkungan

 **EX** Pada sistem pendingin belum terbentuk biogas, sehingga tidak ada potensi ledakan. Sistem pendingin termasuk ke dalam **Zona tidak terklasifikasi**.

BAK PENGADUK

AKTIVITAS yang dilakukan di area bak pengaduk adalah operasional pompa dan agitator untuk kontrol *feeding* dan pencampuran limbah cair di bak pengaduk dan pengambilan sampel limbah cair untuk pengujian COD, pH dan suhu. Untuk pemeliharaan, diperlukan pemeriksaan pompa dan *agitator* secara berkala dan pemeriksaan pipa limbah cair dan bak pengaduk dari kebocoran. Potensi bahaya lainnya yang perlu diwaspadai adalah jika lokasi bak pengaduk berdekatan dengan kolam atau digester anaerobik sehingga ada risiko terpapar metana atau hidrogen sulfida.

APD yang digunakan



Bekerja dengan pendamping



OM Terjatuh ke bak pengaduk, tenggelam

- Pemasangan pagar di sekeliling bak pengaduk

M Kebocoran POME

- Penambalan kebocoran
- Pengecekan secara berkala untuk rembesan atau kebocoran pada bak pengaduk

OM Terkena *agitator* yang berputar saat mengambil sampel limbah

- Pemasangan katup untuk pengambilan sampel

M Terpeleset dan terjatuh saat pengangkatan pompa dan *agitator* *submersible*

- Pemasangan susunan tangga dan blok rantai untuk mengangkat pompa *submersible*

OM Terkena sengatan listrik dari kabel pompa *submersible* atau *agitator*

- Pemasangan insulasi kabel sesuai SNI
- Penerapan LOTO saat pemeliharaan

OM Terkena limbah cair dengan suhu tinggi 60°C - 85°C pada saat ada kebocoran pada pipa

- Pengecekan secara berkala untuk kebocoran pada pipa distribusi

DISTRIBUSI LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT

APD yang digunakan



Bekerja dengan pendamping

M Terpeleset dan terjatuh karena pipa limbah cair saat berjalan

- Pemasangan jalur pejalan kaki yang dilalui pipa limbah cair

OM Terkena sengatan listrik dari kabel pompa

- Pemasangan insulasi kabel sesuai SNI
- Penerapan LOTO saat pemeliharaan

OM Pencemaran limbah cair kelapa sawit ke lingkungan sekitar saat membersihkan pipa dari endapan akibat terbentuknya *struvite* (*magnesium amonium phosphate*) pada pipa maupun tidak disengaja

- Menggunakan *by-pass flexible hose* untuk mengosongkan limbah cair di dalam pipa sehingga bisa dialirkan kembali ke kolam limbah
- Pengosongan limbah cair di dalam pipa sebelum melakukan pemeliharaan

M Kebocoran limbah cair karena pipa tersumbat atau spesifikasi pipa distribusi yang tidak sesuai

- Penggunaan pipa HDPE untuk distribusi limbah cair
- Pengecekan secara berkala untuk kebocoran pada pipa distribusi kebocoran pada pipa distribusi

O Pompa panas dan terbakar karena beroperasi tanpa adanya limbah cair kelapa sawit

- Pemasangan saklar ketinggian untuk mengatur jalannya pompa berdasarkan ketinggian limbah cair

M Kebakaran saat pekerjaan penyambungan pipa dengan pengelasan termal

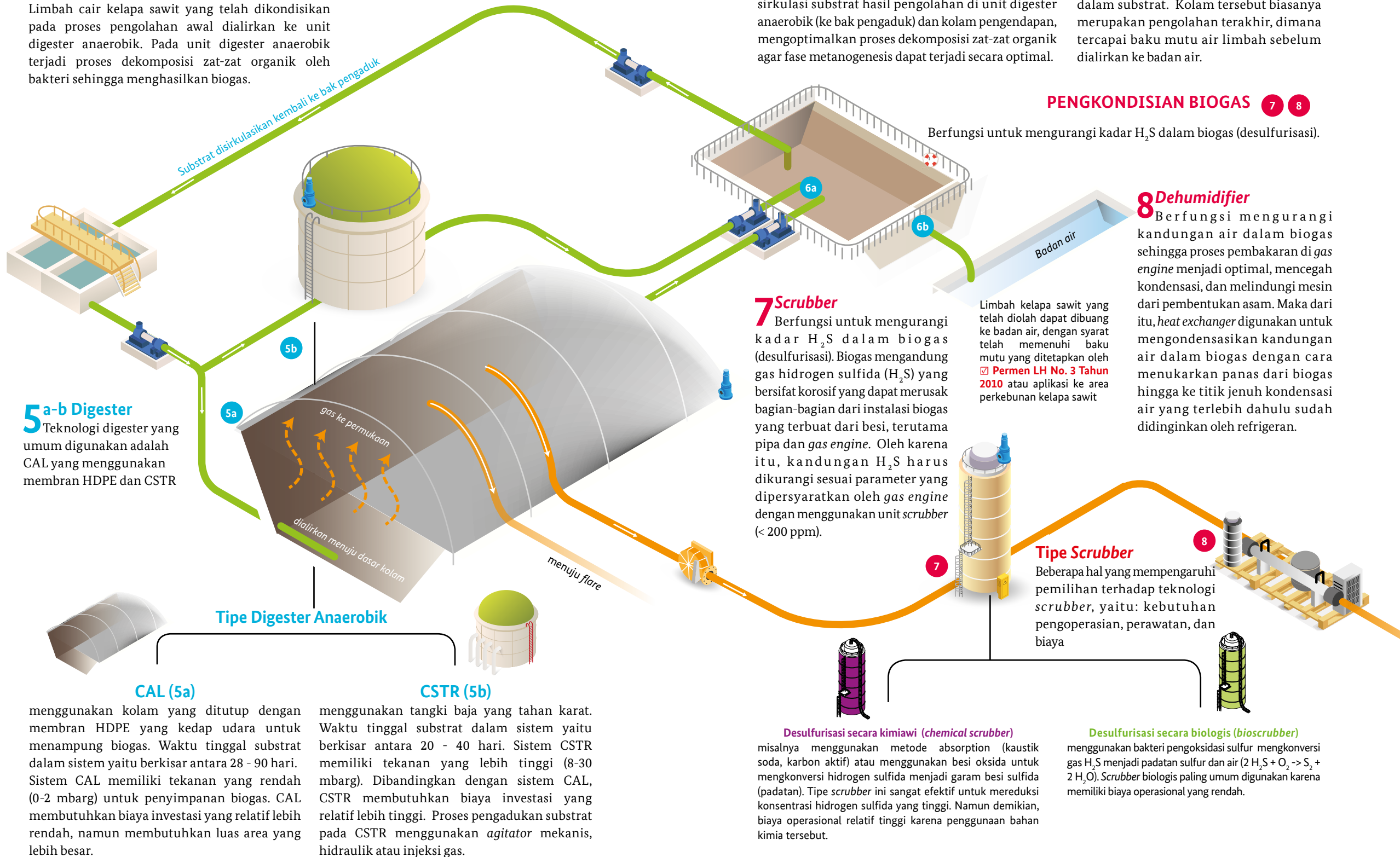
- Memeriksa keberadaan gas dengan detektor gas portabel dan *blower* tersedia saat mengelas
- Penerapan prosedur pekerjaan panas, penyambungan pipa dilakukan oleh operator yang kompeten

EX Peluang terbentuknya biogas pada bak pengaduk sangat kecil, sehingga tidak terdapat potensi ledakan. **Bak pengaduk termasuk ke dalam Zona tidak terklasifikasi**

EX Peluang terbentuknya biogas pada sistem distribusi limbah cair sangat kecil sehingga tidak ada potensi ledakan, sehingga sistem distribusi limbah cair tidak termasuk ke dalam Zona tidak terklasifikasi

3.2 DIGESTER ANAEROBIK 5a 5b 6a 6b

Limbah cair kelapa sawit yang telah dikondisikan pada proses pengolahan awal dialirkan ke unit digester anaerobik. Pada unit digester anaerobik terjadi proses dekomposisi zat-zat organik oleh bakteri sehingga menghasilkan biogas.



5a-b Digester
Teknologi digester yang umum digunakan adalah CAL yang menggunakan membran HDPE dan CSTR

Tipe Digester Anaerobik

CAL (5a)

menggunakan kolam yang ditutup dengan membran HDPE yang kedap udara untuk menampung biogas. Waktu tinggal substrat dalam sistem yaitu berkisar antara 28 - 90 hari. Sistem CAL memiliki tekanan yang rendah (0-2 mbarg) untuk penyimpanan biogas. CAL membutuhkan biaya investasi yang relatif lebih rendah, namun membutuhkan luas area yang lebih besar.

CSTR (5b)

menggunakan tangki baja yang tahan karat. Waktu tinggal substrat dalam sistem yaitu berkisar antara 20 - 40 hari. Sistem CSTR memiliki tekanan yang lebih tinggi (8-30 mbarg). Dibandingkan dengan sistem CAL, CSTR membutuhkan biaya investasi yang relatif lebih tinggi. Proses pengadukan substrat pada CSTR menggunakan *agitator* mekanis, hidraulik atau injeksi gas.

6 Kolam eksisting dapat berupa :

6a Kolam sirkulasi (6a) Berfungsi sebagai kolam sirkulasi substrat hasil pengolahan di unit digester anaerobik (ke bak pengaduk) dan kolam pengendapan, mengoptimalkan proses dekomposisi zat-zat organik agar fase metanogenesis dapat terjadi secara optimal.

6b Kolam pengendapan (6b) Berfungsi untuk mengendapkan lumpur-lumpur yang terdapat dalam substrat. Kolam tersebut biasanya merupakan pengolahan terakhir, dimana tercapai baku mutu air limbah sebelum dialirkan ke badan air.

PENKONDISIAN BIOGAS 7 8

Berfungsi untuk mengurangi kadar H₂S dalam biogas (desulfurisasi).

7 Scrubber

Berfungsi untuk mengurangi kadar H₂S dalam biogas (desulfurisasi). Biogas mengandung gas hidrogen sulfida (H₂S) yang bersifat korosif yang dapat merusak bagian-bagian dari instalasi biogas yang terbuat dari besi, terutama pipa dan *gas engine*. Oleh karena itu, kandungan H₂S harus dikurangi sesuai parameter yang dipersyaratkan oleh *gas engine* dengan menggunakan unit *scrubber* (< 200 ppm).

Limbah kelapa sawit yang telah diolah dapat dibuang ke badan air, dengan syarat telah memenuhi baku mutu yang ditetapkan oleh **Permen LH No. 3 Tahun 2010** atau aplikasi ke area perkebunan kelapa sawit

8 Dehumidifier

Berfungsi mengurangi kandungan air dalam biogas sehingga proses pembakaran di *gas engine* menjadi optimal, mencegah kondensasi, dan melindungi mesin dari pembentukan asam. Maka dari itu, *heat exchanger* digunakan untuk mengondensasikan kandungan air dalam biogas dengan cara menukarkan panas dari biogas hingga ke titik jenuh kondensasi air yang terlebih dahulu sudah didinginkan oleh refrigeran.

Tipe Scrubber

Beberapa hal yang mempengaruhi pemilihan terhadap teknologi *scrubber*, yaitu: kebutuhan pengoperasian, perawatan, dan biaya

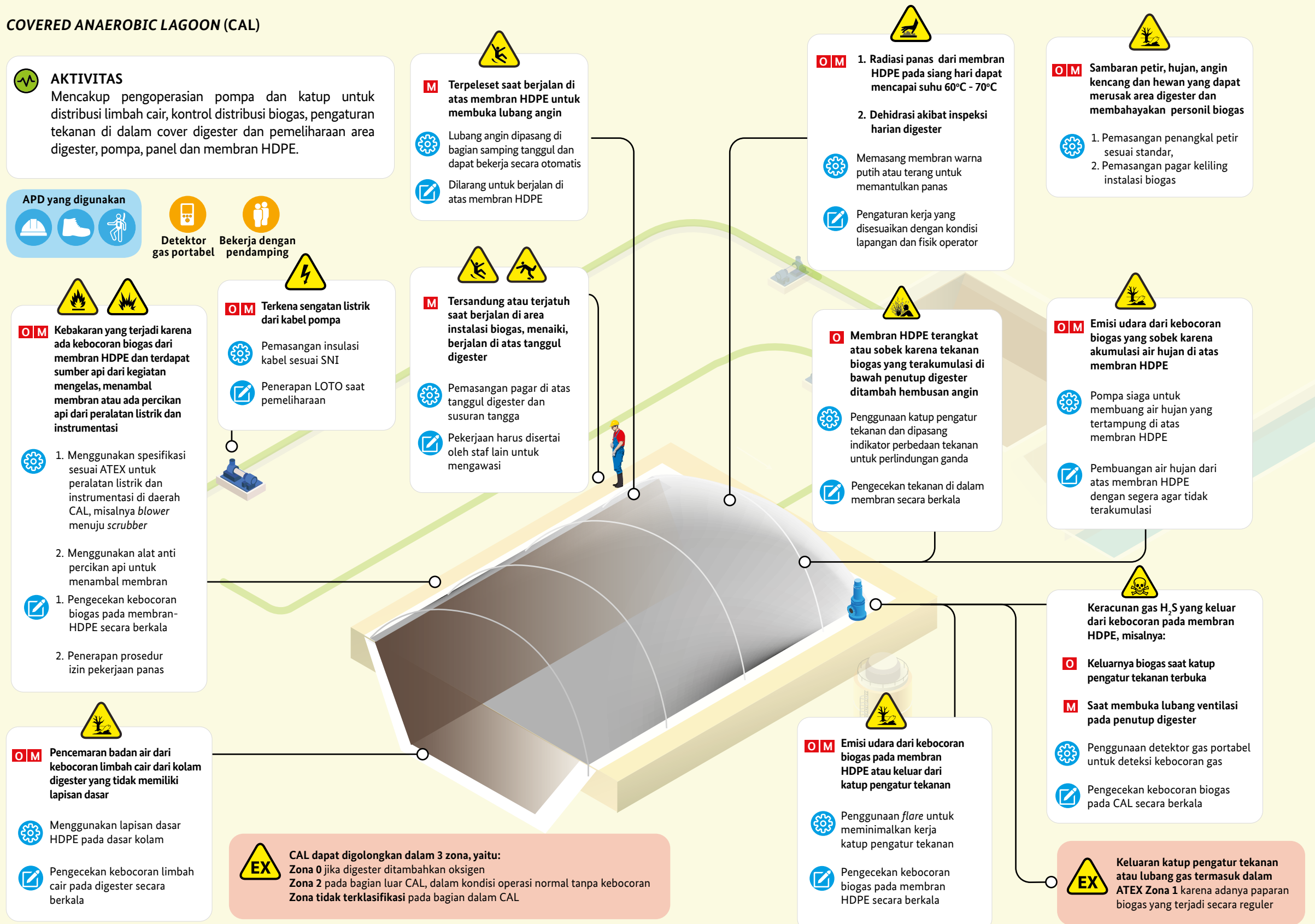
Desulfurisasi secara kimiawi (*chemical scrubber*)

misalnya menggunakan metode absorpsi (kaustik soda, karbon aktif) atau menggunakan besi oksida untuk mengkonversi hidrogen sulfida menjadi garam besi sulfida (padatan). Tipe *scrubber* ini sangat efektif untuk mereduksi konsentrasi hidrogen sulfida yang tinggi. Namun demikian, biaya operasional relatif tinggi karena penggunaan bahan kimia tersebut.

Desulfurisasi secara biologis (*bioscrubber*)

menggunakan bakteri pengoksidasi sulfur mengkonversi gas H₂S menjadi padatan sulfur dan air (2 H₂S + O₂ -> S₂ + 2 H₂O). *Scrubber* biologis paling umum digunakan karena memiliki biaya operasional yang rendah.

COVERED ANAEROBIC LAGOON (CAL)



CONTINUOUSLY STIRRED TANK REACTOR (CSTR)



AKTIVITAS

Mencakup pengoperasian pompa dan katup untuk distribusi limbah cair kelapa sawit, kontrol distribusi biogas, pengaturan tekanan di dalam penutup digester dan pemeliharaan area digester, pompa, panel dan tangki CSTR. Sebelum dilakukan pemeliharaan, perlu dilakukan pembersihan total pada bagian dalam CSTR dengan melakukan pembuangan seluruh limbah cair kelapa sawit, kemudian dilakukan pencucian dengan air dan pembersihan total dari endapan atau padatan sampai bagian dalam CSTR dalam kondisi kering. Setelah itu, perlu dilakukan pengecekan untuk kondisi atmosfer di dalam CSTR dan pastikan tidak ada gas berbahaya (CH_4 atau bahkan H_2S) yang berpotensi bahaya dengan menggunakan detektor gas portabel.

APD yang digunakan



Detektor gas portabel



Bekerja dengan pendamping

OM Kebakaran dan ledakan yang terjadi karena ada kebocoran biogas dari tangki CSTR dan terdapat sumber api dari kegiatan mengelas, menambal membran atau ada percikan api dari peralatan listrik dan instrumentasi

Menggunakan spesifikasi sesuai ATEX untuk peralatan listrik dan instrumentasi di daerah CSTR, misalnya blower menuju scrubber

1. Penerapan prosedur pekerjaan panas
2. Pengecekan kebocoran biogas pada CSTR secara berkala. limbah cair kelapa sawit di dalam tangki dikosongkan terlebih dahulu sebelum melakukan penambalan kebocoran

OM Terkena sengatan listrik dari kabel pompa

- Pemasangan insulasi kabel sesuai SNI
- Penerapan LOTO saat pemeliharaan

O Terkena uap panas dari kebocoran pada pipa uap pada sistem termofilik

- Insulasi pipa uap sesuai standar
- Pengecekan kebocoran uap pada pipa secara berkala

OM Ledakan karena tekanan biogas yang terakumulasi di bawah penutup digester dan katup pengatur tekanan tidak bekerja

- Penggunaan katup pengatur tekanan dan dipasang indikator perbedaan tekanan untuk perlindungan ganda
- Pengecekan tekanan di dalam CSTR secara berkala dan pemeliharaan katup pengatur tekanan



Keluaran katup pengatur tekanan atau lubang gas termasuk dalam ATEX Zona 1 karena adanya paparan biogas yang terjadi secara reguler

OM Tersandung atau terjatuh saat berjalan di area CSTR, menaiki CSTR, berjalan di atas CSTR

1. Pemasangan pagar keliling di atas CSTR
2. Menggunakan body harness pada saat bekerja di ketinggian

M Sesak napas dan keracunan saat masuk ke dalam CSTR yang masih berisi biogas

- Penggunaan blower untuk mengeluarkan biogas dari dalam CSTR dan pengukuran H_2S dan CO_2 dengan detektor gas portabel
- Penerapan prosedur izin ruang terbatas dan hanya memasuki CSTR jika sudah memenuhi standar nilai ambang batas gas H_2S dan CO_2 berdasarkan pengukuran detektor gas portabel

OM Sambaran petir, hujan, angin kencang dan hewan yang dapat merusak penutup digester dan membahayakan personel instalasi biogas

1. Pemasangan penangkal petir sesuai standar
2. Pemasangan pagar keliling pada instalasi biogas

O Keracunan gas H_2S dari kebocoran pada membrane HDPE, misalnya keluarnya biogas saat katup pengatur tekanan terbuka

- Saat membuka lubang ventilasi pada CSTR
- Penggunaan detektor gas portabel untuk deteksi kebocoran gas
- Pengecekan kebocoran biogas pada CSTR secara berkala

OM Emisi udara dari kebocoran biogas pada CSTR atau keluar dari katup pengatur tekanan

- Penggunaan flare untuk meminimalkan kerja katup pengatur tekanan
- Pengecekan kebocoran biogas pada CSTR secara berkala



CSTR dapat digolongkan dalam 3 zona, yaitu:

- Zona 0 jika digester ditambahkan oksigen
- Zona 2 pada bagian luar CSTR, dalam kondisi operasi normal tanpa kebocoran
- Zona tidak terklasifikasi pada bagian dalam CSTR

PENGKONDISIAN BIOGAS: SCRUBBER



AKTIVITAS

Aktivitas yang dilakukan pada area *scrubber* adalah pengoperasian pompa untuk penyemprotan bahan kimia atau dengan limbah cair kelapa sawit untuk mengurangi H₂S dan pemeliharaan media *scrubber* bila sudah jenuh atau berkurang efisiensinya.

APD yang digunakan



Detektor gas portabel



Bekerja dengan pendamping

M Tertindih media *scrubber* saat mengeluarkan media untuk melakukan pembersihan atau penggantian media

Melakukan pemeliharaan *scrubber* sesuai prosedur dari manufaktur

M Sesak napas dan keracunan saat masuk ke dalam *scrubber* yang masih berisi biogas untuk melakukan pemeliharaan

1. Penggunaan blower portabel untuk mengeluarkan biogas dari dalam *scrubber*
2. Pengukuran H₂S dan CO₂ dengan detektor gas

Penerapan prosedur izin ruang terbatas dan hanya memasuki *scrubber* jika sudah memenuhi standar nilai ambang batas gas H₂S dan CO₂ berdasarkan pengukuran detektor gas portabel

O Ledakan karena input oksigen yang berlebihan ke dalam *scrubber* (melewati batas LEL) dan pada saat bersamaan, terjadi kebocoran biogas yang terpapar dengan sumber api, misalnya percikan api terpicu oleh *blower* yang tidak sesuai dengan ATEX

Pemasangan pengukur aliran dan PLC untuk menjaga batas udara yang masuk ke *scrubber* (sesuai dengan desain penyedia teknologi)

O Ledakan karena tekanan *scrubber* yang diakibatkan penyumbatan pada pipa dan biomedial yang buntu. Hal tersebut dapat menyebabkan sambungan pemipaan mengalami kebocoran

Pemasangan saklar tekanan pada pipa masuk dan keluar gas pada unit *scrubber* yang tersambung dengan PLC untuk mematikan *blower* gas dalam kasus penyumbatan pipa

Pengecekan tekanan *scrubber* secara berkala



EX *Scrubber* dapat digolongkan dalam 3 zona, yaitu:
Zona 0 pada bagian dalam *scrubber*
Zona 1 pada katup pengatur tekanan
Zona 2 pada bagian luar *scrubber* dalam kondisi normal tanpa adanya kebocoran gas



O M Kebakaran dan ledakan yang terjadi karena ada kebocoran biogas dari *scrubber* dan terdapat sumber api dari kegiatan mengelas atau ada percikan api dari peralatan listrik dan instrumentasi

Menggunakan spesifikasi sesuai ATEX untuk peralatan listrik dan instrumentasi di daerah *scrubber*, misalnya blower udara, pengukur aliran biogas, dan instrumentasi oksigen atau H₂S *analyser*

1. Pengecekan kebocoran biogas pada *scrubber* secara berkala
2. Penerapan prosedur izin pekerjaan panas



M Jika terpapar dengan hujan asam, hasil samping proses *bioscrubber* berupa sulfur padat dapat terlarut dan menjadi zat berbahaya

Membuat tempat penyimpanan sulfur padat yang dilindungi dengan atap
Pengelolaan dan pembuangan limbah sulfur sesuai prosedur



M Terpapar H₂S pada saat membuka lubang kontrol *scrubber* bagian atas dan bawah

Pengukuran H₂S dengan detektor gas portabel
Pengecekan kebocoran biogas pada *scrubber* secara berkala



O M Tersandung atau terjatuh saat menaiki tangga saat berjalan di atas *scrubber*

Pemasangan pagar keliling di atas *scrubber* dan susunan tangga



O M Emisi udara dari kebocoran biogas pada *scrubber*

Penggunaan detektor gas portabel
Pengecekan kebocoran biogas pada *scrubber* secara berkala



O M Terkena sengatan listrik dari kabel *blower* udara dan biogas

Menggunakan spesifikasi sesuai ATEX untuk peralatan listrik dan instrumentasi di daerah digester
Penerapan LOTO saat pemeliharaan



M Pencemaran badan air dari air limbah buangan *scrubber* yang mengandung sulfur

Pembuatan penampungan untuk pengendapan sulfur

Pemisahan sulfur dan mengalirkan air yang asam ke bak setelah reaktor yang memiliki pH di atas 7

Pancuran mata darurat



Pencuci mata darurat

DEHUMIDIFIER

AKTIVITAS
Dehumidifier umumnya menggunakan refrigeran untuk mendinginkan biogas agar terjadi proses kondensasi sehingga uap air dapat dipisahkan dari biogas dan dikeluarkan dalam bentuk kondensat.

APD yang digunakan



Detektor gas portabel



Bekerja dengan pendamping



OM Terkena sengatan listrik dari panel dan kabel

- 1. Memasang insulasi kabel sesuai SNI
- 2. Menggunakan spesifikasi sesuai ATEX untuk peralatan listrik dan instrumentasi
- 3. Penerapan LOTO saat pemeliharaan



OM Kebakaran yang terjadi karena ada kebocoran biogas dari dehumidifier dan terdapat sumber api dari kegiatan merokok, mengelas atau ada percikan api dari peralatan listrik dan instrumentasi

- 1. Menggunakan spesifikasi sesuai ATEX untuk peralatan listrik dan instrumentasi
- 2. Penerapan prosedur pekerjaan panas
- 3. Pengecekan kebocoran biogas pada pipa gas secara berkala



O Pencemaran badan air dari air kondensat yang bersifat asam

- 1. Pengaliran air kondensat ke bak ke kolam yang memiliki alkali tinggi, misalnya bak pengaduk atau ke kolam setelah digester anaerobik



M Kebocoran refrigeran pada refrigerator

- 1. Pengecekan kebocoran refrigeran secara berkala dengan memonitor tekanan refrigeran. Jika tekanan turun, terdapat indikasi kebocoran



Pada dehumidifier paparan biogas hanya terjadi jika ada kebocoran, jadi termasuk dalam ATEX Zona 2

DISTRIBUSI BIOGAS

APD yang digunakan



Detektor gas portabel



Bekerja dengan pendamping



OM Kebakaran karena kebocoran biogas dari pipa gas (akibat getaran blower, sehingga sambungan menjadi longgar

M Terdapat sumber api dari kegiatan mengelas atau ada percikan api dari peralatan listrik dan instrumentasi

- 1. Menggunakan spesifikasi sesuai ATEX untuk peralatan listrik dan instrumentasi di sistem distribusi biogas, misalnya blower, pengukur aliran biogas, gas analyser

- 2. Penerapan prosedur pekerjaan panas
- 3. Pengecekan kebocoran biogas pada pipa gas secara berkala

OM Potensi terjadinya pemuatan pipa akibat fluktuasi suhu

- 1. Pemakaian pipa HDPE untuk distribusi biogas
- 2. Menggunakan pipa uPVC. Jika menggunakan pipa PVC, sebaiknya ditanam untuk menghindari paparan sinar matahari secara langsung

- 3. Pengecekan kebocoran biogas pada pipa gas secara berkala



OM Tersandung atau terjatuh karena pipa biogas saat berjalan

- 1. Pemasangan jalur pejalan kaki di area biogas yang dilalui pipa gas



O Emisi metana dan gas H₂S yang keluar dari kebocoran pada pipa gas, katup, sambungan

- 1. Penggunaan detektor gas portabel untuk deteksi kebocoran gas
- 2. Pengecekan kebocoran biogas pada pipa gas secara berkala



Sistem distribusi biogas dapat digolongkan dalam 2 zona, yaitu:

- Zona 1 jika jenis material yang digunakan pada bagian dari sistem distribusi biogas adalah non-stainless
- Zona 2 jika jenis material yang digunakan pada sistem distribusi biogas adalah stainless steel

3.3 PEMANFAATAN BIOGAS 9 10 11

Biogas yang diproduksi dari digester dapat dimanfaatkan dengan *gas engine* dan *boiler burner* atau langsung dibakar di *flare*.

9 Flare

Kelebihan biogas yang tidak dimanfaatkan di *gas engine* atau *boiler burner* akan dibakar pada unit *flare*. Hal ini dapat terjadi ketika pada musim panen puncak dan jumlah TBS yang diolah oleh PKS di atas rata-rata sehingga biogas yang dihasilkan melebihi kapasitas *gas engine* atau *boiler burner*. Selain itu, kelebihan biogas dapat terjadi jika *gas engine* sedang dalam pemeliharaan rutin atau perbaikan. Instalasi biogas yang tidak memiliki *gas engine* atau *boiler*, harus selalu menggunakan *flare* untuk mengelola biogas. Kelebihan biogas tidak dapat langsung dibuang ke atmosfer karena memiliki karakteristik mudah terbakar dan beracun. Selain itu, emisi biogas secara langsung ke atmosfer dapat menimbulkan efek gas rumah kaca akibat kandungan metana yang tinggi.

Listrik yang dihasilkan oleh *gas engine* disalurkan melalui jaringan listrik dan digunakan untuk keperluan internal PKS atau untuk dijual ke PLN

11 Boiler Burner

Biogas dialirkan ke biogas burner yang dipasang pada *boiler* PKS sebagai bahan bakar untuk menghasilkan uap. Uap tersebut digunakan untuk proses pengolahan TBS pada PKS. Dengan memanfaatkan biogas untuk *boiler burner*, cangkang yang biasanya dibutuhkan untuk bahan bakar *boiler* dapat berkurang dan kemudian dapat dijual.

10 Gas Engine

Biogas yang telah dikondisikan kemudian dialirkan dengan *blower* ke *gas engine*. *Blower* gas berfungsi untuk menjaga tekanan sesuai untuk kebutuhan *gas engine*, sekitar 150-200 mBar. *Gas engine* adalah jenis mesin pembakaran internal yang menggunakan bahan bakar gas seperti gas alam atau biogas. Biogas yang masuk ke *gas engine* harus memiliki kadar air kurang dari 80% dan konsentrasi H_2S kurang dari 200 ppm, tergantung pada spesifikasi *gas engine*. *Gas engine* mengkonversi energi yang terkandung dalam biogas menjadi energi listrik dengan efisiensi antara 36 - 42%.

**PEMANFAATAN BIOGAS:
FLARE**

AKTIVITAS
Mencakup pengoperasian katup untuk kontrol gas dan panel kontrol serta pemeliharaan dan pembersihan flare dan flame arrester dari kotoran.



OM 1. Kebocoran biogas dari pipa flare
2. Terdapat sumber api dari kegiatan mengelas atau ada percikan api dari peralatan listrik dan instrumentasi

Menggunakan spesifikasi sesuai ATEX untuk peralatan listrik dan instrumentasi, misalnya panel elektrik

1. Pengecekan kebocoran biogas pada flare secara berkala
2. Penerapan prosedur izin pekerjaan panas

OM Radiasi panas dari lidah api flare yang dapat mencapai 800°C - 1.200°C atau dari badan flare

Peletakan flare dengan memperhitungkan radius radiasi panas terhadap lingkungan sekitar, yaitu 6 meter (German Social Insurance for Agriculture, Forestry, and Horticulture, 2016)

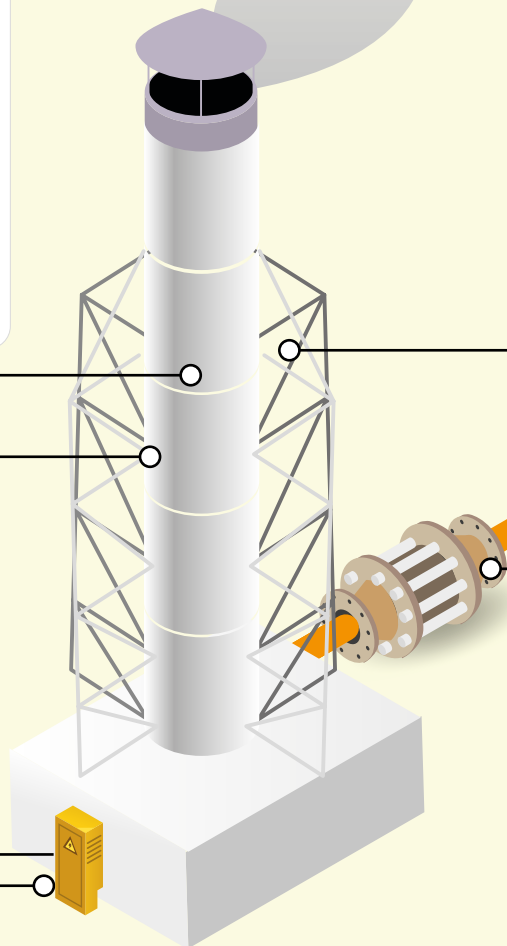
OM Terkena sengatan listrik dari panel dan instrumentasi

Menggunakan spesifikasi sesuai ATEX untuk peralatan listrik dan instrumentasi

Penerapan LOTO saat pemeliharaan

OM Panel atau kabel terbakar karena sambaran api flare

Kabel menggunakan insulasi tahan panas dan panel tertutup agar terlindung dari api



M Tersandung atau terjatuh saat menaiki tangga flare atau melakukan aktivitas di atas flare

M Terjepit atau terbentur (untuk jenis flare tertutup)

Pemasangan susunan pada tangga

OM Emisi metana dan gas H₂S yang keluar dari kebocoran pada pipa gas, katup, sambungan

Penggunaan detektor gas portabel untuk deteksi kebocoran gas

Pengecekan kebocoran biogas pada pipa gas secara berkala dengan melihat pengukur aliran

OM Terjadi letupan pada pipa gas

Pemasangan flame arrester pada sambungan pipa sebelum flare

Pembersihan flame arrester secara berkala

EX Zona 0, karena unit flare direncanakan untuk beroperasi selama instalasi biogas beroperasi

GAS ENGINE



AKTIVITAS

Berkaitan dengan *gas engine* berupa kontrol penyaluran gas ke *gas engine*, operasional dan pemeliharaan *gas engine*, radiator mesin, panel elektrikal dan penanganan limbah B3.

APD yang digunakan



Detektor gas portabel



Bekerja dengan pendamping



M Pencemaran lingkungan oleh limbah B3 (misalnya oli bekas) yang dibuang sembarangan

Menyediakan bak penampung oli bekas

Mengikuti prosedur penanganan limbah B3



O Emisi gas CO dari buangan *engine gas*

Menggunakan *gas engine* dengan efisiensi tinggi



O Emisi metana dan gas H₂S yang keluar dari kebocoran pada pipa gas, katup, sambungan pada *gas engine*

1. Disarankan untuk memasang detektor gas yang dipasang tetap (H₂S, CO, CH₄, CO₂)

2. Pemasangan kipas buang

Pengecekan kebocoran biogas pada pipa gas secara berkala



OM Terkena sengatan listrik dari panel *gas engine*

Insulasi kabel berdasarkan SNI

Penerapan LOTO saat pemeliharaan



OM Terjadi letupan pada pipa gas

Pemasangan *flame arrester* pada sambungan pipa sebelum *gas engine*

Pembersihan *flame arrester* secara berkala



O Gangguan pendengaran karena suara *gas engine* diatas 85 dB



M Tersangkut atau terjepit pada bagian berputar dari *gas engine*

Memastikan penutup *gas engine* selalu terpasang



O Terpapar radiasi buangan udara panas dari *gas engine* dengan suhu 300°C - 350°C

1. Insulasi pipa buangan yang ada di ruangan

2. Menarik titik teraman untuk membuang buangan udara panas dari *gas engine*



Pada *gas engine*, aliran biogas diatur melalui regulator *gas engine* sesuai dengan kebutuhan gas dari *gas engine*. Dalam sistem tertutup dengan potensi kebocoran biogas secara minim, *gas engine* termasuk dalam ATEX Zona 2



OM 1. Kebakaran dari kebocoran biogas dari pipa gas yang masuk ke *gas engine*

2. Terdapat sumber api dari kegiatan mengelas atau ada percikan api dari peralatan listrik dan instrumentasi

1. Menggunakan spesifikasi sesuai ATEX untuk peralatan listrik dan instrumentasi pada area *gas engine*

2. Pemasangan detektor asap yang dipasang secara tetap, alarm kebakaran

1. Penerapan prosedur pekerjaan panas

2. Pengecekan kebocoran pipa gas secara berkala dengan menggunakan detektor gas portabel

BOILER BURNER



AKTIVITAS

Berkaitan dengan *boiler burner* berupa kontrol penyaluran gas ke *boiler burner* dan pemeliharaan.

APD yang digunakan



Detektor gas portabel



Bekerja dengan pendamping



O Radiasi panas ketika membuka pintu *boiler burner*



Boiler burner dirancang agar biogas yang dialirkan langsung terbakar di *burner* sehingga tidak ada biogas yang terlepas keluar. *Boiler burner* dapat digolongkan dalam 2 zona, yaitu:

ATEX Zona 0 pada sisi dalam *boiler burner* karena paparan biogas secara kontinu
ATEX Zona 2 pada sisi luar *boiler burner* karena paparan radiasi panas ketika membuka pintu *boiler burner*



M Tersangkut atau terjepit pada kipas *blower*

C Penerapan LOTO saat pemeliharaan *blower*



M Emisi metana dan gas H₂S yang keluar dari kebocoran pada pipa gas, katup, sambungan pada pipa gas dan *blower*

C Pengecekan kebocoran biogas secara berkala dengan menggunakan detektor gas portabel



O M 1. Kebocoran biogas dari pipa gas atau *burner*

2. Terdapat sumber api dari kegiatan mengelas, percikan api dari peralatan listrik dan instrumentasi



1. Menggunakan spesifikasi sesuai ATEX untuk peralatan listrik dan instrumentasi di area *boiler burner*

2. Pemasangan pengukur aliran terkoneksi dengan PLC dan frekuensi inverter untuk menjaga input oksigen untuk *burner*



1. Penerapan prosedur pekerjaan panas

2. Pengecekan kebocoran pipa gas secara berkala



O M Terkena sengatan listrik dari panel *boiler burner* beserta instrumentasi



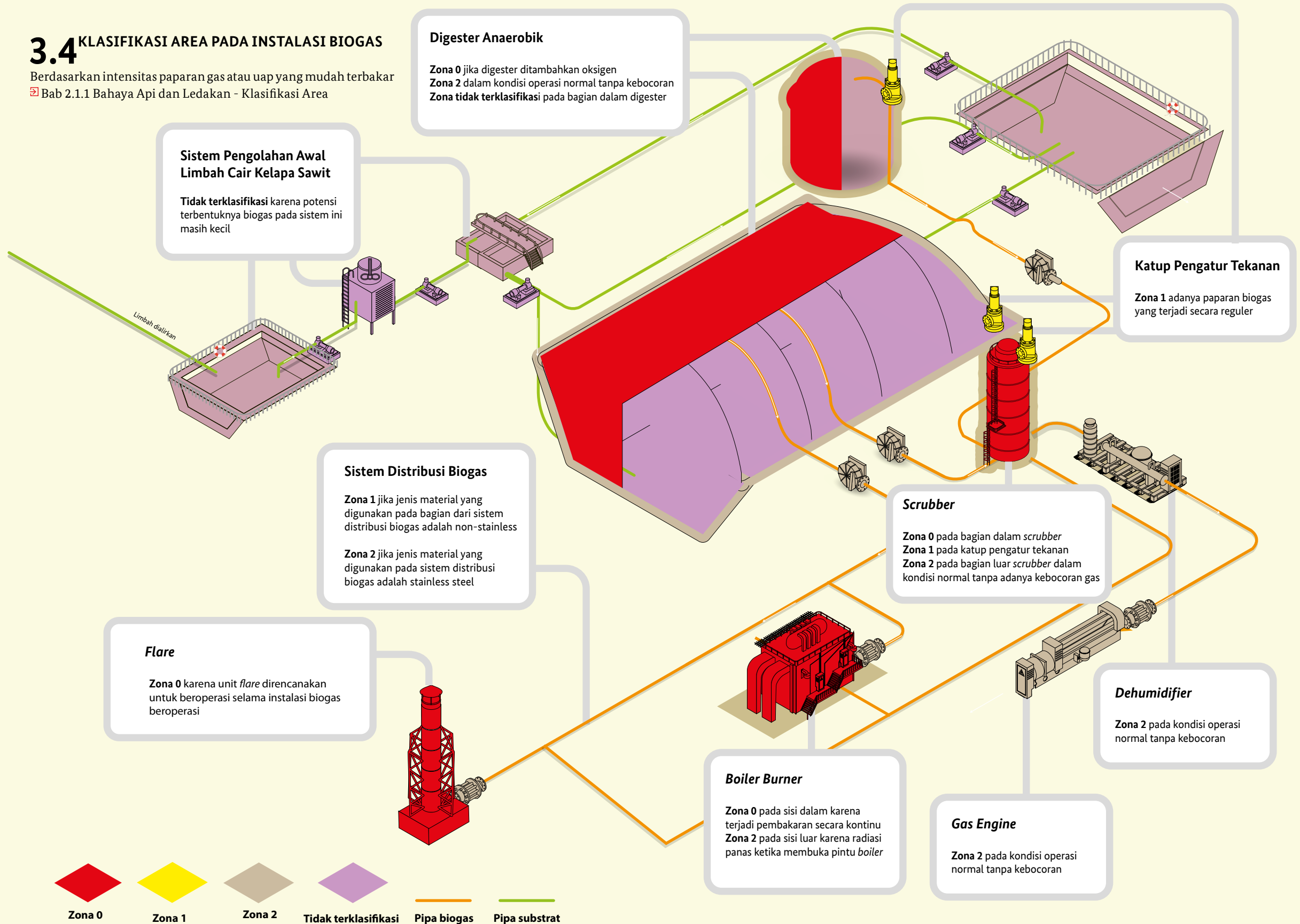
Insulasi kabel berdasarkan SNI



Penerapan LOTO saat pemeliharaan

3.4 KLASIFIKASI AREA PADA INSTALASI BIOGAS

Berdasarkan intensitas paparan gas atau uap yang mudah terbakar
 Bab 2.1.1 Bahaya Api dan Ledakan - Klasifikasi Area



BAB

4



PEMANTAUAN, PENGUJIAN, DAN PELAPORAN K3

Pemantauan dan audit keselamatan harus dilakukan pada masing-masing area instalasi biogas agar operasi instalasi biogas dapat berjalan dengan aman.

4.1 PEMANTAUAN DAN PENGUJIAN KESELAMATAN

Tabel 4.1 Contoh formulir inspeksi mingguan keselamatan di area kerja

Area Kerja:	Tanggal:	
Lokasi:	Pemeriksa:	
Rute Pejalan Kaki:		
Ya	Tidak	
		Lubang, penghalang atau bahaya lain tertutup atau aman dari potensi bahaya.
		Ada rute aman untuk pejalan kaki di daerah-daerah yang dilalui alat berat, kendaraan atau peralatan bermotor lainnya.
		Rute jalan keluar darurat ditandai dan dapat diidentifikasi dengan jelas.
Komentar:		
Peralatan Keselamatan (eyewash, P3K, APAR):		
Ya	Tidak	
		Semua peralatan keselamatan diberi label dan siap untuk digunakan.
		Semua peralatan darurat/keselamatan diperiksa dan siap untuk digunakan.
		Pencuci mata darurat terletak di daerah dekat biodigester atau di lokasi material korosif digunakan.
		Pencuci mata dan pancuran darurat diperiksa dan diuji setiap bulan.
		Alat pemadam kebakaran diperiksa setiap bulan dan diuji setiap tahun.
		P3K disediakan dan dipantau secara memadai di lokasi kerja.
Komentar:		
Penyimpanan Bahan Kimia		
Ya	Tidak	
		Penyimpanan yang memadai untuk bahan kimia yang digunakan di area kerja
		Cairan yang mudah terbakar disimpan dalam lemari penyimpanan untuk bahan mudah terbakar.
		Bahan korosif disimpan di lemari penyimpanan untuk bahan korosif.
		Semua wadah bahan kimia diberi label nama bahan dan peringatan bahaya.
		Lembar data keselamatan bahan (MSDS) sudah tersedia untuk bahan kimia yang digunakan atau disimpan di area kerja.
		Tabung gas bertekanan terlindungi dengan baik untuk mencegahnya jatuh selama penyimpanan atau penggunaan.
		Gas bertekanan disimpan dengan tutup pelindung.
		Gas yang tidak kompatibel disimpan di lokasi yang terpisah.
Komentar:		

Peralatan		
Ya	Tidak	
		Ruang penyimpanan yang memadai disediakan untuk alat dan perlengkapan.
		Alat diperiksa sebelum setiap penggunaan.
		Peralatan dan perlengkapan yang rusak sudah tidak digunakan.
		Alat-alat portabel di grounding secara efektif.
		Ruang yang memadai disediakan di sekitar dan di antara peralatan untuk memungkinkan jalur melintas, servis, penyimpanan dan pembuangan limbah yang aman.
		Semua peralatan permanen dibaut ke lantai atau diamankan untuk mencegah pergerakan selama digunakan.
		Pelindung mesin disediakan untuk semua <i>pinch point</i> potensial dan pada bagian yang berputar/memotung untuk melindungi operator.
		Peralatan penanganan material (<i>backhoe, truk, crane, hoist, sling</i>) secara rutin diperiksa sebelum digunakan dan tidak digunakan jika ada kerusakan.
		Perangkat perlindungan jatuh (<i>fall protection device</i>) digunakan dan diperiksa untuk bekerja di ketinggian.
		Tangga, perancah, dan jalur landai digunakan untuk tujuan yang dimaksudkan dan dilengkapi dengan pagar, penyangga, dan fitur keselamatan yang sesuai.
		Tangga, perancah, dan jalur landai berada dalam kondisi baik.
		Tangga terpasang dengan aman.
Komentar:		
Hot Work (pengelasan dan pemotongan)		
Ya	Tidak	
		Ada prosedur (izin) untuk aktivitas pekerjaan panas.
		Bahan yang mudah terbakar dipindahkan ke luar area kerja atau dilindungi selama aktivitas pekerjaan panas.
		Pelindung las digunakan saat pengelasan.
		Ada pengawas untuk pekerjaan panas di luar area pengelasan yang ditentukan.
		Alat pelindung/pemadam kebakaran tersedia di area kerja.
		Peralatan dijaga agar tetap dalam kondisi baik.
Komentar:		
Ruang Terbatas (<i>Confined Space</i>)		
Ya	Tidak	
		Ruang terbatas diidentifikasi dan diberi label di area kerja.
		Ada prosedur (izin) digunakan untuk memasuki ruang terbatas.
		Ada prosedur diberlakukan untuk penanganan darurat ruang terbatas.

		Ada orang yang siaga selain orang yang memasuki ruang terbatas.
		Peralatan yang sesuai tersedia di area kerja.
Komentar:		
Penyimpanan Material		
Ya	Tidak	
		Ruang yang cukup dan tepat disediakan untuk penyimpanan material.
		Penyimpanan material tidak menghalangi tempat berjalan atau jalan keluar.
		Ruang penyimpanan memadai untuk material yang akan disimpan.
		Material disusun, ditumpuk atau disusun di rak dengan cara yang aman dari resiko terjatuh.
		Tidak menyimpan material secara berlebihan di area kerja.
Komentar:		
Biodigester		
Ya	Tidak	
		Instalasi listrik yang tepat disediakan untuk jenis peralatan yang digunakan.
		Jalur pejalan kaki dipelihara dengan baik untuk menghindari bahaya.
		Penutup biodigester dan saluran pipa dalam kondisi baik.
		Penutup biodigester bebas dari gulma dan sampah.
		Drainase dan struktur beton lainnya terlihat jelas dan diberi penanda untuk memudahkan identifikasi.
		Keamanan pagar di sekitar area dalam kondisi baik dan terjaga.
		Pompa dikunci dan dipelihara dengan bersih dan bebas dari kotoran.
Komentar:		
Alat Pelindung Diri		
Ya	Tidak	
		Jenis dan ukuran APD yang sesuai tersedia untuk setiap pekerjaan.
		Karyawan menggunakan APD yang sesuai untuk pekerjaannya.
		APD yang digunakan dalam kondisi bersih dan baik.
		Ruang yang memadai disediakan untuk penyimpanan APD.
		Ada peraturan untuk pembersihan dan/atau sanitasi APD.
		Detektor gas tersedia dan dikalibrasi.
Komentar:		

Keselamatan Kebakaran		
Ya	Tidak	
		Cairan yang mudah terbakar disimpan dalam wadah tertutup ketika tidak digunakan.
		APAR tersedia dan digunakan untuk menangani cairan dan gas yang mudah terbakar.
Komentar:		
Kondisi Darurat		
Ya	Tidak	
		Rute evakuasi darurat dan titik berkumpul ditetapkan dan ditampilkan di area kerja.
		Latihan evakuasi dilakukan secara berkala.
		Prosedur darurat ditetapkan untuk area tersebut dan karyawan sudah mengetahui prosedurnya.
Komentar:		
Area Flaring		
Ya	Tidak	
		Pagar keamanan dalam kondisi baik dan pintu terkunci.
		Alat pemadam kebakaran tersedia di area tersebut (diinspeksi dan diuji).
		Pipa dan aksesoris dalam kondisi baik.
		Memastikan panel listrik yang telah diinspeksi dalam keadaan tertutup kembali
		Ruang yang memadai disediakan untuk penyimpanan APD.
		Area <i>flaring</i> dalam kondisi yang baik.
		Tanda-tanda peringatan ditempatkan di area tersebut.
		Selang sementara atau kabel ekstensi ditempatkan di area tersebut
Komentar:		

Tabel 4.2 Frekuensi inspeksi dan pengujian alat-alat keselamatan

Objek Pengujian	Frekuensi Pemeriksaan dan Pengujian	Referensi peraturan di Indonesia
Alat pemadam api ringan (APAR)	2 kali dalam setahun	<input checked="" type="checkbox"/> Permenaker No.4 Tahun 1980 Syarat-Syarat Pemasangan dan Pemeliharaan Alat Pemadam Api Ringan
Peralatan keselamatan (misalnya alarm gas, sistem ventilasi dan peralatan <i>inerting</i>)	Mingguan, bulanan dan tahunan	<input checked="" type="checkbox"/> Permenaker No.2 Tahun 1983 Instalasi Alarm Kebakaran Otomatis
Hidran halaman	Pemeriksaan setiap 3 bulan, pengujian setiap 1 tahun	<input checked="" type="checkbox"/> Permen PU No.26/PRT /M/2008 Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran pada Bangunan Gedung dan Lingkungan
Pompa pemadam kebakaran	Pemeriksaan setiap minggu, pengujian setiap 1 tahun	
Pengujian instalasi listrik	<ul style="list-style-type: none"> Sebelum penyerahan kepada pemilik/ pengguna Setelah ada perubahan/perbaikan Secara berkala 1 tahun sekali 	<input checked="" type="checkbox"/> Permenaker No.12 Tahun 2015 K3 Listrik Di Tempat Kerja
Bejana tekan dan tangki timbun	Pemeriksaan dan/atau pengujian pertama pada saat: <ul style="list-style-type: none"> Perencanaan; Pembuatan; Saat sebelum digunakan atau belum pernah dilakukan pemeriksaan dan/ atau pengujian; atau Pemasangan, perubahan atau modifikasi. Pemeriksaan/pengujian berkala setiap 2 tahun sekali	<input checked="" type="checkbox"/> Permenaker No. 37 Tahun 2016 K3 Dalam Pekerjaan Bejana Tekan & Tangki Timbun
Instalasi penyalur petir	Sebelum penyerahan instalasi penyalur petir dan instalatir kepada pemakai; <ul style="list-style-type: none"> Setelah ada perubahan atau perbaikan suatu bangunan dan atau instalasi penyalur petir; Secara berkala setiap dua tahun sekali; Setelah ada kerusakan akibat sambaran petir; 	<input checked="" type="checkbox"/> Permenaker No.02 Tahun 1989 Pengawasan Instalasi Penyalur Petir

! Selain inspeksi dan pengujian alat-alat keselamatan, manajemen instalasi biogas harus melakukan inspeksi dan pengujian instrumentasi-instrumentasi lainnya yang menunjang aspek keselamatan dalam pengoperasian instalasi biogas berdasarkan instruksi dari penyedia teknologi, misalnya pengukur aliran, *flame arrester*, dsb

4.2 PEMANTAUAN DAN PENGELOLAAN LINGKUNGAN

Pemantauan dan pengelolaan lingkungan instalasi biogas mengacu pada [Permen Negara Lingkungan Hidup RI No. 16/2012](#) tentang pedoman penyusunan dokumen lingkungan hidup. Tabel 5.2 di bawah ini merupakan contoh daftar periksa terkait pemantauan dan pengelolaan lingkungan instalasi biogas. Selain itu, setiap perusahaan yang memiliki atau mengoperasikan instalasi biogas diharapkan melaporkan data inventarisasi penurunan GRK untuk instalasi biogas yang sedang beroperasi.

[Lampiran 13](#)

Tabel 5.2 Contoh pengisian rencana pemantauan dan pengelolaan lingkungan berdasarkan Permen LH No. 16/2012

Jenis Dampak	Penyebab	Sumber Dampak	Tolak Ukur Dampak		Upaya Pengelolaan Lingkungan	Lokasi	Pelaksana yang bertanggungjawab	Waktu Pengelolaan	
			Peraturan	Baku Mutu					
				Parameter					Besaran
Penurunan kualitas udara emisi	Gas sisa pembakaran dari genset	Genset biogas	Permen LH No.21 Tahun 2008 Lamp VA	Partikulat CO NO ₂ SO ₂ Opasitas	30 mg/Nm ³ 500 mg/Nm ³ 400 mg/Nm ³ 150 mg/Nm ³ -	<ul style="list-style-type: none"> Menerapkan pemeliharaan preventif secara rutin Penghijauan areal pabrik Pemberian masker kepada operator genset 	Areal pabrik	Pelaksana: Dept. Pemeliharaan Dept. Urusan Umum Dept. K3 Pengawas: BLH Kabupaten	Sesuai jadwal
Penurunan kualitas udara ambien	Aktivitas peralatan genset biogas	Gas hasil pembakaran genset biogas	PP RI No.41 Tahun 1999	SO ₄ CO ₂ NO ₂ O ₃ HC PM ₁₀ TSP	900 µg/Nm ³ 30000 µg/Nm ³ 400 µg/Nm ³ 235 µg/Nm ³ 160 µg/Nm ³ 150 µg/Nm ³ 230 µg/Nm ³	<ul style="list-style-type: none"> Menerapkan pemeliharaan preventif secara rutin Penghijauan areal pabrik Pemberian masker kepada operator genset 	Areal pabrik	Pelaksana: Dept. Pemeliharaan Dept. Urusan Umum Dept. K3 Pengawas: BLH Kabupaten	Sesuai jadwal
Kebisingan	Mesin genset biogas	Pengoperasian genset biogas	Kepmen LH No. 48 Tahun 1996-Tingkat Kebisingan	Perkantoran Industri Perumahan & Pemukiman	65 db (A) 70 db (A) 55 db (A)	<ul style="list-style-type: none"> Penggunaan penutup telinga pada lokasi kebisingan Menerapkan pemeliharaan preventif secara rutin Genset ditempatkan diruang isolasi atau kedap suara sehingga kebisingan yang dihasilkan dapat direduksi 	<ul style="list-style-type: none"> Depan kantor Areal operasional genset biogas Perumahan 	Pelaksana: Dept. Pemeliharaan Dept. K3 Pengawas: BLH Kabupaten	Sesuai jadwal
Kebauan	<ul style="list-style-type: none"> Air Limbah Scrubber 	Hasil aktivitas pabrik (limbah cair)	Kepmen LH No.50 Tahun 1996	H ₂ S NH ₃	0,02 ppm 2 ppm	<ul style="list-style-type: none"> Penanaman pepohonan yang dapat mereduksi kebauan Penerapan instalasi penangkapan metana pada kolam anaerobik untuk menangkap metana 	Lokasi pabrik Kolam efluen	Pelaksana: Dept. Pemeliharaan Dept. K3 Pengawas: BLH Kabupaten	Sesuai jadwal
Limbah B3	Mesin genset biogas dan scrubber	Adanya residu sulfur, oli bekas, aki, filter oli, lampu TL dan barang yang terkontaminasi yang dihasilkan dari operasional genset biogas	PP RI No.101 Tahun 2014	Tidak ada	Tidak ada	<ul style="list-style-type: none"> Mengumpulkan sulfur, oli, aki, filter, lampu TL dan majun bekas pada TPS LB3 dan menyerahkan kepada pihak ke-3 yang berizin 	<ul style="list-style-type: none"> Areal operasional genset biogas Scrubber TPS LB3 	Pelaksana: Dept. Pemeliharaan Dept. K3 Pengawas: BLH Kabupaten	Rutinitas

4.2.1 Bentuk pelaporan dari pemantauan dan pengujian lingkungan

Sesuai Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 13 Tahun 2010 mengenai UKL/UPL dan [Peraturan Pemerintah No 27 Tahun 1999](#), setiap kegiatan usaha wajib melaporkan implementasi UKL-UPL/RKL-RPL paling tidak dua kali setahun atau tiap semester kepada Badan Lingkungan Hidup Kabupaten/Kota setempat dan instansi terkait. Hal ini diperlukan agar pemerintah dapat memonitoring perkembangan kualitas lingkungan di dalam dan di sekitar lokasi usaha. Poin-poin utama yang perlu diinformasikan di dalam laporan adalah:

- Identitas Perusahaan
- Ringkasan Usaha Dan Kegiatan
- Pelaksanaan Pengelolaan Lingkungan Hidup
- Pelaksanaan Pemantauan Lingkungan Hidup



LAMPIRAN

- 1 Daftar Peraturan K3
- 2 Contoh Pengisian Manajemen Risiko pada Instalasi Biogas
- 3.1 Contoh Ijin Memasuki Ruang Terbatas
- 3.2 Contoh Daftar Periksa Memasuki Ruang Terbatas
- 4 Contoh Ilustrasi Pengarahan Keselamatan
- 5 Contoh Instruksi Kerja
- 6 Contoh Formulir Temuan Pemeriksaan Keselamatan
- 7 Alur Pelaporan Kecelakaan atau Kejadian
- 8 Contoh Format Laporan Triwulan P2K3
- 9 Prinsip dan Format LOTO
- 10 Contoh Pelaporan Analisa Risiko Keselamatan Kerja dan Area Kerja
- 11 Prosedur Pekerjaan Panas
- 12 Lembar Data Keselamatan Material
- 13 Contoh Formulir Data Inventarisasi GRK Instalasi Biogas PT. XYZ

▣ LAMPIRAN 1: DAFTAR PERATURAN K3 DAN LINGKUNGAN DI INDONESIA DAN INTERNASIONAL

Peraturan Terkait dengan Pemantauan, Pengujian, dan Pelaporan K3

Permenaker No.1 Tahun 1981	Kewajiban Melapor Penyakit Akibat Kerja
Kepmenaker No. 333 Tahun 1989	Diagnosa dan Pelaporan Penyakit Akibat Kerja
Kepres No.22 Tahun 1993	Penyakit yang Timbul Karena Hubungan Kerja
Permenaker No.3 Tahun 1998	Prosedur Pelaporan dan Pemeriksaan Kecelakaan Kerja
SK Dirjen PHI & Pengawas Tenaga Kerja No. 84 Tahun 1998	Cara Pengisian Formulir Laporan dan Analisis Statistik Kecelakaan

PERATURAN KESELAMATAN INTERNASIONAL

NFPA 54	Kode Bahan Bakar Gas Nasional: Pedoman Desain Perpipaan Gas
NFPA 85	Boiler dan Pembakaran
NFPA 101	Persyaratan Minimum untuk Bangunan Baru dan yang Sudah Ada untuk Melindungi Penghuni Bangunan dari Api, Asap, dan Asap Beracun
NFPA 704	Sistem Standar untuk Identifikasi Bahaya Bahan untuk Tanggap Darurat
NFPA 497	Praktek untuk Klasifikasi Cairan, Gas atau Uap yang Mudah Terbakar: Area klasifikasi Digester, Vents dan Area Pengolahan Biogas
NFPA 820	Standar untuk Proteksi Kebakaran di Pengolahan Air Limbah dan Fasilitas Koleksi: Lokasi yang Disarankan Untuk Digester Relatif Terhadap Bangunan dan Peralatan Lainnya, Klasifikasi Digester, Ventilasi dan Area Pengolahan Biogas

Peraturan keselamatan internasional lainnya	Deskripsi
API 2000	Ventilasi: Tangki Penyimpanan Atmosfer dan Tekanan Rendah, Pertimbangan ventilasi tangki
NEC 70	Kode Listrik Nasional: Ukuran Keamanan Intrinsik

LAMPIRAN 2:

CONTOH PENGISIAN MANAJEMEN RISIKO PADA INSTALASI BIOGAS

No.	Area	Contoh aktifitas	Kategori bahaya	Penilaian risiko			Dampak bahaya	Bentuk pengendalian bahaya		
				Kemungkinan (L)	Keparahan (S)	Nilai Risiko (L x S)		Teknis	Administrasi	APD
1.	Menara pendingin	Berjalan di area kolam atau menara pendingin	Mekanik	5	1	5	Terpeleset atau tercebur kolam pendingin	Pemasangan pagar pada sekeliling kolam pendingin	Membersihkan area kolam atau menara pendingin	Sepatu pengaman, helm
2.	Kolam pengaduk	Menyalakan <i>agitator</i> kolam pengaduk	Listrik	5	1	5	Tersengat listrik dan luka bakar	Pemasangan insulasi kabel sesuai standar SNI	Penerapan LOTO saat pemeliharaan	Sepatu pengaman, helm
3	CAL	Membuka lubang ventilasi pada penutup digester	Zat – zat berbahaya	5	1	5	Terhirup biogas	Penggunaan detektor gas portabel	Pengecekan kebocoran secara berkala	Sepatu pengaman, helm, masker
4		Menambal membran HDPE yang bocor	Api dan ledakan	5	4	20	Kebakaran	Menggunakan spesifikasi sesuai ATEX untuk peralatan listrik dan instrumentasi	Penerapan prosedur pekerjaan panas	Sepatu pengaman, helm
5	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....

LAMPIRAN 3.1:
CONTOH IZIN MEMASUKI RUANG TERBATAS

Nama Perusahaan :	Dibuat Tanggal:	Jam:
Lokasi Kerja :	Berlaku Sampai Tanggal:	Jam:
Aktivitas Kerja:		

BAHAYA DI RUANG TERBATAS: (☑)

- Kekurangan oksigen (<19.5%)
- Gas atau uap beracun > PEL
- Terperangkap
- Bahaya listrik
- Bahaya kebakaran (gas, uap, oksigen)
- Panas/dingin (lingkari salah satu)
- Konfigurasi berbahaya
- Peralatan berputar atau bergerak
- Bahaya kimia
- Lainnya_____

PERALATAN YANG DIBUTUHKAN:(☑)

- Respirator
- Baju pelindung
- Pelindung pendengaran
- Penerangan anti ledakan
- APAR
- Harnesses
- Peralatan Keselamatan Darurat
- Resuscitator - Inhalator
- Respirator darurat
- Lainnya:_____

KOMUNIKASI

- Langsung
- Radio/HT
- Lainnya_____

DATA KARYAWAN

- Yang Masuk : _____ Penyelamatan Karyawan
- Pendamping : _____ Penyelamatan Karyawan yang Tidak Masuk
- Pengawas : _____ Penyelamatan dari Luar No Kontak # _____

PERSIAPAN MASUK

- Beri tahu karyawan yang terkena dampak pekerjaan
- Isolasikan energi yang berbahaya
- Lakukan prosedur LOTO
- Verifikasi isolasi
- Amankan lokasi dengan bendera
- Bersihkan, keringkan ruangan
- Buat ventilasi yang dibutuhkan
- Tinjau bahaya dan prosedur kerja
- Informasikan tim darurat
- Uji atmosfer aman
- Izin tambahan sudah didapat
- Menggunakan APD yang sesuai
- Rencana komunikasi bekerja
- Lainnya_____

UJI ATMOSFER

Uji dilakukan sebelum memasuki ruang tertutup

Monitoring kontinu? Ya Tidak

Frekuensi Uji : _____ Nama Penguji: _____

Nama Penguji: _____ ID Penguji # : _____

ID Penguji # : _____

KONDISI MASUK YANG DAPAT DITERIMA:

UJI	PEL	☑	1	2	3	4	5	6	7	8	9
O ₂ Min	19.5%	<input type="checkbox"/>									
O ₂ Max	23.5%	<input type="checkbox"/>									
Flammability	10% LFL	<input type="checkbox"/>									
Karbon monoksida	35 ppm	<input type="checkbox"/>									
H ₂ S	10 ppm	<input type="checkbox"/>									
Sulfur Dioksida	2 pm	<input type="checkbox"/>									
Racun		<input type="checkbox"/>									
Suhu		<input type="checkbox"/>									
Lainnya		<input type="checkbox"/>									

Instrumen #1: _____ Model/tipe: _____ ID Number: _____

Instrumen #1: _____ Model/tipe: _____ ID Number: _____

Notes: _____

PERSETUJUAN

Saya menyatakan bahwa persyaratan masuk yang diperlukan telah terpenuhi dan aman untuk memulai pekerjaan di ruang ini.

Waktu : _____

Diperiksa Oleh : _____ Nama : _____

Izin Ditutup : _____ Tanda tangan : _____

CATATAN:

Tanggal/Jam Pekerjaan Selesai : _____

Diperiksa Oleh : _____

Izin Ditutup

LAMPIRAN 3.2:
CONTOH DAFTAR PERIKSA MEMASUKI RUANG TERBATAS

Langkah #	Proses	Selesai
1.	Isolasi ruang dari semua bahaya	
	<ul style="list-style-type: none"> Keluarkan personel yang tidak berwenang dari lokasi Gunakan LOTO Tutup lubang masuk, dll. 	
2.	Buat ventilasi di ruangan (jika diperlukan)	
4.	Isi izin masuk ke ruangan terbatas	
5.	Evaluasi ruangan	
6.	Uji atmosfer	
	<ul style="list-style-type: none"> Input data uji atmosfer pada izin masuk Letakkan izin lengkap pada atau dekat PRCS* 	
7.	Masuk ke ruangan dan lakukan pekerjaan	
	<ul style="list-style-type: none"> Apakah ada pengawas? Ada orang <i>standby</i> di tempat masuk <i>Safety harness</i> APD yang dibutuhkan Uji kembali atmosfer sesuai kebutuhan 	
8.	Saat pekerjaan selesai:	
	<ul style="list-style-type: none"> Keluarkan semua personel, peralatan, dan kotoran dari ruangan. Tutup ruang Tutup izin masuk Tinjau pekerjaan dengan atasan (bahaya, masalah, dll.) 	
9.	Arsip izin yang sudah selesai dan ditutup	

LAMPIRAN 4:
CONTOH ILUSTRASI SAFETY INDUCTION

PETUNJUK KUNJUNGAN



Pengunjung harus selalu bersama wakil staf biogas. Metana adalah gas yang mudah terbakar dan meledak

DILARANG MENYALAKAN API ATAU MEROKOK DI SELURUH AREA INSTALASI BIOGAS



Dilarang merokok di semua fasilitas di area instalasi biogas



Dilarang menyalakan api di semua fasilitas di area instalasi biogas

APA YANG HARUS DIPAKAI DI LOKASI (JENIS PAKAIAN DAN PERLENGKAPAN)

Pengunjung dianjurkan untuk memakai pakaian dengan karakteristik sebagai berikut:



Kemeja lengan panjang, celana panjang dan sepatu tertutup



Topi atau payung agar dikenakan setiap saat untuk melindungi dari sengatan matahari langsung, terbakar matahari, *heat stroke*, dan lain-lain. Sebaiknya gunakan juga krim tabir surya



Vest keselamatan harus dikenakan setiap saat agar terlihat pada saat keadaan darurat

MAKANAN DAN AIR



Dilarang makan di semua fasilitas yang beroperasi atau dalam proses konstruksi.



Minumlah banyak air, cuaca sangat panas dan lembab di kawasan terbuka biodigester untuk mencegah dehidrasi

CATATAN KESEHATAN



Pengunjung dengan catatan kesehatan tertentu dianjurkan untuk membawa obat-obatan yang biasa digunakan jika terjadi keadaan darurat

WASPADA TERHADAP BINATANG



Ada bahaya binatang liar seperti ular beracun, biawak, kadal, labalaba, kalajengking dan lebah liar. Binatang-binatang ini biasanya lazim ada di lokasi. Harap menghindari atau mengambil tindakan pencegahan tambahan ketika berjalan di semak. dan daerah-daerah padat dengan vegetasi

PERALATAN ELEKTRONIK



Dipertimbangkan sebagai sumber bahaya (sumber penyalaan) atau ancaman keamanan di daerah tertentu (area *flare* yang berpagar). Maka penggunaan telepon selular, memotret dengan lampu kilat harus dengan izin

☐ **LAMPIRAN 5:**

CONTOH FORM INSTRUKSI KERJA PADA UNIT XXX

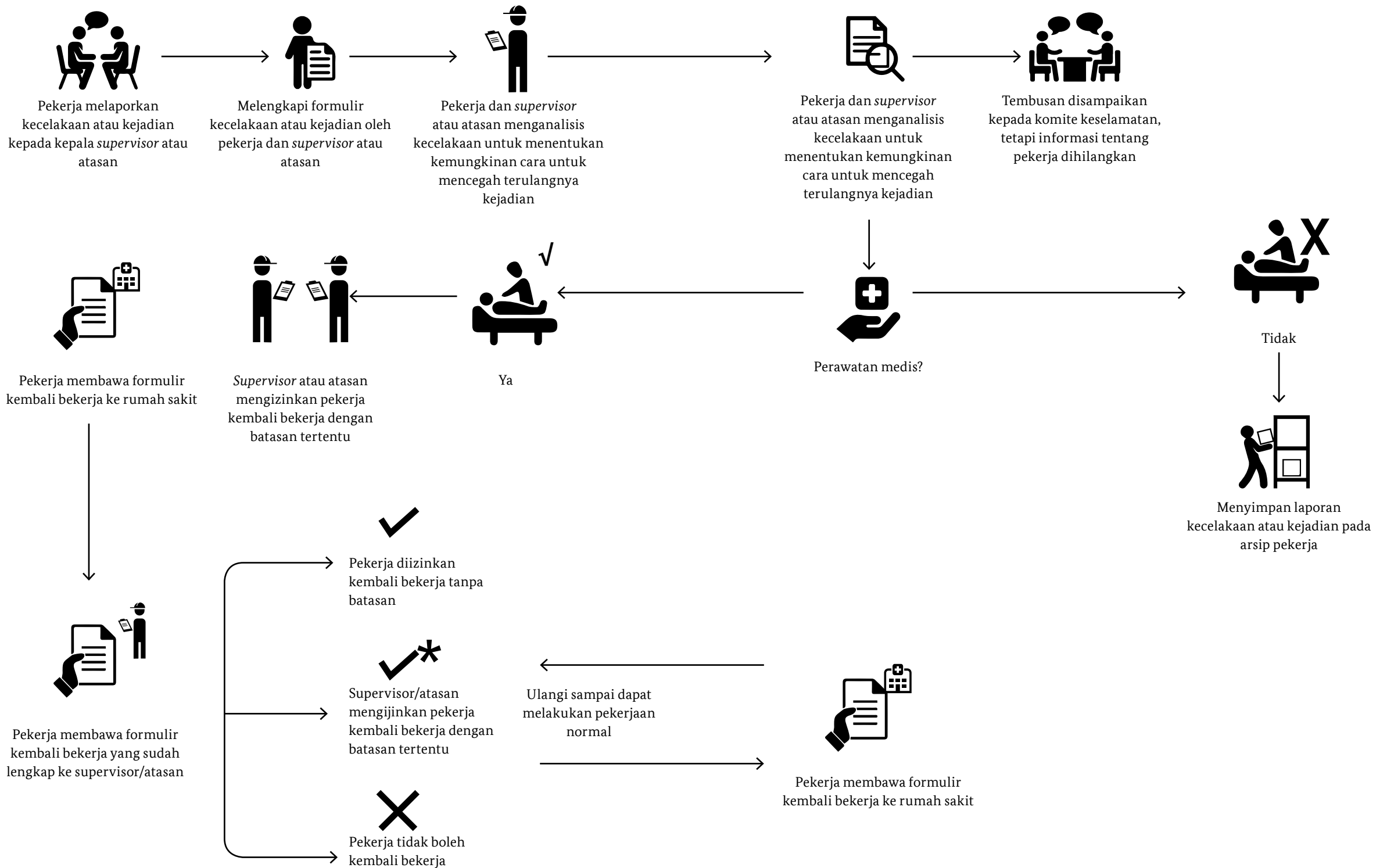
Nama Perusahaan /logo perusahaan:	Tanggal:	Revisi:
Unit: xxxx (beserta foto)	Uraian tentang peralatan/ instrumentasi	Parameter
Simbol K3	Tanda larangan	Alat pelindung diri (APD) yang digunakan
<p>Instruksi Kerja:</p> <p>Memulai pekerjaan:</p> <p>Pengoperasian:</p> <p>Mengakhiri pekerjaan:</p>		

☐ **LAMPIRAN 6:**

CONTOH FORMULIR TEMUAN PEMERIKSAAN KESELAMATAN

<p>TINDAKAN PERBAIKAN: Temuan berikut ini dicatat di wilayah Anda saat inspeksi keselamatan dan kesehatan kerja. Harap perhatikan setiap temuan dan lakukan tindakan perbaikan yang akan dilakukan tindak lanjut pada tanggal tersebut.</p>		
TEMUAN	TINDAKAN PERBAIKAN	TINDAK LANJUT PADA TANGGAL

LAMPIRAN 7:
ALUR PELAPORAN KECELAKAAN ATAU KEJADIAN



LAMPIRAN 8:

CONTOH FORMAT LAPORAN TRIWULAN P2K3

Panitia Pembina Keselamatan & Kesehatan Kerja

Perusahaan :

Alamat :

No :
Lamp :
Perihal : Laporan Triwulan

Kepada
Yth. Kepala Dinas Tenaga Kerja
.....
di-

PANITIA PEMBINA KESELAMATAN & KESEHATAN KERJA

PERUSAHAAN : ALAMAT :

LAPORAN P2K3

A. DATA UMUM PERUSAHAAN

- Nama Perusahaan :
- Jenis Usaha :(berdasar KLUJ)
- Alamat : Telp/Fax : Email :
- Jumlah tenaga kerja : Laki-Laki=orang Wanita = orang
TKA =orang Jumlah= orang
Kepesertaan BPJS Tenaga Kerja =orang
- P2K3 dibentuk : tanggal tahun.....
- Jumlah pengurus : orang
(lampirkan Struktur Organisasi P2K3 yang telah disahkan oleh Dinas Tenaga Kerja setempat).

B. DATA K3

7. Data Personil K3 (jenis/klasifikasi, jumlah dan masa berlaku)

- Ahli K3
- Dokter Pemeriksa Kesehatan Tenaga Kerja
- Auditor SMK3
- Paramedis/ Petugas/ Teknisi/ Operator

8. Data Kelembagaan/Unit/Organisasi (selain P2K3)

- Unit Penanggulangan Kebakaran Jumlah Anggota : orang
- Unit Tanggap Darurat Jumlah Anggota : orang
- Unit P3K Jumlah Anggota : orang
- Lain-lain (jika ada) :

9. Data Sarana dan Prasarana K3 (jenis/klasifikasi, jumlah dan masa berlaku)

- Peralatan/Mesin/Pesawat/Instalasi Peralatan
 Pesawat Angkat Angkut Pesawat Uap dan Bejana Tekan
 Pesawat Tenaga dan Produksi Listrik
 Penanggulangan Kebakaran Alat Pelindung Diri dan Perlengkapan
- Bahan/Material Berbahaya
- Pelayanan Kesehatan Kerja
- Fasilitas Sanitasi dan Higiene
- Fasilitas Kesejahteraan (Kantin/Ruang Makan, Tempat Ibadah, Laktasi, Rekreasi, dan lain-lain)
- SOP (Standar Operation Procedure)/ Safety Data Sheet (SDS)
- Rambu/ Poster
- Dan lain-lain (sebutkan).....

10. Data Kecelakaan Kerja & Penyakit Akibat Kerja

- Statistik
- Accident Frequency Rate (Tingkat Kecepatan) & Accident Severity Rate (Tingkat Keparahan)

11. Data Penghargaan K3

- Kecelakaan Nihil (Zero Accident Award)
- Sistim Manajemen K3 (SMK3)
- Program Pencegahan dan Penanggulangan HIV/AIDS di Tempat Kerja

C. KEGIATAN K3

- Rapat bulanan P2K3 : dilakukan (terlampir) ____
- Kebijakan K3/Safety Policy : ada (terlampir) ____ tidak
- Program/Rencana Kerja : ada (terlampir) ____ tidak
- Pelaksanaan Program/Rencana Kerja : dilakukan (terlampir) ____ tidak
- Pelaksanaan Pembinaan/Penyuluhan/Penelitian
 - Materi :
 - Narasumber :
 - Peserta :
- Pelaksanaan evaluasi cara kerja, proses dan lingkungan kerja
 - Potensi bahaya :
 - Kemungkinan Kecelakaan/Cidera:
 - Tindakan Pengendalian :
- Pelaksanaan analisa kecelakaan kerja/penyakit akibat kerja
- Hasil pemeriksaan kondisi peralatan/higiene perusahaan/ergonomi kerja/lingkungan kerja/gizi kerja dll
- Kegiatan pelayanan kesehatan kerja
 - Pemeriksaan Kesehatan Tenaga Kerja :
 - Program Kesehatan Kerja (Pencegahan HIV/AIDS, Narkoba di Tempat Kerja dan sebagainya)
 - dll

D. HAMBATAN

E. SARAN

..... 20.....

Sekretaris P2K3

Menyetujui

Ketua P2K3,

Tembusan Kepada Yth :

Pimpinan Perusahaan

Kadisnaker Provinsi

Dirjen Binwasnaker cq. Direktur Pengawasan Norma K3, Kemnakertrans RI

1. Diwajibkan pada semua personel untuk mematuhi larangan dan batasan dari prosedur ini. Kegagalan untuk mengikuti dan mematuhi prosedur ini dapat mengakibatkan tindakan pendisiplinan dan pemecatan.
2. Tidak ada individu yang mencoba untuk memulai, mengaktifkan, atau menggunakan peralatan yang telah melakukan prosedur LOTO (*lockout* dan telah *tagout*) untuk aktivitas servis dan pemeliharaan.
3. Tidak ada individu yang mencoba untuk memindahkan perangkat *lockout and tag*.
4. Pada seluruh sistem perpipaan, *double block*, dan *bleed* harus digunakan bila tersedia.
 - Perhatian khusus harus dilakukan apabila suatu pekerjaan melibatkan perangkat listrik yang aktif atau pada sistem yang mengandung zat kimia berbahaya, cairan panas, gas terkompresi atau uap. Alat pelindung diri tambahan dan instruksi kerja yang khusus mungkin diperlukan, tergantung pada kondisi bahaya yang sedang terjadi. Persyaratan ini akan ditinjau oleh manajer terkait dan karyawan yang diberi wewenang saat *Pre-job Briefing* sebelum pekerjaan dimulai.
5. Semua LOTOs akan membutuhkan sistem operasi *lock and tag* untuk diaplikasikan pada peralatan dan perangkat isolasi energi. Sistem operasi *tag*, sendiri, hanya bisa dipergunakan ketika perangkat *lockout* tidak dapat diaplikasikan secara fisik pada perangkat isolasi energi.
6. Karyawan yang diberi wewenang akan menerapkan *lock and tag* pribadi pada *lockbox* terkait setelah seluruh sistem operasi telah menerapkan prosedur LOTO.
7. Untuk mesin, peralatan dan/atau sistem yang sedang tidak beroperasi, dan tidak terdapat rencana jangka pendek untuk menempatkan kembali mesin atau peralatan tersebut, prosedur LOTO tidak dapat digunakan. Gunakan label yang berbeda untuk menunjukkan bahwa mesin atau peralatan yang sudah tidak beroperasi.
8. *Check valve* tidak bisa digunakan sebagai perangkat isolasi energi.
9. Jika saklar kontrol terletak di jarak yang jauh, perangkat *lockout/tagout* harus ditempatkan pada tiap saklar untuk memastikan saklar dalam posisi hidup atau mati. Hal ini harus dilakukan sebelum melanjutkan LOTO. Perangkat *lockout* ini akan menjadi alat yang terakhir dihilangkan saat membersihkan LOTO. Sistem operasi *Tag*, sendiri, HANYA dapat digunakan ketika perangkat *lockout* tidak dapat diaplikasikan secara fisik pada perangkat isolasi energi.
10. Setiap kali perusahaan dari luar dikontrak untuk bekerja, prosedur LOTO harus digunakan. Apabila prosedur LOTO yang berlaku pada kontraktor membutuhkan perlindungan tambahan atau lebih ketat dari apa yang disediakan oleh prosedur ini, maka manajer terkait, atau yang diberi wewenang olehnya, harus mengembangkan prosedur yang dapat disetujui oleh semua pihak dan sepenuhnya mematuhi persyaratan K3 yang berlaku.
11. Ketika *electrical system grounds* perlu diterapkan, sistem tersebut akan menjadi perangkat yang terakhir untuk diterapkan dan perangkat pertama yang akan dihilangkan dari LOTO. Perangkat grounding hanya boleh dikerjakan oleh personel elektrik yang berkualifikasi.
12. Prosedur ini tidak berlaku untuk peralatan yang beroperasi dengan kabel dan steker ketika steker dicabut dan steker tersebut dalam kendali eksklusif dari orang yang melakukan pekerjaan.
13. Setiap yang melihat pelanggaran terhadap prosedur ini harus segera memberitahu manajer yang terkait.
 - Semua karyawan harus dilatih dalam prosedur *lockout/tagout* ini.

BAHAYA

TAG# _____

DILARANG BEROPERASI

LOTO# _____ TANGGAL _____

PERALATAN _____

JABATAN _____

TANDA TANGAN MP _____

TANGGAL BERLAKU _____ WAKTU _____

CATATAN _____

LAMPIRAN 10:

CONTOH PELAPORAN ANALISA RISIKO KESELAMATAN KERJA DAN AREA KERJA

Analisa Risiko Keselamatan Kerja dan Area Kerja	Jenis Pekerjaan: Perbaikan membran HDPE	Halaman 1 dari 1 JSA NO.	TANGGAL: REVIEW:
	Posisi pekerja:	Pengawas:	Dianalisa oleh:
Organisasi:	Lokasi	Departemen:	Ditinjau oleh:
DIPERLUKAN DAN/ATAU DIREKOMENDASIKAN PERALATAN PROTEKTIF PRIBADI: Detektor gas, alat bantu pernapasan mandiri, Kacamata keselamatan, Harness dan tali pengaman/jalur, rompi keselamatan, sarung tangan kulit, sepatu bot kaki baja			
URUTAN DASAR	POTENSI BAHAYA	TINDAKAN YANG DIREKOMENDASIKAN ATAU PROSEDUR	
<p>Persiapan:</p> <ul style="list-style-type: none"> Isolasikan tempat perbaikan dengan tanda dan tanda keamanan yang jelas. Lakukan tindakan pencegahan seperti pemadam kebakaran portabel dan alat bantu pernapasan mandiri di tempat, tanda arah angin seperti gada-gada. 	- Gas CH ₄ dan H ₂ S terlepas dari titik kerusakan	<ul style="list-style-type: none"> Gunakan detektor gas untuk memeriksa kadar metana dan hidrogen sulfida sebelum bekerja Mendekati tempat perbaikan dari atas angin Jangan gunakan alat-alat tangan atau peralatan yang bisa menghasilkan percikan api 	
Tutupi membran HDPE kerusakan dengan selotip hitam	- Gas CH ₄ dan H ₂ S terlepas dari titik kerusakan	<ul style="list-style-type: none"> Gunakan detektor gas untuk memeriksa kadar metana dan hidrogen sulfida sebelum bekerja Mendekati tempat perbaikan dari atas angin Jangan gunakan alat-alat tangan atau peralatan yang bisa menghasilkan percikan api 	
<ul style="list-style-type: none"> Letakkan <i>overlay</i> membran HDPE di atas selotip. Lakukan pengelasan dengan benar untuk menutup semua hamparan HDPE dengan membran yang ada 	- Gas CH ₄ dan H ₂ S terlepas dari titik kerusakan	<ul style="list-style-type: none"> Gunakan detektor gas (<i>dragger</i>) untuk mendeteksi kebocoran gas Amati arah angin. Posisi kerja selalu di atas angin atau melintasi angin. Gunakan alat bantu pernapasan mandiri ketika rilis gas tidak terkendali. Izin kerja panas harus diimplementasikan. Siaga pemadam kebakaran portabel 9 kg 2 EA bubuk kering 	
<ul style="list-style-type: none"> Lakukan uji kebocoran pada semua titik pengelasan dengan air sabun Setelah lulus tes kebocoran, pertimbangkan pekerjaan dilakukan dengan benar 	- Gas CH ₄ dan H ₂ S terlepas dari titik kerusakan	<ul style="list-style-type: none"> Gunakan detektor gas (<i>dragger</i>) untuk mendeteksi kebocoran gas Amati arah angin. Posisi kerja selalu di atas angin (berlawanan arah dengan arah angin) atau melintasi angin (menjauhi sumber api). Gunakan alat bantu pernapasan mandiri ketika rilis gas tidak terkendali 	
Periksa kembali tidak ada kebocoran gas dari area penambalan dan selesai.	N/A		

LAMPIRAN 11:

PROSEDUR PEKERJAAN PANAS

Pekerjaan panas merupakan setiap pekerjaan yang menghasilkan sumber api, contohnya api pembakaran, logam cair, percikan api, dan permukaan kerja tertentu yang dipanaskan. Tujuan diberlakukannya standar pekerjaan panas adalah melindungi karyawan dari cedera dan properti dari kerusakan serius akibat pekerjaan yang melibatkan sumber api atau panas. Pekerjaan panas Standard ini berlaku untuk seluruh aktivitas pekerjaan panas yang dilakukan di fasilitas pembangkit listrik, gardu listrik, transmisi lapangan, dan fasilitas distribusi. Kegagalan mematuhi standar ini dapat mengakibatkan perusahaan, fasilitas, karyawan, dan kontraktor dalam bahaya. Maka dari itu, setiap perusahaan harus mengembangkan prosedur sesuai dengan spesifik lokasi yang mematuhi standar ini. Perusahaan dapat membuat kebijakan terkait keselamatan yang lebih ketat daripada kebijakan yang diidentifikasi dalam standar ini.

Standar ini didasarkan pada praktik terbaik dan persyaratan yang terdapat dalam ANSI Z49.1-2005, NFPA 51B-2003, OSHA 29CFR 1910 Subpart Q, dan pedoman American Welding Society.

Setiap operasional perusahaan harus mengembangkan dan mengimplementasikan pekerjaan panas, yang minimal berisikan hal-hal sebagai berikut:

PENETAPAN KEBIJAKAN

- Program tertulis berisi penjelasan mengenai ruang lingkup, tujuan, tanggung jawab, kewenangan, peraturan, dan teknik yang diberlakukan untuk melakukan pekerjaan panas dan pertimbangan untuk memberlakukan prosedur ini, termasuk:
- Pernyataan spesifik mengenai tujuan penggunaan prosedur
- Langkah-langkah khusus persiapan area kerja untuk memastikan keamanan dari panas yang dihasilkan
- Persyaratan khusus untuk pemilihan dan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD)
- Persyaratan khusus untuk mempertimbangkan persiapan yang harus dilakukan sebelum melakukan pekerjaan, contoh penentuan jenis gas dan jumlah asap yang dihasilkan, persyaratan ventilasi dan respirator yang digunakan.

PROSEDUR PELAKSANAAN

- **Pencegahan kebakaran :** Pindahkan atau perlindungan seluruh peralatan yang memiliki potensi terbakar dari area pekerjaan panas.
- **Izin pekerjaan panas:** Untuk memastikan bahwa lingkungan telah aman dari potensi kebakaran melalui pertimbangan bahaya untuk aktivitas pekerjaan panas. Lihat Hal 104 - 105 untuk contoh izin.
- **Pemadam Kebakaran :** Alat Pemadam Kebakaran (APAR) yang terdiri pemadam kebakaran portabel, selang kebakaran, ember berisi air, bak pasir
- **Pengamat Kebakaran :** Personil yang telah terlatih untuk menggunakan peralatan pemadam kebakaran dan mengerti potensi bahaya kebakaran di industri. Bertugas untuk mengawasi aktivitas Pekerjaan panas dan terus menginspeksi lokasi hingga 30 menit setelah aktivitas pekerjaan panas selesai.

AREA KERJA API YANG AMAN

Lokasi yang berada pada radius 10,7 m dari lokasi pekerjaan panas. Lokasi ini harus disterilkan dari bahaya kebakaran selama aktivitas pekerjaan panas hingga 30 menit setelah pekerjaan panas selesai.

- **Bahaya Khusus :** Fasilitas atau lokasi yang memiliki potensi bahaya wajib memiliki prosedur kerja yang khusus, contoh : penyimpanan bahan mudah meledak, batu bara atau sistem hidrogen.
- **Otorisasi :** Inspeksi lokasi untuk menentukan persiapan yang harus dilakukan sebelum pekerjaan panas dimulai. Lihat lampiran A untuk contoh izin otorisasi.
- **Area Terlarang :** Area yang tidak diperkenankan untuk melakukan pekerjaan panas.
- **Perlindungan Mata :** Pelindung mata yang digunakan harus sesuai dengan Pekerjaan panas yang akan dilakukan. Mengacu pada standar ANSI Z87.1. mengenai perlindungan mata dan wajah.
- **Pakaian Pelindung :** Menggunakan celemek dan sarung tangan kulit untuk personil yang melakukan pekerjaan panas.
- **Ventilasi :** Untuk lokasi pekerjaan panas di ruang terbatas atau area dengan ventilasi yang buruk. Ventilasi mekanik dibutuhkan untuk mengurangi konsentrasi gas atau uap di lokasi pekerjaan panas.
- **Perlindungan pernafasan :** Jika ventilasi mekanik tidak cukup, maka wajib menggunakan respirator yang sesuai untuk mengurangi paparan gas.
- **Mengamankan dan menyimpan silinder dan mesin :** Ketika pekerjaan panas berlangsung di ruang terbatas, silinder atau *gas engine* harus diamankan dari lokasi.
- **Atmosfer berbahaya :** Ketika ada potensi atmosfer kebakaran atau ledakan di suatu lokasi. Pekerjaan akan dilarang pada lokasi tersebut jika atmosfer yang diuji $\geq 10\%$ dari *Lower Explosive Limit* (LEL).

PEMANTAUAN DAN EVALUASI

Berisikan kebijakan penerapan, penjelasan peran dan tanggung jawab setiap personil untuk prosedur pekerjaan panas. Seluruh personil termasuk personil kontrak yang terlibat dalam aktivitas pekerjaan panas harus terlatih dan berpengetahuan dalam elemen prosedural. Identifikasi secara spesifik perlu dilakukan untuk proses inspeksi pekerjaan panas. Pihak manajemen diharapkan untuk aktif dalam proses audit atau inspeksi:

- Pengawas operasi melakukan inspeksi periodik untuk memastikan peralatan dalam kondisi baik.
- Catatan inspeksi meliputi tanggal inspeksi, pekerja yang terlibat, dan orang yang melakukan inspeksi.
- Operasi akan melaksanakan audit tahunan untuk menilai efektivitas prosedur pekerjaan panas. Audit harus dilakukan oleh pihak eksternal yang ahli.

CONTOH IZIN PEKERJAAN PANAS

Izin untuk Pemotongan dan Pengelasan

Izin ini patuh pada aturan yang telah ditentukan pada sisi belakang dari tag ini.

Penggunaan peralatan pengelasan telah disetujui oleh:

(Insinyur proyek atau Pengawas Pemeliharaan)

Tanggal _____ Waktu Mulai _____ Selesai _____

Lokasi Kerja _____ Pengelas _____

Waktu Pekerjaan Selesai dan telah diinspeksi _____ (2 hingga 4 jam setelah pekerjaan selesai)

Oleh _____

Jabatan _____

Serahkan pada Pengawas setelah pekerjaan selesai

Pos pada lokasi kerja

Pastikan bahwa dalam radius 10,7 meter dari wilayah kerja:	
1. Lantai bersih dan bebas dari bahan mudah terbakar	
2. Lantai yang terbuat dari bahan mudah terbakar telah dibasahi atau ditutupi dengan pasir basah atau ditutupi dengan bahan yang tahan api.	
3. Cairan mudah terbakar telah dibersihkan dan bahan mudah terbakar dipindahkan atau dilindungi oleh material tahan api atau pelindung yang terbuat dari logam.	
4. Seluruh lubang pada tembok dan lantai telah ditutup.	
5. Baki kabel diidentifikasi dan dilindungi.	
6. Konveyor dikunci atau dijaga.	
7. Dalam ruang tertutup atau terbatas: Tidak ada bahan yang mudah terbakar di dalamnya	

Catatan: Peralatan pemotongan dan pengelasan harus dalam kondisi baik sesuai dengan persyaratan peraturan. Seluruh persyaratan pengamat kebakaran telah dipenuhi dan pekerjaan yang dicakup pada izin ini telah selesai. Area tersebut dapat diklasifikasikan aman dari kebakaran 30 menit setelah pekerjaan selesai.

Tanda Tangan *Fire Watch* _____
Tanggal dan Waktu Selesai

MATERIAL SAFETY DATA SHEET (MSDS)
METHANE - CH₄
(Please ensure that this MSDS is received by an appropriate person)

Date: January 2017
Ref. no.: MS042

Version 2

1 PRODUCT AND COMPANY IDENTIFICATION

PRODUCT IDENTIFICATION

Product Name METHANE
Chemical Formula CH₄
Trade Names Methane (N2.5)
Methane (N3.5)
Colour Coding Signal Red (A.11) body with a Black band round the centre of the cylinder
Valve Neriki - Brass 5/8inch left hand female
Company Identification African Oxygen Limited
23 Webber Street
Johannesburg, 2001
Tel. No: (011) 490-0400
Fax No: (011) 490-0506

EMERGENCY No. 0860 020202 or (011) 873 4382
(24 hours)

2 COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS

Chemical Name Methane
Chemical Family Paraffins
CAS No. 74-82-8
UN No. 1971
ERG No. 115
Hazard Warning 2A flammable gas

3 HAZARDS IDENTIFICATION

Main Hazards All cylinders are portable gas containers, and must be regarded as pressure vessels at all times. Methane poses hazards to personnel through its flammability. All the precautions necessary for the safe handling of any flammable compressed gas must be observed in working with Methane.

Adverse Health Effects Methane is classified as a simple asphyxiant. It is practically physiologically inert, except when it lowers the partial pressure of oxygen in the air enough to cause systemic effects due to oxygen-deficiency.

Chemical hazards No known hazards
Biological Hazards No known effect
Vapour Inhalation No known effect
Eye contact No known effect
Skin contact No known effect
Ingestion No known effect

Label Elements

Hazard Pictograms



Signal Word: Danger

Precautionary Statements:

P210: Keep away from heat/sparks/open flames/hot surface. No Smoking
P377: leaking gas fire: Do not extinguish, unless leak can be stopped safely.
P381: Eliminate all ignition sources if safe to do so.
P403: Store in well ventilated place.

Hazard Statements:

H220: Extremely flammable gas.

4 FIRST AID MEASURES

The conscious person who becomes aware of nausea and pressure on the forehead and eyes should go promptly to an uncontaminated area and inhale fresh air or oxygen. However, in the event of a massive exposure the victim may become unconscious or symptoms of asphyxiation may persist. In that case the person should be removed to an uncontaminated area, and given artificial respiration and then oxygen, after breathing has been restored. Treat symptomatically thereafter.

5 FIRE FIGHTING MEASURES

Extinguishing media Dry powder. Carbon dioxide. Fog-water spray. (In the absence of fog equipment a fine spray of water may be used).

Specific hazards Highly flammable. May form explosive gas mixtures with air. Is a simple asphyxiant.

Emergency actions If possible, shut off gas flow at source. Evacuate area. Post warning to prevent persons from approaching with lit cigarettes or open flames. Using water, keep all cylinders in the vicinity of the fire cool. Remove cylinders from the vicinity of the fire if possible. Allow small fires on cylinders to remain burning if they are not posing a hazard. CONTACT THE NEAREST AFROX BRANCH.

Protective clothing Exposed fire fighters should wear approved self-contained breathing apparatus with full mask.

Environmental precautions. As the gas is lighter than air, ensure that it is not trapped in confined spaces. This could lead to the formation of a highly explosive gas-air mixture. Ventilate all confined spaces using forced-draught if necessary. Ensure that all electrically powered equipment is flameproof.

6 ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

Personal precautions. As Methane is a simple asphyxiant care should be taken when entering confined spaces where leaks have occurred. Do not enter any potentially hazardous area with any source of ignition such as a lit cigarette or match.

Environmental precautions. Methane does not pose a hazard to the environment. An explosive gas-air mixture could be formed when leaks occur, so eliminate all forms of ignition.

Small spills Small leaks should be extinguished by shutting off the source of supply, e.g. closing the valve on the cylinder, or tightening the gland nut. If unable to stop small leaks the cylinder should be moved into the open, well away from any source of ignition. Should a small leak have ignited, use a multi-purpose dry powder or carbon dioxide extinguisher. Should there be no extinguisher available, a welders glove or heavy cloth, soaked in water may be used to extinguish the flame.

Large spills Stop the source if it can be done without risk. Eliminate all sources of ignition and static discharges. Restrict access to the area until completion of the clean-up procedure. Post relevant warning signs. Wear adequate protective clothing when working near the source of the leak. Ventilate the area using forced-draught if necessary. Ensure that all equipment is flameproof.

7 HANDLING AND STORAGE

Do not allow cylinders to slide or come into contact with sharp edges. Methane cylinders may be stacked horizontally provided that they are firmly secured in order to prevent rolling. Ensure that equipment is adequately earthed. Conspicuous signs should be posted in the storage area forbidding smoking or the use of naked lights. Use a "first-in - first-out" inventory system to prevent full cylinders from being stored for excessive periods of time. Compliance with all relevant legislation is essential. Keep out of reach of children.

Page 1 of 2

MATERIAL SAFETY DATA SHEET (MSDS)
METHANE - CH₄

(Please ensure that this MSDS is received by an appropriate person)

Date: January 2017
Ref. no.: MS042

Version 2

8 EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION

Occupational exposure hazards No known effect.

Engineering control measures. Engineering control measures are preferred to reduce exposures. General methods include mechanical ventilation, process or personal enclosure, and control of process conditions. Administrative controls and personal protective equipment may also be required. Use a suitable flameproof ventilation system separate from other exhaust ventilation systems. Exhaust direct to outside. Supply sufficient replacement air to make up for air removed by exhaust system.

Personal protection Use self-contained breathing apparatus when fighting large fires.

Eyes. Use safety glasses when working with cylinders.

Hands. Use suitable protective gloves when working with cylinders.

Feet. Wear protective footwear when working with cylinders.

10 STABILITY AND REACTIVITY

Conditions to avoid Overheating of cylinders. Keep sparks and flames away from cylinder, and under no circumstances allow a torch flame to come into contact with any part of the cylinder. Never test for leaks with a flame. Use soapy water when testing for leaks. Never use cylinders as rollers or supports, or for any other purposes other than the storing of Methane.

Incompatible materials. Methane is non-corrosive and may be contained at ambient temperatures by most common metals used in installations designed to have sufficient strength for the working pressures involved.

Hazardous Decomposition Products. No hazardous compounds are formed when Methane / air mixtures burn.

11 TOXICOLOGICAL INFORMATION

Acute Toxicity No known effect
Skin & eye contact No known effect
Chronic Toxicity No known effect
Carcinogenicity No known effect
Mutagenicity No known effect
Reproductive Hazards No known effect
For further information see Section 3. Adverse Health Effects

12 ECOLOGICAL INFORMATION

As Methane is lighter than air it will disperse rapidly in open areas. It does not pose a hazard to the ecology.

13 DISPOSAL CONSIDERATIONS

Disposal Methods Small amounts may be blown to the atmosphere under controlled conditions. No sources of ignition should be in the vicinity. Large amounts should only be handled by the gas supplier.
Disposal of packaging. The disposal of containers must only be handled by the gas supplier.

14 TRANSPORT INFORMATION

ROAD TRANSPORTATION

UN No. 1971
Class 2.1

Skin. No known effect.

9 PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

PHYSICAL DATA

Chemical Symbol	CH ₄
Molecular Weight	16.04
Specific volume @ 20°C & 101.325 kPa	1474,0 ml/g
Relative density of gas @ 101.325 kPa (Air=1)	0.555
Flammability limits in air	5.0 - 15.4% (by vol)
Auto ignition temperature	537°C
Colour	None
Taste	None
Odour	Sweet, oil-type

Subsidiary risk	Asphyxiant
ERG No	115
Hazchem warning	2 A Flammable gas

SEA TRANSPORTATION

IMDG Class	1971
Label	2.1 Flammable gas

AIR TRANSPORTATION

ICAO/IATA Code	1971
Class	2.1
Subsidiary risk	Flammable gas
Packaging instructions	200
- Cargo	Forbidden Maximum quantity
- Passenger allowed	
- Cargo	150 kg
- Passenger	Forbidden

15 REGULATORY INFORMATION

EEC Hazard class Flammable gas
Refer to SANS 10234 Supplement.

16 OTHER INFORMATION

Bibliography
Compressed Gas Association, Arlington, Virginia
Handbook of Compressed Gases - 3rd Edition
Matheson. Matheson Gas Data Book - 6th Edition
SABS 0265 - Labelling of Dangerous Substances

17 EXCLUSION OF LIABILITY

Information contained in this publication is accurate at the date of publication. The company does not accept liability arising from the use of this information, or the use, application, adaptation or process of any product described herein.

A member of The AFROX Group

The Stripe Symbol and the word AFROX are AFROX Group Trademarks.

For product and safety enquiries please phone

EMERGENCY N°:
0860020202 (24 hr)

Page 2 of 2

**MATERIAL SAFETY DATA SHEET (MSDS)
HYDROGEN SULPHIDE (H₂S)**

Please ensure that this MSDS is received by the appropriate person

DATE: April 2011		Version 2	
Ref. No.: MS033			
1 PRODUCT AND COMPANY IDENTIFICATION			
Product Name	HYDROGEN SULPHIDE	Skin Contact	bulbar, tearing, pain and blurred vision.
Chemical Formula	H ₂ S	Ingestion	Ingestion is unlikely. Hydrogen sulfide will irritate the mucous membranes causing a burning feeling with excess salivation likely. Irritation of the gastrointestinal tract may also occur.
Trade Name	Hydrogen Sulphide	4 FIRST AID MEASURES	
Company Identification	African Oxygen Limited 23 Webber Street Johannesburg, 2001 Tel. No: (011) 490-0400 Fax No: (011) 490-0506	Inhalation:	Very toxic by inhalation. May cause damaging effects to central nervous system, metabolism and gastrointestinal tract. Prolonged exposure to small concentrations may result in pulmonary oedema. Remove victim to uncontaminated area wearing self contained breathing apparatus. Keep victim warm and rested. Call a doctor. Apply artificial respiration if breathing stopped. Delayed adverse effects possible.
EMERGENCY NUMBER	086011185 or (0660 02 02 02) (24 hours)	Skin/Eye:	Remove contaminated clothing. In case of frostbite spray with water for at least 15 minutes. Apply a sterile dressing. Immediately flush eyes thoroughly with water for at least minutes. Obtain medical assistance.
2 COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS			
Chemical Name:	Hydrogen Sulphide	Ingestion:	It is not considered a potential route of exposure
Chemical Abstract Service Number (CAS No.):	07783-06-04	5 FIRE FIGHTING MEASURES	
UN No.:	1053	Extinguishing media Suitable	extinguishing media: all known extinguishants can be used.
ERG No.:	117	Specific Hazards	Exposure to fire may cause containers to rupture/explode. Hazardous combustion products: If involved in a fire, the following toxic and/or corrosive fumes may be produced by thermal decomposition: Sulfur dioxide. Suitable extinguishing media: all known extinguishants can be used.
3. HAZARDS IDENTIFICATION			
Main Hazards	in concentrations of 20 to 50ppm, hydrogen sulphide irritates the eyes. Slightly higher concentrations irritate the upper respiratory tract and, may result in pulmonary edema. Inhalation of 500ppm for 30 minutes produces headache, dizziness, excitement, staggering, and gastroenteric disorder, followed in some cases by bronchitis and bronchial pneumonia. Concentrations above 600ppm can be fatal within 30 minutes through respiratory paralysis. Although the foul odor of hydrogen sulphide is readily detectable in low concentrations, it becomes unreliable as a warning of dangerous concentrations of gas since continuous inhalation leads rapidly to olfactory fatigue.		
Vapour Inhalation	Hydrogen sulfide reacts with enzymes in the bloodstream and inhibits cellular respiration resulting in pulmonary paralysis, sudden collapse and death. Continuous exposure to low (15-50 ppm) concentrations will generally cause irritation to mucous membranes, and may also cause headache, dizziness or nausea. Higher concentrations (200-300 ppm) may result in respiratory arrest leading to coma or unconsciousness. Exposures for more than 30 minutes at concentrations greater than 700 ppm have been fatal. Continuous inhalation of low concentrations may cause olfactory fatigue or paralysis of the sense of smell. Thus, detection of hydrogen sulfide by its odor is not effective.		
Eye Contact	Low concentrations will generally cause irritation to the conjunctiva. Repeated exposure to low concentrations is reported to cause conjunctivitis, photo phobia, corneal		

AFROX is a member of The Linde Group
The Stripe Symbol and the word "AFROX" are AFROX Group Trademarks.

Page 1 of 2

**MATERIAL SAFETY DATA SHEET (MSDS)
HYDROGEN SULPHIDE (H₂S)**

Please ensure that this MSDS is received by the appropriate person

7 HANDLING AND STORAGE		General: Toxic to water organisms.	
Ensure equipment is adequately earthed. Purge air from system before introducing gas. Do not allow backfeed into the container. Suck back of water into the container must be prevented. Cylinders should be stored upright and prevented from falling. Use only properly specified equipment, which is suitable for this product, its supply pressure and temperature. Contact your gas supplier if in doubt. Keep away from ignition sources (including static discharges). Secure them away from flammable or combustible materials; in a dry, well ventilated constructed of non-combustible material with firm level floor. Keep container below 50 deg. Celsius in a well ventilated place. Use the "first in - first out" inventory system to prevent full cylinders from being stored for excessive period of time. Compliance of all relevant legislation is essential. Keep away from children.		13 DISPOSAL CONSIDERATIONS	
8 EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION		Disposal methods Avoid discharge to atmosphere. Do not discharge into any place where its accumulation could be dangerous. Toxic and corrosive gases formed during combustion should be scrubbed before discharge to atmosphere. Do not discharge into areas where there is a risk of forming an explosive mixture with air. Waste gas should be flared through a suitable burner with flash back arrestor. Contact supplier if further guidance is required	
Occupational exposure hazards	Hydrogen sulfide - TLV: 10ppm; STEL: 15ppm	14 TRANSPORT INFORMATION	
Engineering control measures	Filling or withdrawal from a Hydrogen Sulfide cylinder must be performed in a well ventilated area and if possible should be in a forced ventilation system or using a hood over the valve.	UN No. 1053 Class 2.3 ADR/RID Item Nr. 2.2 deg. TIF ADR/RID Hazard Nr. 263 Labelling ADR Label 6.1 Toxic Substance Label 3 Flammable substance	
9 PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES		Other transport information Avoid transport on vehicles where load space is not separated from the driver's compartment. Ensure vehicle driver is aware of potential hazards of the load and knows what to do in the event of an accident or an emergency. Before transporting product containers ensure that they are firmly secured and valve outlet cap, nut or plug (where provided) is correctly fitted. Valve protection device (where provided) is correctly fitted. Ensure that there is adequate ventilation. Comply with applicable transport regulation.	
PHYSICAL DATA		15 REGULATORY INFORMATION	
Chemical Symbol	H ₂ S	Risk phrases R26 Very toxic by inhalation	
Molecular Weight	34.08 g/mol	Safety phrases S (1/2) Keep locked up and out of reach of children S9 Keep container in a well ventilated place S16 Keep away from ignition sources - No smoking S28 After contact with skin, immediately wash with plenty of ... (to be specified by manufacturer) S36/37 Wear suitable protective clothing and gloves S45 In case of accident or if you feel unwell, seek medical advice immediately S61 Avoid release into environment; refer to special instructions/material safety data sheet	
Melting point @ 224 kPa	-86°C	Reference: SANS 10265	
Appearance/Colour:	Colourless gas	16 OTHER INFORMATION	
Odour:	Rotten eggs	Ensure all national/local regulations are observed. Ensure operators understand the asphyxiation hazard.	
Relative density, Gas @ 101.325kPa @ 25°C	1.188	Bibliography Compressed Gas Association, Arlington, Virginia Handbook of Compressed Gases - 3 rd Edition Matheson Gas Data Book - 6 th Edition	
Specific Volume @ 21.1°C, 101.325 kPa	70.11dm ³ /kg	EXCLUSION OF LIABILITY Whilst AFROX made best endeavour to ensure that the information contained in this publication is accurate at the date of publication, AFROX does not accept liability for an inaccuracy or liability arising from the use of this information, or the use, application, adaptation or process of any products described herein.	
Dielectric constant; Gas @ 0°C, @ 101.325kPa	1.004		
10 STABILITY AND REACTIVITY			
Conditions to avoid	avoid heat, flames, sparks and other source of ignition. Minimise contact with material. Avoid inhalation of material or combustion by products. Keep out of water suppliers and sewers.		
Incompatible Materials	Do not store reserve stocks of hydrogen sulphide cylinder with cylinders containing oxygen or other highly oxidising or combustible materials.		
11 TOXICOLOGICAL INFORMATION			
Acute Toxicity	unknown		
Skin & eye contact	unknown		
Chronic Toxicity	unknown		
Carcinogenicity	unknown		
Mutagenicity	unknown		
Reproductive Hazards	unknown		
12 ECOLOGICAL INFORMATION			

AFROX is a member of The Linde Group
The Stripe Symbol and the word "AFROX" are AFROX Group Trademarks.

Page 2 of 2

**MATERIAL SAFETY DATA SHEET (MSDS)
CARBON DIOXIDE**

(Please ensure that this MSDS is received by an appropriate person)

DATE: March 2017 Version: 4 Page 1 of 3

Ref. No.: MS093

1 PRODUCT AND COMPANY IDENTIFICATION

Product Name CARBON DIOXIDE
Chemical Formula CO₂
Trade Names Technical Carbon Dioxide
 Industrial Carbon Dioxide
 Food Carbon Dioxide
 Instrument Grade Carbon Dioxide
 Laser Grade Carbon Dioxide
 Pharmaceutical Grade Carbon Dioxide
 Carbon Dioxide (N4.5)
 Medical Carbon Dioxide
Colour coding With the exception of Medical CO₂, all other grades have Green (H.07) bodies, with relevant grades stencilled or denoted by decals, on the bodies of the cylinders. Medical CO₂ has a Green (H.07) body with a French Grey (H.30) shoulder.
Valve All above grades are fitted with 3S-Brass 0.860-inch by 14 tpi right-hand male valve
Company Identification African Oxygen Limited
 23 Webber Street
 Johannesburg, 2001
 Tel No: (011) 490-0400
 Fax No: (011) 490-0506
EMERGENCY NUMBER 0860 020202 or (011) 873 4382 (24 hours)

Label Elements

Hazard Pictograms



4 FIRST AID MEASURES

Eye/Skin Contact No known effect.
Ingestion (See Section 3 above)
 Prompt medical attention is mandatory in all cases of overexposure to carbon dioxide. Rescue personnel should be equipped with self-contained breathing apparatus. Gaseous carbon dioxide is an asphyxiant. Concentrations of 10% or more can produce death or unconsciousness. Lower concentrations may cause sweating, headache, rapid breathing, increase heartbeat, shortness of breath, dizziness, mental depression, visual disturbance, shaking. Conscious persons should be assisted to an uncontaminated area and inhale fresh air. Quick removal from contaminated area is most important. Unconscious persons should be removed to an uncontaminated area, given mouth-to-mouth resuscitation and supplemental oxygen.

5 FIRE FIGHTING MEASURES

Extinguishing Media
 Carbon dioxide is an extinguishing medium.
Specific Hazards
 Carbon dioxide does not support life. It can act as a simple asphyxiant by diluting the concentration of oxygen in the air below the levels to support life.
Emergency Actions
 If possible, shut off the source of excess carbon dioxide. Evacuate area. All cylinders should be removed from the vicinity of the fire. Cylinders that cannot be removed should be cooled with water from a safe distance. Cylinders that have been exposed to excessive heat should be clearly identified and returned to the supplier. CONTACT THE NEAREST AFROX BRANCH.
Protective Clothing
 Self-contained breathing apparatus. Safety gloves and shoes, or boots, should be worn when handling cylinders.
Environmental Precautions
 Carbon dioxide is heavier than air and could accumulate in low-lying areas. Care should be taken when entering a potentially oxygen-deficient environment. If possible, ventilate the affected area.

6 ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

Personal Precautions
 Do not enter any area where carbon dioxide has been spilled unless tests have shown that it is safe to do so.
Environmental Precautions
 As carbon dioxide is classified as a "greenhouse" gas, any spillage should be avoided at all times.
Small Spills
 Shut off the source of escaping carbon dioxide. Ventilate the area.
Large Spills
 Evacuate the area. Shut off the source of the spill if this can be done without risk. Restrict access to the area until completion of the clean-up procedure. Ventilate the area using forced-draught if necessary.

7 HANDLING AND STORAGE

Do not allow cylinders to slide or come into contact with sharp edges. Carbon dioxide cylinders should be stacked vertically at all times, should be firmly secured in order to prevent them from being knocked over. Use a "first-in first-out" inventory system to prevent full cylinders from being stored for excessive periods of time. Keep out of reach of children.

**MATERIAL SAFETY DATA SHEET (MSDS)
CARBON DIOXIDE**

(Please ensure that this MSDS is received by an appropriate person)

DATE: March 2017 Version: 4 Page 2 of 3

Ref. No.: MS093

8 EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION

Occupational Exposure Hazards
 As carbon dioxide is a simple asphyxiant, avoid any areas where spillage has taken place. Only enter once testing has proved the atmosphere to be safe, and remember that gas is heavier than air.
Engineering Control Measures
 Engineering control measures are preferred to reduce exposure to oxygen-depleted atmospheres. General methods include forced-draught ventilation, separate from other exhaust ventilation systems. Ensure that sufficient fresh air enters at, or near, floor level.
Personal Protection
 Self-contained breathing apparatus should always be worn when entering an area where oxygen depletion may have occurred. Safety goggles, gloves and shoes, or boots, should be worn when handling cylinders.
 No known effect. Skin

9 PHYSICAL AND CHEMICAL

PROPERTIES
PHYSICAL DATA
 Chemical Symbol CO₂
 Molecular Weight 44.01
 Specific volume @ 20°C & 101.325 kPa 547 ml/g
 Density gas @ 101.325 kPa & 20°C 1.839 kg/m³
 Relative density (Air=1) @ 101.325 kPa 1.522
 Colour None
 Taste Acidic
 Odour None

10 STABILITY AND REACTIVITY

Conditions to avoid
 The dilution of oxygen in the atmosphere to levels which cannot support life. Never use cylinders as rollers or supports, or for any other purpose than the storing of carbon dioxide. Never expose the cylinders to excessive heat, as this may cause sufficient build-up of pressure to rupture the cylinders.
Incompatible Materials
 As dry carbon dioxide is inert it may be contained in systems constructed of any of the common metals that have been designed to safely withstand the pressures involved.
Hazardous Decomposition Products None

11 TOXICOLOGICAL INFORMATION

Acute Toxicity TLV 5000 VPM
 Skin & eye contact No known effect
 Chronic Toxicity No known effect
 Carcinogenicity No known effect
 Mutagenicity No known effect
 Reproductive Hazards No known effect
(For further information see Section 3. Adverse Health effects)

12 ECOLOGICAL INFORMATION

Carbon dioxide is heavier than air and can cause pockets of oxygen-depleted atmosphere in low-lying areas. It does not pose a hazard to the ecology.

13 DISPOSAL CONSIDERATIONS

Disposal Methods
 Small amounts may be blown to the atmosphere under controlled conditions. The gas supplier should only handle large amounts.
Disposal of Packaging
 The gas supplier must only handle the disposal of cylinders.

14 TRANSPORT INFORMATION

ROAD TRANSPORTATION
 UN No 1013
 ERG No 120
 Hazchem warning 2C Non-flammable Gas
SEA TRANSPORTATION
 IMDG 101

Class
 Packaging group
 Label Non-flammable Gas
AIR TRANSPORTATION
 ICAO/IATA Code 1013
 Class 2.2
 Packaging group
 Packaging instructions
 - Cargo 200
 - Passenger 200
 Maximum quantity allowed
 - Cargo 150kg
 - Passenger 75kg

15 REGULATORY INFORMATION

EEC Hazard class Non-flammable

Risk Phrase	Description	Safety Phrase	Description
R44	Risk of explosion if heated under confinement	S2	Keep out of reach of Children
R58	May cause long-term adverse effects in the environment	S3	Keep in a cool place
		S9	Keep container in a well-ventilated place
		S36	Wear suitable protective clothing
		S38	In case of insufficient ventilation, wear suitable respiratory equipment

National legislation OHSAct and Regulations 85 of 1993
 Refer to SANS 10234 for explanation of the above.

16 OTHER INFORMATION

Bibliography
 Compressed Gas Association, Arlington, Virginia
 Handbook of Compressed Gases – 3rd Edition
 Matheson, Matheson Gas Data Book – 6th Edition
 SABS 10234 – Globally Harmonized System of classification and labelling of chemicals (GHS)

17 EXCLUSION OF LIABILITY

Information contained in this publication is accurate at the date of publication. The company does not accept liability arising from the use of this information, or the use, application, adaptation or process of any products described herein.

LAMPIRAN 13:

FORMULIR DATA INVENTARISASI GRK INSTALASI BIOGAS PT. XYZ

Tahun:

Bulan	TBS (ton/bulan)	Limbah cair kelapa sawit yang masuk ke digester (m ³ POME/bulan)	ton COD/m ³	Penyisihan COD (%)	Listrik yang dihasilkan (MWh/bulan)	Lama operasi (hari/bulan)
Jan						
Feb						
Mar						
April						
Mei						
Juni						
Juli						
Agst						
Sept						
Okt						
Nov						
Des						
Total						

Kontak Pelapor dan Tujuan Pelaporan ke:
 Direktorat Bioenergi - Ditjen EBTKE
 Jl. Pegangsaan Timur No. 1
 Menteng Jakarta 10320
 Tel/Fax : 021-31924585
 Email : tekling.bioenergi@esdm.go.id

DAFTAR PUSTAKA

Department of Occupational Safety and Health Malaysia. (2008). Guidelines for hazard identification, risk assessment, and risk control (HIRARC). Putra Jaya: Ministry of Human Resources Malaysia.

Direktorat Pengolahan Hasil Pertanian. (2006). Pedoman Pengelolaan Limbah Industri Kelapa Sawit. Jakarta: Ditjen Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian (Ditjen PPHP)

German Biogas Association. (2016). Guidelines for the safe use of biogas technology. Freising, Germany: Fachverband Biogas e.V.

German Social Insurance for Agriculture, Forestry, and Horticulture (SVLFG). (2016). Technische Information 4 Sicherheitsregeln für Biogasanlagen. Kassel: Sozialversicherung fuer Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau (SVLFG).

Global Assest Protection Services LLC. (2015). GAPS Guidelines 2.5.2: Oil and Chemical Plant Layout and Spacing. Connecticut.

Henderson, B. (2006, July 1). Diambil kembali dari OHS Online: <https://ohsonline.com/Articles/2006/07/Carbon-Dioxide-Measures-Up-as-a-Real-Hazard.aspx?Page=4>

Hosseini, S., Bagheri, G., Khaleghi, M., & Wahid, M. (2015). Combustion of biogas released from POME and the effect of hydrogen enrichment on the characteristic of the biogas flame. *Journal of Combustion*.

ISO 20675. (2018). Biogas - Biogas production, conditioning, upgrading, and utilisation - Terms, definitions, and classification scheme. Switzerland.

Kissell, Fred N; , Pittsburgh Research Laboratory (National Institute for Occupational Safety and Health). (2006). Handbook for methane control in mining. Pittsburg: Dept. of Health and Human Services, Center for Disease Control and Prevention.

National Research Council. (2007). Emergency and Continous Exposure Guidance Level for Selected Submarine Contaminants:Volume 1. Washington D.C.: The National Academies Press.

NIOSH. (2018, Sept 16). Diambil kembali dari Centers for Disease Control and Prevention: <https://www.cdc.gov/niosh/ipcsneng/neng0291.html>

OSHA. (2004). Personal Protective Equipment.

OSHA. (2011). Diambil kembali dari <https://www.osha.gov/Publications/laboratory/OSHAfactsheet-laboratory-safety-noise.pdf>

OSHA. (2018, May 9). Diambil kembali dari Hydrogen Sulfide: <https://www.osha.gov/SLTC/hydrogensulfide/hazards.html>

OSHA. (2018, Juli 3). Diambil kembali dari Hazard prevention and control: <https://www.osha.gov/shpguidelines/hazard-prevention.html>

OSHA. (2018, Nov 28). Diambil kembali dari Confined Space: <https://www.osha.gov/SLTC/confinedspaces/>

Permenaker 5. (2018, Juli 12). Diambil kembali dari Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja: https://jdih.kemnaker.go.id/data_puu/Permen_5_2018.pdf

Prasher, D. (2000). Noise Pollution Health Effects Reduction (NOPHER) : An European Commission Concerted Action Workplan. *Noise Health*, 79-84. Diambil kembali dari <http://www.noiseandhealth.org/text.asp?2000/2/8/79/31748>

Quah, S., & Gilles, D. (1981). Practical experience in production and use of biogas. *Proceeding of the national workshop on oil palm by-product utilisation*, 119-125.

TRGS 900. (2016). Technische Regeln fuer Gefahrstoffe.

Zabetakis, M., Lambiris, S., & Scott, G. (1959). *The combustion*. Pittsburgh: The Combustion Institute.

TERBITAN

Bekerja sama dengan:

Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi (Ditjen EBTKE)
Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (Kementerian ESDM)

Diterbitkan oleh:

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Promotion of Least Cost Renewables in Indonesia (LCORE-INDO)
Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi (Ditjen EBTKE) Lantai 5
Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral
Jl. Pegangsaan Timur No.1, Cikini
Jakarta 10320 Indonesia
T +6221-3919971
E lcore.indonesia@giz.de
I www.giz.de, www.lcore-indonesia.or.id

Kantor terdaftar:

Bonn dan Eschborn

Pengarah:

Ir. Rida Mulyana, M.Sc (Dirjen EBTKE)

Penanggungjawab:

Andriah Feby Misna, S.T., M.T. (Direktur Bioenergi)
Karl Segschneider (Principal Advisor LCORE-INDO)

Koordinator:

Dr. Ir. Faridha, M.Si (Kasubdit Keteknikan dan Lingkungan Bioenergi)
Vegaswarasti Kumala, B.ES, S.T., M.Sc (Advisor LCORE-INDO)

Penulis Utama:

Vegaswarasti Kumala, B.ES, S.T., M.Sc (Advisor LCORE-INDO)
Windri Aji Brata, S.T. (Advisor LCORE-INDO)
Ir. Achmad Iman Sudradjad, MBA (Konsultan K3)

Peninjau Buku:

Ir. Sakti Siregar (Ahli Proses Anaerobik)

Narasumber:

Direktorat Bioenergi, Ditjen EBTKE
Direktorat Pengawasan Norma K3, Ditjen Pembinaan Pengawasan Ketenagakerjaan dan K3
Direktorat Bina K3, Ditjen Pembinaan Pengawasan Ketenagakerjaan dan K3
Direktorat Pengendalian Pencemaran Air, Ditjen Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan
Ahmad Batubara (PT. Austindo Aufwind New Energy)
Clarence Loh (PT. SMART Tbk)
Djeni Tanumihardja (PT. Bangka Biogas Synergy)
Hardi Yudanto (PT. Steelindo Wahana Perkasa)
Mark Dohar (PT. Austindo Aufwind New Energy)
Muhammad Ichsan (PT. Wilmar International Plantation)
Rochmania Sukmawati (PT. Sampoerna Agro)
Rifki T. Noor (PT. SMART Tbk)
Sularno (PT. Wilmar International Plantation)
Suprayitno (PT. First Resources)
James Sembiring (PT. Asian Agri)

Kredit foto/sumber:

GIZ/LCORE-INDO

Dicetak dan diedarkan oleh GIZ

© Jakarta, Desember 2018 – Edisi Pertama

Proyek ini adalah bagian dari Inisiatif Iklim Internasional (IKI). Kementerian Federal Jerman bidang Lingkungan, Konservasi Alam, dan Keselamatan Nuklir (BMU) mendukung prakarsa ini sesuai dengan keputusan yang diambil oleh Parlemen Jerman (German Bundestag).

Tata Letak/Desain:

Fredy Susanto