

Keselamatan dan Kesehatan Kerja **(K3)** di Tangki Timbun



Dr. Trismawati, S.Si., M.T



Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di Tangki Timbun

Dr. Trismawati, S.Si., M.T



Penerbit : CV. Zenius Publisher

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di Tangki Timbun

Dr. Trismawati, S.Si., M.T

Editor:
Ahmad Zaeni, M.Pd.

Juli 2025
Size: 182 x 257 mm, 140 pages.

ISBN : 978-623-5264-91-2

Published by: CV. Zenius Publisher

Anggota IKAPI Jabar
Jalan Waruroyom-Depok- Cirebon 45155,
Email : zenius955@gmail.com
Telp: (0231)8829291
Web. zeniuspublisher.com

Hak cipta dilindungi Undang-undang. Tidak ada bagian dari publikasi ini yang boleh direproduksi, disimpan dalam sistem pengambilan, atau ditransmisikan, dalam bentuk apa pun atau dengan cara apa pun, elektronik, mekanik, fotokopi, rekaman, atau lainnya, kecuali untuk dimasukkannya kutipan singkat dalam ulasan, tanpa terlebih dahulu izin tertulis dari penerbit

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wa ta'ala atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga buku monograf yang berjudul **“Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di Tangki Timbun”** dapat diselesaikan dengan baik. Buku monograf ini disusun sebagai upaya untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai penerapan K3 di lingkungan kerja dengan risiko tinggi, khususnya pada tangki timbun yang dikategorikan sebagai ruang terbatas (*confined space*).

Keselamatan dan kesehatan kerja merupakan aspek fundamental dalam dunia industri, terutama di sektor yang melibatkan penyimpanan bahan cair dan gas dalam jumlah besar, seperti industri minyak dan gas, petrokimia, serta manufaktur. Berbagai insiden yang pernah terjadi di tangki timbun membuktikan bahwa pemahaman dan penerapan K3 yang tepat sangat diperlukan guna mencegah kecelakaan kerja yang dapat berakibat fatal.

Buku ini membahas berbagai aspek penting, mulai dari identifikasi dan analisis risiko di tangki timbun, penerapan prosedur kerja aman, hingga pemanfaatan teknologi modern dalam meningkatkan keselamatan kerja. Selain itu, berbagai studi kasus dan *best practices* turut disajikan untuk memberikan gambaran nyata mengenai tantangan dan solusi dalam implementasi K3 di tangki timbun.

Kami berharap buku ini dapat menjadi referensi yang bermanfaat bagi para praktisi K3, akademisi, mahasiswa, serta pihak-pihak yang berkecimpung dalam bidang keselamatan kerja. Semoga dengan adanya buku ini, kesadaran akan pentingnya keselamatan dan kesehatan kerja semakin meningkat, serta mampu menginspirasi perbaikan sistem K3 di berbagai industri.

Kami menyadari bahwa buku ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kami sangat terbuka terhadap saran dan masukan guna perbaikan di masa yang akan datang. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat yang luas dan menjadi bagian dari upaya menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan sehat.

Probolinggo, 07 Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB 1 PENGERTIAN DAN KARAKTERISTIK TANGKI TIMBUN ...	1
1.1 Definisi Tangki Timbun	3
1.2 Jenis dan Fungsi Tangki Timbun	5
1. Berdasarkan Bentuknya (Assiddiqi & Suharyadi, 2024).....	6
2. Berdasarkan Penutupnya (Muhammad & Novianto, 2025).....	6
3. Berdasarkan Tekanan yang Digunakan (Simarmata, 2024).....	7
4. Fungsi Tangki Timbun	7
1.3 Karakteristik Lingkungan Kerja di Tangki Timbun	8
1. Ruang terbatas (<i>Confined Space</i>) (Sulardi & El-Ridho, 2019).....	8
2. Paparan zat berbahaya (Mardlotillah, 2020).....	8
3. Risiko kebakaran dan ledakan (Ramezanifar dkk., 2023)	9
4. Ventilasi terbatas	9
5. Suhu dan kelembaban yang ekstrem	9
6. Tinggi dan akses yang sulit.....	9
7. Kebisingan dan getaran.....	10

8. Risiko biologis dan kontaminasi (Madsen dkk., 2021)	10
1.4 Risiko dan Bahaya di Tangki Timbun	10
1. Risiko ruang terbatas (<i>confined space hazards</i>)	11
2. Risiko Paparan Gas Beracun dan Kurangnya Oksigen	11
3. Risiko Kebakaran dan Ledakan	11
4. Risiko Terjatuh dari Ketinggian.....	12
5. Risiko kelebihan tekanan atau vakum dalam tangki	12
6. Risiko Tumpahan dan Kontaminasi Lingkungan	12
7. Risiko Panas Berlebih dan <i>Heat Stress</i>	13
8. Risiko Kebisingan dan Getaran	13
9. Risiko Biologis	14
10. Risiko Ergonomi dan Kelelahan.....	14

BAB 2 DASAR HUKUM DAN STANDAR K3 DI TANGKI

TIMBUN	15
2.1 Dasar Hukum Terkait K3 di Tangki Timbun	15
2.2 Standar Nasional Indonesia (SNI) 13-6934-2002 tentang Tangki Timbun.....	17
2.3 Standar Internasional yang Berlaku tentang Tangki Timbun	19
1. OSHA (<i>Occupational Safety and Health Administration</i>)	19
2. NFPA (<i>National Fire Protection Association</i>)	20

3. API (<i>American Petroleum Institute</i>)	20
4. ISO 45001 (Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja).....	21
2.4 Tanggung Jawab dan Kewajiban Perusahaan serta	
Pekerja	23
1. Tanggung jawab dan kewajiban perusahaan	23
a. Menyediakan sistem keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang memadai.....	23
b. Menyediakan pelatihan dan sertifikasi pekerja.....	23
c. Memastikan kelengkapan peralatan keselamatan	24
d. Menjalankan prosedur keadaan darurat	24
e. Mematuhi regulasi dan standar yang berlaku	24
2. Tanggung jawab dan kewajiban pekerja.....	25
a. Mematuhi prosedur keselamatan yang ditetapkan	25
b. Mengikuti pelatihan dan mengembangkan kompetensi.....	25
c. Melaporkan kondisi berbahaya atau insiden....	26
d. Bekerja dengan sikap profesional dan bertanggung jawab	26
BAB 3 IDENTIFIKASI & ANALISIS RISIKO K3 DI TANGKI	
TIMBUN	29
3.1 Metode Identifikasi Bahaya (JSA, HIRARC, HAZOP)	31
3.2 Potensi Risiko dalam Tangki Timbun	36

3.3 Contoh Kasus Kecelakaan di Tangki Timbun	41
3.3.1 Cara Meminimalkan Risiko Kecelakaan di Tangki Timbun.....	42
BAB 4 PENERAPAN SISTEM K3 DI TANGKI TIMBUN	44
4.1 Perizinan Masuk (<i>Confined Space Entry Permit</i>)	45
4.1.1 Tujuan <i>Confined Space Entry Permit</i>	45
4.1.2 Isi <i>Confined Space Entry Permit</i>	46
4.1.3 Langkah-langkah Penggunaan <i>Confined Space Entry Permit</i>	47
4.2 Penggunaan APD dan Alat Keselamatan	48
4.3 Sistem Ventilasi dan Deteksi Gas	61
4.3.1 Sistem Ventilasi dalam Tangki Timbun	62
4.3.2 Sistem Deteksi Gas dalam Tangki Timbun	63
4.3.3 Alat Deteksi Gas yang digunakan.....	64
4.4 Prosedur Keselamatan dalam Ventilasi dan Deteksi Gas.....	64
4.5 SOP Darurat dan Evakuasi	67
4.5.1 Prinsip Dasar Evakuasi Darurat.....	68
4.5.2 Beberapa Situasi Yang Memerlukan Evakuasi Darurat.....	70
4.5.3 SOP Darurat dan Evakuasi.....	71
1. Persiapan Sebelum Darurat	72
2. Langkah-Langkah Evakuasi.....	72
3. Peralatan yang harus disiapkan untuk darurat.....	73
4. Simulasi dan Latihan Evakuasi	74
BAB 5 TEKNOLOGI DAN INOVASI K3 DI TANGKI TIMBUN	76
5.1 Sensor dan Sistem <i>Monitoring Gas</i>.....	78

5.1.1 Jenis Sensor Gas yang Digunakan	79
1. Sensor deteksi gas beracun (<i>toxic gas sensors</i>)	79
2. Sensor kekurangan oksigen (<i>oxygen deficiency sensors</i>)	79
3. Sensor deteksi gas mudah terbakar (<i>combustible gas sensors</i>)	80
5.1.2 Sistem <i>Monitoring</i> Gas di Tangki Timbun	81
1. Sistem Pemantauan Gas <i>Portabel</i>	81
2. Sistem pemantauan gas tetap (<i>fixed gas detection systems</i>)	82
3. Sistem Monitoring Berbasis IoT dan AI	84
5.1.3 Manfaat Penggunaan Sensor dan Sistem <i>Monitoring</i> Gas	86
5.2 Penggunaan Robotika dan <i>Drone</i> dalam Inspeksi	88
5.2.1 Robotika dalam Inspeksi Tangki Timbun	88
5.2.2 Keuntungan Penggunaan Robot dalam Inspeksi ...	89
5.2.3 Penggunaan <i>Drone</i> dalam Inspeksi Tangki Timbun	90
5.3 Digitalisasi dan IoT dalam Manajemen Keselamatan ...	92
5.3.1 Peran Digitalisasi dalam Manajemen Keselamatan	93
5.3.2 IoT dalam Manajemen Keselamatan di Tangki Timbun	94
BAB 6 STUDI KASUS DAN <i>BEST PRACTICES</i>	97
6.1 Studi Kasus Kecelakaan di Tangki Timbun	98
6.2 Implementasi K3 yang Berhasil di Industri	110
6.3 Pembelajaran dari Kecelakaan Masa Lalu	114

6.4 Pelatihan Keselamatan Berbasis VR dan AR.....	118
6.4.1 <i>Virtual Reality</i> (VR) dalam Pelatihan	
Keselamatan.....	118
6.4.2 <i>Augmented Reality</i> (AR) dalam Pelatihan	
Keselamatan.....	119
BAB 7 PENERAPAN K3 TANGKI TIMBUN.....	122
7.1 Prinsip Utama dalam K3 Tangki Timbun	122
7.2 Rekomendasi untuk Peningkatan K3	123
a. Peningkatan sistem identifikasi dan manajemen risiko.....	123
b. Peningkatan keamanan operasional.....	123
c. Penerapan teknologi dan inovasi.....	124
d. Peningkatan kompetensi dan kesadaran pekerja.....	124
e. Penguatan regulasi dan pengawasan	125
7.3 Arah Pengembangan K3 di Tangki Timbun	125
1. Digitalisasi dan automasi untuk keselamatan yang lebih baik.....	125
2. Peningkatan standarisasi dan regulasi K3 di tangki timbun.....	126
3. Budaya keselamatan berbasis manusia (<i>Human-Centred Safety Culture</i>)	127
DAFTAR PUSTAKA	129

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Metode Identifikasi Bahaya.....	32
Tabel 3.2	Risiko utama tangki timbun.....	36
Tabel 4.1	Jenis APD yang sesuai dengan pekerjaan di ruang terbatas	49
Tabel 6.1	Studi kasus kecelakaan di tangki timbun	99
Tabel 6.2	Contoh implementasi K3 yang berhasil di Industri.....	111
Tabel 6.3	Contoh kecelakaan masa lalu di tangki timbun dan pembelajaran	116

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Ilustrasi Tangki Timbun.....	4
Gambar 4.1	MSA firehawk 2002 NFPA SCBA	49
Gambar 4.2	<i>Full face rubber respirator with double filters</i> <i>chemical full face gas mask</i>	49
Gambar 4.3	<i>Safety helmet</i>	50
Gambar 4.4	<i>Safety goggles</i>	50
Gambar 4.5	<i>Face shield</i>	51
Gambar 4.6	Baju kerja tahan api	52
Gambar 4.7	<i>Coverall</i>	53
Gambar 4.8	Sarung tangan berbahan nitril/neoprene	54
Gambar 4.9	Sarung tangan tahan panas	55
Gambar 4.10	<i>Boots</i> dengan sol anti-slip dan anti-listrik	55
Gambar 4.11	<i>Ear Plug</i> atau <i>Ear Muff</i>	56
Gambar 4.12	<i>Full Body Harness</i> dengan <i>Lifeline</i>	56
Gambar 4.13	<i>Multi-Gas Detector</i>	57
Gambar 4.14	<i>Exhaust Fan</i> atau <i>Blower</i>	58
Gambar 4.15	Radio HT (<i>Handy Talkie</i>)	58
Gambar 4.16	Alarm darurat	59
Gambar 4.17	<i>Tripod Rescue System</i>	60
Gambar 4.18	Kotak P3K (<i>First Aid Kit</i>)	61

BAB 4

PENERAPAN SISTEM K3 DI TANGKI TIMBUN

Tangki timbun merupakan fasilitas penting dalam industri minyak, gas, petrokimia, dan berbagai sektor lainnya yang memerlukan penyimpanan bahan dalam jumlah besar. Sebagai bagian dari rantai distribusi dan operasional, tangki timbun berfungsi menyimpan cairan berbahaya seperti bahan bakar, bahan kimia, dan gas cair (Estri Kartika dkk., 2022). Namun, lingkungan kerja di sekitar tangki timbun memiliki risiko tinggi terhadap kecelakaan, termasuk ledakan, kebocoran gas beracun, kebakaran, dan paparan zat berbahaya. Oleh karena itu, penerapan sistem Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) menjadi sangat krusial untuk mencegah insiden yang dapat berdampak pada pekerja, masyarakat sekitar, serta lingkungan.

Penerapan sistem K3 di tangki timbun mencakup berbagai aspek, mulai dari identifikasi bahaya, analisis risiko, pengendalian potensi kecelakaan, hingga pelatihan tenaga kerja. Prosedur keselamatan yang ketat harus diterapkan, termasuk penggunaan alat pelindung diri (APD), sistem ventilasi yang memadai, pemantauan kadar gas, serta prosedur masuk ruang terbatas (*confined space entry*). Regulasi yang mengatur keselamatan kerja di tangki timbun juga harus dipatuhi, seperti peraturan perundang-undangan nasional serta standar internasional seperti OSHA, NFPA, dan API.

Dengan penerapan sistem K3 yang baik, risiko kecelakaan dapat diminimalkan, produktivitas kerja meningkat, dan keberlanjutan operasional tangki timbun dapat terjamin. Buku ini akan mengupas lebih dalam mengenai strategi dan praktik terbaik dalam penerapan sistem K3 di lingkungan kerja tangki timbun, sehingga dapat menjadi referensi yang bermanfaat bagi para praktisi dan pemangku kepentingan di industri terkait.

4.1 Perizinan Masuk (*Confined Space Entry Permit*)

Perizinan masuk ruang terbatas (*confined space entry permit*) adalah dokumen resmi yang harus diperoleh sebelum seseorang memasuki ruang terbatas (*confined space*), seperti tangki timbun, silo, pipa besar, atau ruang tertutup lainnya yang memiliki risiko tinggi (Hasan & Indriyati, 2020). Ruang terbatas memiliki potensi bahaya serius seperti kekurangan oksigen, paparan gas beracun, akumulasi bahan mudah terbakar, serta risiko terperangkap atau tenggelam dalam cairan atau bahan lainnya.

4.1.1 Tujuan *Confined Space Entry Permit*

1. Mengidentifikasi dan mengendalikan bahaya, dokumen ini membantu memastikan bahwa semua potensi bahaya telah diidentifikasi dan langkah pengendalian yang sesuai telah diterapkan sebelum pekerja masuk.
2. Meningkatkan keselamatan pekerja, dengan memastikan bahwa hanya pekerja yang terlatih dengan peralatan yang sesuai diperbolehkan masuk ke ruang terbatas.

3. Memastikan kepatuhan regulasi, yaitu berupa perizinan ini membantu organisasi mematuhi peraturan keselamatan kerja, baik dari standar nasional maupun internasional seperti OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*) atau NFPA (*National Fire Protection Association*).
4. Menjamin proses evakuasi yang efektif dan memastikan adanya prosedur darurat dan peralatan penyelamatan yang memadai sebelum pekerja memasuki ruang terbatas.

4.1.2 Isi *Confined Space Entry Permit*

Confined space entry permit adalah dokumen resmi yang harus diperoleh sebelum pekerja memasuki ruang terbatas (*confined space*) untuk memastikan bahwa semua langkah keselamatan telah dipenuhi (Hasan & Indriyati, 2020). Izin ini digunakan untuk mengontrol dan memitigasi risiko yang berpotensi membahayakan pekerja. Karena ruang terbatas memiliki potensi bahaya seperti kekurangan oksigen (*asphyxiation*), kehadiran gas beracun (H_2S , CO, dll), bahaya ledakan atau kebakaran (Estri Kartika dkk., 2022), potensi terjebak atau tertimbun bahan berbahaya. Dokumen perizinan ini biasanya mencakup (SafetySign, 2023):

1. Identifikasi lokasi ruang terbatas.
2. Tujuan masuk dan aktivitas yang dilakukan di dalamnya.
3. Daftar pekerja yang diizinkan masuk.
4. Hasil pengujian atmosfer (kadar oksigen, gas beracun, gas mudah terbakar).
5. Peralatan keselamatan yang diperlukan, seperti alat pelindung diri (APD), masker, dan sistem ventilasi.

6. Penanggung jawab dan pengawas kerja di ruang terbatas.
7. Prosedur komunikasi dan penyelamatan darurat.
8. Masa berlaku izin (umumnya hanya berlaku untuk satu kali masuk).

4.1.3 Langkah-langkah Penggunaan *Confined Space Entry Permit*

1. Identifikasi ruang terbatas, yaitu menentukan apakah area tersebut tergolong *confined space* berdasarkan karakteristiknya.
2. Evaluasi Risiko, yaitu mengukur kadar oksigen, gas beracun, dan gas mudah terbakar menggunakan alat deteksi gas.
3. Pengisian izin oleh supervisor atau penanggung jawab mengisi formulir izin dengan semua informasi terkait keselamatan.
4. Persetujuan dan pengesahan oleh otoritas yang berwenang (*HSE officer* atau *supervisor*) meninjau dan menyetujui izin sebelum pekerjaan dimulai.
5. Pelaksanaan pekerjaan, bahwa pekerja hanya boleh masuk setelah izin diberikan dan semua langkah keselamatan diterapkan.
6. Penutupan izin harus diberlakukan setelah pekerjaan selesai, supervisor memastikan bahwa semua pekerja telah keluar dengan selamat, lalu mencabut izin masuk.

Confined space entry permit adalah bagian penting dari sistem K3 di lingkungan kerja dengan ruang terbatas, termasuk tangki timbun. Tanpa izin ini, risiko kecelakaan yang fatal bisa meningkat drastis. Oleh karena itu, penerapan prosedur izin masuk

ruang terbatas harus dilakukan dengan ketat untuk memastikan keselamatan pekerja dan keberlanjutan operasional perusahaan.

4.2 Penggunaan APD dan Alat Keselamatan

Bekerja di dalam tangki timbun memerlukan penggunaan APD dan alat keselamatan khusus untuk melindungi pekerja dari berbagai risiko, seperti kekurangan oksigen, paparan gas beracun, dan kemungkinan ledakan. Pekerjaan di area tangki timbun merupakan salah satu aktivitas yang memiliki tingkat risiko tinggi dalam dunia industri, terutama pada sektor migas, petrokimia, dan kimia. Tangki timbun sering kali dikategorikan sebagai ruang terbatas (*confined space*) yang menyimpan potensi bahaya seperti gas beracun, kekurangan oksigen, ledakan, hingga bahaya jatuh dan terperosok. Dalam situasi seperti ini, penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) dan peralatan keselamatan menjadi garis pertahanan pertama yang sangat penting untuk melindungi pekerja dari kecelakaan kerja yang fatal.

Penggunaan APD bukan sekadar kewajiban administratif, melainkan bagian integral dari budaya keselamatan kerja. Helm, masker respirator, sarung tangan tahan bahan kimia, baju tahan api, tali pengaman, hingga alat deteksi gas, semuanya memiliki peran vital untuk memastikan bahwa setiap aktivitas di dalam dan sekitar tangki timbun dilakukan secara aman dan sesuai standar.

Melalui pemahaman dan penerapan yang tepat terhadap penggunaan APD dan alat keselamatan, kita tidak hanya mematuhi regulasi K3 yang berlaku, tetapi juga menunjukkan komitmen terhadap keselamatan, kesehatan, dan kesejahteraan seluruh

tenaga kerja. Prolog ini membuka jalan untuk mendalami jenis-jenis APD yang sesuai, prosedur pemakaiannya, serta pentingnya inspeksi dan pelatihan sebelum pekerjaan di tangki timbun dimulai.

Tabel 4.1 Jenis APD yang sesuai dengan pekerjaan di ruang terbatas

JENIS APD	MACAM	FUNGSI	GAMBAR
Pelindung Pernapasan	<i>Self-Contained Breathing Apparatus (SCBA)</i>	Digunakan jika ada kemungkinan kekurangan oksigen atau paparan gas beracun	 Gambar 4.1 MSA <i>firehawk</i> 2002 NFPA SCBA (Sumber: https://bunkerfiresafety.com/product/msa-firehawk-2002-4500-nfpa-scba/)
	Respirator dengan Filter Khusus	Digunakan untuk menyaring gas atau partikel berbahaya yang mungkin ada di dalam tangki	 Gambar 4.2 <i>Full face rubber respirator with double filters chemical full face gas mask</i> (Sumber:

JENIS APD	MACAM	FUNGSI	GAMBAR
			https://www.topchinasupplier.com/wholesale/Full-Face-Rubber-Respirator-with-Double-Filters-Chemical-Full-Face-Gas-Mask_528497/)
Pelindung Kepala, Mata, dan Wajah	Helm keselamatan (<i>Safety Helmet</i>)	Melindungi kepala dari benturan atau jatuhnya benda keras	 Gambar 4.3 <i>Safety helmet</i> (Sumber: https://tonataindonesia.com/product/safety-helmet-helm-proyek-include-inner-ring-helm-kerja-kuning?srsId=AfmBOooje_-hLyzFdqPqRvrOwHIGu9zVgxL_Wnj2QCQ2XnU1BIJkp74-)
	Kacamata pelindung (<i>Safety Goggles</i>)	Mencegah paparan debu, bahan kimia, atau percikan cairan	 Gambar 4.4 <i>Safety goggles</i> (Sumber :

JENIS APD	MACAM	FUNGSI	GAMBAR
		berbahaya	https://www.monotaro.id/p111318337.html?q=Safety+Goggles)
	<i>Face Shield</i>	Diperlukan jika ada risiko percikan bahan kimia atau partikel logam panas	 Gambar 4.5 <i>Face shield</i> (Sumber: https://www.monotaro.id/items/s031896580.html?utm_source=google&utm_medium=pla&utm_campaign=1672206402&utm_content=88187085595&utm_term=readystock_cat_group_1_pricebrand_group_1&utm_gad_source=1&utm_campaignid=1672206402&utm_gbraid=0AAAAADJU9--3R0RgE2SDPcui1J2DWmNY9&utm_gclid=Cj0KCQjw0LDBBhCnARIsAMpYIAqPr-HptJB-)

JENIS APD	MACAM	FUNGSI	GAMBAR
			eYp6mIQAP1cQz_l3Ta8Uk Pio5T8jKSWRwyRpQmOKk yEaAstpEALw_wcB)
Pelindung Tubuh	Baju kerja tahan api (<i>Flame- Resistant Clothing</i>)	Digunakan di lingkungan dengan risiko ledakan atau kebakaran	 Gambar 4.6 Baju kerja tahan api (Sumber : https://id.made-in-china.com/co_flameresistant/product_Advanced-Anti-Static-Flame-Resistant-Workwear-Coveralls-for-Industrial-Pros_ysoiiseoyg.html)

JENIS APD	MACAM	FUNGSI	GAMBAR
	<i>Coverall</i> atau pakaian berbahan khusus	Untuk melindungi tubuh dari bahan kimia berbahaya	 Gambar 4.7 <i>Coverall</i> (Sumber : https://www.monotaro.id/items/s028368892.html?utm_source=google&utm_medium=pla&utm_campaign=1672206402&utm_content=88187085595&utm_term=readystock_cat_group_1_pricebrand_group_1&gad_source=1&gad_campaignid=1672206402&gbraid=0AAAAADJU9-8vka0-iKxE3unzdXAGY0nwk&gclid=Cj0KCQjwotDBBhCQARIsAG5pinNTBRpfeZsWbIDG

JENIS APD	MACAM	FUNGSI	GAMBAR
			D7ai0_3XYVPw6RPDCI3m qlxu-lwUhSQdopej- NEaAvHrEALw_wcB)
Sarung Tangan Pelindung	Sarung tangan berbahan nitril/neoprene	Untuk melindungi tangan dari bahan kimia	 Gambar 4.8 Sarung tangan berbahan nitril/neoprene (Sumber : https://www.monotaro.id/items/s012194957.html?utm_source=google&utm_medium=pla&utm_campaign=1672206402&utm_content=88187085595&utm_term=readystock_cat_group_1_pricebrand_group_1&gad_source=1&gad_campaignid=1672206402&gbraid=0AAAAADJU9-8vka0-iKxE3unzdXAGY0nwk&gclid=Cj0KCQjwotDBBhCQARI)

JENIS APD	MACAM	FUNGSI	GAMBAR
			sAG5pinPNuZnWo6Cg73 WZMAgzkqi- anr1Jrnr9akxGRZvBdXawk XZCM- RXoYaAinrEALw_wcB)
	Sarung tangan tahan panas	Jika bekerja dengan peralatan yang menghasilkan panas tinggi	 Gambar 4.9 Sarung tangan tahan panas (Sumber : https://kalsasafety.com/sarung-tangan-tahan-panas/)
Sepatu Keselamatan	Boots dengan sol anti-slip dan anti-listrik	Mencegah tergelincir dan melindungi dari bahaya listrik	 Gambar 4.10 Boots dengan sol anti-slip dan anti-listrik (Sumber :

JENIS APD	MACAM	FUNGSI	GAMBAR
			https://growrichindo.co.id/product/sepatu-safety-boots-karet-pvc-orange-nsa/)
Pelindung Telinga	<i>Ear Plug</i> atau <i>Ear Muff</i>	Digunakan jika ada kebisingan tinggi di sekitar tangki	 Gambar 4.11 <i>Ear Plug</i> atau <i>Ear Muff</i> (Sumber : https://rri.co.id/kesehatan/1359394/perbedaan-ear-plug-ear-muff)
Tali Keselamatan dan <i>Harness</i>	<i>Full Body Harness</i> dengan <i>Lifeline</i>	Wajib digunakan untuk mencegah jatuh dan memudahkan evakuasi dalam keadaan darurat	 Gambar 4.12 <i>Full Body Harness</i> dengan <i>Lifeline</i> (Sumber : https://www.monotaro.id/items/s030249424.html?utm_source=google&utm_medium=pla&utm_campaign=1672206402&utm_content=88187085595&ut)

JENIS APD	MACAM	FUNGSI	GAMBAR
			m_term=readystock_cat_group_1_pricebrand_group_1&gad_source=1&gad_campaignid=1672206402&gbraid=0AAAAADJU9-8vka0-iKxE3unzdXAGY0nwk&gclid=Cj0KCQjwotDBBhCQARIsAG5pinORMkdqI2IBSHvgb_muk6CbPPvCqXorzo-JNwUxe3wBqwegy60h724aAlrKEALw_wcB)

Beberapa APD dan alat keselamatan utama yang wajib digunakan dalam pekerjaan di ruang terbatas seperti tangki timbun disajikan dalam tabel di atas. Selain APD diperlukan juga alat keselamatan tambahan yang disajikan dalam tabel di bawah ini :

JENIS ALAT	MACAM	FUNGSI	GAMBAR
Detektor Gas	<i>Multi-Gas Detector</i>	Untuk mengukur kadar oksigen, gas beracun (H_2S , CO), dan gas mudah terbakar di dalam tangki sebelum dan selama pekerjaan	 Gambar 4.13 <i>Multi-Gas Detector</i> (Sumber :

JENIS ALAT	MACAM	FUNGSI	GAMBAR
		berlangsung	https://www.monotaro.id/p11205398.html?q=multi+gas+detector)
Ventilasi Mekanis	<i>Exhaust Fan</i> atau <i>Blower</i>	Digunakan untuk sirkulasi udara guna menghilangkan gas berbahaya dan menjaga kadar oksigen	 Gambar 4.14 <i>Exhaust Fan</i> atau <i>Blower</i> (Sumber : https://ecatalog.sinarmasland.com/article/teknologi/perbedaan-exhaust-fan-dan-blower)
Peralatan Komunikasi	Radio HT (<i>Handy Talkie</i>)	Memastikan komunikasi antara pekerja di dalam tangki dengan tim pengawas di luar	 Gambar 4.15 Radio HT (<i>Handy Talkie</i>) (Sumber :

JENIS ALAT	MACAM	FUNGSI	GAMBAR
			https://www.monotaro.id/items/s039766021.html?utm_source=google&utm_medium=pla&utm_campaign=1672206402&utm_content=88187085595&utm_term=readystock_cat_group_1_pricebrand_group_1&gad_source=1&gad_campaignid=1672206402&gbr aid=0AAAAADJU9-8vka0-iKxE3unzdXAGY0nwk&gclid=Cj0KCQjwotDBBhCQARIsAG5pinMK5UYRLkKTNLhRFleLJsRnhyM3YHKscYO9RdCLRfBgh08XhP31pPgaAj77EALw_wcB
	Alarm Darurat	Untuk memberikan sinyal bahaya jika ada keadaan darurat	 Gambar 4.16 Alarm darurat (Sumber : https://www.monotaro.id/items/s013997298.html?utm_source=google&utm_medium

JENIS ALAT	MACAM	FUNGSI	GAMBAR
			=pla&utm_campaign=1672206402&utm_content=88187085595&utm_term=readystock_cat_group_3_pricebrand_group_2&gad_source=1&gad_campaignid=1672206402&gbr aid=0AAAAADJU9-8vka0-iKxE3unzdXAGY0nwk&gclid=Cj0KCQjwotDBBhCQARIsAG5pinNkL1toS9PFqLKrxwdoqpl2oGiwy2_r9B69iG5Jp-Gyk59xA5DGPQQaAtGpEALw_wcB)
Alat Evakuasi dan Pertolongan Pertama	<i>Tripod Rescue System</i>	Alat untuk mengevakuasi pekerja yang mengalami kondisi darurat di dalam tangki	 Gambar 4.17 <i>Tripod Rescue System</i> (Sumber : https://www.fallprotectionpros.com/products/french-creek-complete-tripod-

JENIS ALAT	MACAM	FUNGSI	GAMBAR
			rescue-system)
	Kotak P3K (<i>First Aid Kit</i>)	Untuk menangani cedera ringan sebelum bantuan medis datang	 Gambar 4.18 Kotak P3K (<i>First Aid Kit</i>) (Sumber : https://www.monotaro.id/s020769864.html)

Penggunaan APD dan alat keselamatan yang sesuai sangat penting dalam pekerjaan di tangki timbun, mengingat tingginya risiko yang ada. Kepatuhan terhadap standar keselamatan dan prosedur kerja di ruang terbatas akan mengurangi kemungkinan kecelakaan serta melindungi nyawa pekerja. Pemeriksaan APD sebelum digunakan, pelatihan bagi pekerja, dan pengawasan yang ketat juga harus diterapkan secara rutin.

4.3 Sistem Ventilasi dan Deteksi Gas

Bekerja di tangki timbun menghadirkan berbagai risiko, terutama yang berkaitan dengan kualitas udara di dalam ruang

terbatas. Oleh karena itu, sistem ventilasi dan deteksi gas sangat penting untuk memastikan lingkungan kerja tetap aman dan memenuhi standar K3.

4.3.1 Sistem Ventilasi dalam Tangki Timbun

Ventilasi digunakan untuk mengurangi risiko kekurangan oksigen, menyingkirkan gas berbahaya, serta mengendalikan suhu dan kelembaban (Rini & Batu, 2024) di dalam tangki. Jenis Ventilasi yang digunakan:

- a. Ventilasi alamiah dengan memanfaatkan perbedaan tekanan dan angin di luar ruangan untuk mengalirkan udara segar ke dalam tangki. Kelebihannya tidak memerlukan listrik, lebih murah, dan kekurangan tidak selalu efektif di lingkungan terbatas seperti tangki timbun.
- b. Ventilasi mekanis (*forced ventilation*) yang menggunakan kipas atau blower untuk memompa udara segar ke dalam dan membuang udara tercemar ke luar. Kelebihannya lebih efektif dalam mengontrol kualitas udara, dan kekurangannya membutuhkan daya listrik dan perawatan rutin.
- c. Sistem pengenceran (*dilution ventilation*), dimana udara segar dipompa terus-menerus untuk mengencerkan gas berbahaya hingga di bawah batas aman. Biasanya digunakan saat terdapat risiko paparan gas beracun dalam jumlah kecil.
- d. Sistem ekstraksi (*local exhaust ventilation* - LEV) dengan menggunakan saluran khusus untuk menyedot gas

berbahaya langsung dari sumbernya sebelum menyebar ke dalam tangki.

4.3.2 Sistem Deteksi Gas dalam Tangki Timbun

Tangki timbun sering kali mengandung gas beracun atau mudah terbakar yang tidak terdeteksi oleh indra manusia. Oleh karena itu, detektor gas sangat penting dalam sistem keselamatan kerja. Jenis gas berbahaya yang sering ditemukan

- a. Kekurangan Oksigen ($O_2 < 19,5\%$), hal ini terjadi karena oksigen terdesak oleh gas lain seperti nitrogen, karbon dioksida, atau uap bahan kimia (Gumelar dkk., 2021). Sangat berbahaya karena bisa menyebabkan pingsan, sesak napas, hingga kematian mendadak.
- b. Gas beracun (*toxic gases*)
 - Hidrogen sulfida (H_2S) → Bau telur busuk, sangat beracun bahkan pada konsentrasi rendah.
 - Karbon monoksida (CO) → Tidak berbau dan tidak berwarna, tetapi sangat berbahaya karena bisa menyebabkan keracunan dan kematian.
 - Amonia (NH_3), Benzena (C_6H_6), dan uap kimia lainnya → Dapat menyebabkan iritasi, keracunan, atau efek jangka panjang seperti kanker.
- c. Gas Mudah Terbakar (*Flammable Gases*)
 - Metana (CH_4), Propana (C_3H_8), dan Hidrogen (H_2) adalah gas yang bisa menyebabkan ledakan jika bercampur dengan udara dalam proporsi tertentu.

- Ditentukan dengan LEL (*Lower Explosive Limit*) dan UEL (*Upper Explosive Limit*), yaitu batas bawah dan atas konsentrasi gas yang bisa menyala.

4.3.3 Alat Deteksi Gas yang digunakan

- Fixed gas detector* (detektor gas permanen), dipasang secara tetap di dalam tangki atau di area berisiko tinggi. Memberikan peringatan otomatis jika ada kebocoran gas.
- Portable gas detector* (detektor gas portabel), dibawa oleh pekerja untuk mendeteksi gas sebelum masuk ke dalam tangki, biasanya mampu mendeteksi O₂, H₂S, CO, dan gas mudah terbakar secara bersamaan.
- Gas sampling tubes*, menggunakan tabung kimia untuk mengukur konsentrasi gas tertentu dalam udara.
- Explosimeter (LEL Meter)*, digunakan untuk mengukur apakah konsentrasi gas mudah terbakar sudah mendekati batas ledakan.

4.4 Prosedur Keselamatan dalam Ventilasi dan Deteksi Gas

Tangki timbun merupakan ruang terbatas yang secara alami memiliki sirkulasi udara yang terbatas. Kondisi ini berpotensi menciptakan atmosfer berbahaya akibat akumulasi gas beracun, uap mudah terbakar, atau kekurangan oksigen. Oleh karena itu, ventilasi yang memadai dan deteksi gas yang akurat menjadi komponen vital dalam prosedur keselamatan kerja di lingkungan tersebut.

Prosedur ventilasi tidak hanya bertujuan untuk menyediakan udara segar bagi pekerja, tetapi juga untuk mencegah terbentuknya atmosfer eksplosif. Di sisi lain, deteksi gas berfungsi sebagai sistem peringatan dini untuk mengidentifikasi bahaya yang tidak kasatmata sebelum pekerja memasuki atau selama bekerja di dalam tangki.

Sub bab ini akan membahas prinsip-prinsip dasar dan langkah-langkah teknis dalam pelaksanaan ventilasi serta deteksi gas yang sesuai standar keselamatan kerja. Pengetahuan dan penerapan yang tepat terhadap prosedur ini merupakan salah satu kunci utama untuk mencegah kecelakaan serius dan menjamin keselamatan para pekerja di area tangki timbun.

1. Lakukan Pengukuran Sebelum Masuk Tangki
 - a. Gunakan *portable gas detector* untuk memeriksa kadar oksigen, gas beracun, dan gas mudah terbakar.
 - b. Jangan masuk jika ada indikator berbahaya ($O_2 < 19,5\%$ atau gas beracun di atas batas aman).
2. Gunakan Ventilasi yang Sesuai
 - a. Pasang *blower* atau *exhaust fan* untuk menjaga sirkulasi udara di dalam tangki.
 - b. Jika ada gas beracun, gunakan ventilasi mekanis dan jangan hanya mengandalkan ventilasi alami.
3. Monitor Kualitas Udara Secara Berkala
 - a. Selama pekerjaan berlangsung, terus lakukan pengukuran gas untuk memastikan kondisi tetap aman.

4. Gunakan APD yang Sesuai

- a. Jika ada risiko gas beracun atau kekurangan oksigen, gunakan *Self-Contained Breathing Apparatus (SCBA)* atau respirator khusus.

5. Siapkan Rencana Darurat

- a. Pastikan ada alarm darurat dan tim penyelamat siaga jika terjadi kondisi berbahaya.
- b. Gunakan *tripod rescue system* untuk evakuasi pekerja dalam keadaan darurat.

Sistem ventilasi dan deteksi gas sangat penting dalam pekerjaan di tangki timbun, karena lingkungan kerja ini sering menghadirkan risiko kekurangan oksigen, gas beracun, dan gas mudah terbakar. Penggunaan *blower, exhaust fan, fixed & portable gas detector*, serta prosedur keselamatan yang ketat dapat membantu mengurangi bahaya dan memastikan pekerja dapat bekerja dengan aman. Penerapan prosedur keselamatan dalam ventilasi dan deteksi gas bukan sekadar kewajiban formal, melainkan bagian integral dari upaya perlindungan nyawa manusia di lingkungan kerja berisiko tinggi seperti tangki timbun. Dengan pemahaman yang tepat dan kepatuhan terhadap standar yang berlaku, risiko paparan gas berbahaya maupun kekurangan oksigen dapat ditekan secara signifikan.

Sebagaimana tertuang dalam SNI 13-6934-2002 dan Permenaker No. 05/MEN/1996 tentang Sistem Manajemen K3, setiap ruang terbatas wajib memiliki sistem ventilasi memadai dan alat deteksi gas portabel atau tetap untuk menjamin keselamatan pekerja sebelum dan selama proses kerja berlangsung. Demikian

pula, standar internasional seperti OSHA 29 CFR 1910.146 dan NFPA 326 menggarisbawahi pentingnya prosedur pengujian atmosfer dan ventilasi berkelanjutan pada ruang terbatas termasuk tangki timbun. Oleh karena itu, setiap pelaku industri wajib menanamkan budaya keselamatan yang mengutamakan pencegahan melalui pengelolaan atmosfer kerja yang aman dan terkendali—karena keselamatan bukanlah pilihan, melainkan kewajiban.

4.5 SOP Darurat dan Evakuasi

Dalam lingkungan kerja berisiko tinggi seperti area tangki timbun, potensi bahaya dapat muncul secara tiba-tiba dan dalam berbagai bentuk, mulai dari kebocoran gas beracun, ledakan akibat uap yang mudah terbakar, hingga kecelakaan pekerja di ruang terbatas. Situasi-situasi tersebut menuntut respons cepat, tepat, dan terorganisir agar tidak berkembang menjadi insiden yang lebih fatal. Oleh karena itu, keberadaan *Standard Operating Procedure* (SOP) darurat dan evakuasi menjadi fondasi penting dalam sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (K3). SOP ini tidak hanya menjadi panduan teknis pelaksanaan evakuasi, tetapi juga merupakan wujud kesiapsiagaan organisasi dalam melindungi keselamatan tenaga kerja dan aset industri. Melalui prosedur darurat yang terstruktur, mulai dari deteksi dini, sistem peringatan, jalur evakuasi, hingga penanganan pasca-evakuasi, setiap personel dituntut untuk memahami peran dan tanggung jawabnya dalam menghadapi kondisi abnormal. Penyusunan SOP ini merujuk pada regulasi nasional seperti Permenaker No. PER.04/MEN/1987

tentang P2K3 di tempat kerja, serta standar internasional seperti NFPA 1600 dan ISO 22320:2018, yang menekankan pentingnya sistem manajemen tanggap darurat berbasis risiko. Dengan demikian, keberadaan dan implementasi SOP Darurat dan Evakuasi bukan hanya kewajiban legal, namun menjadi bagian integral dari budaya keselamatan yang holistik di industri tangki timbun. Bekerja di tangki timbun memiliki risiko tinggi terhadap berbagai bahaya, termasuk kekurangan oksigen, paparan gas beracun, kebakaran, dan ledakan. Oleh karena itu, diperlukan *Standard Operating Procedure* (SOP) Darurat dan Evakuasi yang jelas untuk memastikan keselamatan pekerja.

4.5.1 Prinsip Dasar Evakuasi Darurat

Evakuasi darurat adalah proses sistematis dan terorganisir untuk memindahkan orang dari lokasi yang berbahaya ke tempat yang aman dalam situasi kritis seperti kebakaran, ledakan, kebocoran gas, atau bencana lainnya (Afifuddin, 2019). Prinsip dasar evakuasi bertujuan untuk meminimalkan risiko cedera dan korban jiwa dengan mempercepat reaksi serta memastikan seluruh personel memahami rute dan prosedur evakuasi yang benar. Prinsip-prinsip dasarnya meliputi:

- a. Keselamatan jiwa adalah prioritas utama, dalam hal ini perlindungan terhadap pekerja, pengunjung, dan semua individu di lokasi kerja menjadi tujuan utama dalam setiap prosedur evakuasi.
- b. Kesiapsiagaan dan pelatihan, seluruh personel harus mendapatkan pelatihan rutin mengenai prosedur evakuasi,

titik kumpul, dan penggunaan alat keselamatan seperti APAR atau alat bantu pernapasan.

- c. Rencana evakuasi yang jelas dan teruji, dalam hal ini rencana evakuasi harus dibuat tertulis, dipetakan (jalur evakuasi), dan diuji melalui simulasi secara berkala.
- d. Komunikasi yang efektif, sistem alarm, instruksi lisan, dan tanda peringatan harus mudah dipahami dan menjangkau semua area kerja dengan cepat.
- e. Tanggung jawab terdistribusi, sebaiknya dalam evakuasi, harus ada petugas atau tim tanggap darurat yang memiliki peran khusus (koordinator evakuasi, pencatat jumlah orang, penolong pertama, dsb.).
- f. Akses dan jalur evakuasi yang aman dan bebas hambatan merupakan jalur keluar darurat harus selalu bebas dari rintangan, dilengkapi penerangan darurat, dan diarahkan menuju titik kumpul aman.
- g. Pencatatan dan evaluasi pasca evakuasi, setelah evakuasi, dilakukan pencatatan kehadiran dan evaluasi efektivitas proses sebagai dasar perbaikan ke depan.

Evakuasi darurat bukan sekadar prosedur, melainkan komitmen terhadap keselamatan setiap individu di lingkungan kerja. Dengan perencanaan yang matang, pelatihan yang rutin, serta kesadaran kolektif terhadap potensi bahaya, evakuasi dapat dilakukan dengan cepat, aman, dan efektif. Keberhasilan evakuasi bergantung pada kesiapsiagaan semua pihak dan kepatuhan terhadap protokol yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, pemahaman serta implementasi prinsip-prinsip evakuasi darurat

harus menjadi bagian tak terpisahkan dari budaya K3 di setiap tempat kerja, termasuk area berisiko tinggi seperti tangki timbun.

4.5.2 Beberapa Situasi Yang Memerlukan Evakuasi Darurat

Dalam lingkungan kerja berisiko tinggi seperti area tangki timbun, evakuasi darurat merupakan langkah kritis yang harus direncanakan dan dilaksanakan secara cepat dan tepat. Tidak semua kondisi dapat diprediksi, dan dalam beberapa situasi, keadaan dapat berubah drastis hanya dalam hitungan detik. Oleh karena itu, penting untuk mengenali berbagai jenis kejadian yang bisa memicu perlunya evakuasi, mulai dari kebocoran gas beracun, kebakaran, ledakan, hingga kegagalan sistem ventilasi atau deteksi gas. Pemahaman terhadap situasi-situasi ini akan membantu tenaga kerja untuk bertindak sigap dan meminimalkan risiko terhadap jiwa dan aset.

- a. Kekurangan oksigen ($O_2 < 19,5\%$), pekerja mulai merasa pusing, sulit bernapas, atau kehilangan kesadaran.
- b. Paparan gas beracun, tercium bau gas yang tidak biasa, alat deteksi gas berbunyi, atau pekerja mengalami gejala keracunan (pusing, mual, sesak napas).
- c. Kebakaran atau ledakan, muncul asap, percikan api, atau suara ledakan kecil dari dalam tangki.
- d. Kegagalan sistem ventilasi, blower atau *exhaust fan* mati, menyebabkan akumulasi gas berbahaya.
- e. Cedera serius atau pekerja tidak sadar, pekerja jatuh, pingsan, atau mengalami luka parah saat bekerja di dalam tangki.

Mengenali dan memahami berbagai situasi yang memerlukan evakuasi darurat adalah langkah awal yang penting untuk melindungi keselamatan pekerja dan mencegah kerugian besar. Setiap jenis risiko memerlukan penanganan yang berbeda, dan oleh karena itu, kesiapsiagaan dalam menghadapi situasi darurat harus selalu diperbarui melalui pelatihan berkala. Dengan adanya pemahaman yang baik tentang potensi bahaya serta prosedur yang harus diambil, evakuasi dapat dilakukan dengan cepat dan efektif, memberikan perlindungan maksimal bagi setiap individu yang berada di area berisiko tinggi.

4.5.3 SOP Darurat dan Evakuasi

Dalam setiap lingkungan kerja, terutama di fasilitas berisiko tinggi seperti tangki timbun, potensi terjadinya keadaan darurat tidak dapat diabaikan. Keadaan darurat seperti kebakaran, ledakan, kebocoran bahan kimia, atau paparan gas berbahaya dapat terjadi secara tiba-tiba dan menimbulkan dampak besar terhadap keselamatan jiwa dan aset. Oleh karena itu, penerapan *Standard Operating Procedure* (SOP) Darurat dan Evakuasi menjadi sangat penting. SOP ini dirancang sebagai panduan sistematis agar setiap individu mengetahui langkah-langkah tepat yang harus dilakukan saat kondisi darurat terjadi. Prosedur ini tidak hanya menyelamatkan nyawa, tetapi juga menjadi bagian integral dari sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang berkelanjutan.

1. **Persiapan Sebelum Darurat**

a. Pelatihan dan Simulasi

- 1) Semua pekerja harus mengikuti pelatihan tanggap darurat dan evakuasi minimal setiap 6 bulan sekali.
- 2) Lakukan simulasi evakuasi untuk memastikan setiap pekerja mengetahui prosedur yang harus dilakukan.

b. Peralatan Keselamatan Harus Siap

- 1) APAR (Alat Pemadam Api Ringan) harus tersedia di sekitar area kerja.
- 2) *Blower* dan detektor gas harus selalu berfungsi dengan baik.
- 3) *Peralatan evakuasi* seperti *harness*, *tripod rescue system*, dan SCBA (*Self-Contained Breathing Apparatus*) harus siap digunakan.

2. **Langkah-Langkah Evakuasi**

a. Aktifkan Alarm Darurat

- 1) Jika terdeteksi keadaan darurat, tekan tombol alarm darurat atau berteriak "DARURAT! KELUAR!"
- 2) Supervisor harus segera memberitahu Tim Tanggap Darurat (TTD).

b. Evakuasi Segera dari Dalam Tangki

- 1) Gunakan jalur keluar yang telah ditentukan.
- 2) Jangan panik, bergeraklah dengan cepat tapi teratur.
- 3) Jika oksigen rendah atau gas beracun terdeteksi, gunakan masker oksigen atau SCBA.
- 4) Jika ada api kecil, gunakan APAR dengan teknik PASS (*Pull, Aim, Squeeze, Sweep*).

c. Penyelamatan Pekerja yang Tidak Sadar

- 1) Jangan masuk ke dalam tangki tanpa alat bantu pernapasan (SCBA).
- 2) Gunakan *tripod rescue system* atau tali penyelamat untuk menarik pekerja keluar.
- 3) Jika pekerja masih sadar, beri instruksi dengan jelas agar mereka dapat membantu evakuasi diri sendiri.

d. Berkumpul di *Assembly Point*

- 1) Semua pekerja harus menuju titik kumpul yang telah ditentukan.
- 2) *Supervisor* melakukan *headcount* untuk memastikan tidak ada yang tertinggal.

e. Evaluasi dan Tindakan Lanjutan

- 1) Lakukan pertolongan pertama bagi pekerja yang mengalami cedera atau keracunan gas.
- 2) Jika situasi memburuk, hubungi tim medis atau pemadam Kebakaran segera.
- 3) Setelah situasi terkendali, lakukan investigasi penyebab kejadian dan susun langkah pencegahan agar tidak terulang.

3. **Peralatan yang harus disiapkan untuk darurat**

- a. Alat Pemadam Api Ringan (APAR).
- b. *Blower* atau *exhaust fan* untuk ventilasi darurat.
- c. *Portable gas detector* untuk memonitor kondisi udara.
- d. SCBA (*Self-Contained Breathing Apparatus*) untuk penyelamatan dalam kondisi gas beracun.

- e. *Tripod rescue system* dan *harness* untuk evakuasi vertikal.
- f. Kotak P3K (Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan).

4. Simulasi dan Latihan Evakuasi

- a. Frekuensi latihan: Setiap 6 bulan sekali.
- b. Simulasi harus mencakup:
 - 1) Evakuasi pekerja dalam keadaan sadar.
 - 2) Evakuasi pekerja yang tidak sadar menggunakan *tripod rescue system*.
 - 3) Penanggulangan kebakaran di dalam tangki.
 - 4) Penggunaan SCBA dalam kondisi gas beracun.
- c. Evaluasi pasca latihan: Identifikasi kendala dan perbaiki prosedur jika diperlukan

Penerapan SOP Darurat dan Evakuasi yang baik dan konsisten merupakan kunci utama dalam melindungi keselamatan tenaga kerja serta mencegah eskalasi risiko di area kerja berbahaya seperti tangki timbun. Dengan pemahaman yang menyeluruh, latihan berkala, dan kesiapsiagaan seluruh personel, perusahaan dapat meminimalkan dampak dari situasi darurat. Prosedur ini bukan sekadar formalitas, melainkan bagian dari budaya keselamatan yang wajib dibangun dan dijaga secara berkelanjutan. Standar internasional dan nasional seperti NFPA 600: *Standard on Facility Fire Brigades*, ISO 45001:2018 *Occupational Health and Safety Management Systems*, serta Peraturan Menteri Tenaga Kerja RI No. PER.04/MEN/1987 tentang Panitia Pembina Keselamatan dan Kesehatan Kerja (P2K3) memberikan pedoman teknis dan administratif untuk memastikan bahwa setiap rencana darurat dan evakuasi dapat diimplementasikan dengan efektif dan efisien. SOP

Darurat dan Evakuasi dalam tangki timbun sangat penting untuk melindungi pekerja dari bahaya yang mengancam nyawa. Dengan pelatihan rutin, peralatan keselamatan yang memadai, dan prosedur yang jelas, risiko kecelakaan dapat dikurangi secara signifikan.

*****TS*****

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, A. Z., & Mahbubah, N. A. (2021). Pemetaan Risiko Pekerja Konstruksi Berbasis Metode Job Safety Analysis di PT BBB. *Jurnal Serambi Engineering*, 6(3), 2111–2119. <https://doi.org/10.32672/jse.v6i3.3124>
- Afifuddin, M. (2019). *Melaksanakan Prosedur Kesehatan dan Keselamatan Kerja*. CV. Sarnu Untung.
- Ajayi, A., Oyedele, L., Akinade, O., Bilal, M., Owolabi, H., Akanbi, L., & Delgado, J. M. D. (2020). Optimised Big Data analytics for health and safety hazards prediction in power infrastructure operations. *Safety Science*, 125, 104656. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104656>
- Akano, O. A., Hanson, E., Nwakile, C., & Esiri, A. E. (2024). Improving Worker Safety in Confined Space Entry and Hot Work Operations: Best Practices for High-Risk Industries. *Global Journal of Advanced Research and Reviews*, 2(2), 31–39. <https://doi.org/10.58175/gjarr.2024.2.2.0056>
- Al-Okby, M. F. R., Neubert, S., Roddelkopf, T., & Thurow, K. (2021). Mobile Detection and Alarming Systems for Hazardous Gases and Volatile Chemicals in Laboratories and Industrial Locations. *Sensors*, 21(23), 8128. <https://doi.org/10.3390/s21238128>
- American Petroleum Institute. (2000). *American Petroleum Institute Standards : Overfill Protection for Storage Tanks in Petroleum Facilities (Standard No. RP 2350)* (Nomor 5th ed.).

- American Petroleum Institute. (2013). *American Petroleum Institute Standards : Design and Construction of Large, Welded, Low-Pressure (Standard No. 620)* (Nomor 12th ed.).
- American Petroleum Institute. (2014a). *American Petroleum Institute Standards : Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction (Standard No. 653)* (Nomor 5th ed.).
- American Petroleum Institute. (2014b). *American Petroleum Institute Standards : Venting Atmospheric and Low-pressure Storage Tanks (Standard No. 2000)* (Nomor 7th ed.).
- American Petroleum Institute. (2021). *American Petroleum Institute Standards : Welded Tanks for Oil Storage (Standard No. 650)* (Nomor 13th ed.).
- Assiddiqi, Y., & Suharyadi, H. (2024). Evaluasi Sisa Umur Dan Analisis Kinerja Operasional pada Tangki T-125 Dikilang PPSDM Migas Cepu. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi dan Mineral*, 4(1), 366–374.
<https://doi.org/10.53026/prosidingsntem.v4i1.153>
- Azpúrua, H., Rezende, A., Potje, G., Júnior, G. P. da C., Fernandes, R., Miranda, V., Filho, L. W. de R., Domingues, J., Rocha, F., de Sousa, F. L. M., de Barros, L. G. D., Nascimento, E. R., Macharet, D. G., Pessin, G., & Freitas, G. M. (2021). Towards Semi-autonomous Robotic Inspection and Mapping in Confined Spaces with the EspeleoRobô. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 101(4), 69. <https://doi.org/10.1007/s10846-021-01321-5>
- Badan Standar Nasional. (2002). *SNI 13-3501-2002 tentang Tangki Baja Las untuk Penimbun Minyak*.

- Buchanan, R., Wellhausen, L., Bjelonic, M., Bandyopadhyay, T., Kottege, N., & Hutter, M. (2021). Perceptive Whole-Body Planning for Multilegged Robots in Confined Spaces. *Journal of Field Robotics*, 38(1), 68–84. <https://doi.org/10.1002/rob.21974>
- Cid, A., Nazario, M., Sathler, M., Martins, F., Domingues, J., Delunardo, M., Alves, P., Teotonio, R., Barros, L. G., Rezende, A., Miranda, V., Freitas, G., Pessin, G., & Azpurua, H. (2020). A Simulated Environment for the Development and Validation of an Inspection Robot for Confined Spaces. *2020 Latin American Robotics Symposium (LARS), 2020 Brazilian Symposium on Robotics (SBR) and 2020 Workshop on Robotics in Education (WRE)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/LARS/SBR/WRE51543.2020.9307007>
- Estri Kartika, Endang Purnawati Rahayu, Kamali Zaman, Herniwanti, & Nopriadi. (2022). Analisis Manajemen Risiko dengan Metode AS/NZS 4360:2004 pada Tangki Timbun Minyak di Riau. *Afiasi : Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 7(1), 218–226. <https://doi.org/10.31943/afiasi.v7i1.193>
- García-Martos, S., García-Trenza, P., Saura-Campos, A., Guerrero-González, A., & Hidalgo-Castelo, F. (2024). UAS Photogrammetry and TLS Technology: A Novel Approach to Predictive Maintenance in Industrial Tank Systems. *Drones*, 8(6), 215. <https://doi.org/10.3390/drones8060215>
- Gong, P., Lu, Y., Lovreglio, R., Lv, X., & Chi, Z. (2024). Applications and Effectiveness of Augmented Reality in Safety Training: A Systematic Literature Review and Meta-Analysis. *Safety*

- Science*, 178, 106624.
<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2024.106624>
- Gumelar, F., Sutanto, H., Sunusi, Muh. S., & Adiputra, I. K. H. P. (2021). Optimalisasi Kompetensi Awak Kapal dalam Penerapan Keselamatan Kerja di Kapal Latih Frans Kaisiepo. *JPB : Jurnal Patria Bahari*, 1(2), 10–28.
<https://doi.org/10.54017/jpb.v1i2.24>
- Hasan, N. R., & Indriyati, R. (2020). Optimalisasi Penerapan Prosedur Keselamatan Kerja di PT. Pertamina (Persero) Ru-VI Balongan. *Majalah Ilmiah Gema Maritim*, 22(1), 49–59.
<https://doi.org/10.37612/gema-maritim.v22i1.51>
- Haslindah, A., Andrie, Aryani, S., & Nur Hidayat, F. (2020). Penerapan Metode HAZOP Untuk Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pada Bagian Produksi Air Minum dalam Kemasan Cup Pada PT. Tirta Sukses Perkasa (CLUB). *Journal Industrial Engineering and Management (JUST-ME)*, 1(01), 20–24.
<https://doi.org/10.47398/justme.v1i01.5>
- Hrúz, M., Bugaj, M., Novák, A., Kandra, B., & Badánik, B. (2021). The Use of UAV with Infrared Camera and RFID for Airframe Condition Monitoring. *Applied Sciences*, 11(9), 3737.
<https://doi.org/10.3390/app11093737>
- International Organization for Standardization. (2015a). International Organization for Standardization Standards: Environmental Management Systems — Requirements with Guidance for Use (Standard No. 14001). Dalam *ISO* (Nomor 3rd ed.). <https://www.iso.org/standard/60857.html>

- International Organization for Standardization. (2015b). International Organization for Standardization Standards : Quality Management Systems — Requirements (Standard No. 9001). Dalam *ISO* (Nomor 5th ed.). <https://www.iso.org/standard/60857.html>
- International Organization for Standardization. (2018a). International Organization for Standardization Standards : Occupational Health and Safety Management Systems — Requirements with Guidance For Use (Standard No. 45001). Dalam *ISO*. <https://www.iso.org/standard/63787.html>
- International Organization for Standardization. (2018b). Security and Resilience - Emergency Management - Guidelines for Incident Management (ISO Standard No. 22320:2018). Dalam *ISO* (Nomor 2nd ed.). <https://www.iso.org/standard/67851.html>
- Kementerian Ketenagakerjaan RI. (2018). *Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5 Tahun 2018 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja*.
- Kim, I., Martins, R. J., Jang, J., Badloe, T., Khadir, S., Jung, H.-Y., Kim, H., Kim, J., Genevet, P., & Rho, J. (2021). Nanophotonics for Light Detection and Ranging Technology. *Nature Nanotechnology*, 16(5), 508–524. <https://doi.org/10.1038/s41565-021-00895-3>
- Lestari, J. N., & Basuki, M. (2023). Penilaian Risiko K3 Pekerjaan Enclosed Space Entry Pada Kapal Km. Sabuk Nusantara 40 Menggunakan Metode Job Safety Analysis Dan Bow Tie Risk Assesment. *Ocean Engineering : Jurnal Ilmu Teknik dan*

- Teknologi Maritim*, 2(1), 60–75.
<https://doi.org/10.58192/ocean.v2i1.1166>
- Liang, J.-G., Jiang, Y., Wu, J.-K., Wang, C., von Gratowski, S., Gu, X., & Pan, L. (2023). Multiplex-gas detection based on non-dispersive infrared technique: A review. *Sensors and Actuators A: Physical*, 356, 114318.
<https://doi.org/10.1016/j.sna.2023.114318>
- Liu, Z., Xie, K., Li, L., & Chen, Y. (2020). A Paradigm of Safety Management in Industry 4.0. *Systems Research and Behavioral Science*, 37(4), 632–645. <https://doi.org/10.1002/sres.2706>
- Madsen, A. M., Raulf, M., Duquenne, P., Graff, P., Cyprowski, M., Beswick, A., Laitinen, S., Rasmussen, P. U., Hinker, M., Kolk, A., Górny, R. L., Oppliger, A., & Crook, B. (2021). Review of Biological Risks Associated with The Collection of Municipal Wastes. *ScienceDirect*, 791, 148287.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148287>
- Mardlotillah, N. I. (2020). Manajemen Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja Area Confined Space. *HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development)*, 4(1), 315–327.
<https://doi.org/https://doi.org/10.15294/higeia.v4iSpecial1.40911>
- Martirosyan, A. V., & Ilyushin, Y. V. (2022). The Development of the Toxic and Flammable Gases Concentration Monitoring System for Coalmines. *Energies*, 15(23), 8917.
<https://doi.org/10.3390/en15238917>

- Mouha, R. A. (2021). Internet of Things (IoT). *Journal of Data Analysis and Information Processing*, 09(02), 77–101.
<https://doi.org/10.4236/jdaip.2021.92006>
- Muhammad, A. N., & Novianto, H. (2025). Analisis Ketebalan Shell untuk Menentukan Laju Korosi dan Sisa Umur Tangki T-126 PPSDM Migas Cepu. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi dan Mineral*, 4(1), 1178–1187.
<https://doi.org/10.53026/prosidingsntem.v4i1.223>
- Mukhopadhyay, S. C., Tyagi, S. K. S., Suryadevara, N. K., Piuri, V., Scotti, F., & Zeadally, S. (2021). Artificial Intelligence-Based Sensors for Next Generation IoT Applications: A Review. *IEEE Sensors Journal*, 21(22), 24920–24932.
<https://doi.org/10.1109/JSEN.2021.3055618>
- National Fire Protection Association. (2023). *National Fire Protection Association Standards : National Electrical Code (NEC) (Standard No. 70)* (Nomor 2023 ed.).
- National Fire Protection Association. (2024a). *National Fire Protection Association Standards : Flammable and Combustible Liquids Code (Standard No. 30)* (Nomor 2024 ed.).
- National Fire Protection Association. (2024b). *National Fire Protection Association Standards : Recommended Practice on Static Electricity (Standard No. 77)* (Nomor 2024 ed.).
- National Fire Protection Association. (2024c). *National Fire Protection Association Standards : Standard for Low-, Medium, and High-Expansion Foam (Standard No. 11)* (Nomor 2024 ed.).

- National Fire Protection Association (NFPA). (2019a). *Standard for the Safeguarding of Tanks and Containers for Entry, Cleaning, or Repair (NFPA Standard No. 326)* (2020 ed.). National Fire Protection Association.
- National Fire Protection Association (NFPA). (2019b). *Standard on Continuity, Emergency, and Crisis Management (NFPA Standard No. 1600)* (2019 ed.). National Fire Protection Association.
- National Fire Protection Association (NFPA). (2020). *Standard on Facility Fire Brigades (NFPA Standard No. 600)* (2020 ed.). National Fire Protection Association.
- Nauert, F., & Kampmann, P. (2023). Inspection and Maintenance of Industrial Infrastructure with Autonomous Underwater Robots. *Frontiers in Robotics and AI*, 10. <https://doi.org/10.3389/frobt.2023.1240276>
- Nooralishahi, P., Ibarra-Castanedo, C., Deane, S., López, F., Pant, S., Genest, M., Avdelidis, N. P., & Maldague, X. P. V. (2021). Drone-Based Non-Destructive Inspection of Industrial Sites: A Review and Case Studies. *Drones*, 5(4), 106. <https://doi.org/10.3390/drones5040106>
- Occupational Safety and Health Administration. (1972). *Occupational Safety and Health Standards: Flammable Liquids (Standard No. 1910.106)*. <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.106>
- Occupational Safety and Health Administration. (1992). *Occupational Safety and Health Standards: Process Safety Management of Highly Hazardous Chemicals (Standard No.*

1910.119). <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.119>

Occupational Safety and Health Administration. (1993). *Occupational Safety and Health Standards: Permit-Required Confined Spaces (Standard No. 1910.146)*. <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.146>

Peraturan Pemerintah RI. (1970). *Undang-undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1970 Tentang Keselamatan Kerja*.

Peraturan Pemerintah RI. (1985). *Peraturan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia No : PER.05/MEN/1985 Tentang Pesawat Angkat dan Angkut*.

Peraturan Pemerintah RI. (1987). *Peraturan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia Nomor : PER.04/MEN/1987 Tentang Panitia Pembina Keselamatan dan Kesehatan Kerja Serta Tata Cara Penunjukan Ahli Keselamatan Kerja*.

Peraturan Pemerintah RI. (1996). *Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor : PER. 05/MEN/1996 Tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja*.

Peraturan Pemerintah RI. (2003). *Undang-undang (UU) Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan*.

Peraturan Pemerintah RI. (2012). *Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2012 tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja*.

Peraturan Pemerintah RI. (2019). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.74/Menlhk/Setjen/Kum.1/10/2019 tentang Program*

*Kedaruratan Pengelolaan Bahan Berbahaya dan Beracun
dan/atau Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.*

- Pshenin, V., Liagova, A., Razin, A., Skorobogatov, A., & Komarovskiy, M. (2022). Robot Crawler for Surveying Pipelines and Metal Structures of Complex Spatial Configuration. *Infrastructures*, 7(6), 75. <https://doi.org/10.3390/infrastructures7060075>
- Ramezanifar, E., Gholamizadeh, K., Mohammadfam, I., & Mirzaei Aliabadi, M. (2023). Risk Assessment of Methanol Storage Tank Fire Accident Using Hybrid FTA-SPA. *PLOS ONE*, 18(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0282657>
- Rini, & Batu, F. L. (2024). Perancangan dan Simulasi Sistem Ventilasi Mekanis untuk Meningkatkan Kualitas Udara di Terowongan Jalan Tol. *All Fields of Science Journal Liaison Academia and Society*, 4(1), 1–6. <https://doi.org/10.58939/afosj-las.v4i1.711>
- SafetySign. (2023, Desember 22). 7 Poin Penting Tentang Izin Kerja (Work Permit) yang Harus Diketahui Pekerja dan Supervisor. SafetySign.co.id. <https://www.safetysign.co.id/news/7-Poin-Penting-Tentang-Izin-Kerja-Work-Permit-yang-Harus-Diketahui-Pekerja-dan-Supervisor>
- Saxena, P., & Shukla, P. (2023). A Review on Recent Developments and Advances in Environmental Gas Sensors to Monitor Toxic Gas Pollutants. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 42(5). <https://doi.org/10.1002/ep.14126>
- Septiningtias, A. S., Rakhmadi, T., & Subekti, A. T. (2023). Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko (IBPR) di Ruang Terbatas dengan Pendekatan Literature Study. *Bhamada*

- Occupational Health and Safety Environment Journal*, 1(2), 16–27. <https://doi.org/10.36308/bohsej.v1i2.596>
- Silalahi, K., & Tarigan, N. (2024). Optimalisasi Pengecekan dan Perbaikan dengan Penentuan Ukuran Utama Penutup Bawah pada Tangki Timbun di PT. KPBN Belawan. *IRA Jurnal Teknik Mesin dan Aplikasinya (IRAJTMA)*, 3(1), 57–65. <https://doi.org/10.56862/irajtma.v3i1.99>
- Simarmata, U. C. (2024). Evaluasi Laju Korosi dan Sisa Umur Tangki T-116 Di PPSPDM Migas Cepu. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi dan Mineral*, 4(1), 624–631. <https://doi.org/10.53026/prosidingsntem.v4i1.226>
- Sulardi, & El-Ridho, N. K. (2019). Hazard Identification and Prevention Methods on Work in Confined Spaces. *IDENTIFIKASI: Jurnal Ilmiah Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan Lingkungan*, 5(2), 142–151. <https://doi.org/10.36277/identifikasi.v5i2.97>
- Susilo, T., & David, F. (2023). Sistem Pemantauan Gas Berbahaya pada Peternakan Ayam Berbasis Internet of Things. *IT-Explore: Jurnal Penerapan Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 2(3), 247–257. <https://doi.org/10.24246/itexplore.v2i3.2023.pp247-257>
- Trismawati, Nanlohy, H. Y., Tjahjono, T., Utomo, D. H. M., & Dewanti, A. R. (2025). *Teknik Analisa K3* (A. Zaeni, Ed.). CV. Zenius Publisher.
- Ulimaz, A. (2022). Analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Stasiun Loading Ramp dengan Metode HIRARC di PT. XYZ.

INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi, 1(3), 268–279.

<https://doi.org/10.55123/insologi.v1i3.573>

Valencia, V., Purnama, L. P., Tjong, C., & Liman, J. (2022). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Berbasis Internet of Things Dengan Katup Regulator Otomatis. *Techné : Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 21(2), 225–242.
<https://doi.org/10.31358/techne.v21i2.322>

Wijayanto, R., Susila, H., & Handoyo, S. (2024). Evaluasi Kualitas Udara pada Pekerjaan Terowongan Pengambilan (Studi Kasus K3 Proyek Bendungan Jlantah Karanganyar). *Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur*, 29(1), 24–32.
<https://doi.org/10.36728/jtsa.v29i1.2879>