

**ANALISIS RISIKO HIPOKSIA AKIBAT KERJA PADA PEKERJA
CONFINED SPACE DI PT. OSAKA BUANA KONSTRUKSI TAHUN 2023**

**RISK ANALYSIS OF WORK DUE TO HYPOXIA IN CONFINED SPACE
WORKER IN PT. OSAKA BUANA KONSTRUKSI IN 2023**



IRMA OCTAVIANI RAMISDAR

K012201020



**PROGRAM STUDI S2 KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2024

**ANALISIS RISIKO HIPOKSIA AKIBAT KERJA PADA PEKERJA
CONFINED SPACE DI PT. OSAKA BUANA KONSTRUKSI TAHUN 2023**

**IRMA OCTAVIANI RAMISDAR
K012201020**



**PROGRAM STUDI S2 KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**RISK ANALISYS OF WORK DUE TO HYPOXIA IN CONFINE SPACE
WORKER IN PT.OSAKA BUANA KONSTRUKSI IN 2023**

IRMA OCTAVIANI RAMISDAR

K012201020



**MASTER OF PUBLIC HEALTH STUDY PROGRAM
FACULTY OF PUBLIC HEALTH
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**ANALISIS RISIKO HIPOKSIA AKIBAT KERJA PADA PEKERJA
CONFINED SPACE DI PT. OSAKA BUANA KONSTRUKSI TAHUN 2023**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Magister

Program Study S2 Ilmu Kesehatan Masyarakat

Disusun dan diajukan oleh :

IRMA OCTAVIANI RAMISDAR

K012201020

Kepada

PROGRAM STUDI S2 KESEHATAN MASYARAKAT

FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2024

TESIS

**ANALISIS RISIKO HIPOKSIA AKIBAT KERJA PADA PEKERJA *CONFINED SPACE*
DI PT. OSAKA BUANA KONSTRUKSI TAHUN 2023**

IRMA OCTAVIANI RAMISDAR

K012201020

telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Magister pada 2 April 2024 dan
dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

pada

Program Studi S2 Ilmu Kesehatan Masyarakat
Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan:

Pembimbing Utama



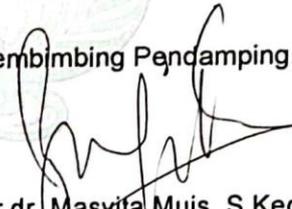
dr. M. Furqaan Naiem, M.Sc., Ph.D.
NIP 19580404 198903 1 001

Ketua Program Studi S2
Ilmu Kesehatan Masyarakat,



Prof. Dr. Ridwan, SKM., M.Kes., M.Sc., PH
NIP 19671227 199212 1 001

Pembimbing Pendamping,



Dr. dr. Masyita Muis, S.Ked., MS.
NIP 19690901 199903 3 002

Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Hasanuddin,



Prof. Sukri Palutturi, SKM., M.Kes., M.Sc. PH., Ph.D
NIP 19720529 200112 1 001

**PERNYATAAN KEASLIAN TESIS
DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis berjudul "Analisis Risiko Hipoksia Akibat Kerja Pada Pekerja Confined Space di PT. Osaka Buana Konstruksi Tahun 2023" adalah benar karya saya dengan arahan dari tim pembimbing (dr.M. Furqaan Naiem, M.Sc,Ph.D sebagai pembimbing Utama dan Dr.dr.Masyita Muis,MS sebagai Pembimbing Pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian dari si tesis ini telah dipublikasikan di Jurnal (International Journal of Chemical and Biochemical Science Volume 25(14) (2024): halaman 67-71) sebagai artikel dengan judul Factors related to work due to hypoxia in confine space workers of pt.osaka buana konstruksi . Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis ilmiah saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 18 Maret 2024



Irma Octaviani Ramisdar

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah rabbil'alam, segala puji dan ungkapan syukur atas nikmat iman, kesehatan dan kekuatan yang senantiasa diberikan oleh Allah SWT, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul "**Analisis Risiko Hipoksia Akibat Kerja Pada Pekerja Confined Space di PT. Osaka Buana Konstruksi Tahun 2023**" Salam dan shalawat tak luput penulis haturkan kepada Rasulullah, Nabi Muhammad SAW sebagai uswatun hasanah atau suri teladan terbaik bagi umat manusia.

Penulisan tesis ini dimaksudkan sebagai syarat dalam memperoleh gelas magister pada program studi ilmu Kesehatan masyarakat Universitas Hasanuddin dan sebagai bukti penulis telah melakukan penelitian. Tesis ini tidak dapat terselesaikan tanpa adanya bantuan, arahan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu, perkenankan penulis menyampaikan ungkapan terima kasih kepada Bapak dr.M. Furqaan Naiem, M.Sc,Ph.D dan Dr.dr.Masyita Muis,MS selaku Komisi Penasihat Tesis yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan dan motivasi selama proses penulisan tesis.

Pada kesempatan ini pula, penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M. M. Si selaku Rektor UNHAS
2. Bapak Prof. Sukri Palutturi, SKM., M. Kes., M.Sc., Ph. D selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin, beserta seluruh dosen dan staf yang telah memberikan bantuan penulis selama menempuh Pendidikan.
3. Bapak Prof. Dr. Ridwan, SKM., M. Kes., M. Sc., PH selaku Ketua Program Studi S2 Ilmu Kesehatan Masyarakat FKM Universitas Hasanuddin.
4. Bapak Prof.Yahya Thamrin,SKM.,M.Kes.,MOHS,Ph.D, Ibu Prof. Dr.Masni,Apt.,MSPH dan Ibu Dr. Fridawaty Rivai,SKM.,M.Kes selaku Dosen penguji yang telah memberikan masukan dan arahan guna penyempurnaan penulisan tesis ini.
5. Bapak Salasi, Pak Diendi Dwiputra Pranama dan Pak Jumhur Salam selaku Pimpinan dan seluruh pekerja PT. Osaka Buana Konstruksi yang ikut membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.
6. Teman-teman program pascasarjana FKM angkatan 2020, bagian akademik pascasarjana IKA FKM UNHAS, teman-teman kelas A dan teman seperjuangan yang selalu antusias, termotivasi, kooperatif, ramah, menyenangkan dan memiliki banyak kenangan baik selama proses pembelajaran dan selama penyusunan tesis ini.

7. Saudara-saudara ku Ikhsan, Ihwan dan Itsar yang selalu mendukung dan menyemangati untuk penyelesaian tesis saya.
8. Penghargaan teristimewa tesis ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya Ayahanda Badaruddin S.Pd dan Ibunda Sitti Ramlah, S.Pd, Suami saya Briptu Aswin Hidayatullah, SH yang terkasih dan tersayang atas doa, dukungan, dan semangat yang tak ternilai harganya.

Sebagai manusia biasa yang tak luput dari ketidaksempurnaan, Penulis menyadari bahwa tesis ini masih memiliki beberapa kekurangan mengingat penulis yang juga masih dalam tahap menempuh pendidikan, karena itu, penulis berharap saran, bimbingan, serta kritikan yang sifatnya membangun. Semoga hadirnya tesis ini berkontribusi positif dan bersifat informatif kepada setiap pembaca. Demikianlah tesis ini, semoga Allah SWT akan selalu melimpahkan anugerah dan berkah kepada kita semua. Amin berpartisipasi dan telah banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

Makassar, 18 Maret 2024



Penulis

ABSTRAK

IRMA.OCTAVIANI RAMISDAR. *Faktor yang Berhubungan dengan Hipoksia Akibat Kerja pada Pekerja Confined Space PT Osaka Buana Konstruksi* (dibimbing oleh M.Furqaan Naiem dan Masyita Muis).

Pekerja *confined space* merupakan salah satu pekerjaan dengan risiko tinggi, namun tidak dapat dihindari karena beberapa alasan terkait proses produksi. Salah satu risikonya, yaitu kejadian hipoksia pada pekerja. Penelitian ini bertujuan mengetahui faktor yang berhubungan dengan kejadian hipoksia akibat kerja pada pekerja *confined space* PT Osaka Buana Konstruksi. Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan desain poyong lintang (*cross-sectional*). Populasi dalam penelitian ini, yaitu pekerja *confined space* PT Osaka Buana Konstruksi sebanyak 33 orang. Sampel penelitian berjumlah 33 orang diperoleh dengan menggunakan metode sampel total. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan kuesioner untuk variabel umur dan masa kerja. Variabel status gizi diukur berdasarkan IMT, Hipoksia diukur menggunakan *pulse oxymeter*. Data yang diperoleh dianalisis secara bivariat menggunakan uji korelasi *Spearman rho's* karena data tidak terdistribusi normal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel umur (nilai $p=0.455$), masa kerja (nilai $p=0.813$), dan status gizi (nilai $p=0.598$) tidak berhubungan dengan kejadian hipoksia pada pekerja *confined space* di PT Osaka Buana Konstruksi. Disimpulkan bahwa variabel umur, masa kerja, dan status gizi tidak memiliki hubungan signifikan dengan kejadian hipoksia.

Kata kunci: hipoksia, *confined space*, pekerja, gizi



ABSTRACT

IRMA OCTAVIANI RAMISDAR. *Factors related to work due to hypoxia in confined space workers of PT.Osaka Buana Konstruksi* (supervised by M.Furqaan Naiem and Masyita Muis)

Confined space workers are a job with high risk, but it cannot be avoided for several reasons related to the production process. One of the risks is hypoxia in workers. This study aims to determine the factors associated with the incidence of work-related hypoxia in confined space workers at PT Osaka Buana Construction. This research is an analytical observational study with a cross-sectional design. The population in this study was 33 confined space workers at PT Osaka Buana Construction. The research sample consisted of 33 people obtained using the total sampling method. Measurements were carried out using a questionnaire for age and length of service variables. The nutritional status variable is measured based on BMI, hypoxia is measured using a pulse oximeter. The data obtained were analyzed bivariate using Spearman Rho's correlation test because the data was not normally distributed. The results of the study showed that the variables age (pvalue=0.455), length of service (pvalue=0.813), and nutritional status (pvalue=0.598) were not related to the incidence of hypoxia in confined space workers at PT. Osaka Buana Construction. Based on the research results, age, length of service and nutritional status do not have a significant relationship with the incidence of hypoxia in PT confined space workers. Osaka Buana Construction.

Keywords: Hypoxia, Confined Space, Worker, Nutritional



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
PERNYATAAN PENGAJUAN.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRAC	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	8
1.3 Tujuan Penelitian.....	9
1.4 Manfaat Penelitian.....	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	12
2.1 Tinjauan Umum tentang Occupational Health <i>Hazard</i>	12
2.2 Tinjauan Umum Tentang Risiko	16
2.3 Tinjauan Umum tentang <i>Confined space</i>	18
2.4 Tinjauan Umum Tentang gas Atmosphere dalam <i>Confined space</i> & Dampak bagi Kesehatan	25
2.5 Tinjauan Umum Tentang Hipoksia	30
2.6 Tinjauan umu Tentang Umur	36
2.7 Tinjauan Umum Tentang Status Gizi	37
2.8 Tinjauan Umum Tentang Masa Kerja	39
2.9 Tinjauan Umum tentang Alat pelindung Diri	40
2.10 Kerangka Teori	45
2.11 Kerangka Konsep	46

2.12 Hipotesis Penelitian	47
2.13 Definisi Operasional.....	48
2.14 Matriks Penelitian	52
BAB III. METODE PENELITIAN	
3.1 Rancangan Penelitian	55
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	55
3.3 Populasi dan Sampel	56
3.4 Pengumpulan Data.....	61
3.5 Pengelolaan dan Penyajian Data	62
3.6 Analisis Data	63
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian	65
4.2 Hasil Penelitian	68
4.3 Pembahasan.....	87
4.4 Keterbatasan Penelitian	105
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	101
A. KESIMPULAN	106
B. SARAN	107
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR TABEL

Nomor Urut	Halaman
Tabel 2.1. Potensi bahaya keselamatan dan kesehatan kerja didasarkan pada dampak korban	11
Tabel 2.2. Dampak kesehatan akibat kurangnya kandungan oksigen dalam ruang terbatas	23
Tabel 2.3 LEL dan UEL Gas Mudah Terbakar dan Meledak	
Tabel 2.4 Kadar H ₂ S dan dampak pada kesehatan	28
Tabel 2.5 Presentasi Nilai SPO ₂	33
Tabel 3.1 Jumlah Pekerja di Ruang Terbatas (<i>Confined Space</i>) pada PT. Osaka Buana Konstruksi	53
Tabel 3.2 Hasil Uji Normalitas	60
Tabel 4.1 Distribusi Responden Berdasarkan Umur pada Pekerja Confined Space di PT. Osaka Buana Konstruksi	66
Tabel 4. 2 Distribusi Responden Berdasarkan Status Gizi pada Pekerja Confined Space di PT. Osaka Buana Konstruksi	67
Tabel 4. 3 Distribusi Responden Berdasarkan Masa Kerja pada Pekerja Confined Space di PT. Osaka Buana Konstruksi	67
Tabel 4. 4 Distribusi Responden Berdasarkan Kadar Oksigen Dalam Tubuh Sebelum Bekerja pada Pekerja Confined Space di PT. Osaka Buana Konstruksi	68
Tabel 4. 5 Distribusi Responden Berdasarkan Kadar Oksigen Dalam Tubuh Setelah Bekerja pada Pekerja Confined Space di PT. Osaka Buana Konstruksi	69
Tabel 4. 6 Distribusi Responden Berdasarkan Kejadian Hipoksia pada Pekerja Confined Space di PT. Osaka Buana Konstruksi	70
Tabel 4.7 Distribusi Karakteristik Oksigen pada Confined Space di PT. Osaka Buana Konstruksi	70
Tabel 4.8 Distribusi Karakteristik Gas Mudah Terbakar pada Confined Space di PT. Osaka Buana Konstruksi	71

Tabel 4.9 Distribusi Karakteristik Hidrogen Sulfide pada Confined Space di PT. Osaka Buana Konstruksi	72
Tabel 4.10 Distribusi Karakteristik Karbon Monoksida (CO) pada Confined Space di PT. Osaka Buana Konstruksi	72
Tabel 4. 11 Hubungan Umur dengan Kejadian Hipoksia pada Pekerja Confined Space di PT. Osaka Buana Konstruksi	73
Tabel 4. 12 Hubungan Status Gizi dengan Kejadian Hipoksia pada Pekerja Confined Space di PT. Osaka Buana Konstruksi	74
Tabel 4.13 Hubungan Masa Kerja dengan Kejadian Hipoksia pada Pekerja Confined Space di PT. Osaka Buana Konstruksi	75
Tabel 4.14 Hubungan antara Kadar Oksigen di ruang terbatas dengan Kejadian Hipoksia pada Pekerja Confined Space di PT. Osaka Buana Konstruksi.....	76
Tabel 4.15 Hubungan antara Kadar Hidrogen Sulfide (H ₂ S) dengan Kejadian Hipoksia pada Pekerja Confined Space di PT. Osaka Buana Konstruksi.....	77
Tabel 4.16 Hubungan antara Kadar Karbon Monoksida (CO) dengan Kejadian Hipoksia pada Pekerja Confined Space di PT. Osaka Buana Konstruksi.....	78
Table 4.17 Hubungan Faktor Individu terhadap Kejadian Hipoksia pada Pekerja Confined Space PT Osaka Buana Konstruksi	79

DAFTAR GAMBAR

Nomor Urut	Halaman
Gambar 2.1. Klasifikasi Risiko	16
Gambar 2.2 Penggolongan <i>Confined space</i>	18
Gambar 2.3 Contoh area ruang terbatas (<i>Confined space</i>).....	19
Gambar 2.4 Modifikasi teori	38
Gambar 3.1 : HONEYWELL Monitor H2S, Co, O2 And Combustibles with Gasalertmax Gas Alert Max XT II (multi-gas w/pump)	58

DAFTAR LAMPIRAN

1. Kuesioner Penelitian
2. Standarisasi alat ukur
3. Hasil Output SPSS Analisis Univariat
4. Hasil Output SPSS Analisis Bivariat
5. Hasil Output SPSS Analisis Multivariat
6. Surat Keputusan Pembimbing
7. Surat keputusan Penguji
8. Rekomendasi Persetujuan Etik
9. Dokumentasi penelitian
10. Curriculum Vitae

DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

Istilah/Singkatan	Kepanjangan
asam sulfamat	Sulfamic Acid atau Asam Sulfamic, juga dikenal sebagai asam amidosulfonic, asam amidosulfuric, asam aminosulfonic, dan asam sulfamidic, adalah senyawa molekuler dengan rumus H_3NSO_3 . Senyawa yang tidak berwarna dan larut dalam air
<i>atmospheric hazard</i>	Bahaya yang melibatkan atmosfer Polutan yang ada di udara antara lain kadar oksigen, bahan kimia berbahaya, gas yang mudah terbakar, uap, dan kabut, serta risiko atmosfer lainnya.
Bahaya biologi	Bahaya bersumber dari Bakteri, jamur, virus, hewan pengerat / binatang lainnya
Bahaya Ergonomi	Bahaya bersumber dari Cara kerja dan postur tubuh saat bekerja
Bahaya Fisik	Bahaya bersumber dari (Penerangan, bising, iklim kerja, getaran)
Bahaya Kimia	Bahaya bersumber dari uap, debu, uap logam dan zat lainnya)
Blower	Mesin atau alat yang digunakan untuk menaikkan atau memperbesar tekanan udara atau gas yang akan dialirkan dalam suatu ruangan tertentu, juga sebagai pengisapan atau pemvakuman udara atau gas tertentu.
APD	Alat Pelindung Diri
BPJS	Badan Penyelenggara jaminan Sosial

Confine Space	Ruangan yang cukup luas dan memiliki konfigurasi sedemikian rupa sehingga pekerja dapat masuk dan melakukan pekerjaan didalamnya, mempunyai akses keluar masuk yang <i>limited</i> dan tidak dirancang untuk bekerja secara berkelanjutan atau terus-menerus di dalamnya.
CO	<i>Karbon Monoksida</i>
<i>Feedmill Industry</i>	<i>Pabrik Pengolahan pakan hewan ternah</i>
<i>Flourmill Industry</i>	<i>Pabrik pengolahan / produksi tepung terigu</i>
Hazard	Bahaya adalah sesuatu yang memiliki potensi untuk menyebabkan terjadinya kejadian/insiden yang berakibat pada kerugian
Hipoksia	Hipoksia adalah sebuah kondisi yang terjadi karena kurangnya oksigen dalam sel dan jaringan tubuh, sehingga mengganggu sistem pernapasan
H2S	Hidrogen sulfida, H ₂ S, adalah gas yang tidak berwarna, beracun, mudah terbakar dan berbau seperti telur busuk
IDLH	Kondisi di udara atau tingkat paparan yang dapat dengan segera membahayakan atau mengancam jiwa dan kesehatan seseorang.
ILO	International Labour Organization
Korosi	Kerusakan atau kehancuran material akibat adanya reaksi kimia di sekitar lingkungannya.
LEL	Lower Explosif Limit konsentrasi terendah gas bercampur udara yang dapat terbakar
<i>Non-atmospheric hazard</i>	Bahaya yang tidak melibatkan atmosfer bahaya fisik yang ditimbulkan oleh hal-hal seperti suhu, cahaya/pencahayaan, peralatan

kerja, dan faktor lingkungan (di dalam dan di luar ruangan tertutup) dikenal sebagai bahaya non-atmosfer.

OHSA	<i>Occupational Safety and Health Administration</i>
O ₂	<i>Oksigen</i>
<i>Oxygen depletion</i>	Penyusutan/penurunan jumlah oksigen akibat aktifitas seperti pengelasan, ataupun korosi
PAK	Penyakit Akibat Kerja
Pneumonia	Peradangan pada paru yang menyebabkan adanya gangguan fungsi pada paru
Pulse oximetry	Alat untuk mengukur kadar oksigen (saturasi oksigen) di dalam darah.
Risiko	Risiko merupakan efek dari ketidakpastian terhadap sasaran. Besarnya risiko atau kombinasi risiko, dinyatakan dalam kombinasi kemungkinan kejadian dengan konsekuensi.
Silo	Silo adalah struktur/bangunan yang digunakan untuk menyimpan bahan curah.
SOP	<i>Standar Operasional Prosedur</i>
SSP	Sistem saraf Pusat
UEL	<i>Upper Explosive Limit</i> . Konsentrasi (persentase) tertinggi dari gas atau uap di udara yang mampu menghasilkan kilatan api jika ada sumber penyalaan (busur, nyala, panas)
WHO	<i>World Health Organization</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu pekerjaan dalam dunia industry yang memiliki risiko tinggi adalah bekerja pada ruang terbatas (*Confined space*). Namun bekerja dalam ruang terbatas (*Confined space*) tidak dapat dihindari dikarenakan beberapa pekerjaan memerlukan keahlian / *skill* dari pekerja untuk keberlangsungan proses produksi.

Menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor 326 Tahun 2016 yang merupakan bagian dari Rancangan Standar Kompetensi Kerja Nasional Bidang Ketenagakerjaan Bidang Keselamatan dan Kesehatan Kerja, salah satu pengertian ruang terbatas adalah suatu ruangan yang cukup besar untuk menampung pekerja namun tetap mempunyai akses keluar masuk yang terbatas. Ini mencakup ruang seperti tempat penyimpanan, brankas, silo, tangki, kapal, dan silo, serta ruang serupa lainnya yang mungkin tidak dirancang untuk pekerjaan terus menerus atau berkelanjutan.

Penelitian bersama WHO dan ILO mengestimasi sekitar 1,9 juta pekerja di seluruh dunia meninggal karena kecelakaan kerja atau penyakit akibat kerja pada tahun 2016. Diantara 19 faktor risiko pekerjaan yang diteliti, risiko utama adalah paparan jam kerja yang

panjang menyebabkan terjadinya kematian 750.000 pekerja. Paparan tempat kerja terhadap polusi udara (material partikulat, asap dan gas) menyebabkan terjadinya 450.000 kematian (WHO-ILO, 2021).

Berdasarkan Laporan Tahunan BPJS Ketenagakerjaan selama tiga tahun terakhir, jumlah kecelakaan kerja yang terjadi, termasuk terjadinya Penyakit Akibat Kerja (PAK), terus meningkat. Pada tahun 2020, terdapat total 221.740 kejadian kecelakaan kerja yang terjadi. Pada tahun berikutnya, jumlah kecelakaan kerja meningkat menjadi 234.370 kasus, dan pada akhir tahun 2022 (hingga November), jumlah kecelakaan kerja dilaporkan sebanyak 265.334 kasus. (Fauziyah, 2023)

Berdasarkan OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*), di antara kecelakaan di ruang terbatas (*Confined space*) yang dilaporkan dari tahun 1984 hingga 1986, mati lemas dan keracunan menyebabkan 146 kematian, sesak napas menyebabkan 42 kematian, dan sekitar 12% kematian pada proses penyelamatan (Xia *et al.*, 2021)

Beberapa pekerjaan yang biasa dilakukan pada ruang terbatas (*Confined space*) yaitu melakukan pengecekan dan pemeriksaan berkala, melakukan perawatan (pengecetan ataupun pembersihan), melakukan perbaikan, dan pekerjaan lainnya. Selain itu, tindakan penyelamatan terhadap rekan kerja yang terperangkap di ruangan terbatas memerlukan pekerja masuk ke dalam ruang terbatas

(*Confined space*). Pekerjaan memasuki ruang terbatas (*Confined space*) bukan merupakan suatu pekerjaan rutin ataupun terjadwal melainkan pekerjaan yang dibutuhkan pada kondisi tertentu. berbagai jenis industry seperti sektor pertanian, perikanan, perhutanan, konstruksi, manufaktur, pertambangan serta perminyakan memiliki cukup banyak lokasi di lingkungan kerjanya yang dapat dikategorikan ke dalam ruang terbatas (*Confined space*). Beberapa industry mendesain ruangan khusus yang tertutup agar dapat digunakan sebagai tempat penyimpanan bahan baku maupun bahan yang telah selesai melewati tahap produksi. Ruang terbatas(*Confine space*) di design sehingga akses keluar masuk terbatas dan hanya beberapa orang yang diijinkan masuk sesuai dengan persyaratan maupun ijin kerja yang telah diberikan.

Ada dua kategori utama potensi bahaya di ruang terbatas (*Confined space*): bahaya yang melibatkan atmosfer (*atmospheric hazard*) dan yang tidak melibatkan atmosfer (*non-atmospheric hazard*). Polutan yang ada di udara antara lain kadar oksigen, bahan kimia berbahaya, gas yang mudah terbakar, uap, dan kabut, serta risiko atmosfer lainnya. Sebaliknya, bahaya fisik yang ditimbulkan oleh hal-hal seperti suhu, cahaya/pencahayaan, peralatan kerja, dan faktor lingkungan (di dalam dan di luar ruangan tertutup) dikenal sebagai bahaya non-atmosfer. Ada beberapa potensi bahaya di ruang terbatas,

seperti bahaya kimiawi, bahaya biologis, dan bahaya fisik, gas atmosfer (Chiu, Chang and Wan, 2020).

Bahaya atmosfer (hipoksia dan kondisi atmosfer beracun) merupakan bahaya yang paling banyak berkontribusi pada terjadinya kecelakaan kerja pada ruang terbatas (Xia *et al.*, 2021). Semua bentuk kehidupan bergantung pada oksigen, gas paling melimpah kedua di udara setelah nitrogen. Aktivitas metabolisme tubuh, transpor kimia, keseimbangan asam-basa, dan nutrisi sel semuanya dipengaruhi secara signifikan oleh oksigen. Tubuh dapat mengalami kekurangan oksigen yang disebut hipoksia (Ferdian *et al.*, 2020)

Sistem organ penting manusia akan terkena dampak hipoksia dengan cara yang berbeda-beda. Meskipun sistem saraf pusat tidak berfungsi karena kekurangan oksigen, individu sehat yang terpapar situasi hipoksia sedang memperoleh toleransi dengan merespons upaya meningkatkan pengiriman oksigen. Orang bisa meninggal karena penyakit ini jika penyakit ini merusak saraf, otak, hati, dan organ lainnya. Ciri-ciri gejala ini antara lain detak jantung cepat, saturasi oksigen rendah, ritme dan volume tidak teratur (Zain, Maulana and Utaminingrum, 2021).

Hipoksia bisa disebabkan oleh faktor eksternal maupun internal/kondisi kesehatan tertentu. Risiko internal dapat dipengaruhi oleh faktor individu seperti kadar oksigen dalam darah, usia, nutrisi,

lama kerja dan adanya penyakit tertentu seperti penyakit paru-paru atau gangguan kardiovaskular.

Kadar oksigen darah (saturasi oksigen) seringkali berada dalam kisaran 95-100% dalam keadaan tertentu. Ketika angka ini turun di bawah batas normal, suatu kondisi yang dikenal sebagai hipoksia terjadi. Tekanan oksigen di udara yang kita hirup atau di paru-paru kita turun ketika ada hal-hal tertentu yang menghalangi oksigen untuk melewati membran alveolar.

Tidaklah bertanggung jawab jika kita mengabaikan dampak usia. Prestasi kerja berubah seiring bertambahnya usia karena efek penuaan terhadap kekuatan fisik dan mental seseorang. Sistem kekebalan adalah sistem tubuh lain yang menua pada manusia. Daya tahan seseorang terhadap penyakit dan kemampuan tubuh untuk menyembuhkan jaringan yang rusak secara bertahap menurun seiring bertambahnya usia, sehingga menyebabkan mereka tidak mampu memulihkan atau mempertahankan struktur dan fungsi normal. (Firdaus, Ehwan and Rachmadi, 2019)

Faktor status gizi juga dapat berpengaruh terhadap kejadian hipoksia. Daya dukung oksigen pada orang yang mengalami obesitas menurun karena paru-parunya tidak dapat mengembang secara maksimal, dan karena anemia yang disebabkan oleh pola makan yang tidak memadai. (Firdaus, Ehwan and Rachmadi, 2019). Faktor risiko eksternal hipoksia bisa terjadi akibat adanya kondisi lingkungan yang

berbahaya seperti kadar oksigen di lingkungan yang rendah / dibawah nilai ambang batas, misalnya berada di ruang hampa udara, ruang terbatas (*confine space*), tenggelam atau berada di ketinggian.

Di tempat kerja yang berbahaya, karyawan berisiko meninggal, tidak dapat menyelamatkan diri, terluka, atau cepat sakit karena berbagai alasan. Hal ini termasuk, namun tidak terbatas pada, hal berikut: debu yang mudah meledak di udara dengan konsentrasi sama dengan atau melebihi BRDM (konsentrasi ini dapat diperkirakan jika debu terlihat secara visual pada jarak 5 kaki (1,52 m) atau kurang), dan konsentrasi oksigen di udara di bawah 19,5% atau lebih dari 23,5%. (Direktorat Pengawasan Norma Keselamatan Kesehatan Kerja, 2006)

Atmosfer beracun termasuk kekurangan oksigen di dalam ruang terbatas (*Confined space*) dapat menyebabkan sesak napas akibat kadar oksigen yang rendah seperti konsentrasi oksigen di udara dibawah 19,5 %. Atmosfer beracun juga termasuk atmosfer di mana kematian terjadi akibat menghirup kontaminan berbahaya di udara seperti gas beracun, uap, asap, dan debu. Gas atmosfer dapat berkontribusi sekitar 62% menyebabkan kecelakaan kerja hingga kematian (Selman, Jansz and Mullins, 2018).

Di Indonesia, Beberapa kejadian kecelakaan kerja akibat bekerja di ruang terbatas (*confined space*) dikarenakan oleh berbagai faktor seperti kejadian yang terjadi di Kerinci. Kecelakaan di Pangkalan Kerinci merenggut nyawa seorang karyawan PT. Riau Prima Energi

(RPE) dan mengirim tiga karyawan lainnya ke rumah sakit karena gangguan pernafasan. Korban dalam peristiwa ini dinyatakan meninggal dunia setelah menghirup asam sulfamat. Pada tahun 2016, dua karyawan tewas dalam insiden serupa di PT. PT. Tawu Inti Bati saat mereka sedang mengelas untuk memperbaiki tangki penyimpanan minyak di fasilitas tersebut. (Mardlotillah, 2020).

Ruang terbatas (*confine space*) pada beberapa industry umumnya digunakan sebagai tempat penyimpanan. Beberapa industry yang memanfaatkan ruangan terbatas (*confine space*) seperti bidang pertanian, Pabrik pengolahan / produksi tepung terigu (*Flourmill Industry*), Pengolahan pakan hewan ternah (*Feedmill Industry*) sebagai tempat penyimpanan hasil pertanian, produk atau Pakan ternak. Ruang terbatas (*confine space*) yang digunakan sebagai tempat penyimpanan bahan baku maupun bahan yang telah jadi berpotensi menimbulkan gas-gas beracun sesuai dengan bahan yang tersimpan dan lamanya bahan tersebut disimpan di dalam ruang terbatas (*Confine space*). Pada ruang terbatas (*confine space*) industry Pengolahan tepung terigu misalnya, Terdapat tempat penyimpanan yang berbeda antara bahan baku gandum dengan tepung terigu yang telah dihasilkan pada proses produksi. Tentunya, potensi bahan yang terkandung di dalam ruangan tersebut akan berbeda dikarenakan berbagai faktor seperti kelembapan, kebersihan tempat penyimpanan ataupun masa simpan bahan di ruangan tersebut. Oleh karena itu gas atmosfer pada ruang

terbatas dapat berbeda-beda tergantung dari bahan yang tersimpan maupun lama penyimpanannya.

Berdasarkan informasi awal yang diperoleh dari Ahli K3 dari PT. Osaka Buana Konstruksi, bahwa sebelum mulai bekerja pada *Confined space* terdapat pengukuran gas atmosphere diantaranya Oksigen, karbon Monoksida, H₂S adalah konsentrasi terendah dari gas yang mudah terbakar di udara yang bila tersulut akan menyebabkan nyala api menyebar (LEL). Pengukuran dilakukan untuk mengetahui tingkat keamanan area *Confined space* sebelum digunakan. Apabila salah satu parameter melebihi nilai ambang batas (NAB) maka berisiko menyebabkan gangguan pada kesehatan dan keselamatan pekerja.

Berdasarkan latar belakang diatas maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian terkait analisis risiko hipoksia akibat kerja pada pekerja di ruang terbatas (*Confined space*).

1.2 Rumusan masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah faktor risiko apakah yang berhubungan terhadap kejadian hipoksia akibat kerja pada pekerja ruang terbatas (*Confined space*) di PT. Osaka Buana Konstruksi?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Untuk menganalisis faktor risiko yang berhubungan dengan kejadian hipoksia akibat kerja pada pekerja ruang terbatas (*Confined space*) di PT. Osaka Buana Konstruksi.

1.3.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dari penelitian ini, yaitu:

- a. Untuk mengetahui hubungan antara faktor usia dengan kejadian hipoksia akibat kerja pada pekerja ruang terbatas (*Confined space*) di PT. Osaka Buana Konstruksi.
- b. Untuk mengetahui hubungan antara faktor masa kerja dengan kejadian hipoksia akibat kerja pada pekerja ruang terbatas (*Confined space*) di PT. Osaka Buana Konstruksi.
- c. Untuk mengetahui hubungan antara faktor status gizi dengan kejadian hipoksia akibat kerja pada pekerja ruang terbatas (*Confined space*) di PT. Osaka Buana Konstruksi.
- d. Untuk mengetahui hubungan antara faktor kadar gas Oksigen di ruang terbatas (*Confined space*) dengan kejadian hipoksia akibat kerja pada pekerja ruang terbatas (*Confined space*) di PT. Osaka Buana Konstruksi.
- e. Untuk mengetahui hubungan antara faktor kadar gas Hidrogen Sulfida/H₂S di ruang terbatas (*Confined space*) dengan kejadian

hipoksia akibat kerja pada pekerja ruang terbatas (*Confined space*) di PT. Osaka Buana Konstruksi.

- f. Untuk mengetahui hubungan antara faktor kadar gas Karbon Monoksida/CO di ruang terbatas (*Confined space*) dengan kejadian hipoksia akibat kerja pada pekerja ruang terbatas (*Confined space*) di PT. Osaka Buana Konstruksi.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Ilmiah

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi kepada lembaga mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi keselamatan dan kesehatan kerja pekerja ruang terbatas (*Confined space*). Hal ini akan memungkinkan mereka untuk mengambil tindakan pencegahan langsung dan memberikan PT. Osaka Buana Construction memberikan masukan ketika mereka menetapkan kebijakan, seperti pendidikan dan tindakan pencegahan dini bagi pekerja ruang terbatas (*Confined space*) untuk menghindari insiden hipoksia.

1.4.2 Manfaat bagi Institusi

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk berkontribusi pada pemahaman kita tentang hipoksia kerja pada pekerja ruang terbatas (*Confined space*) dengan mengidentifikasi dan menganalisis faktor risiko.

1.4.3 Manfaat bagi Peneliti

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari lebih lanjut penyebab hipoksia pada pekerja ruang terbatas (*Confined space*) dan cara mencegahnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum tentang Occupational Health *Hazard*

2.1.1 Pengertian Hazard

Bahaya (*Hazard*) adalah sesuatu yang memiliki potensi untuk menyebabkan terjadinya kejadian/insiden yang berakibat pada kerugian. (International Labour Organization, 2013).

Definisi lain yang umum digunakan untuk penerapan operasional adalah definisi dari *Standards Australia/Standards New Zealand (SA/SNZ)* yang mengacu pada bahaya sebagai: “Sumber atau situasi dengan potensi bahaya dalam hal manusia cedera atau penyakit, kerusakan properti, kerusakan lingkungan, ataupun kombinasi dari semua aspek” (*SA/SNZ*, 2001 dalam (Safety Institute of Australia Ltd, 2012)

Segala sesuatu yang dapat membahayakan kesehatan karyawan atau menyebabkan kerusakan pada harta benda atau aset perusahaan (seperti mesin, gedung, atau ruang publik), serta mengganggu proses produksi atau merugikan lingkungan dan reputasi perusahaan, dianggap sebagai bahaya. Bahaya (*hazard*) merupakan sifat intrinsik yang dimiliki oleh setiap material, bahan, , proses kerja, proses produksi, metode kerja ataupun kondisi kerja yang memiliki potensi menyebabkan kecelakaan dan penyakit akibat kerja, kerusakan lingkungan, kerusakan properti, ataupun gabungan

dari hal-hal tersebut. Dalam Bahasa Indonesia, istilah hazard diartikan sebagai bahaya.

2.1.2 Klasifikasi Hazard

a. Potensi bahaya keselamatan dan kesehatan kerja didasarkan pada dampak korban

Tabel 2.1
Potensi bahaya keselamatan dan kesehatan kerja didasarkan pada dampak korban

Kategori A	Kategori B	Kategori C	Kategori D
Potensi bahaya berdampak jangka panjang pada kesehatan	Potensi yang berisiko langsung pada keselamatan	Risiko terhadap kesejahteraan atau kesehatan sehari-hari	Potensi bahaya yang menimbulkan risiko pribadi dan psikologis
a. Faktor kimia (uap, debu, uap logam) b. Faktor biologi (Bakteri, jamur, virus, hewan pengerat / binatang lainnya) c. Faktor fisik (Penerangan, bising, iklim kerja, getaran) d. Faktor Ergonomi dan Cara kerja e. Potensi bahaya lingkungan yang disebabkan oleh polusi pada perusahaan di masyarakat	a. Kebakaran Listrik b. Potensi bahaya Mekanikal c. House keeping yang buruk	a. Tidak tersedianya Air Minum b. Toilet dan fasilitas mencuci yang kurang layak c. Ruang makan atau Kantin tidak ada atau tidak terpenuhi gizi kerja d. P3K di tempat kerja Transportasi	a. Pelecehan b. intimidasi c. Terinfeksi HIV/AIDS d. Kekerasan di tempat kerja e. Stress f. Narkoba

(Sumber : International Labour Organization, 2013)

Bahaya di tempat kerja dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti :

1) Alat dan Mesin

Pada beberapa pekerjaan yang memerlukan alat ataupun tools berpotensi menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja apabila pekerja tidak mengikuti aturan pemakaian / SOP penggunaan alat. Misalnya pada pekerjaan pembersihan dinding confine space yang tersusun dari semen/concrete maka diperlukan mesin gurinda untuk memudahkan pekerjaan. Di sisi lain, penggunaan mesin gurinda pada area ruang terbatas (*Confine space*) dapat menimbulkan berbagai bahaya seperti percikan bunga api yang dihasilkan dapat memicu terjadinya kebakaran/ peledakan apabila kadar oksigen di dalam ruang terbatas tinggi.

2) Bahan Baku /hasil produksi

Bahan baku yang digunakan dalam sebuah industry dapat berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja maupun penyakit akibat kerja. Pada pekerjaan pengecatan silo / ruang terbatas diperlukan bahan baku seperti thinner dan cat. Area ruang terbatas(*confine space*) yang sempit dan tidak memungkinkan terjadinya pertukaran udara secara alami memerlukan beberapa penanganan seperti mengeluarkan udara yang ada di dalam ruang terbatas dengan alat seperti exhaust ataupun supply udara masuk ke dalam *confine space*. Bahan kimia seperti cat yang terhirup dapat menyebabkan

berbagai masalah kesehatan salah satunya adalah kesulitan bernapas maupun pingsan pada pekerja.

3) Faktor Lingkungan Kerja

Faktor lingkungan seperti bahaya fisik, kimia dan biologi yang terdapat di area kerja berpotensi menimbulkan kecelakaan dan penyakit akibat kerja.

b. Potensi bahaya berdasarkan sumbernya

1) *Hazard* Somatik merupakan bahaya yang berasal dari dalam tubuh pekerja, seperti penyakit yang diderita, cacat fisik, atau keterbatasan lainnya.

2) *Hazard* Lingkungan

a. *Hazard* Fisik: hal-hal seperti mekanik, listrik, posisi, kebisingan, suhu, radiasi, cahaya, dan getaran.

b. *Hazard* Kimia: Bahaya yang bersumber dari bahan kimia, seperti debu kimia, bahan mudah meledak dan terbakar, gas-gas asphyxian, kadar O₂ di udara, bahan-bahan beracun lainnya.

c. *Hazard* Biologi: Bahaya yang bersumber dari makhluk hidup lain, seperti bakteri, virus, jamur, hewan pengerat, serangga, reptil, binatang buas, dan lain-lain.

3) *Hazard* Ergonomi Bahaya posisi, gerakan berulang, jangka waktu kerja yang lama, tugas yang jarang dilakukan, dan peralatan yang dirancang dengan buruk semuanya berkontribusi terhadap cedera akibat kerja.

- 4) *Hazard* Perilaku Bahaya yang terkait dengan perilaku pekerja, antara lain tidak aktif atau jarang berolahraga, merokok, konsumsi minuman beralkohol, melewatkan sarapan pagi, jarang makan siang, kurang tidur (< 8 jam), tidak adanya “me time” atau rekreasi, dan masih banyak lagi.
- 5) *Hazard* Pengorganisasian dan Budaya Kerja Bahaya yang terkait dengan beban kerja, stress kerja atau kondisi sosial di lingkungan kerja.

2.2 Tinjauan Umum Tentang Risiko

2.2.1 Pengertian Risiko

Potensi terjadinya kejadian buruk, beserta potensi dampaknya, menjadikan suatu bahaya sebagai sumber risiko potensial. (International Labour Organization, 2013)

Sesuai SNI ISO 31000:2011, Risiko merupakan efek dari ketidakpastian terhadap sasaran. Besarnya risiko atau kombinasi risiko, dinyatakan dalam kombinasi kemungkinan kejadian dengan konsekuensi. Untuk menentukan besarnya risiko, dapat dilakukan analisis risiko dengan menghitung kemungkinan hasil dan probabilitas masing-masing. Hal ini dilakukan dengan mempertimbangkan ada tidaknya pengendalian dan seberapa efektif pengendalian tersebut. (Badan Standarisasi nasional, 2018).

2.2.2 Klasifikasi Risiko

Risiko murni dan risiko spekulatif adalah dua kategori utama risiko. Inilah yang kami maksud ketika kita berbicara tentang risiko murni dan risiko spekulatif:

a. Risiko murni (*pure risks*)

Mengambil risiko murni berarti pekerja bisa kehilangan uang tetapi tidak menghasilkan apa pun. Risiko kebakaran dan kecelakaan merupakan dua contoh risiko murni.

b. Risiko spekulatif

Potensi keuntungan dan kerugian dikenal sebagai risiko spekulatif. (Hanafi, 2014). Seperti :

1) Risiko statis

Salah satu jenis risiko yang dapat berkembang dalam kondisi keseimbangan tertentu adalah risiko statistik. Contoh risiko yang dapat timbul dari situasi alam tertentu adalah risiko tersambar petir. Seiring waktu, faktor risiko ini tidak berubah.

2) Risiko dinamis

Perubahan keadaan tertentu menimbulkan risiko dinamis. Misalnya saja, jenis risiko baru yang muncul akibat perubahan masyarakat dan teknologi.

2.3 Tinjauan Umum Tentang *Confined space*

2.3.1 Pengertian *Confined space*

Ruang Terbatas (*Confined space*) adalah ruangan yang dapat dimasuki dan digunakan untuk bekerja namun memiliki akses terbatas untuk masuk dan keluar, seperti kapal, silo, tempat penyimpanan, brankas, atau ruang lainnya yang mungkin tidak dibangun khusus untuk persalinan terus-menerus atau terus-menerus. (Kepmenakertrans No 326 Tahun 2011).

Definisi ruang terbatas (*Confined space*) non permit menurut OSHA (*Occupational health and Safety Administration*):

- a. Cukup besar bagi seorang karyawan untuk masuk sepenuhnya dan bekerja pekerjaan yang ditugaskan;
- b. Tidak dirancang untuk terus ditempati oleh karyawan;
- c. Memiliki sarana masuk atau keluar yang terbatas atau dibatasi.

Ruang-ruang ini termasuk kubah bawah tanah, tangki, penyimpanan tempat sampah, lubang dan area tanggul, kapal, silo dan area serupa lainnya (Occupational Safety and Health Administration, 2004)

Jika dikaitkan dengan area yang membutuhkan ijin masuk/kerja, maka definisi *Confined space* dapat lebih spesifik, seperti:

- a. Mengandung atmosfer yang berbahaya;

- b. Mengandung materi yang memiliki potensi menimpa dan menenggelamkan seseorang yang memasuki ruang;
- c. Memiliki konfigurasi internal yang dapat menyebabkan pekerja dapat terjebak/sesak napas oleh dinding yang menyempit ke dalam/oleh lantai yang miring ke bawah dan meruncing ke arah penampang yang lebih kecil; dan/atau
- d. Berisi bahaya keselamatan atau kesehatan lainnya

2.3.2 Penggolongan *Confined space*

Berdasarkan Pedoman Keselamatan & Kesehatan Kerja di Ruang Terbatas (*Confined space*) Dirjen Binwasnaker 2006 Terdapat 2 penggolongan area *Confined space* berdasarkan ijin masuk/kerja yaitu:

- a. Ruang terbatas tanpa ijin khusus

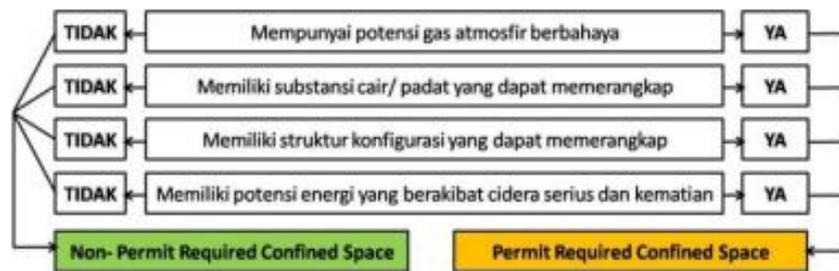
Perlu diketahui bahwa ruang terbatas yang dimaksud adalah ruang yang tidak mempunyai kemampuan menampung gas-gas berbahaya di atmosfer atau risiko lain yang berpotensi menimbulkan kerugian bagi tubuh bahkan kematian.

- b. Ruang terbatas dengan ijin khusus

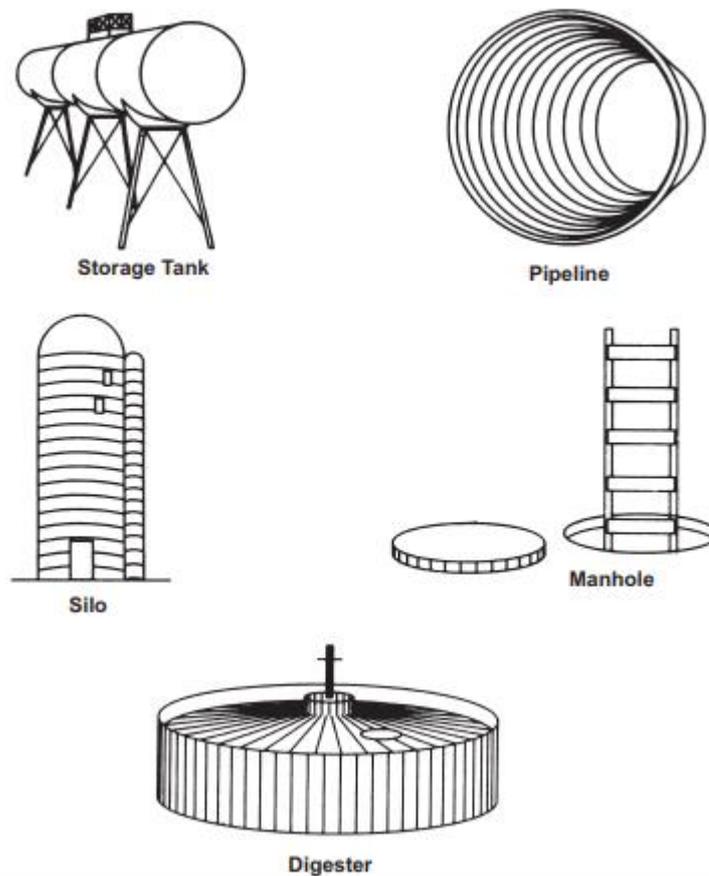
Ruang terbatas yang dimaksud adalah ruang terbatas yang memiliki i satu atau lebih ciri-ciri berikut ini:

- 1) Mengandung material yang berpotensi menimpa, menenggelamkan ataupun memerangkap pekerja di dalamnya.

- 2) Mengandung gas atmosfer udara yang berbahaya.
- 3) Mencakup fitur-fitur yang membuat karyawan atau individu penting berisiko mengalami sesak napas atau terjebak, seperti dinding yang melengkung ke dalam atau lantai curam yang mengarah ke lorong atau ruangan yang lebih kecil.
- 4) Mengandung bahaya lainnya



Gambar 2.2 Penggolongan *Confined space*



Gambar 2.3 Contoh area ruang terbatas (*Confined space*)

2.3.3 Jenis Pekerjaan *Confined space*

Pekerja diharuskan memasuki lokasi terbatas karena berbagai alasan, antara lain:

- a. Pemeliharaan (pembersihan atau pencucian)

Pada beberapa industry yang mendesain ruangan / benda yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan yang termasuk confine space, diperlukan beberapa proses pembersihan dan pencucian agar bahan baku ataupun bahan hasil produksi dapat dijaga mutu dan kualitasnya

b. Pemeriksaan

Pemeriksaan ruang terbatas diperlukan secara berkala untuk melihat kondisi fisik ruangan tersebut, apakah masih layak untuk digunakan atau memerlukan perbaikan ataupun perawatan.

c. Perlindungan karat, Pengelasan dan pelapisan/ pengecatan

Salah satu Industri yang menggunakan area ruang terbatas adalah industri minyak dan gas. Tangki penyimpanan minyak dibuat sedemikian rupa sehingga mampu untuk menyimpan. Akan tetapi pada saat pemeriksaan ditemukan area yang sudah keropos maka perlu dilakukan perbaikan dengan cara mengganti ataupun pengecatan ulang.

d. Perbaikan

Perbaikan dilakukan pada kondisi area ruang terbatas memiliki cacat/kerusakan baik pada sisi dalam ataupun sisi luar. Hal ini dilakukan untuk menjaga agar ruangan tersebut dapat digunakan dan berfungsi secara baik

e. Membantu karyawan yang terjatuh atau terluka ketika bekerja di area sempit atau yang pekerjaannya mengharuskan mereka memasuki lingkungan tersebut (Direktorat Pengawasan Norma Keselamatan Kesehatan Kerja, 2006).

2.3.4 Bahaya Bekerja Pada *Confined space*

Bahaya pada *Confined space*, dikategorikan ke dalam dua jenis, yaitu:

a. Bahaya Atmosfer (Atmospheric Hazard)

Bawahan yang berada di ruang terbatas berisiko mengalami gangguan, cedera, dan ketidakmampuan melakukan pekerjaannya dan menyelamatkan diri; pekerja dan tim penyelamat yang menjelajah ruang angkasa juga berisiko terkena penyakit parah atau kematian. kecil (*confined space*). Di ruang terbatas (*confined space*), beberapa contoh risiko udara adalah:

- 1) Uap, Gas, mist yang mudah terbakar dan meledak yang memiliki konsentrasi lebih besar 10% dari *Lower Explosive Limit* (LEL) atau *Lower Flammable Limit* (LFL).
- 2) Penurunan jarak pandang dalam jarak lima kaki akibat ledakan debu di udara.
- 3) Level konsentrasi oksigen yang berbahaya, yaitu dibawah konsentrasi 19,5% atau diatas 23,5%
- 4) Konsentrasasi substansi yang memiliki efek *toxic*/racun yang akut diatas nilai NAB dan kondisi kontaminan udara lainnya diatas IDLH.

b. *Confined space* Non-Atmospheric Hazard

Bekerja di area terlarang mempunyai risiko tersendiri, salah satunya adalah bahaya yang ditularkan melalui udara. Ada sejumlah risiko tambahan terkait dengan bidang pekerjaan ini yang harus dipertimbangkan secara cermat:

- 1) Bahaya yang sumbernya dari peralatan kerja mekanikal ataupun elektrik yang dapat menimbulkan cedera berat maupun ringan.
- 2) Bahaya yang berasal dari tata ruang yang terbatas (*Confined space*). Pekerja di ruang terbatas (*Confined space*) mungkin memiliki akses terbatas karena jenis ancaman ini.
- 3) Ancaman yang ditimbulkan oleh zat atau cairan berbahaya yang disimpan di tempat sempit, yang dapat mengiritasi kulit.
- 4) Bahaya dari sifat material yang terdapat di dalam ruang terbatas (*Confined space*) yang dapat menyebabkan pekerja tersandung, terjatuh dan terpeleset.
- 5) Bahaya bekerja pada ketinggian di area ruang terbatas (*Confined space*) yang dapat menyebabkan pekerja terjatuh, cedera bahkan patah tulang hingga kematian.
- 6) Salah satu potensi risiko pekerjaan ini adalah kurangnya komunikasi antara karyawan di dalam *Confined space* dan orang di luar ruang tersebut.
- 7) Pekerja dapat berada dalam bahaya akibat bahaya yang ditimbulkan oleh kondisi suhu atau temperatur tertentu. Sebagai contoh, suhu tinggi dapat menyebabkan gangguan pekerjaan yang berhubungan dengan paparan suhu tinggi dalam waktu lama. Penyakit-penyakit tersebut antara lain kram panas, kelelahan akibat panas, sengatan panas, dan

bahkan kematian. Kondisi seperti ini bisa disebabkan oleh paparan suhu tinggi.

2.4 Tinjauan Umum Tentang gas Atmosphere dalam *Confined space* dan Dampak bagi Kesehatan

2.4.1 Oksigen

Komponen gas oksigen (O₂) merupakan komponen metabolisme penting yang menjamin kelangsungan hidup setiap sel dalam tubuh. Secara umum, saat kita menghirup udara, kita memperoleh oksigen (O₂). Selain itu, sistem pernapasan, sistem peredaran darah, dan kondisi hematologi semuanya bekerja sama untuk mengangkut ke jaringan tubuh. Hipoksia adalah serangkaian gejala yang disebabkan oleh kekurangan oksigen dalam tubuh. Karena membunuh jaringan dan bahkan mungkin mengancam jiwa, hal ini mempunyai dampak yang paling buruk.

Kadar oksigen normal di atmosfer adalah 20,95%. Pada ruang terbatas kadar oksigen yang memenuhi syarat untuk bekerja adalah antara 19,5% - 23,5%. Kadar oksigen yang terlalu tinggi (diatas 23,5%) ataupun terlalu rendah (di bawah 19,5%) dapat menyebabkan dampak yang besar terhadap pekerja dan sangat mungkin terjadi kehilangan nyawa akibat tidak dapat bernafas

a. Kekurangan Oksigen

Kadar oksigen yang dapat ditoleransi di ruang terbatas(Confine space) adalah 19,5%-23,5%. Apabila kadar

oksigen (O₂) berada dibawah nilai 19,5% maka pekerja akan mulai merasakan ketidaknyamanan dalam bekerja dan mengalami gejala hipoksia. Apabila kadar oksigen di ruang terbatas semakin rendah, maka dampak kesehatan yang ditimbulkan juga semakin besar.

Beberapa hal yang dapat terjadi jika kandungan oksigen di dalam ruang terbatas (*Confined space*) kurang diantaranya:

Tabel 2.2.
Dampak Kesehatan Akibat Kurangnya Kandungan Oksigen dalam Ruang Terbatas

Kadar Oksigen	Dampak Pada Kesehatan
19,5%	Batas minimum yang dapat ditoleransi
19%-15%	Penurunan kemampuan untuk bekerja berat, gangguan system koordinasi dan gejala awal
14%-12%	Napas menjadi cepat dan dangkal, penurunan kemampuan penilaian
12%-10%	Napas menjadi cepat dan dangkal. Bibir menjadi biru
10%-8%	Gangguan SSP, Lemas, Mual, Muntah, Tidak Sadarkan diri
8-6%	8 menit-fatal, 6 menit-50% fatal, 4-5 menit dapat pulih
6-4%	Koma dalam 40 detik. Kematian

Sumber : (Hendri Amirudin Anwar, 2019)

Perpindahan oksigen, penipisan oksigen, dan reaksi kimia adalah tiga dari banyak alasan mengapa tidak ada cukup oksigen di *Confine space*.

Untuk mencegah terciptanya campuran gas yang mudah terbakar, aktivitas yang menghilangkan oksigen, seperti penambahan gas nitrogen atau metana ke area tertutup, dikenal sebagai aktivitas perpindahan oksigen. Kami melakukan ini

karena oksigen adalah bahan utama untuk menyalakan api. Dalam segitiga api, oksigen merupakan salah satu dari tiga komponen yang harus ada agar pembakaran dapat berlangsung.

Oxygen depletion dapat terjadi diakibat aktivitas yang dilakukan didalam ruang terbatas (*Confine space*) seperti kegiatan pengelasan, Pada proses pengelasan oksigen di udara dikonsumsi/digunakan untuk proses pengelasan / oksigen di udara terikat pada proses pengelasan sehingga menimbulkan api maupun panas. Adapun pada reaksi kimia kurangnya oksigen dapat terlihat pada proses korosi yang terjadi didalam ruang terbatas (*Confined space*) juga dapat menurunkan kadar oksigen yang terdapat didalam *Confined space*.

b. Kelebihan Oksigen

Kadar oksigen di udara yang berlebih / berada diatas konsentrasi 23,5% merupakan keadaan yang dapat memicu terjadinya kebakaran maupun peledakan. Beberapa kegiatan yang dapat menyebabkan terjadinya peningkatan oksigen di dalam ruang terbatas(*Confine space*) seperti proses memasukkan udara menggunakan blower ataupun menggunakan oksigen murni untuk mengisi ruang-ruang terbatas.

2.4.2 Bahan Mudah Terbakar dan Meledak (LEL)

Proses pembakaran dapat diawali oleh zat atau gas yang mudah terbakar atau meledak. Fraksi uap atau gas yang mudah terbakar di udara, yang jika tersulut, akan menyebabkan kebakaran, berada di antara LEL dan UEL. Kadar Metana CH₄ ini lebih tinggi dari LEL 5% namun lebih rendah dari UEL 10%. Pembakaran dengan demikian dapat terjadi dengan adanya generator panas atau sumber pembakaran lainnya.

Karena kurangnya ruang untuk melarikan diri, penurunan kadar oksigen yang cepat, penumpukan asap, dan kesulitan bernapas, ruang terbatas adalah tempat yang sangat berbahaya karena terdapat campuran gas yang mudah terbakar. Akan lebih sulit untuk mengevakuasi ruang terbatas (*confine space*) karena peningkatan suhu yang cepat.

Tabel 2.3
LEL dan UEL Gas Mudah Terbakar dan Meledak

Tipe Gas	LEL (% Gas by Volume)	UEL (% gas by Volume)
Metana	5%	10%
Hidrogen	4%	75%
Propan	2%	9,5%
Asetelin	2,5%	100%

Sumber: American National Standards Institute (ANSI Standard No. Z37.2 1972)

Keterangan:

- a. *Lower Explosive Limit* (LEL) adalah konsentrasi gas serendah mungkin yang diperlukan untuk menyalakan api

- b. *Upper Explosive Limit* (UEL) adalah konsentrasi gas tertinggi yang dibutuhkan untuk memulai proses pengapian

2.4.3 H₂S (Hydrogen Sulfide)

Gas hidrogen sulfida, dengan rumus molekul H₂S, merupakan gas yang tersusun dari dua atom hidrogen dan satu atom belerang. Gas H₂S diukur dalam *part per milion* (ppm).

Sifat Fisik dari H₂S (*Hydrogen Sulfide*)

- a. Dapat dengan mudah terbakar dan meledak pada konsentrasi LEL (*Lower Explosive Limit*) 4,3% sampai UEL (*Upper Explosive Limit*) 46% dengan nyala api berwarna biru pada temperatur 500°F (260°C)
- b. Memiliki bau seperti telur busuk pada konsentrasi 0,13 – 30 ppm
- c. Massa Jenis gas H₂S sekitar 20% lebih berat dari massa jenis udara udara dengan perbandingan berat jenis antara H₂S: 1,189 dan berat jenis udara: 1 (15°C ,1atm)
- d. Dapat bercampur dengan air (daya larut dalam air 437ml/100 ml air pada 0°C; 186 ml/100 ml air pada 40°C).
- e. Gas yang beracun dan tidak berwarna / kasat mata
- f. H₂S memiliki sifat yang korosif sehingga dapat mengakibatkan karat pada peralatan logam, besi atau peralatan lainnya

Untuk memastikan pengoperasian yang aman, terdapat pedoman standar paparan H₂S yang dikenal dengan batas kontaminasi H₂S, yaitu angka ambang batas. Menurut ACGIH, TLV-

TWA/*Threshold Limit Value-Time Weighted Average*: TLV – TWA
 H₂S: 10 ppm, TLV – STEL (*Treshold Limit Value – Short Term Exposure Limit*): TLV – STEL H₂S: 15 PPM

Tabel 2.4
Kadar H₂S dan Dampak pada Kesehatan

Tingkat H ₂ S (PPM)	Efek pada Manusia
0,13	Bau yang terasa masih minimal
4,6	Mudah terdeteksi, bau terasa sedang
10	Iritasi mata
27	Bau yang tidak enak & tidak dapat ditoleransi
100	Batuk, iritasi dan kehilangan rasa penciuman setelah 2 hingga 5 menit
200-300	Terjadi konjunktivitis (pembengkakan mata) serta iritasi pada system pernapasan setelah 1 jam kontaminasi
500-700	Kehilangan kesadaran cessasi (berhenti atau berhent sejenak) system respirasi dan kematian
1000-2000	Ketidaksadaran seketika, dengan cessasi awal pernapasan dan kematian dalam beberapa menit.

Sumber: ANSI Standard No. Z37.2 (1972)

2.4.4 Carbon Monoxide (CO)

Carbon Monoxide tercipta ketika bahan atau bahan bakar yang mengandung karbon hanya dibakar sebagian. Tidak berwarna, tidak berbau, dan lebih ringan dari udara, gas ini sangat beracun dan mudah terbakar, serta berdampak pada hemoglobin 200–300 kali lebih besar dibandingkan oksigen. Mengurangi kadar oksigen dan membuat sulit bernapas.

2.5 Tinjauan Umum Tentang Hipoksia

2.5.1 Definisi Hipoksia

Semua bentuk kehidupan bergantung pada oksigen, gas paling melimpah kedua di udara setelah nitrogen. Oksigen sangat

penting untuk nutrisi sel, aktivitas metabolisme, transportasi kimia, dan menjaga keseimbangan asam-basa. Sintesis Adenosin Trifosfat (ATP) membutuhkan oksigen, yang berperan sebagai akseptor elektron. Hipoksia adalah istilah medis ketika kadar oksigen dalam darah turun terlalu rendah. Penyebab patologis hipoksia termasuk penyakit paru-paru dan infark miokard inflamasi, sedangkan penyebab fisiologis termasuk berada di ketinggian atau berolahraga. (Ferdian *et al.*, 2020)

2.5.2 Jenis-Jenis Hipoksia

Hipoksia secara luas dapat diklasifikasikan ke dalam berbagai kategori, termasuk

- a. *Hypoxic hypoxia* yaitu paru-paru yang tidak mampu menukar oksigen menghasilkan hipoksia.
- b. Hipoksemia, penurunan kadar oksigen arteri, menyebabkan hal ini. Hipoksia hipoksia dapat disebabkan oleh beberapa hal, antara lain:
 - 1) Berada di ketinggian, di tempat terlarang, atau mengalami kadar oksigen rendah—misalnya saat terjadi kebakaran atau saat tenggelam.
 - 2) Memiliki penyakit paru-paru: asma, PPOK, pneumonia, edema paru, pneumotoraks, sleep apnea, penyakit paru obstruktif kronik, kanker paru-paru, dll.

- 3) memiliki kondisi yang membuat sulit bernapas, seperti yang terjadi pada fentanil, misalnya.
- c. *Anemic hypoxia* dalam kasus ketika oksigen tidak mencapai jaringan yang diinginkan, situasi di mana aliran darah tidak mencukupi, seperti pada gagal jantung, dan hipoksia yang tidak bersirkulasi,
- d. *Histologic hypoxia* kegagalan jaringan untuk memanfaatkan oksigen yang telah tersebar.

2.5.3 Gejala *Hypoxic hypoxia*

Hipoksia merupakan kondisi yang tergolong sulit untuk dikenali. Hal tersebut dikarenakan gejalanya yang berbeda sesuai dengan penyebab dan jenisnya, kemunculan gejala hipoksia terkadang lambat.

Berikut merupakan beberapa gejala hipoksia yang paling umum terjadi:

- a. Sesak napas
- b. Napas menjadi cepat
- c. Sulit bicara
- d. Linglung atau bingung
- e. Hilang kesadaran
- f. Batuk secara terus menerus
- g. Tubuh lemas
- h. Berkeringat

2.5.4 Faktor Risiko Kejadian Hipoksia

Hipoksia dapat disebabkan oleh beberapa faktor, baik yang berasal dari pekerjaan maupun faktor yang berasal dari pekerja sendiri. Faktor penyebab kejadian hipoksia secara umum yaitu:

a. Usia

Hipoksia dapat terjadi pada semua usia, namun lebih sering terjadi pada orang lanjut usia. Sistem biologis tubuh mengalami banyak perubahan seiring bertambahnya usia, dan perubahan ini ditandai dengan perubahan progresif dan komprehensif yang terkait dengan peningkatan kerentanan terhadap berbagai penyakit. Proses penuaan setiap orang adalah unik. Sebaliknya, berbagai organ dalam tubuh manusia akan mengalami penuaan pada tingkat yang bervariasi tergantung pada variabel seperti keturunan, paparan lingkungan, dan pilihan gaya hidup.

Risiko infeksi saluran pernapasan bawah diyakini meningkat seiring bertambahnya usia karena beberapa perubahan yang terjadi secara alami pada tubuh. Perubahan fungsi paru-paru yang terkait dengan penuaan mungkin tidak terlihat di permukaan laut, namun dapat menyebabkan hipoksia saat berada di ketinggian. (Hasan and M, 2017).

b. Penurunan Oksigen di Paru-paru (Hipoventilasi)

Hipoventilasi dapat terjadi dikarenakan penurunan oksigen di paru-paru (Bhutta, Alghoula and Berim, 2022). Gangguan ini dapat berasal dari beberapa faktor berikut:

- 1) Karbon dioksida yang berlebihan
- 2) Dataran tinggi
- 3) Sumbatan jalan napas
- 4) Sedasi berlebihan
- 5) Sindrom hipoventilasi obesitas

c. Riwayat Penyakit

Pada kondisi medis tertentu dapat menyebabkan terjadinya hipoksia, seperti penyakit bronkitis kronis dan edema paru, sindrom gangguan pernapasan akut , pneumonia (Bhutta, Alghoula and Berim, 2022).

d. Jenis dan Lokasi Pekerjaan

Tempat kerja tertentu memiliki potensi menyebabkan hipoksia. Beberapa contoh diantaranya bekerja di ruang hampa udara, *Confined space*, berada di ketinggian.

Selain itu jenis pekerjaan juga berpotensi menimbulkan hipoksia. Seperti pekerjaan pengelasan di ruang terbatas, dimana pada proses pengelasan membutuhkan oksigen sebagai energy sehingga oksigen dalam ruang terbatas akan diserap dan kandungan oksigen dalam ruang terbatas akan berkurang

2.5.5 Cara Pengukuran Hipoksia

Pulse oximetry dapat digunakan untuk mengetahui tingkat saturasi oksigen tubuh. Dengan menggunakan instrumen ini, seseorang dapat mengkarakterisasi efisiensi pengiriman oksigen ke area tubuh yang secara fisik jauh dari jantung. Hemoglobin pembawa oksigen dalam sel darah merah membawa oksigen ke seluruh tubuh. Aktivitas tubuh normal dan produksi energi dari produk sampingan metabolisme keduanya membutuhkan oksigen.

Konsentrasi 95% hingga 100% dianggap normal untuk saturasi oksigen. Karena memberikan gambaran umum tentang bagaimana tubuh menyalurkan oksigen, nilai saturasi ini sangat penting untuk dilacak. Metode pemeriksaan bagi pekerja ruang terbatas sangat bergantung pada pendeteksian kadar oksigen dalam tubuh sebelum bekerja. Karena risiko hipoksia atau gangguan lain pada proses kerja, karyawan yang kadar oksigen darahnya berada di bawah batas yang disyaratkan tidak akan diizinkan untuk masuk kerja.

Penting untuk menyaring pekerja untuk mengetahui tingkat oksigen yang rendah karena memasuki ruang terbatas memerlukan energi ekstra. Ketika pekerja aktif secara fisik, konsumsi oksigen mereka meningkat, yang tidak sebanding dengan jumlah oksigen di ruangan.

Jaringan dalam tubuh tidak menerima cukup oksigen jika tingkat saturasinya di bawah 85%; nyawa pasien dalam bahaya jika tingkat saturasinya di bawah 70%, oleh karena itu pengujian dan pengobatan lebih lanjut mungkin diperlukan.

Tabel 2.5
Presentasi Nilai SPO2

Pembacaan Pulse Oksimeter	Interpreasi
95-100%	Normal
91-95%	Hipoksia Ringan
86-90%	Hipoksia Sedang
<85%	Hipoksia Berat

Sumber : (Jahan, Barua and Salma, 2020)

2.6 Tinjauan Umum Tentang Umur

Dalam studi epidemiologi, usia merupakan variabel konstan. Kemampuan menggunakan otot, terutama untuk tugas-tugas yang menuntut fisik, secara alami menurun seiring bertambahnya usia. Ketajaman penglihatan, ketajaman pendengaran, dan kecepatan refleks merupakan kapasitas kerja fisik yang biasanya menurun setelah usia tiga puluh.

Pria mencapai puncak kapasitas aerobiknya antara usia 20 dan 30 tahun, dan pada saat mereka mencapai usia 70 tahun, kapasitas mereka turun menjadi setengah dari kapasitas saat mereka berusia 20 tahun. Inilah alasan mengapa kebutuhan energi seseorang secara alami menurun seiring bertambahnya usia. . Karena hal ini mengubah cara kerja organ tubuh seperti jantung dan hormon, hal ini membuat

seseorang lebih mungkin merasa lelah dan kurang produktif dalam bekerja. (Suma'mur, 2009).

Produktivitas maksimal pekerja dapat dipengaruhi oleh usia mereka, karena mereka cenderung mengalami kelelahan pada usia yang lebih muda. (Bada, 2014).

2.7 Tinjauan Umur tentang Status Gizi

2.7.1 Pengertian Status Gizi

Status gizi merupakan ekspresi dari keadaan tubuh yang disebabkan oleh penyerapan zat makanan, makanan yang dikonsumsi, dan penggunaan energy yang dapat dinyatakan dalam bentuk variabel tertentu. Ada empat kategori status gizi: gizi kurang, gizi baik, gizi lebih, dan gizi buruk. Status gizi seseorang dapat dinilai dengan berbagai cara, antara lain melalui makanan, tinggi dan berat badan, pemeriksaan darah, dan tanda klinis kesehatan gizi.

Keadaan gizi seseorang dipengaruhi oleh tingkat pengetahuan, pendidikan, dan keterampilan keluarga. Keluarga akan lebih mungkin mengalami ketahanan pangan jika anggotanya mempunyai pendidikan, informasi, dan keterampilan yang lebih baik. Ketersediaan pangan, harga pangan, daya beli keluarga, pendidikan gizi, dan literasi kesehatan merupakan faktor-faktor yang berkontribusi terhadap ketahanan keluarga.

Penilaian Status Gizi Menurut Gibson (2005) dalam Par'I (2016) penilaian status gizi dapat dilakukan melalui lima metode, yaitu:

a. Metode Antropometri

Pengukuran bentuk dan komposisi tubuh dilakukan dengan menggunakan teknik antropometri. Antropologi berarti “manusia” dan metri berarti “pengukuran”, demikianlah asal mula istilah antropometri. Kesimpulannya, antropometri adalah ilmu dan seni mengukur tubuh manusia beserta berbagai komponennya, termasuk namun tidak terbatas pada tinggi badan, berat badan, lingkar dada, kepala, dan lengan atas. Kemudian berdasarkan jenis kelamin dan usia, hasil pengukuran antropometri dikonsultasikan.

b. Metode Laboratorium

Uji laboratorium dan penilaian fungsi fisik adalah dua komponen utama prosedur laboratorium. Pengujian biokimia melibatkan penggunaan peralatan laboratorium kimia untuk mengukur status gizi. Tujuan pengujian biokimia adalah untuk mengetahui kandungan nutrisi cairan tubuh, jaringan, atau urin.

c. Penilaian Klinis

Pendekatan klinis yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi gejala dan tanda yang berhubungan dengan gizi buruk adalah pemeriksaan fisik dan riwayat kesehatan. Gejala dan tanda yang muncul seringkali tidak jelas dan tidak dapat digunakan untuk mengidentifikasi defisit nutrisi tertentu. Untuk mengetahui gejala yang timbul akibat kelebihan atau kekurangan gizi, status gizi dapat diukur dengan menganalisis berbagai bagian tubuh. Dalam

lingkungan klinis, berbagai indera, termasuk pendengaran, ketukan, penglihatan, dan sentuhan, digunakan untuk mengumpulkan informasi.

d. Survey Konsumsi

Untuk mengetahui bagaimana gizi orang sehat, peneliti melakukan survei pola makan atau evaluasi konsumsi makanan. Secara keseluruhan, tujuan survei konsumsi pangan adalah untuk mempelajari pola makan masyarakat, jumlah pangan dan zat gizi yang diperoleh masyarakat pada tingkat kelompok, rumah tangga, dan individu, serta faktor apa saja yang mempengaruhi konsumsi pangan. (Supariasa, 2002).

e. Faktor Ekologi

Mengevaluasi status gizi berdasarkan permasalahan ekologi adalah penting karena gangguan gizi dapat timbul akibat interaksi beberapa unsur ekologi, termasuk yang berkaitan dengan biologi, fisika, dan budaya. Untuk melaksanakan intervensi gizi secara efektif, pertama-tama perlu diidentifikasi akar penyebab malnutrisi di masyarakat. Penilaian faktor ekologi mungkin dapat membantu dalam hal ini. (Supariasa, 2002).

2.8 Tinjauan Umum Tentang Masa Kerja

Lamanya suatu masa kerja adalah lamanya suatu tenaga kerja berada pada suatu lokasi tertentu. Meskipun masa kerja dapat memberikan dampak positif dan negatif terhadap kinerja, hal ini kemungkinan besar akan

memberikan dampak positif terhadap kinerja pribadi karena semakin banyak waktu bekerja maka akan semakin banyak pula pengalaman. Sebaliknya, kebiasaan akan terbentuk pada diri pekerja sebagai akibat bertambahnya masa kerja (Suma'mur, 2009).

Ada dampak baik dan buruk dari masa kerja bertahun-tahun terhadap karyawan. Semakin lama seorang pekerja bekerja, semakin mahir mereka dalam melakukan pekerjaan tersebut, semakin besar kendali yang mereka miliki terhadap pengeluaran energi karena latihan yang berulang-ulang, dan semakin mereka mengetahui posisi mana yang paling nyaman bagi mereka, yang semuanya berkontribusi terhadap produktivitas berkelanjutan mereka. Sebaliknya pengaruh negatif yang dapat terjadi bila semakin lama seorang pekerja bekerja akan menimbulkan kelelahan dan kebosanan. Semakin lama seorang pekerja bekerja maka semakin banyak pekerja terpapar bahaya yang ditimbulkan oleh lingkungan kerja tersebut.

2.9 Tinjauan Umum Tentang Alat Pelindung Diri

Istilah "alat pelindung diri" (APD) mengacu pada perlengkapan yang wajib dipakai oleh karyawan saat bekerja untuk mencegah potensi bahaya bagi diri mereka sendiri dan orang lain. Pekerja di lokasi Ruang Terbatas memerlukan APD karena kurangnya perlindungan yang memadai dari kontrol teknis dan praktik kerja membuat mereka rentan. (Direktorat Pengawasan Norma Keselamatan Kesehatan Kerja, 2006). Jenis-Jenis Alat Pelindung Diri dibagi atas:

- a. Alat pelindung mata dan wajah

Pelindung Mata dan Wajah dibagi atas Perlindungan primer berupa kacamata melindungi dari obyek yang terbang dan Pelindung sekunder merupakan kombinasi pelindung wajah kaca mata atau goggles.

Persyaratan alat pelindung mata dan wajah yaitu

- a. Memenuhi *America National Standards Institute: ANSI Z87.1-1989*,
- b. Karyawan berkacamata atau lensa preskripsi wajib mengenakan pelindung mata (*safety glasses*).

Aktivitas peleburan logam, cipratan bahan kimia, dan paparan partikel kecil dan berbahaya seperti debu adalah hal yang biasa kita lihat saat orang memakai pelindung wajah (*Face shield*), yang memberikan perlindungan menyeluruh pada wajah. Helm yang dirancang untuk melindungi kepala dan mata pemakainya dari serpihan yang beterbangan adalah bentuk lain dari FPE yang digunakan dalam pengelasan. Saat mengelas, penting untuk memakai helm las sebagai lapisan pertahanan tambahan dari radiasi berbahaya, suhu tinggi, dan kecelakaan. Salah satu tujuan utama masker wajah adalah untuk melindungi hidung dari debu dan bahan kimia berbahaya lainnya.

b. Alat pelindung pernapasan

Penggunaan alat pelindung pernapasan memberikan perlindungan terhadap berbagai potensi bahaya, termasuk kekurangan oksigen dan polusi yang disebabkan oleh partikel debu, kabut, asap, dan uap logam, serta polusi yang disebabkan oleh gas atau uap.

c. Alat pelindung kepala

Helm keselamatan adalah pelindung kepala yang dapat mencegah cedera akibat terjatuh, arus listrik, dan benda keras. Tujuan lain dari APD ini adalah untuk melindungi kepala pemakainya dari unsur-unsur yang berpotensi membahayakan seperti api, uap, panas, dingin, dan bahan kimia berbahaya, apa pun cuacanya.

Pelindung kepala yang di kenal ada 4 jenis yaitu:

- a. Kelas A: *Hard hat* kelas A dirancang untuk melindungi kepala pemakainya dari serpihan yang beterbangan dan arus listrik hingga 2.200 volt.
- b. Kelas B: *Hard hat* kelas B dirancang mampu menahan arus listrik hingga 20.000 volt dan melindungi kepala pemakainya dari proyektil yang jaraknya lebih jauh.
- c. Kelas C: *Hard hat* kelas C dirancang menjaga kepala aman dari serpihan yang beterbangan, namun tidak akan melindungi Anda dari sengatan listrik atau zat korosif.
- d. *Bumb Cap*: *Bump Cap* memberikan perlindungan yang memadai bagi kepala jika terjadi kecelakaan yang melibatkan benda tajam atau menonjol. Perangkat ini hanya dirancang untuk melindungi kepala pengguna; itu tidak menggunakan sistem suspensi apa pun.

d. Alat pelindung kaki

Untuk mencegah cedera kaki akibat benda tajam, cipratan cairan, dan jatuhnya benda berat, pekerja memakai sepatu

keselamatan. Persyaratan berikut harus dipenuhi agar pelindung kaki dianggap sesuai dengan ANSI:

- a. Sepatu berujung baja dapat menahan banyak tekanan, benturan, dan penetrasi.
- b. Sepatu terdiri dari sol non-slip dan anti-slip..
- c. Tahan terhadap bahan kimia (terbuat dari bahan seperti karet, vinil, atau plastik jahitan sintetis) Memiliki sifat antistatis, ketahanan terhadap suhu tinggi, perlindungan listrik, dan tahan air.
- d. Sepatu kombinasi
- e. Alat pelindung tangan

Mengenakan sarung tangan adalah bagian penting dari setiap program APD karena sarung tangan mencegah luka, goresan, dan luka bakar yang disebabkan oleh bahan kimia dan panas tinggi.

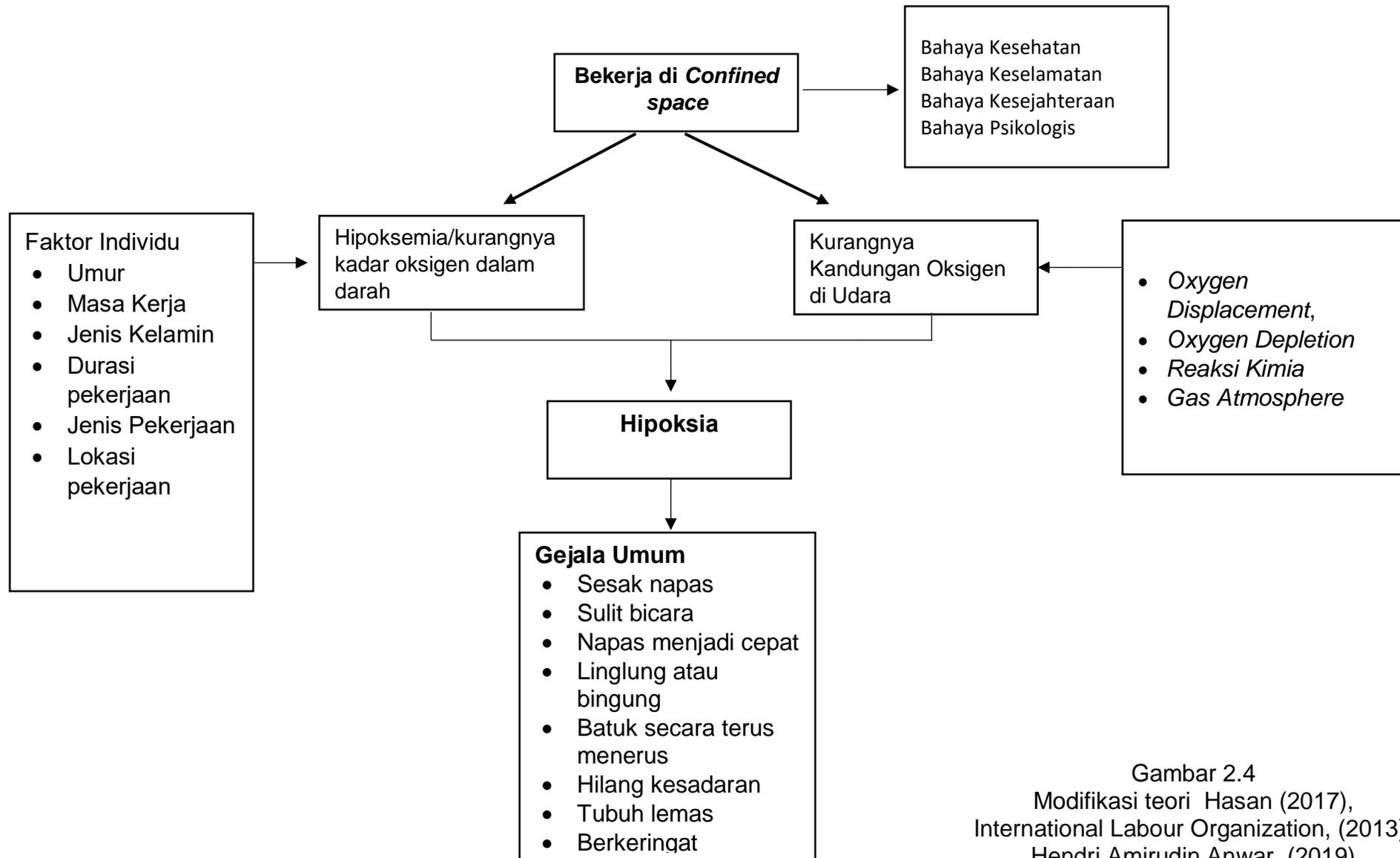
- f. Alat pelindung tubuh

Penggunaan pakaian pelindung tubuh diwajibkan sebabkan beberapa akibat yaitu

- a. Bahan kimia berbahaya
 - b. Bahaya berpotensi infeksi
 - c. Panas yang sangat kuat dan percikan logam panas dan cairan panas.
- g. Sabuk pengaman.

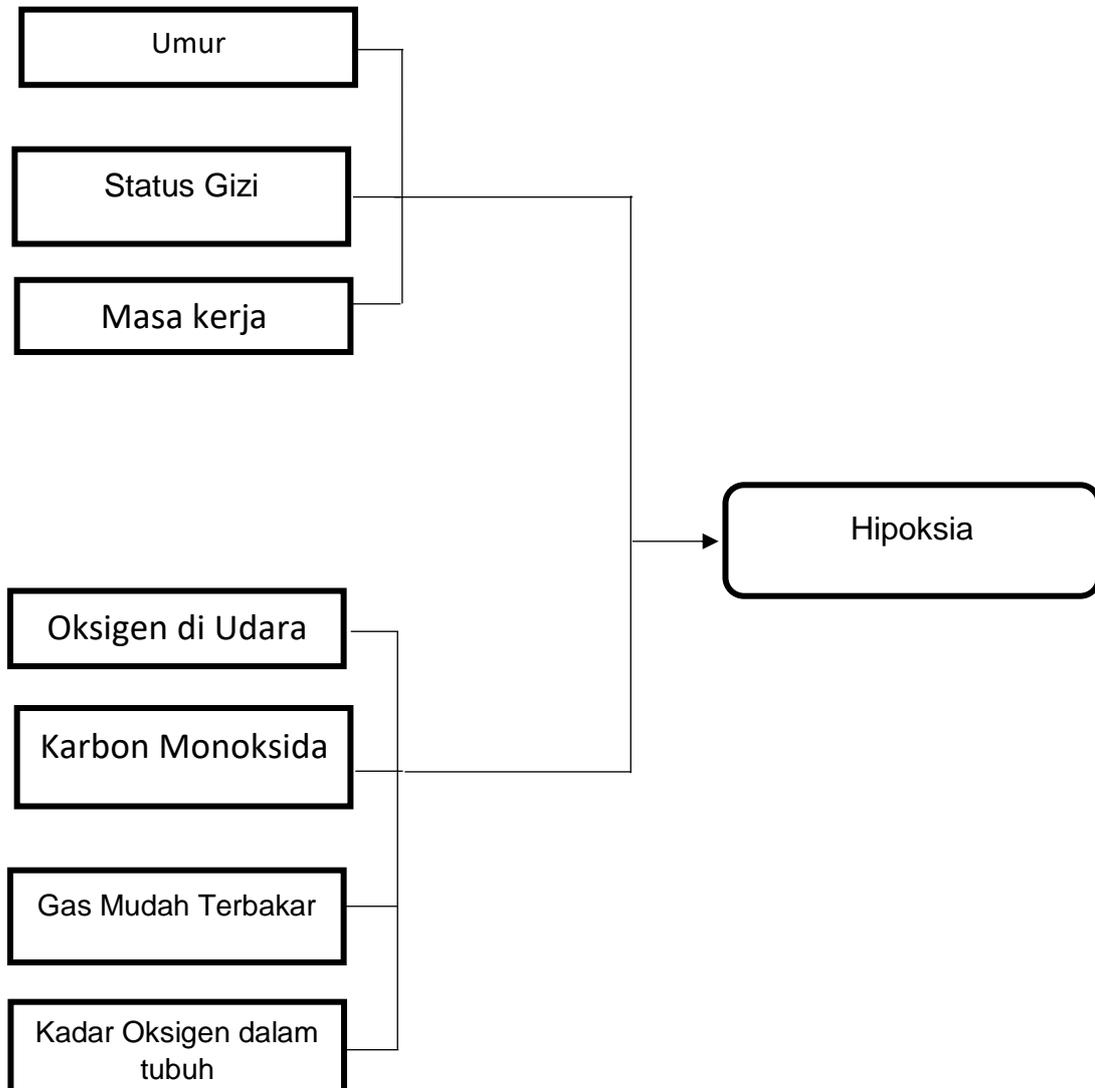
Sebagai aturan umum, sabuk pengaman dikenakan oleh pekerja konstruksi, mereka yang mendaki di ruang sempit, dan mereka yang mengoperasikan ketel uap untuk mencegah cedera akibat terjatuh. Pengemudi mobil, kereta api, kontainer, pesawat terbang, dan kendaraan lainnya wajib menggunakan sabuk pengaman yang mampu menopang beban 80 kg. Fungsi sabuk pengaman menentukan jenisnya; misalnya, fungsi gantungan unifilar berbentuk U menentukan jenisnya. Ada beberapa jenis tali pengaman: tali pengaman yang hanya menopang dada, tali pengaman yang hanya menopang dada dan punggung, dan tali pengaman yang menopang seluruh tubuh (*full body harness*).

2.10 Kerangka Teori



Gambar 2.4
Modifikasi teori Hasan (2017),
International Labour Organization, (2013),
Henri Amirudin Anwar. (2019)

2.11 Kerangka Konsep



Keterangan



= Variabel Independen



= Variabel Dependen

2.12 Hipotesis Penelitian

2.12.1 Hipotesis (H0)

- a. Tidak ada hubungan antara umur terhadap hipoksia pada pekerja di ruang terbatas (*Confined space*).
- b. Tidak ada hubungan antara status gizi terhadap hipoksia pada pekerja di ruang terbatas (*Confined space*).
- c. Tidak ada hubungan antara masa kerja terhadap hipoksia pada pekerja di ruang terbatas (*Confined space*).
- d. Tidak ada hubungan antara kadar oksigen (O₂) di Udara terhadap hipoksia pada pekerja di ruang terbatas (*Confined space*).
- e. Tidak ada p hubungan antara Kadar gas H₂S di Udara terhadap hipoksia pada pekerja di ruang terbatas (*Confined space*).
- f. Tidak ada hubungan antara kadar karbon monoksida (CO) di Udara terhadap hipoksia pada pekerja di ruang terbatas (*Confined space*).

2.12.2 Hipotesis Alternatif (H_a)

- a. Ada hubungan antara umur terhadap hipoksia pada pekerja di ruang terbatas (*Confined space*).
- b. Ada hubungan antara status gizi terhadap hipoksia pada pekerja di ruang terbatas (*Confined space*).
- c. Ada pengaruh masa kerja terhadap hipoksia pada pekerja di ruang terbatas (*Confined space*).

- d. Ada hubungan antara kadar oksigen (O₂) di Udara terhadap hipoksia pada pekerja di ruang terbatas (*Confined space*).
- e. Ada hubungan antara Kadar gas H₂S di Udara terhadap hipoksia pada pekerja di ruang terbatas (*Confined space*).
- f. Ada hubungan antara kadar karbon monoksida (CO) di Udara terhadap hipoksia pada pekerja di ruang terbatas (*Confined space*).

2.13 Definisi Operasional

2.13.1 Kadar Oksigen dalam Tubuh

Kadar oksigen dalam tubuh yang diukur dengan menggunakan alat ukur *Pulse Oximeter*.

Kriteria Objektif

Normal : 95-100%

Kurang : <95%

Sumber : (Jahan, Barua and Salma, 2020)

2.13.2 Umur

Dalam penelitian ini, usia diartikan sebagai usia kronologis pekerja, yang dinyatakan sebagai jumlah tahun antara tanggal lahir pekerja hingga hari ulang tahunnya yang terakhir.

Kriteria Objektif:

a. Umur Tua : (≥35 Tahun)

b. Umur Muda : (<35 Tahun)

Sumber: (Depkes, 2018)

2.13.3 Status Gizi

Status gizi dalam penelitian ini berdasarkan Indikator Indeks Massa Tubuh (IMT) (Malisa et al., 2021).

Kriteria Objektif

- a. Kurus : <17,0 - 18,4
- b. Normal : 18,5 – 25,0
- c. Gemuk : >25,1

Sumber: (Kemenkes RI, 2019)

2.13.4 Masa Kerja

Masa kerja seorang pekerja sejak awal bekerja sampai dengan penelitian ini dilakukan adalah jumlah tahun yang telah ia habiskan di lingkungan suatu perusahaan. (Suma'mur, 2020).

Kriteria Objektif:

- a. Tenaga kerja baru : Apabila masa kerja <3 tahun.
- b. Tenaga kerja lama : Apabila masa kerja \geq 3 tahun

Sumber: (Undang-Undang RI No 13 tahun 2003)

2.13.4 Kadar Oksigen di ruang terbatas (*Confine space*)

Kadar Oksigen dalam penelitian ini adalah kadar oksigen di dalam *Confined Space* yang diukur menggunakan alat ukur *Multi Gas Detector Merk Honeywell Gas Alert MAX XT II BW*.

Kriteria Objektif

- a. Layak = Kadar diatas 19,5 % s/d 23 %
- b. Tidak layak = Kadar dibawah 19,5%

Sumber: (Direktorat Pengawasan Norma Keselamatan Kesehatan Kerja, 2006)

2.13.5 Gas Mudah terbakar (LEL) di ruang terbatas (*Confine space*)

Kadar gas mudah terbakar (LEL) dalam penelitian ini Udara atau spesifik pada kadar gas mudah terbakar (LEL) di dalam *Confined Space* yang diukur menggunakan alat ukur *Multi Gas Detector Merk Honeywell Gas Alert MAX XT II BW*.

- a. Layak = Kadar < 25 ppm (29 mg/m³)
- b. Tidak Layak = Kadar > 25 ppm (29 mg/m³)

Sumber: (Direktorat Pengawasan Norma Keselamatan Kesehatan Kerja, 2006)

2.13.6 Hidrogen Sulfide/H₂S di ruang terbatas (*Confine space*)

Kadar hydrogen sulfida dalam penelitian ini adalah Udara atau spesifik pada kadar hydrogen sulfida di dalam *Confined Space* yang diukur menggunakan alat ukur *Multi Gas Detector Merk Honeywell Gas Alert MAX XT II BW*.

- a. Layak = Kadar ≤ 10 ppm
- b. Tidak Layak = Kadar > 10 ppm

Sumber: (Direktorat Pengawasan Norma Keselamatan Kesehatan Kerja, 2006)

2.13.7 Karbon Monoksida (CO) di ruang terbatas (*Confine space*)

Karbon monoksida di Udara yang diukur menggunakan alat ukur *Multi Gas Detector Merk Honeywell Gas Alert MAX XT II BW*.

- a. Layak = Kurang / sama dengan 35 ppm
- b. Tidak Layak = Diatas 35 ppm

Sumber: (Direktorat Pengawasan Norma Keselamatan Kesehatan Kerja, 2006)

2.13.8 Hipoksia

Kadar oksigen dalam tubuh diukur dengan menggunakan alat ukur *Pulse Oximeter*.

Kriteria Objektif

Kriteria	Kadar Oksigen dalam tubuh
Normal	95-100%
Hipoksia Ringan	91-94%
Hipoksia Sedang	86-90%
Hipoksia Berat	<85%

Sumber: (Jahan, Barua and Salma, 2020)

2.14 Matriks Penelitian

No	Peneliti (Tahun)	Judul Penelitian	Sampel	Hasil	Ket
1	Jingjing Xia, Yi Liu, Dongfeng Zhao, ue Tian, Jianguo Li, Yufa Zhong, Nitin Roy (2020)	Human factors analysis of China's <i>Confined space</i> operation accidents from 2008 to 2018	Data 120 Kecelakaan kerja di China Tahun 2008-2018	Dari 120 kasus, Kejadian keracunan gas berbahaya sebanyak 75 kasus (62,5%), fatality akibat hipoksia sebanyak 21 kasus (17,5%) , Kebakaran 10 kasus (8,3%) dan Insiden/injuri sebanyak 14 kasus (11,7%)	Journal of Loss Prevention in the Process Industries 71 (2021) 104480 (Xia <i>et al.</i> , 2021)
2	Konjin, Zahra Naghavi; Mortazavi, Seyed Bagher; Mahabadi, Hassan Asilian; Hajizadeh, Ebrahim (2019)	Exploring the Contributory Factors of <i>Confined space</i> Accidents Using Accident Investigation Reports and Semistructured Interviews	21 laporan kecelakaan ruang terbatas yang fatal dari industri minyak dan gas untuk mengidentifikasi penyebab. Wawancara dengan 2 HSE & 1 skill	Penyebab langsung kematian adalah bahaya atmosfer (udara yang kekurangan oksigen dan gas beracun) baik di dalam maupun di luar ruang terbatas adalah penyebab utama hingga 82% kematian dan juga menyumbang 89% cedera. (Naghavi <i>et al.</i> , 2019)	Journal of Safety & Health at Work.OSHR I. Volume 10, Issue 3, September 2019, Pages 305-313

3	Fajar, Vivi Cahyarini (2019)	Hubungan Faktor Lingkungan Fisik Dengan Gangguan Pernapasan Pekerja Pembuat Tongkang Di Ruang Terbatas	Semua pekerja pembuatan tongkang PT. X Kota Batam Tahun 2018 yang berjumlah 80 orang	Dari karyawan yang melaporkan masalah pernapasan, 42 (52,2%) tidak menceritakan pengalaman serupa kepada banyak orang (47,5%). Para karyawan yang pernah mengalami sakit pernafasan seperti batuk, nyeri dada, sakit tenggorokan, dan sesak nafas juga mengeluhkan hal tersebut. setiap penyakit yang ditemui karyawan di tempat kerja (Fajar and Cahyani, 2019)	Vol. 3 No. 01 (2019): Jurnal Industri Kreatif (JIK)
4	Juhee Lee, Taesun Kang (2019)	Fire fighters' Asphyxiation Incidents during <i>Confined space</i> Rescue in Korea	8 Kasus dari Data dari National Fallen Firefighters dan sumber lain dari tahun 1945 hingga 2019	Selama 73 tahun terakhir, delapan insiden yang melibatkan petugas pemadam kebakaran di Korea telah terjadi. Dalam insiden tersebut, lima petugas pemadam kebakaran tewas, dan delapan luka-luka. Penyebabnya adalah tiga kasus keracunan hidrogen sulfida, satu kekurangan oksigen, satu keracunan karbon monoksida, dan tiga sesak napas yang tidak dapat diklasifikasikan.	Journal of Korean Society of Occupational and Environmental Hygiene, 2019: 29(4): 590-602
5	Elizabeth Paula, Herri Christian Palit	Perancangan Health Risk Assessment untuk Meminimalkan	55 orang dari 10 bengkel di kota Pontianak	Tiga dari sembilan karyawan dinyatakan positif mengidap penyakit paru-paru restriktif, menurut pemeriksaan kesehatan paru-paru mereka. Bukti yang ada menunjukkan	Jurnal Kesehatan Khatulistiwa. Volume 5.

		Penyakit Akibat Kerja pada Departemen Boiler Perusahaan Makanan di Surabaya		bahwa sejumlah variabel berkontribusi terhadap perkembangan penyakit paru restriktif. Apakah pekerja merokok atau tidak dan seberapa sering mereka menghirup polusi udara merupakan contoh pengaruh internal. Fungsi paru pada petugas kesehatan dipengaruhi oleh usia dan kondisi gizi.	Nomor 1. Januari 2019
--	--	---	--	--	-----------------------