

# Penerapan Sistem Ventilasi Industri di Ruang Terbatas



Disusun oleh:  
Hendri Amirudin Anwar ST, MKKK

# AGENDA PEMBAHASAN

---

Definisi & Contoh *Confined Space* (Ruang Terbatas)

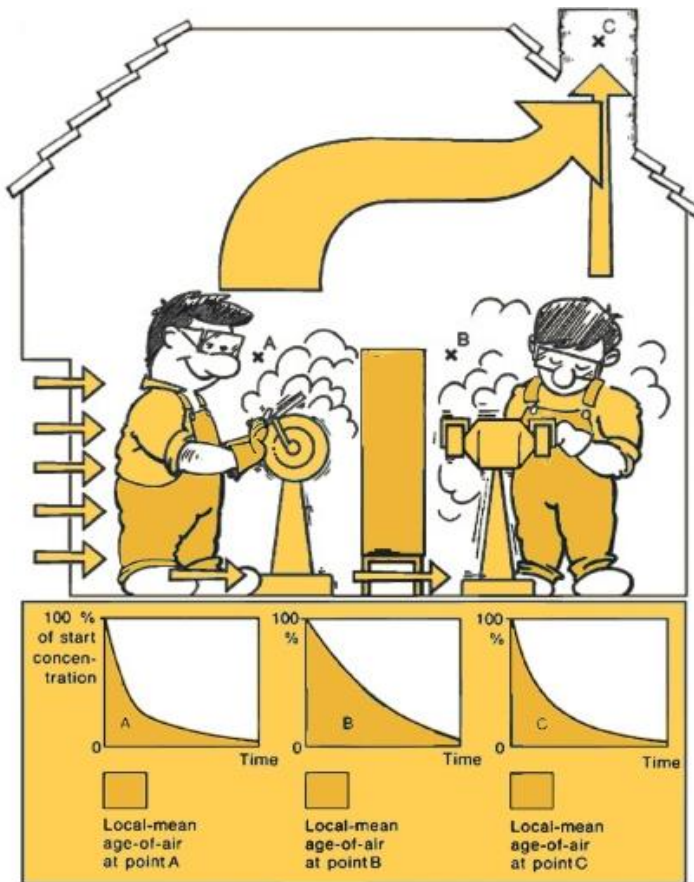
Contoh Kasus Kecelakaan di Ruang Terbatas

Potensi Bahaya di Ruang Terbatas

Pengendalian Bahaya di Ruang Terbatas

Contoh Penerapan Ventilasi Industri Saat Bekerja di Ruang Terbatas

# 1. DEFINISI CONFINED SPACE (RUANG TERBATAS)



*Confined Spaces* adalah ruang yang memiliki akses gerak dan keluar masuk yang terbatas dan tidak dirancang untuk tempat bekerja permanen, biasanya hanya difungsikan untuk penempatan / distribusi material.

# Contoh Ruang Terbatas

Tank/Tangki

Vessels/Bejana

Manholes/lubang lalu orang

Sewer

Silo

Hood/Hoppers

Vaults/bunker

Pipes/pipa

Trenches/selokan

Tunnels/terowongan

Ducts/saluran pipa

Pits/lubang dengan kedalaman min 1,5 m



# Klasifikasi Ruang Terbatas

- I. Ruang Terbatas Dengan Ijin Masuk
- II. Ruang Terbatas Tanpa Ijin Masuk

# I.I Ruang Terbatas dengan Ijin Masuk

Ijin Masuk Ruang Terbatas dibutuhkan apabila terdapat 1 dari 4 potensi bahaya

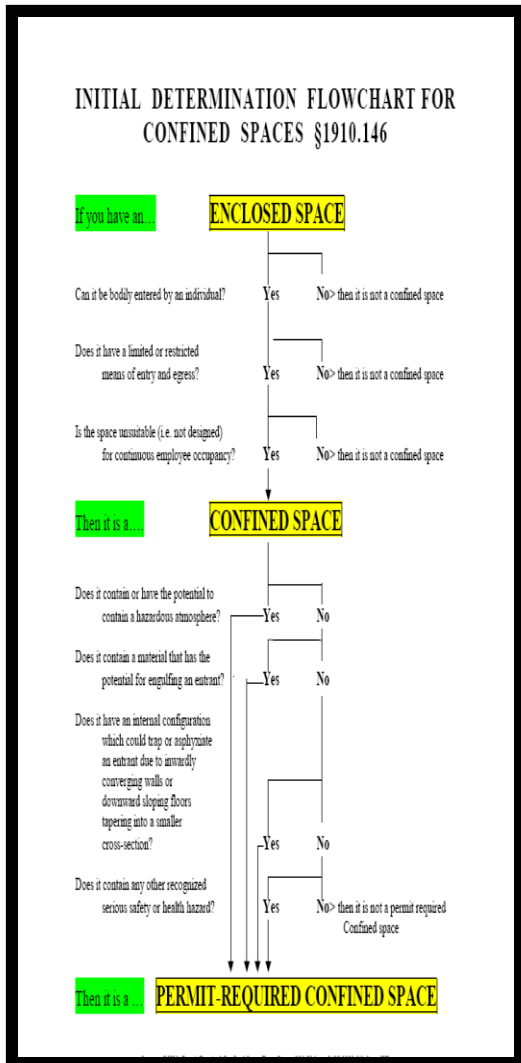


1. Terdapat potensi gas atmosfer berbahaya;
2. Terdapat bahan (cairan atau padatan) yang potensial memerangkap pekerja atau akses keluar masuk;
3. Mempunyai bentuk atau struktur yang dapat memerangkap pekerja;
4. Terdapat bahaya lain yang dapat menyebabkan cedera serius dan kematian

## I.2 Ruang Terbatas Tanpa Ijin Masuk

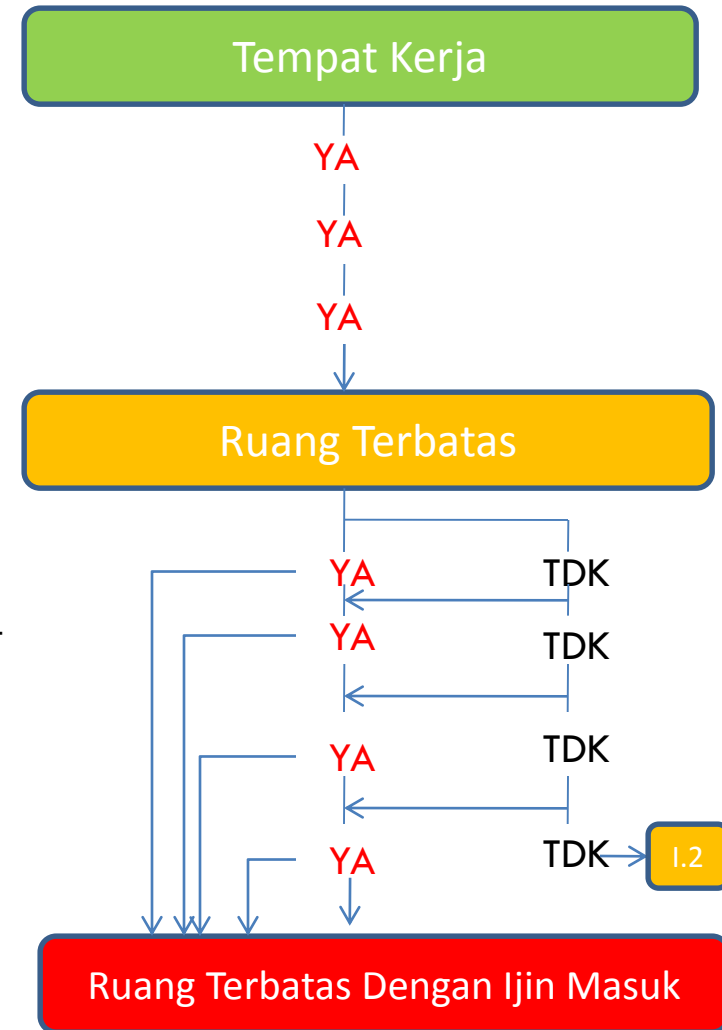
Ruang terbatas yang tidak berpotensi mengandung gas atmosfer berbahaya, substansi cair ataupun padat berpotensi yang dapat memerangkap pekerja serta mengandung bahaya lain yang dapat menyebabkan kematian ataupun cidera yang serius lainnya

# Diagram Alir Klasifikasi Ruang Terbatas (SK DJPPK No. 113/2006)



Apakah dapat dimasuki dan bekerja di dalamnya?  
 Apakah akses gerak dan keluar masuk terbatas?  
 Apakah bukan tempat kerja permanen?

Memiliki potensi gas atmosfer berbahaya?  
 Memiliki substansi cair/padat yang dapat memerangkap?  
 Memiliki struktur/konfigurasi ruang yang dapat memerangkap?  
 Memiliki potensi energi yang berakibat cedera serius dan kematian?



1.2



## 2. CONTOH KASUS KECELAKAAN DI RUANG TERBATAS

- Kecelakaan kerja di Silo PT. ISM Bogasari, Jakarta (2002)
- Kecelakaan kerja di Gorong-gorong ITC Cempaka Mas – Jakarta (2005)
- Kecelakaan kerja di Galangan Kapal - Banjarmasin, Kalimantan Selatan
- Peledakan PT. Sindopek Perotama – Sidoardjo, Jatim
- Kecelakaan kerja di tanki PT. VICO Indonesia, Kutai (2010)
- Kecelakaan kerja di bak *sludge* di area PT. Pertamina, Cilacap (2011)
- Kecelakaan kerja di *ladle turret* PT. Krakatau Steel (2012)
- Kecelakaan kerja di septic tank project Manhattan Tower (2013)
- Kecelakaan kerja di instalasi air PT. Jaya Ancol (2013)
- Kecelakaan kerja di instalasi air PT. Aetra Air Jakarta (2013)

# DUA TEKNISI ITC TEWAS DI SALURAN LIMBAH

Selasa (1/2) pukul 20.00

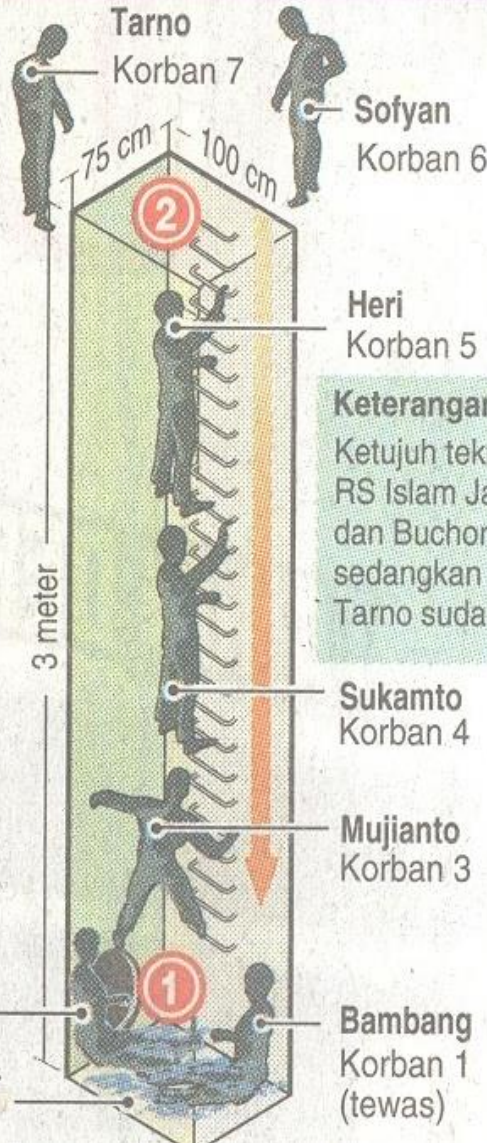
■ Melihat ada kayu di saluran pembuangan limbah, Bambang mengajak Buchori membersihkan saluran itu.

① Bambang turun lebih dulu, tapi tiba-tiba dia lemas dan terjatuh. Buchori ikut lemas ketika menolong Bambang.

② Lima rekan lainnya yang ikut turun juga tak sadarkan diri karena kehabisan oksigen.

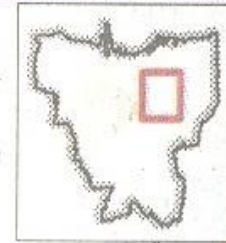
Buchori  
Korban 2  
(tewas)

Kedalaman air yang bercampur limbah ± 20 cm.



## Keterangan:

Ketujuh teknisi dibawa ke RS Islam Jakarta. Bambang dan Buchori tewas di RS, sedangkan Sofyan dan Tarno sudah pulang



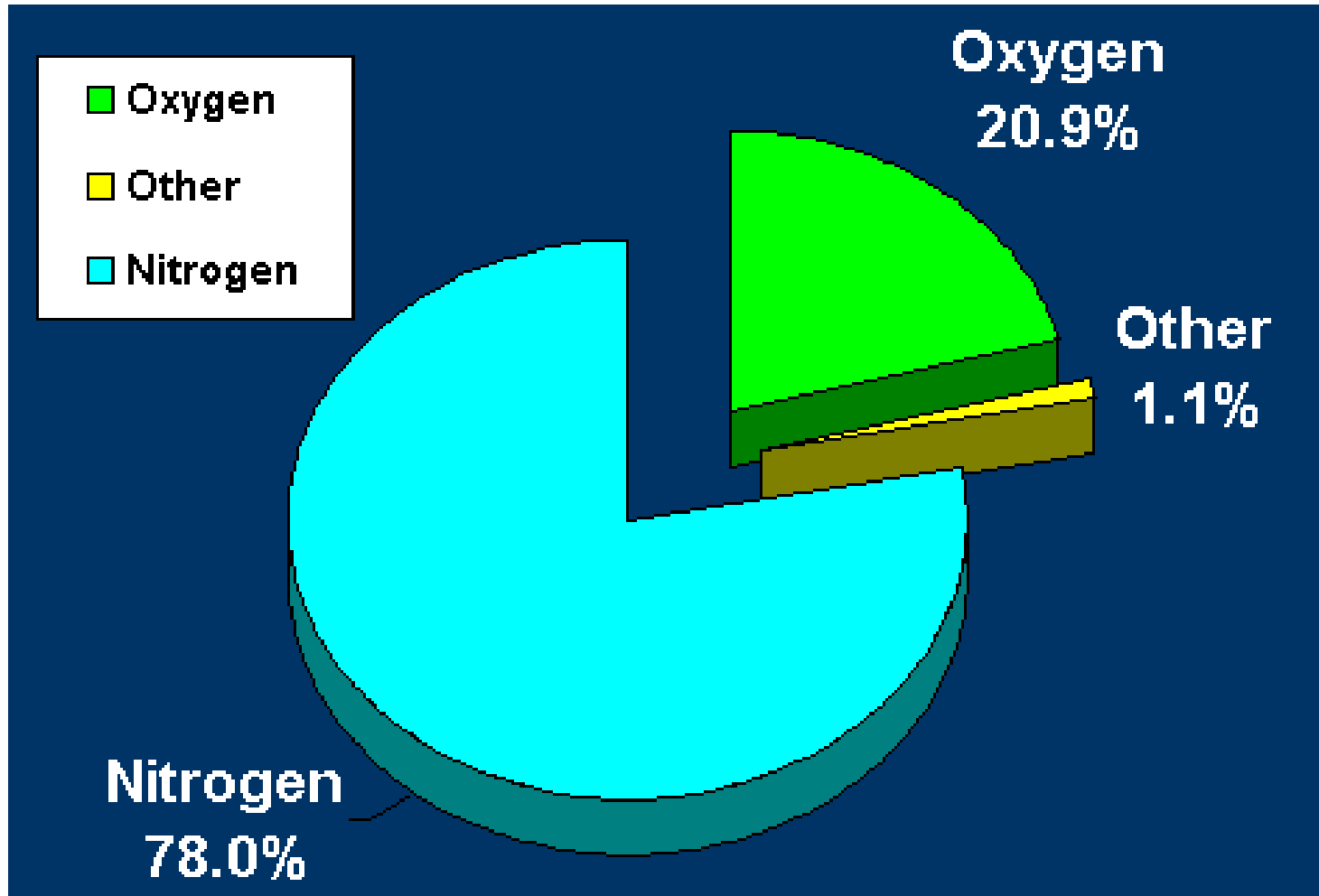
## Lantai



### 3. POTENSI BAHAYA DI RUANG TERBATAS

1. Kekurangan dan Kelebihan Oksigen
2. Bahan Mudah Terbakar dan Meledak  
Uap atau debu dalam konsentrasi yang cukup
3. Bahan Beracun  
Gas, Uap, dan fumes
4. Bahaya Temperature Extrem  
Terlalu panas / terlalu dingin

# II.1 Standar Gas Atmosfir di Udara Normal



# Kekurangan Oxygen

19.5 %	Batas minimum yang dapat ditoleransi
15 - 19%	Penurunan kemampuan untuk bekerja berat, Gangguan sistem koordinasi, Gejala awal
12-14%	Napas menjadi cepat dan dangkal. Penurunan kemampuan penilaian
10-12%	Napas menjadi cepat dan dangkal. Bibir menjadi biru
8-10%	Gangguan SSP. Lemas. Mual. Muntah. Tidak sadarkan diri
6-8%	8 menit - fatal, 6 minutes - 50% fatal 4-5 minutes –dapat pulih
4-6%	Koma dalam 40 detik. Kematian

# Oksigen Defisiensi (Asphyxian)

## Aspiksia Fisik dan Aspiksia Kimia

Kurangnya oksigen dalam Ruang Terbatas dapat diakibatkan oleh konsumsi atau perpindahan.

*Konsumsi* oxygen dapat terjadi selama

- Pembakaran unsur flammable.
- Proses bakterial, seperti dalam proses fermentasi.
- Reaksi kimia seperti dalam pembentukan karat

# Kelebihan Oksigen

Volume Oksigen di udara lebih dari 23,5%.

- Memicu kebakaran dan peledakan  
Hair, clothing, oil soaked materials
- Jangan pernah menggunakan O<sub>2</sub> murni untuk ventilasi.
- Jangan menyimpan tanki gas bertekanan didalam ruang terbatas

## II.2 Bahan Mudah Terbakar dan Meledak

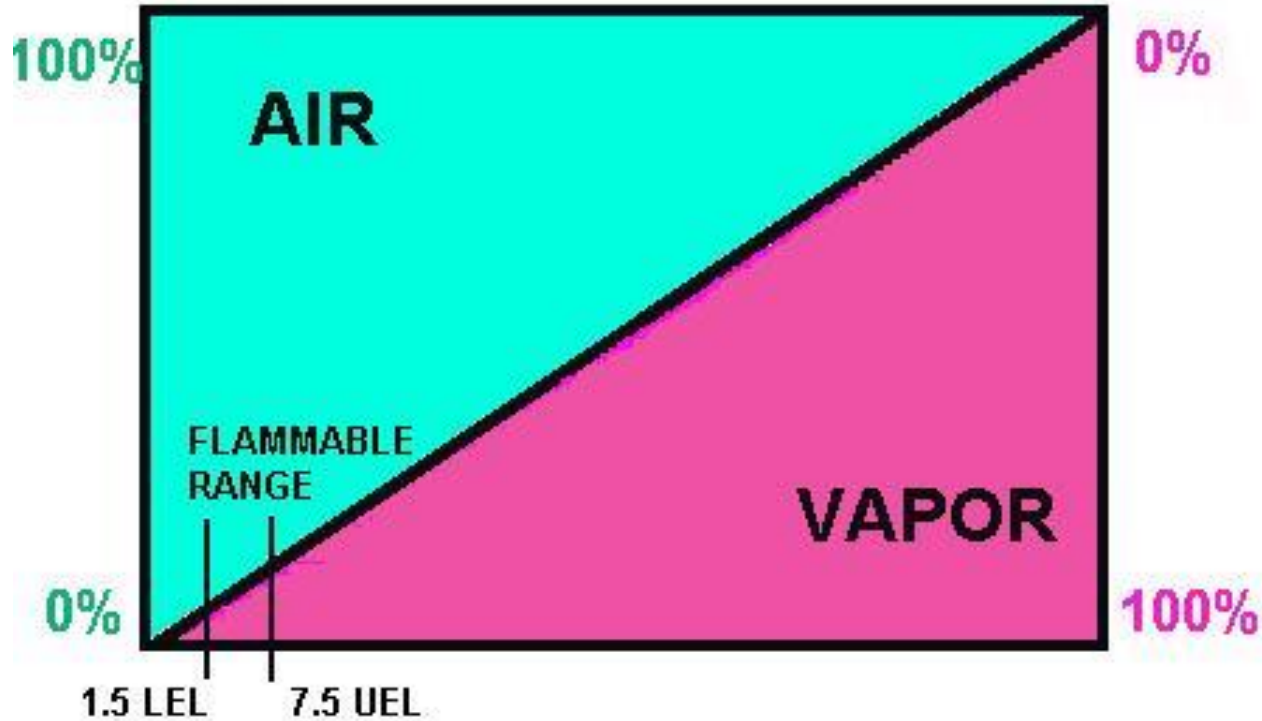
Faktor yang mempermudah:

- Oksigen
- Gas, uap dan debu mudah terbakar
- Sumber pemantik
  - Welding
  - Electric Tools
  - Sparks
  - Smoking



- ▶ **BADM** % Upper Explosive Limit
- ▶ **BRDM** % Lower Explosive Limit
- ▶ **ALARM** at 10% LEL

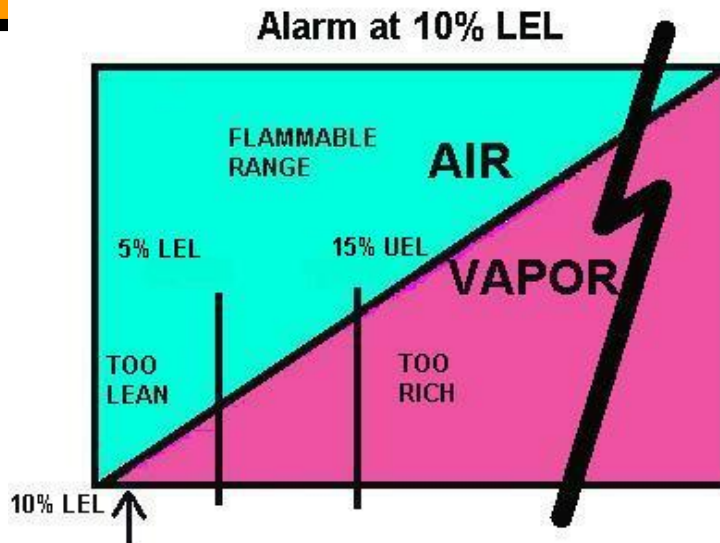
### Flammable Limits



Example:  
Gasoline

# Methane

- Terdapat di alam, di rawa atau lumpur
- Akibat kebocoran gas atau pembusukan bahan organik
- Tidak berwarna, tidak berbau dan mudah terbakar
- BRDM = 5%; BADM = 15%



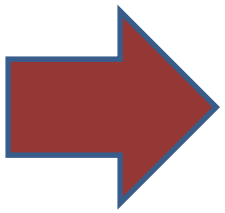
## II. 3 Bahan Beracun

- ❑ Bahan yang alamiah di RT
  - Bahan absorpsi menyebabkan “gas off”.
  - Bahan dekomposisi organik
- ❑ Pekerjaan yang dilakukan di RT
  - Welding, cutting, brazing, soldering.
  - Painting, scraping, sanding, degreasing.
  - Sealing, bonding, melting.
  - Cleaning, descaling

# Bahan Korosif

Lingkungan yg korosif tidak hanya akan merusak saluran pernafasan, akan tetapi juga merusak kulit dan sistim persyarafan **Contoh bahan Korosif**

- Bleach
- Ammonia
- Acids



▶ Ppm=Bpj  
per juta

parts per million = bagian

1% = 10,000 ppm

▶ TLV=NAB

Threshold Limit Value = Nilai  
Ambang Batas

▶ TWA=Rata2

8-hour Time Weighted Average

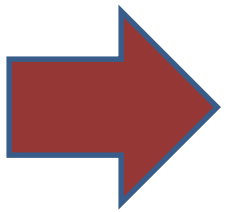
▶ STEL=PSD  
min)

Short Term Exposure Limit (15

# Carbon Monoxide (CO)

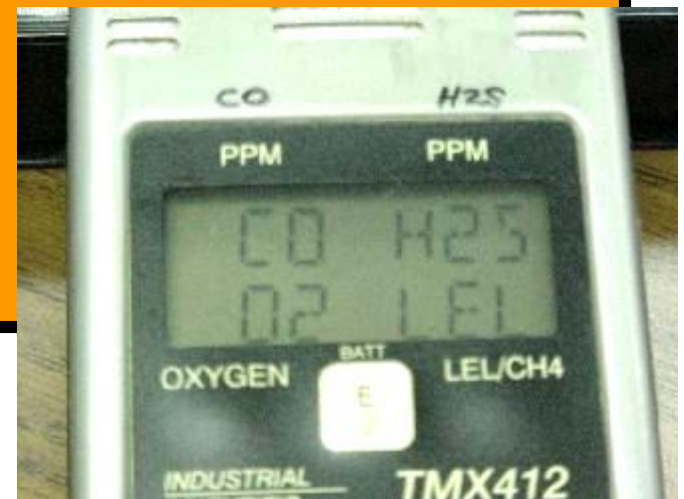
- Tidak berbau dan berwarna
- Sedikit lebih ringan dari udara
- Penyebab asfiksia kimia
- Sumber utama: pembakaran tidak sempurna dari bahan organik
- Gasoline-hasil pembakaran mesin
- NAB rata-rata = 25 ppm (29 mg/m<sup>3</sup>)

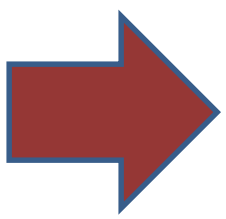




# Hydrogen Sulfide (H<sub>2</sub>S)

- Gas pada saluran pembuangan, berbau (seperti telur busuk)
- Bau terdeteksi pada: 0.02-0.2 ppm
- Tidak berwarna, mudah terbakar
- Lebih berat dari udara
- NAB rata-rata = 1 ppm  
NAB PSD = 5 ppm





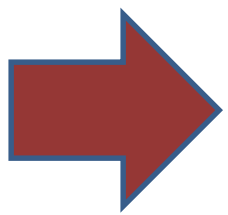
# Multi Gas Meters

- Multi-gas meter untuk pengujian udara dalam ruang terbatas



- Setiap alat mempunyai fitur dan karakteristik operasional khusus. Alat ini mengukur kadar oksigen, kemungkinan daya ledak/ terbakarnya, serta kadar CO dan (H<sub>2</sub>S)





# Contaminants

CONTAMINANT	ALARM CONCENTRATIONS
<b>O<sub>2</sub></b> (oxygen)	<19.5 %
<b>O<sub>2</sub></b> (oxygen)	>23 %
<b>CO</b> (carbon monoxide)	35 ppm
<b>CO<sub>2</sub></b> (carbon dioxide)	5000 ppm
<b>H<sub>2</sub>S</b> (hydrogen sulfide)	10 ppm
<b>Cl<sub>2</sub></b> (chlorine)	0.5 ppm
<b>NO<sub>2</sub></b> (nitrogen dioxide)	3.0 ppm
<b>NO<sub>x</sub></b> (oxides of nitrogen)	3.0 ppm
<b>CH<sub>4</sub></b> (methane)	>10% lower explosive limit
<b>NH<sub>3</sub></b> (ammonium)	25 ppm concentration
<b>O<sub>3</sub></b> (ozone)	0.1 ppm
<b>Flammable or combustible gas</b>	10 % lower explosive limit
<b>Particulate</b>	>10 % minimum explosive

## II.4 Temperature Hazards

Suhu ruangan yang tinggi atau terlalu rendah dapat mengakibatkan:


Luka bakar

Frosbite

Heat Stress

Penggunaan pakaian pelindung dapat meningkatkan risiko Heat Stress

Suhu dalam Ruang Terbatas	Lama Pajanan
30°C	3 Jam
32°C	2 Jam
35°C	1 Jam
37°C	30 Menit
41°C	20 Menit
44°C	15 Menit

A 3D digital rendering of an industrial yard. In the center, a large rectangular ISO tank is partially submerged in a shallow, rectangular pit. To the left, there are several smaller, dark-colored ISO tanks stacked on a metal frame. In the foreground, three stylized human figures are standing on the ground. The background features a red building on the left and a wall of colorful blocks (red, blue, yellow, green) on the right, with trees behind it. The sky is a clear, light blue.

**CASE STUDY 5:**  
Solvant Vapour Poisoning  
In ISO Tank

## 4. PROGRAM PENGENDALIAN BAHAYA DI RUANG TERBATAS

1. **Reclassification**-Hazards Eliminated

2. **Alternate Entry**-Hazards Controlled  
(by continuous forced air ventilation)

3. **Permit Space Entry**-Hazards  
Cannot be Eliminated nor Controlled

## 2. Alternate Entry with Continuous Ventilation



# 1. Reklasifikasi

- eliminasi terhadap setiap potensi bahaya utama di ruang terbatas.
- REKLASIFIKASI HANYA DAPAT DILAKUKAN ATAS DASAR SUATU PENILAIAN / *ASSESSMENT*
- Penilaian ulang secara berkala setiap terjadi perubahan pada ruang terbatas tersebut yang memungkinkan munculnya sumber bahaya baru.
- Penetapan pimpinan perusahaan berdasarkan rekomendasi dan penilaian AK3

## 2. Ventilasi

- Pertimbangkan penggunaan sistem tarik atau dorong atau kombinasi
- Sediakan ventilasi tarik dorong untuk area pengelasan
- Rencanakan titik dan jalur untuk pompa tarik dan dorong
- Pastikan tidak terjadi resirkulasi udara kotor
- Gunakan sistem ventilasi bertekanan secara terus menerus
- Lakukan pengujian berkala terhadap kualitas atmosfer sebelum dan selama pekerjaan berlangsung



# 3. Ijin Kerja

- Program dan prosedur tertulis
- Spesifikasi ijin
- Spesifikasi pelatihan
- Spesifikasi Petugas Madya
- Spesifikasi Supervisor /Pengawas Lapangan
- Spesifikasi Teknisi Deteksi Gas
- Spesifikasi Tim Penyelamat

# Sistem Ijin Kerja

- Permohonan
- Pemeriksaan
- Pengesahan
- Penerbitan
- Pemasangan
- Pemantauan
- Pembatalan

# Tugas dan Tanggung Jawab Personil

## Petugas Utama:

1. Memahami setiap potensi bahaya, tanda atau gejala serta konsekuensi terkait dengan pekerjaan di ruang terbatas;
2. Menggunakan peralatan dan perlengkapan kerja sesuai prosedur;
3. Melakukan komunikasi secara berkesinambungan dengan petugas madya;
4. Memberitahu petugas madya bila mengetahui adanya perubahan kondisi yang berbahaya;
5. Melakukan tindakan antisipatif untuk menyelamatkan diri;

# Tugas dan Tanggung Jawab Personil

Petugas Pendamping/Madya:

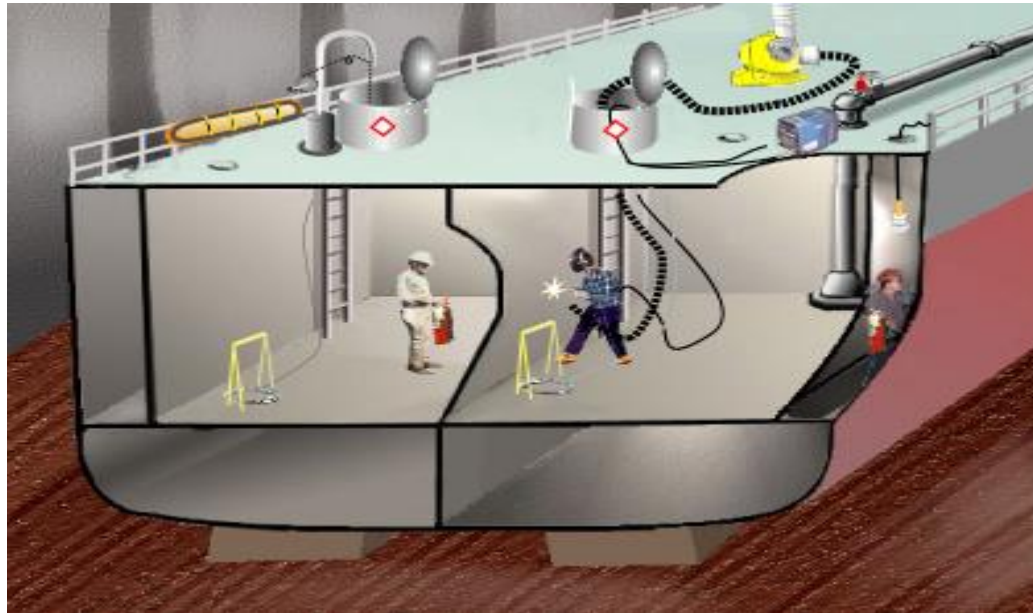
1. Memahami setiap potensi bahaya, tanda atau gejala serta konsekuensi terkait dengan pekerjaan di ruang terbatas;
2. Memantau setiap potensi bahaya dan pekerjaan di dalam dan di luar ruang terbatas;
3. Memastikan dan mengawasi jumlah petugas utama yang berada di ruang terbatas;
4. Memastikan tetap berada di luar ruang terbatas selama petugas dan pekerjaan di ruang terbatas berlangsung;
5. Melakukan komunikasi secara berkesinambungan dengan petugas utama;
6. Memanggil tim penyelamat dalam kondisi darurat;
7. Melakukan tindakan penyelamatan yang dimungkinkan tanpa memasuki ruang terbatas;
8. Tidak melakukan tugas lain yang mungkin akan mengganggu tugas utamanya untuk memantau dan melindungi petugas utama

# Tugas dan Tanggung Jawab Personil

## Petugas Penyelamat:

1. Memahami setiap potensi bahaya, tanda atau gejala serta konsekuensi terkait dengan pekerjaan di ruang terbatas;
2. Melakukan komunikasi secara berkesinambungan dengan petugas madya, dan Ahli K3;
3. Melakukan tindakan penyelamatan sesuai prosedur;
4. Meningkatkan kemampuan diri untuk tugas-tugas penyelamatan;

## 5. CONTOH PENERAPAN SISTEM VENTILASI INDUSTRI SAAT BEKERJA DI RUANG TERBATAS



*Gambar , Las di Ruang Terbatas*

Las di Ruang Terbatas, seperti pada gambar ruang yang tidak dimaksudkan sebagai tempat kerja biasa , dan telah membatasi cara masuk / keluar

## Elemen kunci dari pengelasan yang aman di ruang terbatas meliputi :

1. Local exhaust ventilation untuk mengendalikan debu beracun/asap/gas dan uap dajika tidak dikendalikan akan memberikan dampak kesehatan (suhu udara lembab berakibat operator menjadi cepat lelah, sesak napas) .
2. Sewaktu proses pengelasan berlangsung terdapat gas – gas yang berbahaya,gas mudah meledak, bahaya kebakaran, cahaya panas/heat stress, bahaya sinar yang perlu dimonitor/diperhatikan , yaitu berupa :

## Elemen kunci dari pengelasan yang aman di ruang terbatas meliputi :

- Gas karbon monoksida ( CO ) .afinitas yang tinggi terhadap haemoglobin ( Hb ) yang akan menurunkan daya penyerapannya terhadap oksigen .
- Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) .membahayakan operator terutama tempat pengelasan pada ruang terbatas.
- Gas Nitrogen monoksida (NO), akan bereaksi dengan haemoglobin (Hb)seperti halnya gas CO. Hal ini menyebabkan kekurangan oksigen yang dapat membahayakan sistem syaraf.
- Gas nitrogen dioksida ( NO<sub>2</sub>) memberikan rangsangan yang kuat terhadap mata dan lapisan pernafasan, menyebabkan sakit mata dan batuk–batuk pada operator , jangka waktu yang lama akan berakibat operator menderita penyakit TBC atau paru–paru
- Gas-gas beracun yang terbentuk karena penguraian dari bahan pembersih dan pelindung terhadap karat .



- **Bahaya Ledakan.**
  - Bahaya ledakan yang sering terjadi pada proses pengelasan produk yang berbentuk tangki atau bejana bekas tempat penyimpanan bahan – bahan yang mudah menyala atau terbakar
- **Bahaya Kebakaran.**
  - Proses pengelasan selalu berhubungan dengan api sehingga bahaya kebakaran sangat mungkin terjadi mengingat proses ini sangat berhubungan erat dengan api dan gas yang mudah terbakar
- **Bahaya Percikan Api / Panas.**
  - Bahaya dari percikan api atau panas akan berakibat bahaya kebakaran, tetapi bahaya lainnya adalah pada operator las sendiri yang terkena luka bakar atau sakit mata . Untuk itu operator selalu dianjurkan menggunakan alat –alat pelindung seperti: sarung tangan, apron, sepatu tahan api, kaca mata las, topeng las
- **Bahaya Sinar .** Selama proses pengelasan akan menimbulkan cahaya, sinar ultra violet dan sinar infra merah yang berbahaya

## DAFTAR PUSTAKA

- American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Industrial Ventilation, a Manual of Recommended Practice . 1988. Industri Ventilasi, Manual Praktek Fitur. 20th ed
- Bambang, P., 1992, Teknologi Mekanik, Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Canadian Centre for Occupational Health and Safety(CCOHS), [Copyright](#) ©1997-2010 , [Canadian Centre for Occupational Health & Safety](#)
- Edited By ,Esko Tahti, TAKE Suomen Talotekniikan Kehityskeskus Oy, Helsinki, Finland
- Harsono, Toshie, 1996, Teknologi Pengelasan Logam,. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Industrial ventilation design guidebook, Oleh Howard D. Goodfellow,Esko Tähti,copy right-2001, Howard Goodfellow, University of Toronto and Stantec Global
- Robert, W.,K., 1993, Dasar-dasar Pengelasan, Erlangga.
- Tan, H., L., 1992, Welding Gas, ATMI Solo Press.
- Technologies Ltd., Mississauga, Ontario, Canada

# Terima kasih & Sampai Jumpa di Pertemuan Selanjutnya

