

BEKERJA AMAN DI DALAM RUANG TERBATAS

Oleh : Martono *)

ABSTRAK

Proses identifikasi bahaya dalam ruang terbatas dan pemenuhan akan prosedur memasuki ruang terbatas merupakan faktor krusial dalam menjamin keselamatan pekerja. Konsentrasi gas-gas beracun, kandungan oksigen yang rendah, adanya uap-uap yang dapat terbakar dan bahaya khusus senantiasa menyertai di dalam ruang terbatas. Pemahaman dimulai dari kemampuan setiap pekerja dalam mengidentifikasi kategori bekerja di dalam ruang terbatas, potensi bahaya, tahap persiapan untuk pengamanan, termasuk isolasi energi berbahaya yang berkaitan dengan pekerjaan di dalam ruang terbatas, tim kerja yang diperlukan, tugas dan tanggung jawabnya serta kompetensi dan keahlian yang diperlukan, pengamanan selama memasuki atau melaksanakan pekerjaan di dalam termasuk bagaimana mempertahankan kondisi atmosfer dalam yang memenuhi syarat dan memonitor kondisi atmosfer tersebut, peralatan yang diperlukan, alat pelindung diri yang harus digunakan serta tindakan penanggulangan keadaan darurat dalam ruang terbatas.

Kata Kunci : ruang terbatas, prosedur memasuki ruang terbatas

1. Pendahuluan

Ruang terbatas adalah ruang yang cukup besar dimana seorang pekerja dapat memasukinya sebagian atau seluruh badannya dan mengerjakan tugasnya di dalam ruang terbatas tersebut. (*OSHA General Industry Definition 29CFR 1910.146*), Ruang terbatas juga mempunyai keterbatasan dalam jalur masuk maupun keluar, yang tidak dirancang untuk tempat tinggal atau keadaan dimana satu atau lebih resiko berikut ini:

- Konsentrasi oksigen diluar dari batas oksigen yang aman
- Konsentrasi pencemar udara yang dapat kehilangan kesadaran atau sesak nafas (*asphyxiation*)
- Konsentrasi dari pencemar udara yang mudah terbakar
- Tertimbun benda padat yang berjatuh atau meningginya tingkat zat cair yang dapat menyebabkan mati lemas ataupun tenggelam

2. Kategori Ruang Terbatas

2.1. Kategori Ruang Terbatas

Kategori ruang terbatas terdiri atas :

1. Ruang Terbatas dengan keharusan mempunyai izin masuk yang mempunyai sifat antara lain:
 - Berisi / berpotensi menyimpan udara berbahaya, seperti kekurangan maupun terlalu tinggi kadar oksigen, adanya udara beracun ataupun yang bersifat iritasi terhadap manusia.
 - Berisi bahan yang berpotensi menghambat jalur masuk / keluar.
 - Mempunyai bentuk tertentu yang dapat membuat seseorang yang masuk terperangkap atau terhimpit dinding dan berpotensi terdorong masuk ke dalam lubangnya seperti galian tanah.
 - Berisi bahan-bahan atau peralatan yang berbahaya secara fisik seperti peralatan mekanikal, listrik, cairan atau gas, panas atau dingin, atau bahan-bahan yang juga berbahaya untuk kesehatan.

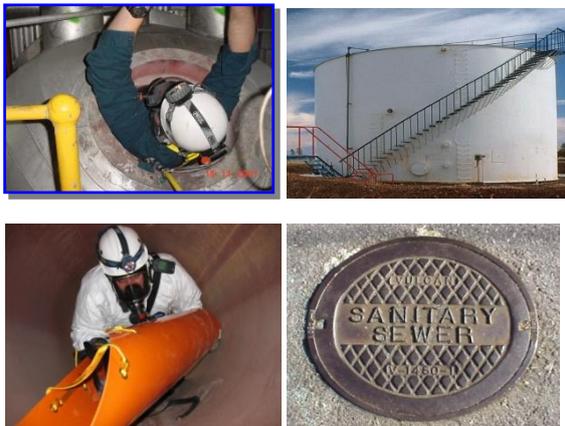
Seluruh izin masuk ruang terbatas yang dikeluarkan harus disertai dengan tanda-

tanda yang dipasang di sekitar jalan masuk dan keluar.

2. Ruang terbatas tanpa diperlukan izin masuk
 - Mempunyai sifat tidak mengandung zat-zat berbahaya tetapi terdapat benda-benda yang dapat menyebabkan kematian atau cedera berat, seperti hal jatuhnya plafon atau benda bergerak.

Contoh-contoh Ruang terbatas:

- Tanki
- Lubang masuk (*Manholes*)
- Saluran air kotor bawah tanah (*Sewers*)
- Ketel pemanas (*Boilers*)
- Tungku pembakaran (*Furnaces*)
- Bak (*Bins/ Corong penuang Hoppers*)
- Ruangan besi
- Pipa
- Parit
- Terowongan
- Saluran udara

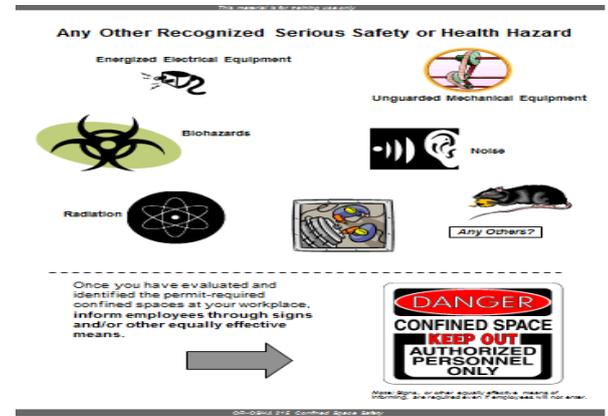


Gambar 1. Contoh Ruang terbatas

Kejadian / kecelakaan di dalam ruang terbatas:

1. Adanya peralatan mekanikal yang bekerja tanpa disengaja.
2. Cairan dan gas yang berbahaya masuk ke ruangan melalui kerangan yang terbuka tanpa disengaja.
3. Udara yang berbahaya di dalam ruangan.
4. Tidak ada petugas jaga di luar ruangan.

5. Penyelamatan dan tindakan darurat yang kurang terencana dengan baik.
6. Ventilasi yang kurang sehingga terjadi dehidrasi.



Gambar 2. Bahaya lain di dalam ruang terbatas

3. Identifikasi Potensi Bahaya

Bahaya-bahaya yang terkait dengan pekerjaan dalam ruang terbatas adalah:

- bahaya energi mekanis
- Kekurangan atau kelebihan oksigen <math>< 19,5\%</math> atau $> 23,5\%$.
- cairan, gas dan uap mudah terbakar (Metana, Hidrogen, Asetilen, Propana, dan lain-lain).
- cairan, gas dan uap beracun: CO, H₂S, asap dari pengelasan, bahan yang bersifat merusak (korosif), air raksa.
- bahan radioaktif: instrumen, NORM (Normally Occuring Radioactive Material)
- endapan besi sulfide.
- bahaya listrik.
- kebisingan atau getaran.
- bahaya permukaan (licin, tersandung, jatuh).
- pekerjaan di ruang terbatas sering kali, termasuk pemanjatan, bekerja di lingkungan yang sulit, berdiri pada permukaan lantai yang licin.
- suhu atau kelembaban ekstrim.
- tertutupnya jalan masuk/ke luar.
- bahaya listrik statis.

- masuknya bahan berbahaya melalui saluran atau pipa.
- runtuhnya galian.
- permukaan licin, tersandung dan jatuh dari ketinggian.
- potensi benda-benda jatuh
- ketegangan karena panas: Sering beristirahat dan banyak minum air.
- asap (uap logam) dari las potong las listrik: Sediakan ventilasi yang mencukupi selama pekerjaan berlangsung. Kumpulan uap berbahaya dan uap logam dapat menimbulkan gas inert yang dapat membuang oksigen dari tempat itu.

4. Prosedur Masuk Ruangan Terbatas

4.1. Persiapan dan Perencanaan Memasuki Ruangan Terbatas

- Tidak ada pekerja yang diijinkan memasuki ruang terbatas kecuali mereka telah dilatih dan diberi kewenangan untuk mengerjakan pekerjaan tersebut oleh Supervisor.
- Supervisor harus membicarakan dengan para pekerja tentang persiapan yang tepat untuk memasuki ruang terbatas, yakni berkaitan dengan bahaya.
- Seluruh pekerja harus diberi tahu bahan-bahan apa saja yang terkandung di dalam ruang terbatas, juga setiap bahaya yang mungkin dapat ditemukan dan pula tatacara pertolongan pertama yang tepat.

4.2. Persiapan dan Pelaksanaan Isolasi

Sistem ruang terbatas harus diisolasi dari energi berbahaya di sekitarnya termasuk energi proses dan energi listrik.

- Identifikasi sistem isolasi yang akan digunakan, termasuk peninjauan data-data dalam Ruang terbatas yang akan dimasuki. Data-data tersebut meliputi:
 1. Nomor dan letak peralatan / vessel.
 2. Diagram bagian-bagian dalamnya.
 3. Daftar isolasi / Lock-Out Tag-Out.
 4. Data produk atau material yang berada dalam sistem yang akan dimasuki.

4.3. Pembersihan dan Pembuangan Gas dan Cairan dalam Ruang terbatas

Setelah isolasi energi berbahaya dilakukan, ruang terbatas harus dibersihkan dari gas-gas dan cairan berbahaya

- Tekanan dalam sistem ruang terbatas diturunkan (depressurize) hingga mencapai tekanan atmosfer melalui saluran pembuangan gas (vent system).
- Buang sisa cairan melalui sistem saluran pembuangan (drain system).
- Lakukan pembersihan gas (purging) dengan gas inert (N₂ atau CO₂) hingga berada di bawah daerah mudah terbakar (Metana misalnya, di bawah 5% kadar gas Metana dalam Ruang terbatas).
- Setelah mencapai titik di bawah sifat mudah terbakar (LEL), udara baru boleh dihembuskan

4.4. Pasokan Udara

- Ruang terbatas harus diventilasi terus menerus menggunakan ventilasi alami, udara bertekanan, kipas angin (fan) atau blower bila diperlukan. Apabila memungkinkan, ventilasikan ke bagian paling atas guna memudahkan gas-gas ringan untuk lepas ke udara dan mencegah kemungkinan terbentuknya alur perangkap di bagian paling bawah.
- Dikarenakan gas-gas dapat bocor dan masuk ke ruang terbatas atau terjadi kekurangan oksigen, sumber ventilasi harus dijaga selama seseorang berada di dalam ruang terbatas.
- Apabila Ruang terbatas mempunyai bagian yang terbuka diatas dan dibawah, pasokan udara disalurkan melewati bagian yang terbuka dibagian atas dan kipas hisap dipasang di bagian bawah ruangan, untuk menarik udara dari bagian atas melewati ruangan dan keluar dari bagian bawah ke udara bebas.
- Apabila ruang terbatas tidak mempunyai bagian-bagian yang terbuka di atas dan di bawah, bagian yang terbuka harus ditentukan dan kipas angin harus dipasang untuk meniupkan udara kedalam ruangan. Kandungan oksigen

harus masih tetap terbaca antara 19,5 – 23,5% sebelum memasuki ruang terbatas diizinkan.

4.5. Tata Cara Sebelum Memasuki Ruang terbatas

- Seluruh saluran, termasuk saluran pembuangan yang terhubung dengan Ruang terbatas, harus diperiksa sesuai dengan kemungkinan adanya bahaya-bahaya. Yakinkan bahwa seluruh saluran pembuangan dalam keadaan tertutup / terisolasi.
- Hanya lampu senter yang sudah diklasifikasikan aman, atau lampu gantung (lampu jalan) dengan kabel berisolasi tebal yang boleh dipakai di area ruang terbatas seperti lubang, saluran pembuangan, sumur basah, tanki, dan lain-lain. Lampu senter biasa atau lampu pijar yang tidak memakai pelindung adalah sangat berbahaya dikarenakan percikan api dari saklar atau terpaparnya filament panas dari lampu terhadap bahan yang mudah terbakar maka itu akan bisa menyala dan meledak.
- Setiap pekerja harus membaca tata cara memasuki ruang terbatas dan meminta izin masuk ruang terbatas dari supervisor serta harus mengenakan seluruh peralatan pelindung diri yang diperlukan.
- Sebelum membuka tutup lubang (manhole), keadaan udara disekitarnya harus dipantau untuk meyakinkan bahwa kandungan oksigen di udara adalah berada diantara 19,5 – 23,5% dan gas-gas yang mudah terbakar tidak boleh melebihi batas paparan aman untuk kesehatan. Catat bacaan yang dicapai pada kolom yang tersedia pada Surat Izin Masuk Ruang Terbatas (Confined Space Entry Permit). Segera sesaat pembukaan tutup lubang (manhole), ulangi pemantauan kandungan oksigen di udara dan catat.
- Seluruh bagian ruang terbatas harus diperiksa konsentrasi gas beracun, oksigen (19,5 – 23,5%) dan potensi meledak (harus terbaca kurang dari 10% LEL untuk izin masuk) oleh operator

yang berpengalaman akan peralatan pengujian sebelum diizinkan masuk.

- Supervisor harus meyakinkan bahwa ruang terbatas telah aman untuk dimasuki.
- Setiap pekerja yang akan memasuki ruang terbatas harus menerima penjelasan di dekat Ruang Tertutup yang disebut “Tailboard Briefing”.

5 Isolasi Energi untuk Ruang Tertutup

5.1. Tujuan Isolasi Energi

Setiap pekerja yang akan memasuki Ruang terbatas, harus mematikan segala macam jenis energi dengan tujuan :

- Pencegahan kecelakaan melalui isolasi energi berbahaya terhadap pekerja yang dapat terpapar langsung dari energi berbahaya tersebut.
- Sebagai bukti pelaksanaan isolasi energi berbahaya yang benar.
- Dihilangkannya kemungkinan ketidaksengajaan atas pengaktifan energi berbahaya yang dapat berkontak langsung dengan pekerja. Setiap fasilitas yang mempunyai energi diwajibkan menjalankan sistim isolasi energi. Setiap pekerja yang berkaitan dengan energi berbahaya diwajibkan menjalankan sistim isolasi energi sesuai aturan.

5.3. Kecelakaan Akibat Energi Berbahaya

- Kesalahan karena tidak mematikan sumber energi.
- Ketidaksengajaan menyalakan / menghidupkan mesin atau peralatan.
- Ketidakakuratan pemasangan isolasi proses fluida (gas atau cairan).
- Terlupakannya atau tidak dilakukannya pembuangan sisa – sisa energi (listrik statis, tekanan sisa dalam peralatan proses gas atau cairan).
- Area kerja yang belum bebas dari pekerja atau peralatan ringan sebelum sistim pabrik dihidupkan.

- Pekerjaan-pekerjaan yang dapat terpapar energi berbahaya seperti tersebut di atas antaranya, harus dilakukan isolasi energi berbahaya.

5.4. Pelaksanaan Isolasi Energi Berbahaya

- Para pekerja sebelum memasuki Ruang terbatas, diharuskan menjalan prosedur me-nonaktifkan sumber-sumber energi berbahaya yang berhubungan dengan sistem yang dimasuki dengan langkah-langkah:
 - Mematikan sumber energi
 - Isolasi sumber energi melalui alat isolasi energi misalnya: penutupan keran, pencabutan sekring, dan lain sebagainya.
 - Penguncian dan pelabelan pada alat isolasi energi
 - Sumber tenaga listrik: pemutus hubungan, saklar.
 - Bagian-bagian mesin yang berputar / bergerak maju-mundur.
 - Material berbahaya yang mengalir melalui perangkat katup / kerangan (Valve), Isolasi Positif (Spade, Spacer, Blind).
 - Pembuangan / Pengosongan energi sisa seperti pembumian "grounding" saluran listrik, pembuangan sisa tekanan dalam perpipaan "bleed off" (depressurize), pengosongan gas (vent) & pengosongan cairan (drain).
 - Pelindung terhadap peralatan-peralatan mekanis pada ruang terbatas agar tidak bisa dioperasikan. Bila ada peralatan-peralatan yang dioperasikan dengan tenaga angin, air atau uap, lepaskan sumber tenaga tersebut. Bila tenaga itu adalah tenaga listrik, matikan dan dikunci.
 - Pompa-pompa lokal, kerangan-kerangan (katupkatup), saklar-saklar listrik, panel saklar utama atau sekring yang menyalurkan tenaga ke Ruangan harus dikunci dan ditandai (Lock-out Tag-out).
 - Pengujian apakah energi masih ada, misalnya dengan mencoba menekan tombol "start" atau pengetesan dengan alat pengukur listrik (test pen).

Macam-macam metoda isolasi proses, yaitu:

- Pemisahan secara fisik
- Metoda isolasi dengan tingkat pengamanan tertinggi adalah pemisahan secara fisik.
- Isolasi dengan penghalangan secara fisik (Physical Barrier - PB): Dengan menyelipkan bahan penyekat (spade/spectacle blind) yang sesuai dengan tingkat kemampuan bahan (rating) dari bagian pipa proses yang diisolasi.
- Metoda isolasi dengan menggunakan rangkaian dua lapis katup isolasi dengan satu katup pembuangan yang terpasang diantara dua katup isolasi (DBB).
- Dengan menutup satu lapis katup isolasi (Single Isolation Valve)

6. Metode Pembersihan Gas dalam Ruang Terbatas

Pembersihan Ruang terbatas dari segala bentuk bahan-bahan berbahaya adalah persyaratan selanjutnya setelah isolasi energi.

Tahapan selanjutnya sebelum dapat memasuki Ruang terbatas adalah pengecekan / pengukuran gas sisa dalam Ruang Terbatas. Pengukuran dilakukan dengan gas detektor.

Jika hasil pengukuran ditemukan konsentrasi gas di dalam Ruang terbatas (misalnya silinder, tanki) lebih dari 40% LEL dan masih dalam tekanan tinggi (=2% volume apabila gas berisi gas metana), pembuangan sisa-sisa gas dalam Ruang terbatas dilakukan melalui vent atau saluran pembuangan gas "bleed".

Jika tekanan di dalam tidak mencukupi untuk mendorong gas keluar tetapi konsentrasi gas di dalam ruang terbatas di atas 40% LEL, maka gas didorong dengan memasukkan gas inert (CO₂ atau N₂ / "Purging").

Jika konsentrasi gas di bawah 40% LEL, maka dapat dilakukan pendorongan udara.

Pembersihan cairan, gas/uap berbahaya :

- Penghembusan/*Purging*
- Ventilasi
- Pembersihan sisa pencemar

6.1. Penghembusan

Penghembusan (*Purging*) adalah menggantikan gas dan uap yang berbahaya dengan memasukkan uap atau suatu gas murni (biasanya menggunakan CO₂, N₂ atau uap) ke dalam ruang terbatas.

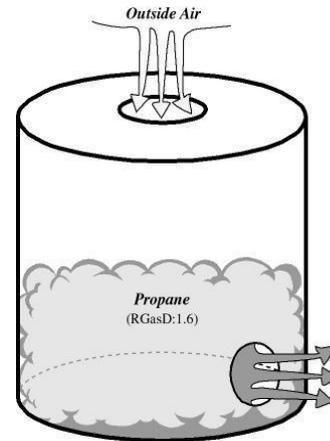
Proses penghembusan dapat menimbulkan bahaya karena gas murni atau uap dapat menggantikan oksigen dalam ruang terbatas sehingga kepekatan oksigen di dalam udara akan berada di bawah kepekatan yang diperkenankan (< 19,5%), sehingga harus dilakukan ventilasi untuk memasukkan udara yang aman untuk pernafasan ke dalam ruang terbatas.

Tanki, reaktor, bejana proses haruslah dibuang isinya dan dibilas dari luar untuk membersihkan sisa minyak, endapan, padatan, kotoran-kotoran yang menempel pada permukaan dinding, demikian juga gas dan sisa gas yang bisa muncul lepas dari endapan atau padatan. Pembersihan bisa dilakukan dengan menggunakan air panas, uap, bahkan juga menggunakan bahan bantu kimia pembersih yang sesuai dengan sifat media proses.

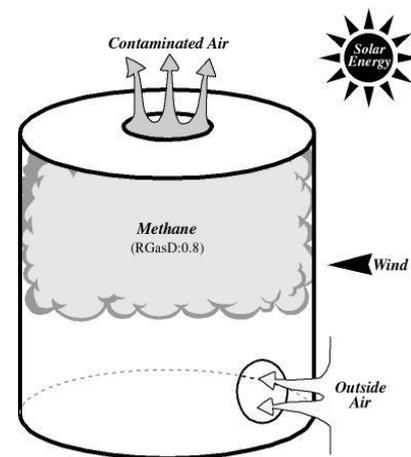
Penggunaan uap dapat membersihkan kerak kotoran yang dapat mencair pada suhu tinggi dan sebagai akibat penggunaan uap, suhu bejana akan menjadi tinggi yang tidak boleh didinginkan secara mendadak karena dapat menimbulkan dampak terhadap integritas struktur ruang terbatas itu. Apabila ruang terbatas itu sudah bisa dikatakan bersih dari kotoran dalam bentuk cair dan padat, maka saluran pembuang kotoran dari ruang terbatas dapat diisolasi dan dikunci.

Setelah ruang terbatas di "*purging*", harus dilakukan penghembusan udara ke dalam ruang terbatas secara terus-menerus membuang uap atau gas murni dalam ruang

terbatas dan untuk memasukkan udara agar dapat mempertahankan kondisi kadar oksigen (19,5 – 23%) dan bebas dari pencemar.



Gambar 3. Purging gas lebih ringan dari udara



Gambar 4. Purging Gas lebih berat dari udara

6.2. Ventilasi

Sisa gas yang masih ada didalam ruang terbatas harus dibersihkan dengan cara menghembus dengan udara, menghisap dengan kipas hisap melalui bagian yang terbuka diatas dan dibawah dari ruang terbatas .

- Kandungan oksigen harus berada diantara 19,5 – 23,5% dan kurang dari 10% LEL dari setiap jenis gas yang ada baru penutup lubang dari ruang terbatas itu kemudian boleh dibuka, pemantauan mutu udara terus dilanjutkan dan bila ada penurunan mutu udara, pekerja yang telah berada dalam ruang terbatas harus

keluar dahulu dan penghembusan udara terus dilanjutkan hingga keadaan udara dalam ruang terbatas mengijinkan.

Kepekatan udara / gas yang diperbolehkan:

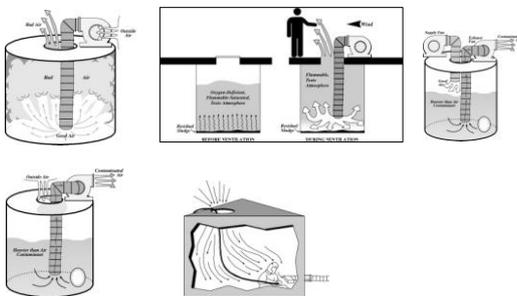
- Oksigen: 19,5 % s/d 23 %
- Gas mudah terbakar: 0 % LEL
- H₂S: 0 ppm
- CO₂: < 500 ppm
- CO: 0 ppm

Jika terdapat bahan berbahaya yang lain, lihat ke rujukan MSDS dari zat tersebut.

Bahaya-bahaya lain:

- Pengujian udara harus juga mempertimbangkan uap / gas yang terjebak atau terlepas dalam kerak (*scale*), sisa (residu) atau endapan (*sludge*) yang berada di dalam tanki
- Air raksa;
- Radioaktif;
- NORM (Normal Occurrence Radioactive Material)

Confined space controls - ventilation



Gambar.5. Ventilasi Udara

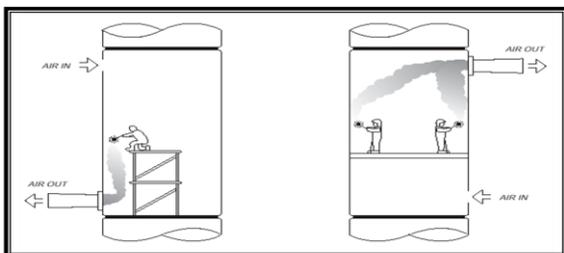


Figure 5 - Suggested ventilation methods for downhand welding or cutting and for uphand welding

Gambar 6. Ventilasi Udara

7. Alat Pelindung Diri

Alat pelindung diri ; seperti sarung tangan, topi pelindung kepala, peralatan pernafasan, baju kerja (coverall), penutup telinga, sepatu pelindung dan kacamata keselamatan dan lainnya tidak bisa menghilangkan bahaya, peralatan itu hanya berfungsi untuk mengurangi akibat dari bahaya yang bisa menimpa pemakai alat pelindung diri tersebut.

Untuk pekerjaan di ruang terbatas, peralatan pernafasan diperlukan apabila udara di dalam ruangan itu berbahaya atau beracun yang membahayakan pekerja seperti pasokan udara bersih melalui selang (*hose*), masker dan peralatan pernafasan dengan SCBA. Disamping itu, alat pelindung diri tambahan yang diperlukan untuk keperluan komunikasi dan pertolongan harus juga disediakan.

8. Tugas dan Tanggung Jawab Personil

Pekerja yang terlibat kerja dalam ruang terbatas:

- Pekerja yang secara fisik masuk ke dalam ruang terbatas untuk melaksanakan pekerjaannya.
- Pengawas pekerjaan masuk Ruang terbatas (*Entry Supervisor*).

Semua pekerjaan yang dilakukan di dalam maupun di sekitar ruang terbatas harus dibawah pengawasan seorang pengawas yang kompeten.

- Pemimpin kelompok adalah koordinator pekerjaan masuk ke dalam ruang terbatas.
- Penanggung jawab:
Orang yang secara langsung bertanggung jawab atas pekerjaan yang sedang dilaksanakan di ruang terbatas.

Tim kerja dalam ruang terbatas, harus mempunyai kompetensi dan tanggung jawab

- Petugas operator harus:
 - terlatih dan menguasai tata cara izin kerja di dalam ruang terbatas:
 - ✓ Penghembusan udara & Ventilasi

- ✓ Penguncian/pelabelan (*LoTo*)
- ✓ Penutupan dan Pembuntuan (*Blinding & blanking*)
- ✓ memahami bahaya potensial dan bahaya nyata yang berhubungan dengan ruang terbatas.
- ✓ memahami semua prosedur dan tindakan pencegahan untuk memasuki ruang terbatas dan mematuhi.
- ✓ memahami tata cara pengujian udara.

8.1. Kompetensi Personil

Semua pekerja yang terlibat dalam pekerjaan di ruang terbatas harus sudah dilatih, untuk memastikan tata cara kerja yang aman diikuti. Hanya pekerja yang secara mental dan fisik mampu bekerja di ruang terbatas saja yang boleh masuk ke dalam ruang terbatas.

- **Petugas penguji gas harus:**
 - mempunyai keahlian dan kemampuan dalam melakukan pengujian gas dan menggunakan peralatan secara benar.
 - memahami bentuk ruang terbatas.
 - memahami tata cara masuk ruang terbatas.
 - memahami tindakan pencegahan untuk memasuki ruang terbatas
 - memahami potensi bahaya saat bekerja di ruang terbatas.
 - memahami teknik pengambilan sampel gas.
- **Petugas Penjaga / Siaga Keselamatan yang terlatih dalam:**
 - menggunakan peralatan komunikasi.
 - menggunakan peralatan pemantau udara (gas detector).
 - bersertifikat sebagai gas tester.
 - Persyaratan ventilasi.
 - menggunakan alat bantu pernapasan (Emergency Escape Breathing Apparatus – EEBA atau Self Contained Breathing Apparatus-SCBA)
 - Emergency and Rescue Procedure.

- Petugas Penyelamat bisa merangkap sebagai Petugas Siaga Keselamatan.

9. Peralatan Masuk Ruang terbatas

Peralatan yang dipakai terdiri dari : sistim ventilasi, instrumen penguji mutu udara, peralatan komunikasi, peralatan pernafasan dengan tanki udara, peralatan darurat dan penyelamatan, peralatan pelindung diri, lampu jalan tahan ledakan (*portable explosion-proof lighting*), penghalang dan tameng (*protective barriers and shields*) jika terdapat bahaya kebocoran radiasi dari instrumen, tangga dan peralatan panjat.

Peralatan listrik atau elektronik seperti kipas listrik, instrumen penguji, lampu jalan harus sesuai dengan ketentuan lokasi seperti yang ditetapkan pada *National Electrical Code* (NEC), diharuskan tahan percikan, dan tahan ledakan.

10. Pengawasan Selama Kerja dalam Ruang terbatas

- Pemeriksaan peralatan, PPE, gas tester, alat-alat emergency, dll
- Mengadakan rapat sebelum pekerjaan dimulai tentang tatacara, bahaya-bahaya dan rencana tanggap darurat.
- Penempatan peralatan yang benar dan tepat (daftar periksa ruang terbatas).
- Memeriksa isolasi telah terpasang pada tempatnya dengan menggunakan lembar catatan isolasi.
- Pekerjaan dilakukan sesuai dengan JSA (*Job Safety Analysis*).

Pastikan pada saat pelaksanaan kerja semua tata cara diikuti dan setiap orang berada pada posisi masing masing (tanggung jawabnya) serta menggunakan peralatan pelindung diri yang disarankan dalam surat ijin kerja

Inspeksi akhir diperlukan untuk menyakinkan bahwa semuanya sudah kembali seperti semula dengan mengadakan pemeriksaan:

- Periksa tidak ada peralatan dan material yang tertinggal.
- Semua orang sudah keluar.
- Semua isolasi sudah dibuka dan posisinya benar.
- Semua ijin sudah dikembalikan dan ditutup.

DAFTAR PUSTAKA

1. OSHA, 29 CFR 1910.146, Permit Required Confined Spaces
2. OSHA, 29 CFR 1910.146, App B.
Procedures for Atmospheric Testing
3. OSHA, 29 CFR 1910.146, App D. Confined Space Pre-Entry Checklist
4. NFPA 326. Standard for the Safeguarding of Tanks and Containers for Entry, Cleaning, or Repair. 2010. Edition.