

Perencanaan *Emergency Rescue Procedure* Berbasis *Confined Space Risk Analysis* pada Pekerjaan Pembersihan *Pan Mixer Batching Plant*

Tri Dayanti¹, Galih Anindita^{1*}, Mochammad Choirul Rizal¹, dan Fujie Rizky Nur Khasanah²

¹Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

²Concrete Precast Company, Jalan Raya Banong Kec. Jatirejo, Kabupaten Mojokerto 61373

*E-mail: galih.talnabnif@ppns.ac.id

Abstrak

Proses produksi beton dilakukan dengan bantuan mesin dan alat yaitu batching plant yang memerlukan proses perawatan dan pembersihan secara rutin dari sisa-sisa produksi yang berkerak dengan memasuki ruang terbatas yang memiliki risiko yang tinggi. Penelitian ini dilaksanakan untuk merencanakan *Emergency Rescue Procedure* pada area *confined space* dengan mengidentifikasi bahaya dan menilai tingkat risiko menggunakan metode *Confined Space Risk Analysis* (CSRA). Hasil penelitian menunjukkan terdapat 3 potensi bahaya dengan risiko tinggi (*high*) dari 27 potensi bahaya pada pembersihan *pan mixer batching plant*. Dimana risiko yang masih tinggi diberikan rekomendasi pengendalian lanjutan sebagai pertimbangan perusahaan. Pembuatan *Emergency Rescue Procedure* sebagai bentuk rekomendasi mitigatif yang berdasarkan pada hasil analisis *Confined Space Risk Analysis* (CSRA) dan mengikuti beberapa tahapan yaitu *pre-emergency preparation and planning*, *size up*, *developing action plan*, *control hazards and protect personnel*, *deploy and rig rescue equipment*, *perform rescue*, dan *terminate rescue operation*.

Kata Kunci: *Confined Space*, *Confined Space Risk Analysis*, Penilaian Risiko, *Emergency Rescue Procedure*, *Pan Mixer Batching Plant*

Abstract

The concrete production process involves the use of machines and tools is batching plants, which require routine maintenance and cleaning to remove crusted production residues. These activities often involve entering confined spaces that pose high safety risks. This study was carried out to develop an *Emergency Rescue Procedure* for confined space by identifying hazards and assessing risk levels using the *Confined Space Risk Analysis* (CSRA) method. The results indicated that there were three high-risk potential hazards out of 27 identified in the cleaning of the batching plant pan mixer. For areas where the risk remains high, further control recommendations for the company's consideration. The development of the *Emergency Rescue Procedure*, as a mitigation measure based on the result of CSRA analysis, follows several stages: *pre-emergency preparation and planning*, *size-up*, *developing an action plan*, *controlling hazards and protecting personnel*, *deploying and rigging rescue equipment*, *performing the rescue*, and *terminating the rescue operation*.

Keywords: *Confined Space*, *Confined Space Risk Analysis*, Risk Assessment, *Emergency Rescue Procedure*, *Pan Mixer Batching Plant*

1. PENDAHULUAN

Proses produksi beton memiliki potensi bahaya yang ditimbulkan dari proses produksi baik dari mesin produksi, material dan peralatan, mobilitas kendaraan alat berat, dan perilaku pekerja. Proses produksi beton dilakukan dengan sistem produksi beton terpusat yaitu dengan *batching plant*. Komponen utama *batching plant* yang bertujuan untuk mencampur material pembuat beton yaitu *pan mixer*. Semakin tinggi frekuensi pengoperasian *pan mixer*, maka diperlukan perawatan dan pembersihan secara rutin dari sisa-sisa produksi yang berkerak agar tetap menjaga kualitas produksi beton. Perawatan dan pemeliharaan *pan mixer* pada *Batching Plant* dilakukan setiap 1 minggu sekali atau setiap terdapat kendala pada komponen *mixer* dengan membersihkan sisa beton pada *blade* dan dinding *mixer*. Proses pembersihan *pan mixer* dilakukan dengan pekerja harus memasuki ruang terbatas (*confined space*). *Confined space* merupakan ruang yang cukup besar dan dikonfigurasi sedemikian rupa sehingga seseorang dapat masuk dan melakukan pekerjaan yang ditugaskan dan memiliki cara masuk atau keluar yang terbatas, serta tidak dirancang untuk ditempati karyawan secara terus-menerus (NFPA

350, 2022). Menurut OSHA, (2004), *confined space* memiliki beberapa karakteristik yaitu berpotensi berisi atmosfer berbahaya yang dapat menyebabkan orang terperangkap atau mati lemas dan mengandung zat berbahaya bagi kesehatan. Beberapa contoh ruang terbatas adalah tanki kapal, silo, tempat penyimpanan, lemari besi atau ruang lain yang mungkin mempunyai akses yang terbatas.

Menurut U.S. Bureau of Labor Statistics, (2020) menunjukkan bahwa dari tahun 2011 hingga 2018 terdapat kecelakaan kerja *confined space* yang menyebabkan 1.030 pekerja meninggal dunia. Penyebab utamanya yaitu menghirup bahan beracun, kejatuhan peralatan dan bahan, terbakar, terkena ledakan, kekurangan oksigen, dan lain-lain. Temuan tersebut menegaskan bahwa pentingnya dilakukan identifikasi bahaya dan penilaian risiko pada *confined space*. Sejalan dengan hal tersebut, Rohman & Putra, (2024) dan Septiningtias dkk., (2023) menyoroti pentingnya analisis risiko pada setiap pekerjaan yang berisiko tinggi dengan proses identifikasi, konsultasi, pengamatan langsung, dan analisis data yang mempertimbangkan beberapa aspek, seperti *layout* area kerja, posisi kerja, karakteristik beban dan peralatan kerja, lingkungan kerja, keterampilan dan pengalaman, durasi dan frekuensi, serta kebutuhan khusus lainnya. Selain itu, penelitian lain oleh Prastiwi, (2019), Salim, (2020), dan Dhanistha *et al.*, (2023) juga menunjukkan bahwa *confined space* memiliki potensi bahaya yang kompleks dan beragam, sehingga diperlukan analisis risiko yang komprehensif dengan menggunakan metode seperti *Confined Space Risk Analysis* (CSRA).

Penelitian ini dilakukan dengan merencanakan *Emergency Rescue Procedure* pada *confined space* yang menggunakan metode *Confined Space Risk Analysis* pada pekerjaan pembersihan *pan mixer*. Metode *Confined Space Risk Analysis* (CSRA) dapat diterapkan pada semua jenis dan karakteristik *confined space* dengan tingkat risiko rendah maupun risiko tinggi. Metode ini dapat menganalisis potensi bahaya berdasarkan kategori risiko spesifik yang dapat muncul di area *confined space*. Metode ini juga akan menghasilkan risiko akan menjadi acuan dalam perencanaan *Emergency Rescue Procedure* pada area *confined space*. Sehingga dapat meminimalisir tindakan gegabah atau kesalahan dalam proses penyelamatan di area *confined space*. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Selman *et al.*, (2018), tingkat kematian pekerja pada area *confined space* diperkirakan memiliki variasi antara 5% hingga 8% kematian per 100.000 personil, dimana hampir 17% dari 100.000 personil berupaya menyelamatkan diri dari kematian tergesa-gesa. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan *Emergency Rescue Procedure* yang komprehensif agar dapat digunakan sebagai langkah mitigasi dan memastikan bahwa pekerja atau korban yang terjebak di dalam dapat diselamatkan dengan metode dan proses yang sesuai. Selain itu, hal ini juga memastikan penyelamat di luar dapat melaksanakan tugas mereka dengan aman dan efektif dengan melibatkan rencana penyelamatan yang rinci, personel yang terlatih, dan peralatan khusus serta sistem komunikasi yang tepat dan jelas. Menurut Subandi *et al.*, (2024) *Standart Operating Procedure* (SOP) merupakan serangkaian intruksi tertulis yang diperuntukan untuk suatu kegiatan maupun pekerjaan rutin atau berulang yang dilakukan oleh suatu kelompok kerja atau organisasi. Adanya prosedur penyelamatan ruang terbatas diharapkan dapat menjadi panduan perusahaan dalam melakukan proses penyelamatan khususnya di *confined space*.

2. METODE

Tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi permasalahan penelitian
2. Penentuan tujuan dan manfaat penelitian
3. Studi literatur dan studi lapangan
4. Tahap pengumpulan data
5. Tahap pengolahan dan analisis data menggunakan metode *Confined Space Risk Analysis*
6. Tahap kesimpulan dan saran

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis khusus yang digunakan untuk mengidentifikasi bahaya dan menilai risiko pada pekerjaan di *confined space* yang disebut metode *Confined Space Risk Analysis*. Menurut Chinniah *et al.*, (2017), *Confined Space Risk Analysis* adalah metode yang dapat digunakan untuk melakukan identifikasi, estimasi, dan evaluasi risiko suatu pekerjaan pada *confined space*. Penilaian risiko dilakukan dalam 2 kali tahapan yaitu pada penilaian risiko pertama dapat dilakukan pengendalian berdasarkan hierarki pengendalian bahaya. Penilaian risiko di tahap kedua akan menghasilkan nilai risiko yang dapat diterima (*acceptable*) atau tidak dapat diterima (*unacceptable*) oleh perusahaan. Risiko yang tidak dapat diterima (*unacceptable*) oleh perusahaan akan menjadi acuan dalam perencanaan skenario *Emergency Rescue Procedure* pada area *confined space*. Risiko yang tidak dapat diterima (*unacceptable*) meliputi risiko tinggi (*high*) dengan warna jingga hingga risiko ekstrim (*ekstreme*) dengan warna merah.

Menurut Chinniah et al., (2017), penilaian risiko akan didistribusikan melalui *worksheet Confined Space Risk Analysis* terdiri dari beberapa item yaitu :

- A. Item pada identifikasi kondisi yang tidak aman (*Hazard*)
 1. *Origin*, adalah sumber yang menimbulkan risiko.
 2. *Risk Category*, adalah kategori risiko dari bahaya yang telah diidentifikasi melalui karakteristik *confined space* yang terdiri dari *atmospheric, chemical, biological, falling, mechanical, physical* dan *ergonomic*.
 3. *Type*, adalah tipe risiko yang dapat ditimbulkan dari kategori risiko yang diadaptasi dari Chinniah et al., (2017) . Distribusi tipe risiko pada setiap kategori risiko yang dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1 Tipe Risiko Berdasarkan *Confined Space Risk Analysis*

Type of Risk	Ergonomic	Physical	Mechanical	Trip and Falls	Biological	Chemical	Atmosphere
	Entry/ egress	Noise	Mobility of space	Fall from height	Virus	Irritant/ Corrosive product	Ashphyxiation
	Internal Layout	Drowning	Structure failure	Fall on the same level	Bacteria	Reagent	Explosive/ fire
	Inadequate lighting	Heat (Temp.of material)	Sharp Object	Falling object	Protozoa	Toxic agent	Poisoning gas
	Heat Constraint (PPE)	electricity	Moving part	etc	Parasits	Carcinogen product	Lack of Oxygen
	Psychology/ stress	Ionizing radiation	Flying piece		Other worm, fungi and moulds	etc	etc
	Environmental pressure	Vibration	Object with potential energy		Bites		
	Physical excertion	Engulfment	Outside traffic		etc		
	Access	High Light intensity	etc				
	etc	etc					

Sumber: Chinniah et al., (2017)

4. *Specific*, adalah detail material yang menjadi sumber bahaya.
- B. Item pada identifikasi tindakan yang tidak aman atau *unsafe action (Hazardous Activities)*
 1. *Hazardous action*, merupakan tindakan yang memiliki potensi bahaya.
 2. *Who*, merupakan target atau pihak yang terpapar.
 3. *Hazardous event*, merupakan kejadian yang berbahaya atau risiko yang dapat terjadi.
 4. *Harms*, akibat atau dampak yang ditimbulkan dari risiko yang terjadi.
- C. Penilaian risiko pertama merupakan penilaian risiko yang dilakukan dengan *brainstorming* bersama *expert judgement* mengenai penilaian risiko dan prioritas potensi bahaya yang berdampak pada keselamatan pekerja.
- D. *Control* merupakan pengendalian bahaya *existing* yang telah dilakukan oleh perusahaan
- E. Pengendalian risiko akhir merupakan penilaian risiko terhadap pengendalian yang telah dilakukan.

Worksheet Confined Space Risk Analysis tersebut didistribusikan melalui tabel yang dapat ditunjukkan pada tabel 2 berikut:

Tabel 2 *Worksheet Confined Space Risk Analysis*

Hazards				Activities				1st RA	Control	2nd RA
Origin	Category	Type	Specifics	Hazardous action	Who	Hazardous event	Harm			

Sumber: Chinniah et al., (2017)

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari kuesioner yang menghasilkan karakteristik suatu risiko pada pekerjaan *confined space*. Selain itu, data primer pada penelitian ini juga berupa hasil observasi temuan tindakan tidak aman (*unsafe action*) dan kondisi tidak aman (*unsafe condition*) yang dapat mendukung penilaian risiko *confined space*. Sedangkan data sekunder diperoleh

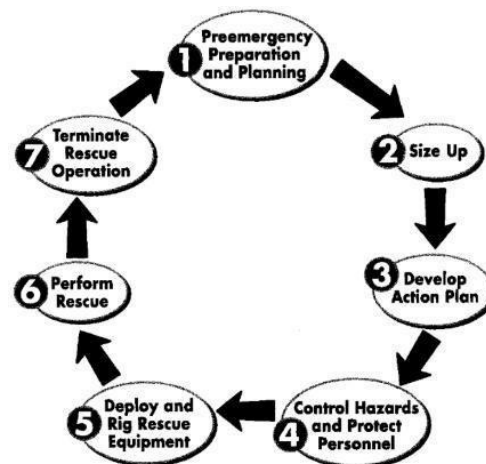
dari *Job Safety Analysis* (JSA), matriks risiko, dan *work permit confined space*.

Menurut Chinniah *et al.*, (2017) karakteristik tindakan penyelamatan berdasarkan dua konsep yaitu sebagai berikut:

1. *Rescue without entry is possible or not* yaitu konsep penyelamatan yang mempertimbangkan proses penyelamatan memungkinkan atau tidak memungkinkan untuk memasuki area *confined space* terutama ketika akses masuk *confined space* secara vertikal, tanpa rintangan, komunikasi yang jelas, dan *harness* pekerja yang selalu terkait dengan *lifecycle*.
2. *Rescue with entry more complex or not* yaitu konsep penyelamatan yang mempertimbangkan proses penyelamatan jika dengan memasuki *confined space* maka dapat meningkatkan kompleksitas penyelamatan karena proses penyelamatan harus dilakukan dengan prosedur dan peralatan yang lebih ketat.

Menurut Veasey *et al.*, (2005), dalam menentukan perencanaan penyelamatan darurat, terdapat tujuh proses dasar yang harus dipertimbangkan yang ditunjukkan pada Gambar 1 dengan tahapan yaitu sebagai berikut:

1. *Pre-emergency preparation and planning*, yaitu tahap perencanaan sebelum terjadi keadaan darurat.
2. *Size up*, merupakan tahap perencanaan pada saat terjadi suatu keadaan darurat.
3. *Developing action plan*, yaitu tahap menentukan tindakan penyelamatan yang sesuai, cepat, dan aman.
4. *Control hazard and protect personel*, yaitu mengontrol bahaya menggunakan peralatan yang tepat.
5. *Deploy and rig rescue equipment*, merupakan tahap identifikasi peralatan penyelamatan yang dibutuhkan.
6. *Perform rescue*, merupakan tahap penyelamatan yang dilakukan oleh tim penyelamat termasuk mobilisasi korban, penyediaan pertolongan darurat, dan penanganan lanjutan.
7. *Terminate rescue operation*, adalah tahap evaluasi dengan mengidentifikasi terjadinya cedera, potensi terpapar, dan melakukan verifikasi personel, peralatan dan sistem telah aman.



Gambar 1 Tahapan Proses Penyelamatan pada *Confined Space* (diadaptasi dari Veasey *et al.*, (2005))

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pekerjaan pembersihan *pan mixer Batching Plant* adalah pekerjaan membersihkan dinding dan *blade mixer* dari sisa beton yang mengeras akibat proses produksi. Pembersihan ini dilakukan dengan menggunakan bantuan alat berupa mesin *drill*/mesin bobok. Tahapan pekerjaan pembersihan dan perawatan *Pan Mixer* pada *Batching Plant* adalah sebagai berikut:

1. Persiapan peralatan dan alat pelindung diri (APD) yang diperlukan.
2. Mematikan panel kontrol utama pada *Batching Plant*.
3. Pemasangan instalasi listrik mesin *drill*.
4. Pekerja memasuki *pan mixer*.
5. Pembersihan dinding dan *blade mixer*.
6. Pekerja keluar *pan mixer*.
7. Pembersihan area.
8. Pengembalian peralatan.

Penelitian ini dimulai dengan melakukan identifikasi karakteristik berdasarkan *Job safety Analysis* (JSA) yang telah dibuat oleh perusahaan dan kemudian akan dibandingkan dengan identifikasi karakteristik menggunakan metode *Confined Space Risk Analysis* (CSRA). Perbandingan kedua metode identifikasi bahaya ini bertujuan untuk

mengetahui karakteristik dan kompleksitas dari *confined space* yang nantinya akan digunakan sebagai acuan dalam pembuatan skenario penyelamatan darurat.

Job Safety Analysis (JSA)

Job Safety Analysis (JSA) adalah metode sederhana untuk melakukan identifikasi, evaluasi, dan pengendalian risiko dalam kegiatan pekerjaan industri (Hasan, 2022). Berdasarkan identifikasi potensi bahaya yang telah dibuat oleh perusahaan, pekerjaan *confined space* di *Pan mixer Batching Plant* memiliki potensi bahaya yang ditunjukkan pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2 Karakteristik pada Pembersihan di *Pan Mixer Batching Plant* Berdasarkan JSA

No.	Kategori Risiko	Tipe Risiko	Potensi Bahaya
1.	<i>Physical</i>	<i>Electricity</i>	Terjadi hubungan pendek arus listrik atau konsleting pada instalasi listrik mesin drill
2.	<i>Ergonomic</i>	<i>Entry/egress</i>	Akses masuk terbatas ke dalam <i>mixer</i>
3.	<i>Chemical</i>	<i>Dust Particle</i>	Debu rontokan kerak beton
4.	<i>Atmosphere</i>	<i>Lack of Oxygen</i>	Minimnya kadar oksigen di dalam <i>mixer</i>

Berdasarkan Tabel 2, diketahui bahwa risiko yang muncul yaitu risiko *physical*, *ergonomic*, *chemical*, dan *atmosphere*. Hasil ini memberikan gambaran awal mengenai potensi risiko yang telah dikenali oleh perusahaan dalam aktivitas pembersihan *pan mixer Batching Plant*. Namun, mengingat kompleksitas karakteristik *confined space*, potensi bahaya tersebut perlu dianalisis lebih lanjut untuk memastikan identifikasi yang dilakukan telah mencakup seluruh aspek risiko yang ada. *Job Safety Analysis* (JSA) umumnya tidak digunakan untuk melakukan peninjauan desain atau memahami bahaya dari suatu proses yang kompleks (Rofiq dan Azhar, 2022). Oleh karena itu, perlu dilakukan identifikasi bahaya dan penilaian risiko dengan menggunakan metode *Confined Space Risk Analysis* sebagai langkah verifikasi terhadap hasil identifikasi sebelumnya sehingga dapat mendukung proses pembuatan prosedur *rescue* yang sesuai.

Confined Space Risk Analysis (CSRA)

Identifikasi potensi bahaya pada pekerjaan di area *confined space* dilakukan dengan pengisian kuesioner yang memuat karakteristik kondisi pada area *confined space* Chinniah *et al.*, (2017). Bahaya diklasifikasikan melalui 26 pertanyaan ke dalam 7 kategori risiko (*risk category*) yaitu *atmospheric*, *chemical*, *biological*, *falling*, *mechanical*, *physical* dan *ergonomic*. Berdasarkan hasil kuesioner *Confined Space Risk Analysis* (CSRA), didapatkan beberapa karakteristik *Pan mixer Batching Plant* yang terdiri dari 25 potensi bahaya yang tersebar dalam 19 tipe risiko. Selanjutnya adalah melakukan identifikasi bahaya dan penilaian risiko dari setiap potensi bahaya yang ada dengan berdasarkan pada kondisi tidak aman akibat potensi bahaya yang ada dan tindakan tidak aman akibat aktivitas atau perilaku pekerja dalam melakukan pekerjaan di *confined space*.

Berdasarkan hasil identifikasi bahaya dan penilaian risiko yang didistribusikan melalui *worksheet Confined Space Risk Analysis* diketahui bahwasannya terdapat 6 kategori risiko dengan jumlah potensi bahaya sebanyak 27 potensi bahaya yang dapat terjadi dari keseluruhan proses kerja pembersihan *Pan Mixer Batching Plant* pada Perusahaan Beton. Berdasarkan 27 potensi bahaya yang muncul, terdapat 8 potensi bahaya dengan tingkat risiko sedang (*moderate*), 16 potensi bahaya dengan tingkat risiko tinggi (*high*), dan 3 potensi bahaya dengan tingkat risiko sangat tinggi (*extreme*). Penyebaran hasil penilaian risiko sebelum dilakukannya pengendalian pada *Pan Mixer Batching Plant* dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3 Hasil Penilaian Risiko Sebelum Pengendalian

No.	Kategori Risiko	Frekuensi di Setiap Tingkat Risiko				Jumlah Potensi Bahaya
		L	M	H	E	
1	<i>Ergonomic</i>	-	3	4	-	7
2	<i>Atmospheric</i>	-	-	1	-	1
3	<i>Falling</i>	-	-	4	-	4
4	<i>Physical</i>	-	4	3	1	8
5	<i>Mechanical</i>	-	-	2	2	4
6	<i>Chemical</i>	-	1	2	-	3
7	<i>Biological</i>	-	-	-	-	0
Total		0	8	16	3	27
Keterangan: L = <i>Low</i> (rendah); M = <i>Moderate</i> (sedang); H = <i>High</i> (tinggi); E = <i>Extreme</i> (sangat tinggi)						

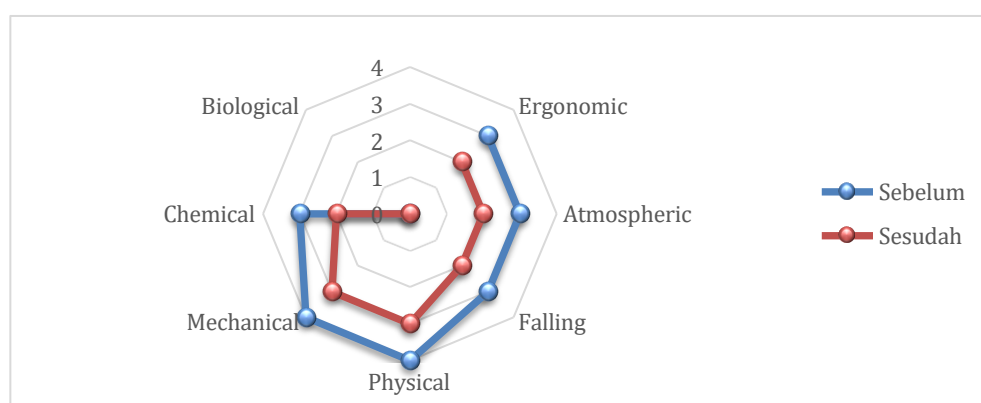
Oleh karena itu perlu dilakukan pengendalian untuk mengurangi frekuensi dan keparahan dari potensi bahaya yang ada. Setelah dilakukan pengendalian, terdapat penurunan tingkat risiko pada masing-masing potensi bahaya. Hasil tingkat penurunan risiko pada setiap potensi bahaya setelah dilakukan pengendalian dapat dilihat pada Tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4 Hasil Penilaian Risiko Setelah Pengendalian

No.	Kategori Risiko	Frekuensi di Setiap Tingkat Risiko				Jumlah Potensi Bahaya
		L	M	H	E	
1	<i>Ergonomic</i>	3	4	-	-	7
2	<i>Atmospheric</i>	-	1	-	-	1
3	<i>Falling</i>	-	4	-	-	4
4	<i>Physical</i>	1	6	1	-	8
5	<i>Mechanical</i>	-	2	2	-	4
6	<i>Chemical</i>	1	2	-	-	3
7	<i>Biological</i>	-	-	-	-	0
Total		5	19	3	0	27

Keterangan: L = *Low* (rendah); M = *Moderate* (sedang); H = *High* (tinggi); E = *Extreme* (sangat tinggi)

Berdasarkan Tabel 4 diketahui setelah dilakukan pengendalian terdapat 5 potensi bahaya dengan tingkat risiko rendah (*Low*), 19 potensi bahaya dengan tingkat risiko sedang (*moderate*), dan 3 potensi bahaya dengan tingkat risiko tinggi (*high*). Potensi bahaya dengan tingkat risiko tinggi (*high*) muncul pada kategori risiko *mechanical* sebanyak 2 potensi bahaya. Kategori risiko *mechanical* berkaitan dengan tipe risiko *mobility of space* dan *moving part* dengan potensi bahaya yang spesifik adalah *pan mixer* dapat bergerak jika *shutdown* tidak sesuai. Apabila *shutdown* tidak dilakukan sesuai dengan prosedur dan tidak dilakukan penguncian sistem dan penandaan yang benar, besar kemungkinan pekerja akan masuk ke dalam *mixer*. *Mixer* dapat berputar sewaktu-waktu tanpa sepengetahuan pekerja sehingga dapat menimbulkan kecelakaan kerja yang sangat serius dan dapat menimbulkan korban jiwa. Selain itu potensi bahaya dengan tingkat risiko tinggi (*high*) juga muncul pada kategori risiko *physical* sebanyak 1 potensi bahaya. Kategori risiko *physical* berkaitan dengan tipe risiko *engulfment* dengan potensi bahaya yang spesifik adalah *pan mixer* terhubung dengan pipa material dan *conveyor*. Apabila *shutdown* dilakukan tidak sesuai dengan prosedur dan pekerja berada di dalam *mixer*, maka pekerja akan tertimbun material yang dialirkan oleh pipa material dan *conveyor*. Hal ini dapat menimbulkan kecelakaan kerja yang sangat serius Hasil tersebut dapat ditunjukkan dengan grafik korespondensi dari kategori risiko sebelum dilakukannya tindakan pengendalian dan setelah dilakukannya tindakan pengendalian. Grafik tersebut ditunjukkan pada Gambar 2 sebagai berikut:



Gambar 2 Korespondensi Risiko Pekerjaan pada *Pan Mixer* Batching Plant

Nilai tingkat kategori risiko yang ditunjukkan pada Gambar 2 diperoleh dari nilai tingkat risiko tertinggi yang dihasilkan dari tahapan penilaian risiko. Berdasarkan Gambar 2 tersebut nilai 0 menunjukkan tidak ada risiko yang dapat terjadi, nilai 1 menunjukkan terdapat risiko rendah (*Low*), nilai 2 menunjukkan terdapat risiko sedang (*moderate*), nilai 3 menunjukkan adanya risiko tinggi (*high*) dan nilai 4 menunjukkan adanya risiko sangat tinggi (*extreme*). Risiko yang dapat diterima (*acceptable*) berdasarkan ketentuan perusahaan adalah kategori risiko yang memiliki nilai risiko maksimal sedang (*moderate*) sedangkan risiko yang tidak dapat diterima adalah nilai risiko

tinggi (*high*) hingga sangat tinggi (*extreme*). Kategori risiko yang tidak dapat diterima (*unacceptable*) oleh perusahaan yaitu *physical* dan *mechanical* dengan nilai 3, yang berarti memiliki tingkat risiko tinggi (*high*). Kategori risiko yang tidak dapat diterima (*unacceptable*) tersebut selanjutnya dilakukan pengendalian untuk dapat mencegah terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja.

Rekomendasi Pengendalian

Potensi bahaya dengan tingkat risiko tinggi (*high*) muncul pada kategori risiko *mechanical* yaitu pada tipe risiko *mobility of space* dan *moving part*, dan pada kategori risiko *physical* yaitu pada tipe risiko *engulfment*. Oleh karena itu, diperlukan rekomendasi pengendalian untuk meminimalisir terjadinya kecelakaan selama proses pekerjaan berdasarkan hierarki pengendalian yang mengacu pada SNI ISO 45001 : 2018 tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Pengendalian yang dapat dilakukan untuk kategori risiko *mechanical* dan *physical* yaitu berupa rekayasa teknik. Eliminasi dan substitusi tidak dapat dilakukan karena *pan mixer* merupakan komponen utama pada sistem *Batching Plant* yang berfungsi sebagai tempat pencampuran material beton. Apabila *pan mixer* dieliminasi atau disubstitusi akan memengaruhi proses produksi beton. Rekayasa teknik yang dilakukan yaitu dengan pemasangan *interlock* otomatis pada bukaan *manhole*. Sistem ini akan terintegrasi dengan panel kontrol yang dideteksi melalui sensor dan diberikan tanda berupa *emergency alarm*. Sehingga ketika *manhole* dibuka dalam kondisi *mixer* beroperasi, maka sistem *mixer*, pipa, dan conveyor akan otomatis terkunci dan nonaktif. Hal ini dapat meminimalisir adanya *human error* dan mencegah *mixer*, pipa, dan conveyor beroperasi secara tiba-tiba ketika terdapat pekerjaan pembersihan di dalamnya. Pengendalian tersebut juga telah dilakukan oleh Nurahmawati, (2025) dalam penelitiannya mengenai Penambahan Program *Interlock* dari Sensor Vibrasi ke *Distributed Control System Cement Mill Tuban Plant* sebagai *Safety Device* dan oleh Punduh et al., (2024) dalam penelitiannya mengenai Rancangan HMI dan Kontrol PLC pada Tripper Car dan Belt Conveyor 3B PLTU 2 SULUT 2 X 25 MW. Selain rekayasa teknik, pengendalian administratif dilakukan dengan mengevaluasi prosedur kerja, memperketat penerapan *Lock Out, Tag Out, Try Out* (LOTOTO) dan izin kerja (*permit to work*) yang sesuai dengan Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor 11 Tahun 2023 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Ruang Terbatas Pasal 7 dimana izin masuk ruang terbatas diberikan oleh Penanggung Jawab Area setelah dilakukan pemeriksaan kesesuaian syarat K3 oleh Ahli K3. Kesesuaian syarat K3 oleh Ahli K3 diatur dalam Pasal 8 dimana salah satu pemeriksaan utama yang dilakukan yaitu penguncian dan penandaan sumber energi. Selain itu, melakukan *refreshment* pelatihan keselamatan, dan peningkatan sistem kesiapsiagaan darurat. Pengendalian Alat Pelindung Diri (APD) juga diterapkan sebagai pelindung diri pekerja selama proses pekerjaan berlangsung. APD yang digunakan merupakan APD lengkap sesuai peraturan perusahaan.

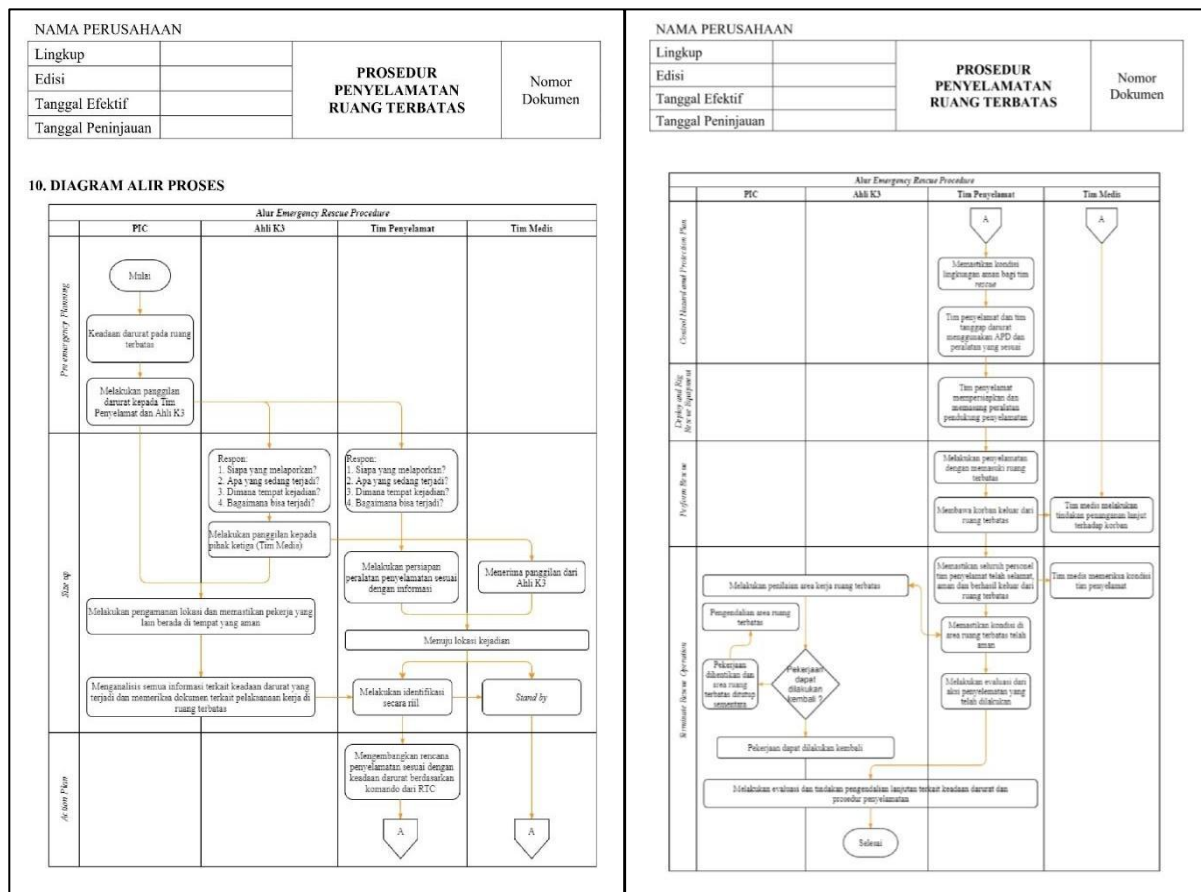
Perencanaan *Emergency Rescue Procedure*

Emergency rescue merupakan salah satu tindakan mitigasi yang sangat penting untuk direncanakan dan merupakan bagian dari prosedur kerja aman sebelum melakukan pekerjaan di dalam *confined space*. Hal ini telah diatur dalam Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor 11 Tahun 2023 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Ruang Terbatas Bagian Ketujuh Mengenai Penyediaan Rencana Tanggap Darurat. Namun, berdasarkan kondisi lapangan, perusahaan belum memiliki sistem, peralatan ataupun prosedur *emergency rescue* terkait penyelamatan di dalam *confined space*. Selain itu, hasil kuesioner juga menunjukkan kemungkinan penyelamatan pada area *confined space* akan lebih kompleks karena kondisi dan karakteristik dari *confined space* sehingga proses penyelamatan tanpa memasuki area *confined space* kemungkinan kecil dapat dilakukan. Sehingga diperlukan perencanaan yang sesuai dengan tahapan dan skenario yang komprehensif.

Penentuan skenario atau *action plan* pada *Emergency Rescue Procedure* mengacu pada hasil analisis *Confined Space Risk Analysis* (CSRA) dengan tingkat risiko yang tidak dapat diterima oleh perusahaan atau *unacceptable* (*high* hingga *extreme*). Menurut Veasey et al., (2005), tahap *develop action plan* merupakan langkah ketiga dalam melakukan *emergency rescue* pada *confined space*. Rencana penyelamatan atau *action plan* yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan peralatan penguncian sumber energi mekanis *Lock Out, Tag Out, Try Out* (LOTOTO) yang dibutuhkan.
2. Memastikan penguncian sumber energi mekanis *Lock Out, Tag Out, Try Out* (LOTOTO) sesuai prosedur.
3. Menutup katup-katup pipa dan menonaktifkan conveyor secara total
4. Melakukan koordinasi dengan operator alat.
5. Mengembangkan perencanaan *emergency rescue* sesuai keadaan darurat yang dihadapi

Proses penyelamatan dilakukan Proses penyelamatan darurat dilakukan berdasarkan penelitian Veasey et al., (2005) yaitu *pre-emergency preparation and planning, size-up, develop action plan, control hazards and protect personnel, deploy and rig rescue equipment, perform rescue, terminate rescue operation*. Proses tersebut diaplikasikan dalam sebuah prosedur yang dapat dilihat pada Gambar 3 sebagai berikut:



Gambar 3 Emergency Rescue Procedure

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, hasil identifikasi bahaya, penilaian risiko dan rekomendasi pengendalian pada pekerjaan pembersihan *pan mixer* dengan menggunakan metode *Confined Space Risk Analysis* yaitu terdapat jumlah potensi bahaya sebanyak 27 potensi dari keseluruhan proses kerja dimana diantaranya terdapat 3 potensi bahaya dengan risiko tinggi (*high*). Potensi bahaya dengan tingkat risiko tinggi (*high*) yaitu pada kategori risiko *mechanical* sebanyak 2 potensi bahaya dan *physical* sebanyak 1 potensi bahaya. Rekomendasi pengendalian utama yaitu rekayasa teknik yang dilakukan dengan pemasangan *interlock* otomatis pada bukaan *manhole*. Sistem ini akan terintegrasi dengan panel kontrol yang dideteksi melalui sensor dan diberikan tanda berupa *emergency alarm*. Sehingga ketika *manhole* dibuka dalam kondisi *mixer* beroperasi, maka sistem *mixer*, pipa, dan conveyor akan otomatis terkunci dan nonaktif. Hal ini dapat meminimalisir potensi kecelakaan kerja yang dapat menimbulkan kerugian, cedera bahkan kematian. Pengendalian ini juga didukung dengan pengendalian administrasi yang telah diatur dalam peraturan perundang-undangan yaitu memperkuat penerapan *Lock Out, Tag Out, Try Out* (LOTOTO) dan izin kerja (*permit to work*).

Berdasarkan kondisi lapangan, perusahaan belum memiliki sistem, peralatan ataupun prosedur *emergency rescue* terkait penyelamatan di dalam *confined space*. Selain itu, berdasarkan pada hasil kuesioner, menunjukkan kemungkinan penyelamatan pada area *confined space* akan lebih kompleks karena kondisi dan karakteristik dari *confined space* sehingga proses penyelamatan tanpa memasuki area *confined space* kemungkinan kecil dapat dilakukan. Oleh karena itu, perlu penentuan tahapan penyelamatan dan skenario atau *action plan* yang terencana dengan baik agar meminimalisir kegagalan dalam proses penyelamatan. Rencana penyelamatan atau *action plan* yang dapat dilakukan adalah dengan mempersiapkan peralatan penguncian sumber energi mekanis *Lock Out, Tag Out, Try Out* (LOTOTO) yang dibutuhkan, berkoordinasi dengan operator alat, dan mengembangkan perencanaan *emergency rescue* sesuai keadaan darurat yang dihadapi. Tahapan penyelamatan yang dilakukan yaitu *pre-emergency preparation and planning, size-up, develop action plan, control hazards and protect personnel, deploy and rig rescue equipment, perform rescue, terminate rescue operation* yang tertuang dalam prosedur penyelamatan ruang terbatas.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Chinniah, Y., Ali Bahloul, Burlet-Vienney, D., & Roberge, B. (2017). *Development of a Confined Space Risk Analysis and Work Categorization Tool*.
- Dhanistha, Wimala L, Silvianita, & M, R. (2023). Risk Analysis of Hot Working in Confined Space Using Confined Space Risk Analysis (CRSA) and Bowtie Analysis Method on LPG Tanker Repair Process. *Maritime Park Journal of Maritime Technology and Society*, 2(February), 22–27. <https://doi.org/10.62012/mp.v2i1.25486>
- Hasan, M. Z. (2022). Identifikasi Bahaya, Risiko Kecelakaan Kerja Dan Usulan Perbaikan Menggunakan Metode Job Safety Analysis (JSA). *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, 1(I), 42–52. <https://doi.org/10.55826/tmit.v1i1.13>
- NFPA 350. (2022). *Guide for Safe Confined Space Entry and Work*. NFPA. <https://link.nfpa.org/free-access/publications/350/2022>
- Nurahmawati, A. I. M. and A. (2025). Penambahan Program Interlock Dari Sensor Vibrasi ke Distributed Control System Cement Mill Tuban Plant sebagai Safety Device. *Jurnal Rekayasa Sistem Engineering dan Manufaktur (ReSEM)*, 3(1), 148–157. <https://doi.org/10.30651/resem.v3i1.21908>
- OSHA. (2004). Permit-Required Confined Spaces. *Safety And Health*.
- Permenaker Nomor 11 Tahun 2023. (2023). *Permenaker Nomor 11 Tahun 2023 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Ruang Terbatas*. 936, 1–20.
- Prastiwi, T. (2019). *Evaluasi Penilaian Risiko dan Perencanaan Sistem Evakuasi Tanggap Darurat pada Pekerjaan Confined Space dengan Menggunakan Metode Confined Space Risk Analysis*. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Punuh, E. M., Johanis, J. O. A., Made, I., Martinus, H., Nayoan, Y., Elektro, J. T., & Manado, N. (2024). *Rancangan HMI & Kontrol PLC Pada Tripper Car & Belt Conveyor 3B PLTU 2 SULUT 2 X 25 MW*. 03(01), 2830–1838. <https://jurnal.polimdo.ac.id/index.php/elektrik/article/view/1030>
- Rofiq, M. A., & Azhar, A. (2022). Hazards Identification and Risk Assessment In Welding Confined Space Ship Reparation PT. X With Job Safety Analysis Method. *Berkala Sainstek*, 10(4), 175. <https://doi.org/10.19184/bst.v10i4.32669>
- Rohman, A. F., & Putra, B. I. (2024). Analisis Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Proses Produksi Beton Dengan Metode JSA Dan Hirarc di PT Varia Usaha Beton. *Matrik : Jurnal Manajemen dan Teknik Industri Produksi*, 24(2), 209. <https://doi.org/10.30587/matrik.v24i2.7077>
- Salim, M. (2020). *Analisis Risiko dengan Metode Confined Space Risk Analysis dan Fishbone Diagram serta Pembuatan Prosedur Evakuasi Tanggap Darurat pada Pekerjaan Confined Space* (Nomor 605502). Politeknik Perkapalan Negeri Ssurabaya.
- Selman, J., Spicket, J., Jansz, J., & Mullins, B. (2018). An Investigation into The Rate and Mechanism of Incident of Work-related Confined Space Fatalities. *Safety Science*, 109(December 2017), 333–343. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.06.014>
- Septiningtias, A. S., Rakhmadi, T., & Subekti, A. T. (2023). Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko (IBPR) di Ruang Terbatas dengan Pendekatan Literature Study. *Bhamada Occupational Health and Safety Environment Journal*, 1(2), 16–27. <https://doi.org/10.36308/bohsej.v1i2.596>
- SNI ISO 45001 : 2018 Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja, (2018).
- Subandi, Rahmawati, Elmi, Inayati, & Hasanah. (2024). Pemahaman Konseptual tentang Standard Operating Procedure (SOP): Dasar, Tujuan, Manfaat, dan Penerapan. *Jma*, 2(6), 3031–5220.
- U.S. Bureau of Labor Statistics. (2020). *Fact Sheet | Fatal occupational injuries involving confined spaces | July 2020*. United States Department of Labor. <https://www.bls.gov/iif/factsheets/fatal-occupational-injuries-confined-spaces-2011-19.htm>
- Veasey, D. A., McCormick, L. C., Hilyer, B. M., Oldfield, K. W., Hansen, S., & Krayner, T. H. (2005). *Confined Space Entry and Emergency Response* (Vol. 820317, Nomor August 2011). Workplace Safety Training Program University of Alabama at Birmingham Birmingham, Alabama.