

Pengendalian Risiko Kecelakaan HSSE pada Proses Pembuatan Pipa Baja

Kristin Mei Nora Aruan dan Moses Laksono Singgih

Departemen Teknik Sistem dan Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: moseslsinggih@ie.its.ac.id

Abstrak—Steel Pipe Company (SPC) merupakan industri yang memproduksi pipa baja yang digunakan untuk menyalurkan migas. Berdasarkan data historis kecelakaan kerja terdapat total kejadian kecelakaan kerja sebanyak 72 kasus sehingga menyebabkan kerugian. Peneliti melakukan analisis risiko terjadinya kecelakaan kerja yang dilakukan secara sistematis untuk mengidentifikasi potensi bahaya yang ditimbulkan pada lingkungan kerja dengan menggunakan metode *hazard identification risk assessment and risk control* (HIRARC).

Kata Kunci—Kecelakaan Kerja, HSSE, HIRARC.

I. PENDAHULUAN

MATAHARI kerja merupakan suatu dampak dari keadaan bahaya yang berisiko terjadi di tempat kerja. Di Indonesia sendiri data kecelakaan kerja berdasarkan data BPJS Ketenagakerjaan, pada tahun 2018 telah terjadi kecelakaan yang berada ditempat kerja sebanyak 114.148 kasus dan tahun 2019 terdapat 77.295 kasus [1]. *Health, Safety, Security, and Environmental* (HSSE) atau disebut juga Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) adalah kegiatan dan aktivitas yang dilakukan guna untuk mencegah, mengurangi dan menanggulangi terjadinya suatu kecelakaan kerja dan dampak yang terjadi dengan melakukan indentifikasi, analisis dan pengendalian bahaya dengan menerapkan sistem pengendalian bahaya dengan melaksanakan perundang-undangan Keselamatan dan Kesehatan Kerja [2]. Di Indonesia standar Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) diatur dalam Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (SMK3) pada Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. 05/1996. Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (SMK3) adalah suatu standar yang berlandaskan pada standar Australia AS4801 mengenai *Occupational Health and Safety Assessment Series* (OHSAS) 18001.

Steel Pipe Company (SPC) adalah suatu perusahaan perusahaan manufaktur yang memproduksi pipa baja yang digunakan sebagai penyalur migas. Perusahaan ini dalam memenuhi permintaan customer menggunakan sistem *Engineering to Order* (ETO), dimana proses produksi akan dilakukan setelah mendapat orderan dari customer. Setiap proses produksi yang terjadi memiliki tingkat risiko kecelakaan kerja yang berbeda-beda.

Produksi yang dilakukan oleh perusahaan yang dilakukan berdasarkan jumlah proyek. Berdasarkan data perusahaan Steel Pipe Company (SPC) berikut adalah data rangkuman kecelakaan kerja yang terjadi pada tahun 2016 sampai Oktober 2020 pada Tabel 1 dan data kerugian akibat kecelakaan kerja yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 1. Dengan metode *Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC) digunakan untuk mengidentifikasi kecelakaan kerja, proses identifikasi bahaya dengan

mengukur dan mengevaluasi risiko yang muncul dari sebuah bahaya.

II. URAIAN PENELITIAN

Proses identifikasi risiko yang dilakukan pada penelitian sebelumnya hanya dengan melakukan pengamatan kemudian diklasifikasikan berdasarkan penyebab *unsafe action* dan *unsafe condition*, namun tidak mengidentifikasi penyebab-penyebab terjadinya kecelakaan kerja. Penilaian risiko (*risk assessment*) merupakan tahapan untuk mengukur dan menganalisis serta mengevaluasi bahaya. Pengukuran dilakukan dengan identifikasi tingkat keparahan kecelakaan kerja dan kemungkinan kecelakaan kerja terjadi. Hasil dari tahapan ini adalah tingkatan risiko kecelakaan kerja dalam bentuk matriks risiko. Pengendalian risiko (*risk control*) merupakan kegiatan untuk mengurangi hingga menghilangkan potensi kecelakaan kerja. Pengendalian risiko dilakukan dengan tahapan menggunakan hirarki pengendalian risiko. Uraian penelitian ini dilihat pada Gambar 3.

Steel Pipe Company (SPC) merupakan sebuah manufaktur yang memproduksi pipa baja yang digunakan sebagai penyalur pipa migas. Kapasitas produksi pipa baja yang diproduksi sebanyak 200.000ton *spiral steel pipes*, 53.000ton *sectional steel pipes*, dan 1.500.000 proses *coating*. Untuk *market share* perusahaan ini masih pada lingkup nasional dan belum melakukan ekspor barang secara internasional. Steel Pipe Company (SPC) memiliki 6 jalur modem pipa terpasang dengan jumlah 225.000 metrik ton pertahun. Saat ini jumlah tenaga kerja yang bekerja di perusahaan Steel Pipe Company (SPC) sebanyak 173 orang dengan tingkat pendidikan mulai dari jenjang SMA/SMK sampai perguruan tinggi. Produk utama yang diproduksi perusahaan ini antara lain adalah *SAWH linepipe for sweet and sour service*, *SAWH linepipe for on-shore and offshore service*, *SAWH linepipe for water service*, *SAWH pipe for piles and structures* dan *Mitter bend, elbow, tee, Y, and other fittings*. Alur produksi pipa baja secara sederhana dapat dijelaskan seperti pada Gambar 2.

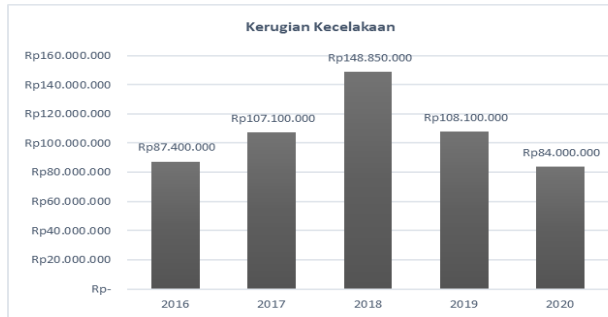
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification*)

Bahaya didefinisikan sebagai kondisi, situasi, praktek, perilaku yang berpotensi menyebabkan bahaya, termasuk cedera, penyakit, kematian, lingkungan, dan kerusakan peralatan. Proses identifikasi bahaya merupakan proses pemeriksaan setiap area kerja dan tugas kerja untuk tujuan mengidentifikasi semua bahaya yang melekat dipekerjaan [3].

Tabel 1.

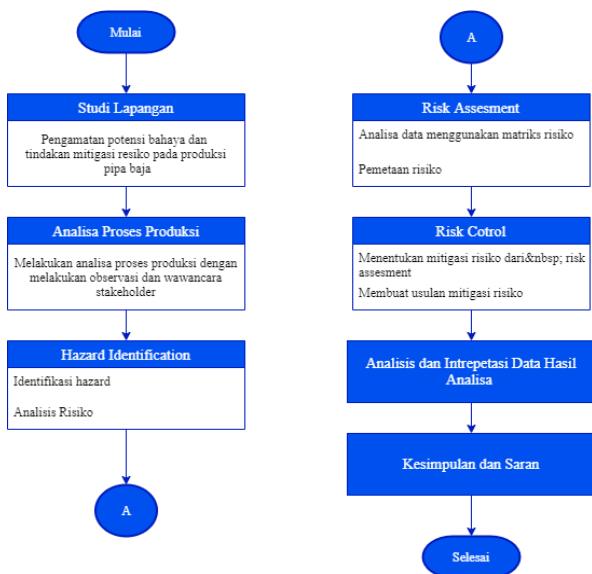
Data kecelakaan kerja <i>steel pipe company</i> (SPC)			
Tahun	Jumlah Proyek	Total Produksi (ton)	Total Kecelakaan Kerja
2016	2	25874,45	12
2017	4	47586,85	16
2018	10	105326,81	24
2019	7	93702,87	16
2020	3	69961,61	4



Gambar 1. Kerugian kecelakaan kerja.



Gambar 2. Proses produksi pipa baja.



Gambar 3. Alur penelitian.

Pada tahap ini dilakukan pemetaan potensi bahaya berdasarkan faktor manusia dan faktor peralatan serta faktor lingkungan kerja yang menyebabkan potensi bahaya yang terjadi. Potensi bahaya yang dilakukan perekapan berasal dari data kecelakaan kerja yang terjadi, data hasil kuesioner, dan data pengamatan potensi bahaya. Berdasarkan hasil pemetaan yang dilakukan diketahui bahwa terdapat 22 sumber bahaya yang berasal dari faktor manusia dan terdapat 18 sumber bahaya yang berasal dari factor lingkungan kerja. Setiap potensi bahaya diberi kode resiko untuk mempermudah dalam mengidentifikasi risiko dapat dilihat pada Tabel 2.

B. Pemetaan Risiko (Risk Assessment)

Penilaian risiko (*risk assessment*) merupakan tahapan

Tabel 2.

Identifikasi bahaya (<i>hazard identification</i>)			
Faktor Manusia & Faktor Peralatan		Faktor Lingkungan Kerja	
Kode Risiko	Sumber Bahaya	Kode Risiko	Sumber Bahaya
R-1	Tertimpa pipa rol	R-23	Bahaya sesak napas
R-2	Terjepit pipa rol	R-24	Bahaya bunyi yang sangat mengganggu
R-3	Terkena lesatan kawat dari ikatan rol plat baja	R-25	Bahaya meledak
R-4	Terkena gram plat baja	R-26	Bahaya terbakar
R-5	Terkena debu gram/defect baja	R-27	Bahaya tersangkut di mesin
R-6	Tejepit di dalam mesin	R-28	Bahaya terpapar panas
R-7	Terkena lesatan kawat plat baja	R-29	Bahaya mesin yang rusak
R-8	Tertimpa rol plat baja	R-30	Bahaya tidak ada tanda peringatan
R-9	Terjatuh ke mesin	R-31	Bahaya tidak memakai apd yang sesuai
R-10	Tersengat listrik	R-32	Bahaya lingkungan kerja yang tidak ergonomis
R-11	Terkena gram mesin welding	R-33	Bahaya bahan kimia
R-12	Terkena panas pipa rol	R-34	Akses keluar/masuk sulit
R-13	Terkena radiasi mesing welding	R-35	Ruang terbatas
R-14	Terkena benda panas	R-36	Penerangan buruk
R-15	Terkena scrap baja pada welding	R-37	Kerja dekat crane dan lintasannya
R-16	Tersangkut di peralatan kerja	R-38	Fluida bertekanan
R-17	Terjepit alat kerja	R-39	Bahaya mesin bergerak
R-18	Terpotong	R-40	Kerja di dekat jalur proses dan operasi
R-19	Pipa rol terjatuh		
R-20	Terpeleset		
R-21	Terjatuh ke mesin		
R-22	Terkilir		

untuk mengukur dan menganalisis serta mengevaluasi bahaya. Pengukuran dilakukan dengan identifikasi tingkat keparahan kecelakaan kerja dan kemungkinan kecelakaan kerja terjadi. Dengan kata lain, risiko penilaian adalah pandangan mendalam untuk menentukan situasi, proses dan aktivitas atau bahaya berbahaya lainnya di tempat kerja [4].

Pada sub-bab ini akan dijelaskan pemetaan bahaya dengan mengklasifikasikan kecelakaan kerja dengan menggunakan *risk matrix*. Penilaian dan pengendalian risiko dilakukan dengan membandingkan tingkat terjadinya suatu risiko (*likelihood*) dengan tingkat keparahan terjadinya risiko (*severity*) Risiko dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$Risiko(R) = Likelihood \times Severity \quad (1)$$

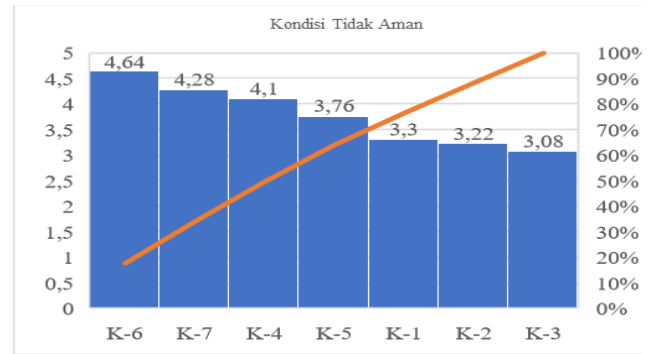
Setelah diperoleh data frekuensi serta tingkat keparahan kemudian dilakukan perhitungan level risiko dengan mengalikan frekuensi dan tingkat keparahan, sehingga menghasilkan level risiko pada masing-masing kecelakaan kerja. Berikut adalah data hasil pengolahan *risk level* berdasarkan *hazard identification*, dapat dilihat pada Tabel 3.

C. Pengendalian Risiko (Risk Control)

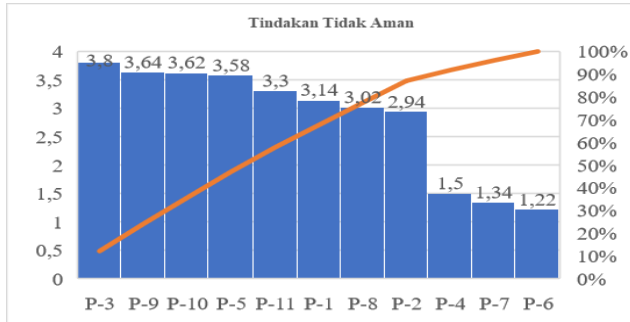
Pengendalian risiko adalah penghapusan atau pengurangan bahaya yang dilakukan dengan cara sedemi kian rupa sehingga bahaya tidak menimbulkan risiko bagi pekerja [5]. Pengendalian risiko merupakan kegiatan yang dilakukan



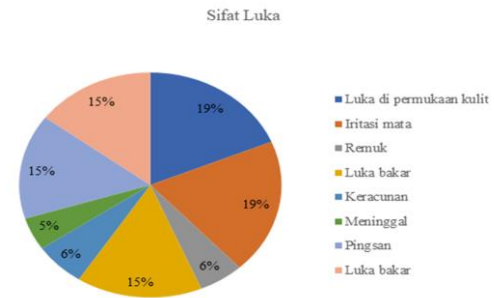
Gambar 4. Hirarki pengendalian risiko.



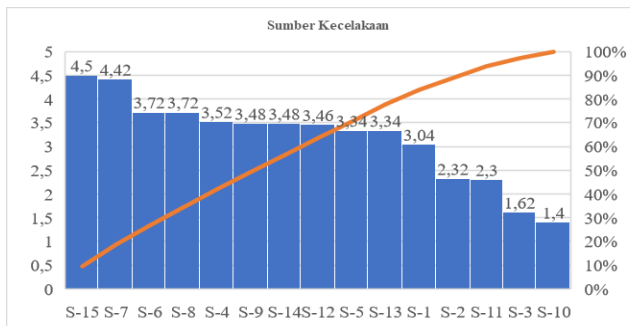
Gambar 7. Diagram pareto kondisi tidak aman.



Gambar 5. Diagram pareto tindakan tidak aman.



Gambar 8. Chart bagian tubuh yang terdampak.



Gambar 6. Diagram pareto sumber kecelakaan.

secara berurutan agar risiko yang ada semakin berkurang [6]. Pengendalian risiko yang dapat dilakukan untuk meminimalisir bahaya dengan melakukan hirarki seperti pada Gambar 4.

D. Pengendalian Risiko (Risk Control)

Pengendalian risiko adalah penghapusan atau pengurangan bahaya yang dilakukan dengan cara sedemikian rupa sehingga bahaya tidak menimbulkan risiko bagi pekerja [5]. Pengendalian risiko merupakan kegiatan yang dilakukan secara berurutan agar risiko yang ada semakin berkurang [6]. Pengendalian risiko yang dapat dilakukan untuk meminimalisir bahaya dengan melakukan hirarki sebagai berikut seperti pada Gambar 4.

1. **Eliminasi**, yaitu dengan menghilangkan aktivitas yang berbahaya dengan tujuan untuk melindungi pekerja seperti bahaya dari bahan kimia, bahaya akibat tidak ergonomis, bahaya akibat kebisingan dan sebagainya
2. **Substitusi**, yaitu dengan mengganti aktivitas yang berbahaya menjadi lebih aman. Substitusi yang dilakukan
3. **Perencanaan**, yaitu dengan melakukan *engineering control* dengan cara melakukan modifikasi pada peralatan kerja, mesin atau lingkungan kerja yang menimbulkan bahaya.
4. **Administrasi**, yaitu dengan melakukan peringatan dalam

bentuk instruksi, tanda, prosedur, aturan serta label untuk meningkatkan kesadaran akan adanya bahaya di area tempat kerja.

5. **Alat Pelindung Diri (APD)**, yaitu pengendalian bahaya yang dilakukan pada pekerja dengan menggunakan APD yang sesuai dengan standar keamanan dan keselamatan agar mengurangi bahaya yang berasal dari lingkungan.

Rekomendasi perbaikan melalui pengendalian risiko yang dilakukan pada penelitian ini adalah pada level resiko *extreme* yaitu bahaya terkena lesatan kawat plat baja, terkena panas pipa rol, terkena scrap baja pada proses *welding*, tersangkut diperalatan kerja, dan bahaya terjepit pipa rol. Setelah melakukan *risk assessment*, hasil *risk assessment* digunakan untuk menentukan rekomendasi perbaikan yang akan dilakukan. Tingkatan risiko yang diperoleh dari hasil *risk assessment* digunakan sebagai data dalam melakukan *risk control*. *Risk control* akan menghasilkan output berupa mitigasi risiko berdasarkan jenis risiko dengan cara melakukan pengendalian risiko melalui hirarki pengendalian risiko yaitu eliminasi, substitusi, perencanaan, administrasi dan APD.

IV. ANALISIS DAN REKOMENDASI PERBAIKAN

A. Analisis Identifikasi Bahaya (Hazard Identification)

Proses identifikasi dilakukan berdasarkan kategori tindakan tidak aman, sumber kecelakaan, dan kondisi tidak aman. Berdasarkan hasil penilaian risiko dilakukan klasifikasi hazard yang memiliki dampak dan frekuensi paling besar diklasifikasikan untuk mengetahui nilai rasio paling tinggi dengan menggunakan diagram Pareto 80:20, dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 3.
Pemetaan level risiko proses produksi pipa baja

Kode Risiko	Sumber Bahaya	Likelihood	Severity	Risiko	Level Risiko
R-1	Tertimpa pipa rol	2	3	6	medium
R-2	Terjepit pipa rol	4	3	12	high
R-3	Terkena lesatan kawat dari ikatan rol plat baja	3	2	6	medium
R-4	Terkena gram plat baja	5	2	10	High
R-5	Terkena debu gram/defect baja	5	2	10	High
R-6	Tejepit di dalam mesin	2	3	6	Medium
R-7	Terkena lesatan kawat plat baja	4	4	16	Extreme
R-8	Tertimpa rol plat baja	1	5	5	Medium
R-9	Terjatuh ke mesin	1	4	4	Medium
R-10	Tersengat listrik	1	4	4	Medium
R-11	Terkena gram mesin welding	4	2	8	High
R-12	Terkena panas pipa rol	4	4	16	Extreme
R-13	Terkena radiasi mesing welding	4	3	12	High
R-14	Terkena benda panas	3	4	12	High
R-15	Terkena scrap baja pada welding	5	3	15	Extreme
R-16	Tersangkut di peralatan kerja	4	4	16	Extreme
R-17	Terjepit alat kerja	1	4	4	Medium
R-18	Terpotong	1	4	4	Medium
R-19	Pipa rol terjatuh	2	3	6	Medium
R-20	Terpeleset	4	3	12	High
R-21	Terjatuh ke mesin	3	3	9	High
R-22	Terkilir	4	1	4	Medium
R-23	Bahaya sesak napas	4	2	8	High
R-24	Bahaya bunyi yang sangat mengganggu	5	1	5	Medium
R-25	Bahaya meledak	1	5	5	Medium
R-26	Bahaya terbakar	1	5	5	Medium
R-27	Bahaya tersangkut di mesin	2	3	6	Medium
R-28	Bahaya terpapar panas	3	3	9	High
R-29	Bahaya mesin yang rusak	2	3	6	Medium
R-30	Bahaya tidak ada tanda peringatan	4	3	12	High
R-31	Bahaya tidak memakai apd yang sesuai	4	3	12	High
R-32	Bahaya lingkungan kerja yang tidak ergonomis	5	1	5	Medium
R-33	Bahaya bahan kimia	2	4	8	High
R-34	Akses keluar/masuk sulit	3	1	3	Low
R-35	Ruang terbatas	3	1	3	Low
R-36	Penerangan buruk	5	1	5	Medium
R-37	Kerja dekat crane dan lintasannya	4	3	12	High
R-38	Fluida bertekanan	2	5	10	High
R-39	Bahaya mesin bergerak	4	3	12	High
R-40	Kerja di dekat jalur proses dan operasi	3	3	9	High

Berdasarkan analisis dengan menggunakan diagram pareto 90:20 dimana 80% kerugian perusahaan diakibatkan oleh 20% risiko penyebab penghambat yang terjadi. Sehingga dengan memfokuskan pada penyebab 20% akan

dianggap dapat mengurangi dampak sebesar 80%. Pada identifikasi penyebab kecelakaan kerja yang disebabkan oleh tindakan tidak aman terdapat pada P-3.

Tabel 4.
Pengendalian risiko

Kode Risiko	Sumber Bahaya	Proses Produksi	Level Risiko	Risiko K3	Pengendalian Risiko
					1. Eliminasi 2. Substitusi 3. Perancangan 4. Administrasi 5. APD
R-7	Terkena lesatan kawat plat baja	Hot Rolled Coil (HRC) Forming Bevelling	extreme	Tergores, tersayat terpotong, Patah tulang Mata terkena gram	1.Mengurangi tingkat kebisingan 2.Mengganti pekerjaan manual dengan menggunakan alat bantu 3.Memasang penampung gram plat baja a 3.Memasang pengaman mesin agar gram plat baja tidak terserak 5.Menggunakan APD yang sesuai dengan jenis pekerjaan 4. Memasang tanda peringatan HSSE di lokasi produksi
R-12	Terkena panas pipa rol	Forming Welding Sizing Bevelling		extreme	Terbakar Luka pada permukaan tubuh
R-15	Terkena scrap baja pada welding	Forming Welding Sizing Bevelling	extreme		Iritasi mata Gangguan pernapasan Tergores, tersayat Tertusuk
R-16	Tersangkut di peralatan kerja	Seluruh produksi kegiatan Kegiatan muat pipa bongkar Inspeksi pipa		extreme	Retak/ patah tulang Memar Kematian Tergores, tersayat terpotong, Luka bakar
R-2	Terjepit pipa rol		extreme		Retak/ patah tulang Memar Kematian Tergores, tersayat terpotong, Tertusuk
R-31	Bahaya tidak memakai APD yang sesuai	Seluruh produksi kegiatan		Extreme	Terkena bahan/alat kerja Iritasi mata Luka pada permukaan tubuh Terhirup debu pipa Tertimpa alat/bahan kerja

Sedangkan untuk sumber kecelakaan yang terjadi dengan menggunakan identifikasi Diagram Pareto terdapat pada S-6, S-15, S-8, S-4, S-7, dan S-1. Sumber kecelakaan tersebut merupakan debu, gram mesin, peralatan listrik, sumber/benda panas, kebisingan, dan mesin.

Untuk kondisi tidak aman yang menyebabkan kecelakaan kerja dengan melakukan identifikasi menggunakan diagram pareto disebabkan oleh K-7 yaitu lingkungan kerja yang bising dan K-6 yaitu lingkungan kerja yang mengandung debu, gas dan asap. Serta pemetaan dampak terhadap bagian tubuh yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja paling tinggi adalah bagian B-4 (jari), B-7 (remuk), B-9 (mata), B-8 (telapak tangan/kaki), dan B-2 (lengan). Diagram pareto sumber kecelakaan dapat digambarkan pada Gambar 6, Gambar 7 dan Gambar 8.

B. Analisis Pemetaan Risiko (Risk Assessment)

Pada tahap penentuan matriks risiko dilakukan dengan menggunakan data tingkat kemungkinan terjadinya risiko dan data tingkat keparahan suatu risiko. Level risiko yang terjadi diperoleh dengan mengalikan data *likelihood* dengan *severity*, sehingga diperoleh data level risiko. Level risiko yang digunakan dengan skala 1-2 berada pada level rendah (*low*), skala 3-6 pada level medium, skala 7-12 pada level high, dan skala >12 pada level *extreme*. Analisis dengan menggunakan level risiko ini digunakan untuk melakukan pemetaan level keparahan suatu risiko. Risiko dengan level tinggi (*extreme*) akan dilakukan perbaikan untuk mengurangi tingkat potensi bahaya yang akan terjadi. Berdasarkan data level risiko diketahui risiko yang berada pada level *extreme* yaitu, bahaya terkena lesatan kawat plat baja, terkena panas pipa rol, terkena scrap baja pada proses *welding*, tersangkut diperalatan kerja, dan bahaya terjepit pipa rol.

C. Analisis Pengendalian Risiko (Risk Control)

Risk control akan menghasilkan output berupa pengendalian risiko berdasarkan jenis risiko dengan cara melakukan pengendalian risiko melalui hirarki pengendalian risiko yaitu eliminasi untuk menghilangkan aktivitas yang berbahaya, substitusi untuk mengganti aktivitas yang berbahaya menjadi lebih aman, perencanaan untuk melakukan engineering control dengan cara melakukan modifikasi pada peralatan kerja, mesin atau lingkungan kerja yang menimbulkan bahaya, administrasi untuk melakukan peringatan dalam bentuk instruksi, tanda, prosedur, aturan serta label untuk meningkatkan kesadaran akan adanya bahaya di area tempat kerja dan APD untuk menggunakan APD yang sesuai dengan standar keamanan dan keselamatan agar mengurangi bahaya yang berasal dari lingkungan. Pengendalian risiko dapat dilihat pada Tabel 4.

V. KESIMPULAN

Pada penelitian ini identifikasi potensi bahaya yang dihasilkan pada setiap proses produksi berjumlah 40 potensi bahaya yang dapat terjadi dan dampak kecelakaan kerja sebanyak 20 dampak kecelakaan kerja. Identifikasi potensi kecelakaan kerja juga dilakukan dengan menggunakan kategori berdasarkan tindakan tidak aman, sumber kecelakaan, kondisi tidak aman, bagian tubuh yang terdampak, sifat luka dan penanganan yang dilakukan.

Hasil *hazard identification* digunakan untuk melakukan risk assessment untuk mengetahui level risiko dari potensi bahaya yang diketahui. Hasil risk assessment yang telah dilakukan diketahui bahwa terdapat 5 potensi bahaya pada level extreme dengan bobot nilai sebesar 16 yaitu potensi bahaya terkena lesatan kawat plat baja, terkena panas pipa rol, terkena scrap baja pada *welding*, tersangkut di peralatan kerja, dan terjepit pipa rol. Terdapat juga 16 potensi bahaya pada level high pada rentang bobot 12 – 8. Pada level medium terdapat 17 potensi bahaya dengan rentang bobot 6-4. Untuk potensi bahaya pada level aman atau low terdapat 2 potensi bahaya dengan bobot 3 poin. Hasil risk assessment digunakan untuk melakukan pengendalian risiko yang sesuai dengan level risiko masing-masing proses produksi.

Hasil penentuan level risiko yang sudah dilakukan perhitungan selanjutnya dilakukan pengendalian risiko pada masing-masing potensi bahaya. Pengendalian risiko yang dilakukan dengan menggunakan hirarki pengendalian risiko berupa mitigasi risiko berdasarkan jenis risiko dengan cara melakukan pengendalian risiko melalui hirarki pengendalian risiko yaitu eliminasi, substitusi, perencanaan, administrasi dan APD.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia, "BPJS Ketenagakerjaan", 2020. Jakarta: Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia. <https://kemnaker.go.id/news/detail/menaker-jadikan-k3-sebagai-prioritas-dalam-bekerja>.
- [2] Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2009, "Modul 8: Keselamatan dan kesehatan kerja - lingkungan", Jakarta: MENPUPR.
- [3] Ahmad, A.C. et al, 2016, "Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) Accidents at Power Plant", MATEC Web of Conferences, 66, pp. 1-6 doi: 10.1051/mateconf/2016600105.
- [4] Goetsch, D.L, 2013, "Occupational safety and Health for Technologists", Engineers, and Managers, Industrial Fabric Products Review, Edisi 8, Prentice Hall.
- [5] International Labour Office Geneva, 2005, "Code of practice on safety and health in the iron and steel industry Code of practice on safety and health in the iron and steel industry", International Labour Office Geneva, Journal of Ecology, Vol.8, No. 1, pp 1-1-05.
- [6] Sunaryo and Hamka, M.A, 2017, "Safety risks assessment on container terminal using hazard identification and risk assessment and fault tree analysis methods", Procedia Engineering, 194, pp. 307-314. doi:10.1016/j.proeng2017.08.150.