

GAMBARAN PENERAPAN METODE HIRADC PEKERJA ENGINEERING AREA BOILER PLTU PAITON

Adzkiya^{1*}, Ahmad Imaduddin²

Department of Occupational Safety and Health, Faculty of Public Health, Universitas Airlangga, Surabaya¹, PLTU Paiton²

*Corresponding Author : adzkiya-2021@fkm.unair.ac.id

ABSTRAK

Terdapat beberapa risiko kecelakaan kerja yang dapat terjadi pada pekerja *engineering area boiler* seperti terjatuh dari ketinggian, terjepit mesin, tersetrum aliran listrik, kejatuhan alat-alat kerja, paparan suhu yang tinggi, kebocoran uap bertekanan tinggi, kebakaran, dan lain-lain. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui gambaran penerapan metode HIRADC sebagai upaya dalam pengendalian risiko bahaya pada pekerja *engineering area boiler* PLTU Paiton. Metode analisis deskriptif yang tujuannya untuk memberikan gambaran secara jelas mengenai masalah yang telah ditetapkan dan keadaan sesungguhnya berdasar pada data-data yang dikumpulkan sehingga informasi yang disajikan hanya berupa pengungkapan sebuah fakta dan data yang telah didapatkan yang digunakan dalam keperluan penulisan. Hasil diketahui dari total 16 aktivitas kerja, 14 memiliki bahaya gravitasi, 1 memiliki bahaya kimia, dan 1 memiliki bahaya panas (*thermal*). Terdapat *residual risk* pada 3 aktivitas kerja yaitu pembersihan *boiler* dan perbaikan kecil menggunakan gondola saat unit mati, pemasangan dan pembongkaran *scaffolding* di dalam *boiler* unit 3, 7, & 8, serta pembersihan *klinker* berlebih di dalam bottom ash conveyor selama unit mati. Setelah dilakukan manajemen risiko menggunakan metode HIRADC diketahui terdapat dua aktivitas memiliki *residual risk* kategori *high* dan satu aktivitas yang memiliki *residual risk* kategori *extreme*. Pengendalian bahaya yang dilakukan meliputi pengendalian rekayasa teknik, administrasi, dan penggunaan APD.

Kata kunci : *boiler, engineering, HIRADC*

ABSTRACT

There are several risks of work accidents that can occur to boiler area engineering workers such as falling from a height, being caught in a machine, being electrocuted, falling work tools, exposure to high temperatures, high-pressure steam leaks, fires, and others. The purpose of this study is to determine the description of the application of the HIRADC method as an effort to control the risk of hazards to boiler area engineering workers at the Paiton PLTU. Descriptive analysis which aims to provide a clear picture of the problem that has been determined and the actual situation based on the data collected so that the information presented is only in the form of a disclosure of facts and data that has been obtained which is used for writing purposes. It is known that out of a total of 16 work activities, 14 have gravitational hazards, 1 has chemical hazards, and 1 has thermal hazards. There are residual risks in 3 work activities, namely boiler cleaning and minor repairs using gondolas when the unit is off, installation and dismantling of scaffolding in boiler units 3, 7, & 8, and cleaning excess clinker in the bottom ash conveyor while the unit is off. After risk management using the HIRADC method, it was found that there were two activities that had a high residual risk category and one activity that had an extreme residual risk category. Hazard control carried out included engineering control, administration, and use of PPE.

Keywords : *boiler, engineering, HIRADC*

PENDAHULUAN

PLTU Paiton yang berlokasi di Jalan Raya Surabaya-Situbondo KM 141, Paiton, Probolinggo, Jawa Timur merupakan perusahaan swasta yang bergerak dalam bidang penyediaan energi listrik. PLTU Paiton memiliki tiga unit pembangkit listrik yaitu unit 3, 7, dan 8. Pembangkit listrik unit 3 memiliki kapasitas 1 x 815 NMW. Kemudian untuk unit 7 dan

8 memiliki kapasitas maksimum 2 x 645 NMW (net) atau 2 x 670 GMW (gross) yang dioperasikan menggunakan Turbo Generator dengan bahan bakar batu bara untuk menghasilkan uap panas (steam). Salah satu mesin kerja utama yang digunakan dalam proses penyediaan listrik di PLTU adalah *boiler*. *Boiler* merupakan mesin yang berfungsi untuk memanaskan air yang kemudian diubah menjadi uap panas bertekanan tinggi (Irawan, Pratama, and Insani, 2021). Pekerja *engineering* merupakan pekerja yang bertugas untuk melakukan perbaikan di luar kegiatan *preventive maintenance*. *Preventive maintenance* merupakan perawatan alat kerja yang dilakukan secara rutin dan terjadwal dengan tujuan memastikan alat kerja dapat berfungsi secara normal sesuai dengan fungsinya (Nova, 2024).

Keselamatan dan Kesehatan Kerja menjadi elemen utama yang wajib dimiliki setiap Perusahaan karena merupakan salah satu aspek yang memberikan perlindungan kepada tenaga kerja yang diatur di dalam Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan (Quamilla, 2022). Terdapat beberapa risiko kecelakaan kerja yang dapat terjadi pada pekerja *engineering area boiler* antara lain seperti terjatuh dari ketinggian, terjepit mesin, tersetrum aliran listrik, kejatuhan alat-alat kerja, paparan suhu yang tinggi, kebocoran uap bertekanan tinggi, kebakaran, dan lain-lain (Ramadhani, 2022). Teori sebab akibat terjadinya kecelakaan oleh Heinrich (1972), “Teori Domino” menyebutkan bahwa suatu kecelakaan atau cedera yang terjadi disebabkan oleh lima faktor penyebab yang secara berurutan berdiri sejajar antara faktor yang satu dengan yang lainnya. Teori domino berasumsi bahwa deretan domino yang berjajar satu sama lain merupakan jalur atau rangkaian alur terjadinya kecelakaan sehingga untuk mencegah agar domino lainnya tidak berjatuhan, maka salah satu domino harus diambil sehingga kecelakaan lainnya dapat dihindari (Wicaksana, 2022). Kelima faktor domino tersebut adalah domino kebiasaan, domino kesalahan, domino tindakan atau kondisi tidak aman, domino kecelakaan, dan domino cedera (Uneputty and Rehatta, 2022).

Pencegahan kejadian kecelakaan kerja pada pekerja *engineering area boiler* dapat dilakukan dengan cara mengidentifikasi dan menilai risiko bahaya yang terdapat pada aktivitas kerja sehingga langkah pengendalian dapat dilakukan terhadap bahaya tersebut. Pada upaya pengendalian bahaya diketahui PLTU Paiton menggunakan metode HIRADC (*hazard identification, risk assessment, and determining control*). *Hazard identification* (identifikasi bahaya) merupakan sebuah proses yang dilakukan dengan tujuan untuk mengenali seluruh kondisi, keadaan, atau kejadian yang dapat menjadi potensi penyebab terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja yang mungkin dapat muncul di tempat kerja (Cholil, *et. al.*, 2020). Terdapat sepuluh jenis bahaya keselamatan dan kesehatan kerja menurut (Swartz, 2001) yaitu bahaya biologis, kimia, listrik, gravitasi, gerakan, mekanis, tekanan, radiasi, suara, dan suhu. *Risk assessment* (penilaian risiko) merupakan upaya untuk memperhitungkan besarnya sebuah risiko dan melakukan penetapan risiko tersebut dapat diterima atau tidak (Praditya, 2020).

Penilaian risiko dilakukan untuk menetapkan Tingkat risiko yang ditinjau dari kemungkinan terjadinya (*likelihood*) dan keparahan yang dapat ditimbulkan (*severity*). *Determining control* (pengendalian risiko) merupakan suatu proses yang dilakukan untuk mengidentifikasi dan mengendalikan seluruh kemungkinan bahaya di tempat kerja serta untuk peninjauan ulang yang dilakukan secara terus menerus untuk memastikan semua aktivitas kerja yang dilakukan telah aman (Cholil, *et. al.*, 2020). Penentuan skala prioritas dapat membantu pengendalian potensi bahaya yang kemudian akan ditentukan pengendalian yang akan dilakukan menggunakan pendekatan hierarki pengendalian risiko. Hierarki pengendalian risiko merupakan tingkatan berurutan yang dilakukan sebagai upaya dalam pencegahan dan pengendalian risiko yang dapat muncul di tempat kerja. Hierarki atau metode yang digunakan sebagai upaya pengendalian risiko berdasarkan pendekatan hierarki pengendalian atau *Hierarchy of Control* meliputi eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, administrasi, dan alat pelindung diri (APD) (Tarwaka, 2008).

Oleh sebab itu, berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, ditetapkan bahwa tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui gambaran penerapan metode HIRADC sebagai upaya dalam pengendalian risiko bahaya pada pekerja *engineering area boiler* PLTU Paiton.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan metode analisis deskriptif yang tujuannya untuk memberikan gambaran secara jelas mengenai masalah yang telah ditetapkan dan keadaan sesungguhnya berdasar pada data-data yang dikumpulkan sehingga informasi yang disajikan hanya berupa pengungkapan sebuah fakta dan data yang telah didapatkan yang digunakan dalam keperluan penulisan. Penelitian ini dilakukan di PLTU Paiton yang berlokasi di Jalan Raya Surabaya-Situbondo KM 141, Paiton, Probolinggo, Jawa Timur. Waktu penelitian ini dimulai bulan Oktober-Desember 2024.

Aktivitas kerja akan diuraikan dan kemudian diidentifikasi potensi bahaya yang dapat terjadi pada masing-masing aktivitas kerja. Setelah tahap identifikasi bahaya dilakukan, kemudian dilakukan tahap penilaian risiko untuk menentukan upaya pengendalian yang dapat dilakukan. Objek penelitian yang diambil merupakan pekerja *engineering area boiler* PLTU Paiton. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: Data primer berupa observasi langsung dan hasil wawancara yang dilakukan dengan health and safety specialist PLTU Paiton maupun pihak lain yang bersangkutan. Data sekunder berupa dokumen-dokumen perusahaan, artikel jurnal, *e-book*, dan buku fisik yang relevan dengan topik HIRADC.

HASIL

Risk Matrix yang Digunakan di PLTU Paiton

Risk Matrix yang digunakan di PLTU Paiton adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Skala Kemungkinan (*Likelihood*)

Tingkat	Deskripsi	Kriteria (dibaca baik/maupun)
5	<i>Certain</i>	Risiko akan terjadi Risiko terjadi setiap hari
4	<i>Likely</i>	Risiko diperkirakan akan terjadi Risiko terjadi mingguan/bulanan
3	<i>Possible</i>	Risiko akan terjadi dalam beberapa keadaan Risiko terjadi setiap tahun
2	<i>Unlikely</i>	Risiko telah terjadi di tempat lain Risiko terjadi setiap 10 tahun
1	<i>Rare</i>	Risiko dapat terjadi dalam keadaan luar biasa Risiko ini jarang terjadi di industri

Tabel 2. Skala Konsekuensi (*Consequence*)

Tingkat	Kriteria	Deskripsi
1	<i>Insignificant</i>	<i>First Aid Injury.</i> <i>Nuisance value.</i>
2	<i>Minor</i>	<i>Medical Treatment Injury.</i> <i>Restricted Work Injury.</i>
3	<i>Moderate</i>	<i>Single Lost Time Injury.</i>
4	<i>Major</i>	<i>Multiple Lost Time Injuries.</i> <i>Admission to intensive care unit or equivalent.</i> <i>Serious, chronic, longterm effect.</i>
5	<i>Catastrophic</i>	<i>Fatality or permanent disability.</i>

Tabel 3. *Risk Matrix*

<i>Likelihood</i>	<i>Consequence</i>				
	(1) <i>Insignificant</i>	(2) <i>Minor</i>	(3) <i>Moderate</i>	(4) <i>Major</i>	(5) <i>Catastrophic</i>
(5) <i>Certain</i>	11	16	20	23	25
(4) <i>Likely</i>	7	12	17	21	24
(3) <i>Possible</i>	4	8	13	18	22
(2) <i>Unlikely</i>	2	5	9	14	19
(1) <i>Rare</i>	1	3	6	10	15

Tabel 4. *Risk Level*

<i>Risk Level</i>	<i>Prioritas</i>	<i>Contoh Tindakan</i>	<i>Tindakan untuk Memastikan Peluang</i>
<i>Extreme</i>	1	Diperlukan penelitian dan perencanaan secara rinci; penentuan apakah aktivitas kerja harus dihentikan sembari menunggu penyelidikan lebih lanjut.	Perlu riset mendalam dan perencanaan yang matang; berpotensi memberikan keuntungan yang besar; perlu segera dilakukan dengan strategi yang efektif.
<i>High</i>	2	Perlu perhatian dari senior manager; segera lakukan tindakan korektif dan pencegahan.	Peluang dalam waktu dekat dengan potensi keuntungan di atas rata-rata; perlu dilakukan dengan serius dan tekun.
<i>Medium</i>	3	Penetapan tanggung jawab manajemen; pengembangan tindakan korektif dan pencegahan.	Peluang untuk merealisasikan tingkat pengembalian rata-rata dengan kepastian melalui pelaksanaan rencana yang telah ada.
<i>Low</i>	4	Pengelolaan dengan prosedur rutin; risiko yang masih dapat diterima.	Pengelolaan dengan prosedur rutin.

Uraian Aktivitas Kerja *Engineering Area Boiler PLTU Paiton*

Departemen *engineering* memiliki beberapa aktivitas kerja yang dilakukan pada bagian *boiler* yang tentunya menggunakan berbagai macam alat kerja dan melibatkan pekerja secara langsung. Penggunaan alat kerja yang tidak dapat terpisahkan dengan pekerja memiliki potensi bahaya yang mengancam keselamatan. Beberapa aktivitas kerja yang dilakukan oleh *engineering area boiler PLTU Paiton* adalah sebagai berikut: Modifikasi struktur/platform *boiler* merupakan kegiatan mengubah atau menambahkan platform sebagai akses tambahan. Inspeksi internal penthouse selama unit mati merupakan pemeriksaan bagian atas *boiler* untuk mengevaluasi apakah terdapat kerusakan atau kebocoran. Inspeksi internal *boiler* bagian pressure parts, superheater, reheater, economizer, waterwall, dan deadspace menggunakan scaffolding selama unit mati selama unit mati untuk memastikan komponen-komponen bertekanan tersebut dalam kondisi yang prima. Pembersihan *boiler* dan perbaikan kecil yang memerlukan bantuan alat kerja berupa gondola selama unit mati dilakukan untuk membersihkan area vertikal *boiler* serta melakukan perbaikan ringan. Pembersihan dan perbaikan yang dilakukan pada air heater serta pergantian bearing dan basket dilakukan untuk memastikan efisiensi pemanasan. Pembersihan klinker berlebih di *boiler* selama unit mati dilakukan untuk menghilangkan kerak keras akibat dari hasil pembakaran batu bara yang menempel di dinding *boiler*.

Pembersihan klinker berlebih di dalam bottom seal selama unit mati dilakukan untuk menghilangkan tumpukan klinker yang dapat menyebabkan overheating dan mengganggu fungsi bottom seal sebagai jalan keluarnya abu. Pembersihan bottom ash conveyor selama unit mati merupakan proses penghilangan residu klinker yang dibawa melalui conveyor. Inspeksi dan perbaikan bottom ash conveyor dilakukan untuk mengevaluasi kondisi mekanis dari conveyor, mendeteksi keausan mesin, dan perbaikan berupa penggantian komponen yang telah rusak. Perbaikan dan pengecatan silo batu bara, yang dilakukan meliputi perbaikan retakan, penggantian komponen yang rusak, dan pengecatan untuk mencegah korosi sehingga usia kerja silo dapat bertahan lebih lama. Injeksi kimia ke batu bara merupakan proses penambahan bahan

kimia tertentu untuk meningkatkan efisiensi pembakaran, mengurangi emisi gas berbahaya, dan mencegah terbentuknya klinker di *boiler*. Uji probe suhu tinggi merupakan pengukuran temperatur di dalam *boiler* untuk memantau distribusi suhu dan mendeteksi area overheating menggunakan temperature probes. Pemasangan dan pembongkaran scaffolding di dalam *boiler* unit 3, 7, & 8 sebagai akses untuk mempermudah pekerja menuju ke area dalam *boiler*. Pemasangan sootblower baru di unit 3, 7, & 8 yang berfungsi sebagai pembersih kumpulan abu dan jelaga pada permukaan heat exchanger. Pemasangan water cannon untuk menyemprotkan air dengan tekanan tinggi untuk membersihkan kerak yang menempel di dinding *boiler*. Pemasangan atau pembongkaran dynamic classifier pada pulverizer sebagai pengatur ukuran partikel batu bara sebelum memasuki *boiler*.

HIRADC Pekerja *Engineering Area Boiler* PLTU Paiton

HIRADC pekerja *engineering area boiler* PLTU Paiton adalah sebagai berikut:

Tabel 5. HIRADC Pekerja *Engineering Area Boiler* PLTU Paiton

Aktivitas	Bahaya	Risiko	Risk Analysis			Pengendalian yang Telah Dilakukan	Determining Control			Pengendalian yang Akan Dilakukan
			C	L	R		C 1	L 1	R 1	
Modifikasi struktur/platform	Gravitasi	Pekerja terluka karena terjatuh	5	1	5	Menyediakan penerangan yang cukup	4	1	10	
Inspeksi internal <i>penthouse</i> selama unit mati	Gravitasi	Pekerja terluka karena jatuh ke lantai yang berbeda	3	3	9	Prosedur (PTW, bekerja di ketinggian dan sertifikasi <i>lifting equipment</i>)	3	2	9	
Inspeksi internal <i>boiler</i> bagian <i>pressure parts</i> , <i>superheater</i> , <i>reheater</i> , <i>economizer</i> , <i>waterwall</i> , dan <i>deadspace</i> menggunakan scaffolding selama unit mati	Gravitasi	Pekerja terluka karena jatuh ke tingkat yang berbeda	5	3	15	Prosedur (PTW, bekerja di ketinggian dan sertifikasi <i>lifting equipment</i>)	3	2	9	
Pembersihan <i>boiler</i> dan perbaikan kecil menggunakan gondola selama unit mati	Gravitasi	Pekerja terluka karena jatuh ke lantai yang berbeda	5	3	15	Prosedur PTW, PP-10-02 (<i>Boiler Cleaning Procedure</i>)	4	2	14	
Pembersihan dan perbaikan <i>air heater</i> , penggantian <i>bearing</i> dan <i>basket</i>	Gravitasi	Benda jatuh yang menimpa orang yang berada di bawahnya (bagian yang	3	3	9	Prosedur (PTW, bekerja di ketinggian dan sertifikasi	3	2	9	

		dilepas atau dipotong)					lifting equipment)			
Pembersihan <i>klinker</i> berlebih di <i>boiler</i> selama unit mati	Gravitasi	Benda jatuh yang menimpa orang yang berada di bawahnya (<i>klinker</i> yang jatuh)	5	3	2	2	Prosedur (PTW, bekerja di ketinggian dan sertifikasi lifting equipment)	3	2	9
Membersihkan <i>klinker</i> berlebih di dalam <i>bottom seal</i> selama unit mati	Gravitasi	Benda jatuh yang menimpa orang yang berada di bawahnya (<i>klinker</i> yang jatuh)	5	3	2	2	Prosedur (PTW, bekerja di ketinggian dan sertifikasi lifting equipment)	3	2	9
Membersihkan <i>klinker</i> berlebih di dalam <i>bottom ash conveyor</i> selama unit mati	Gravitasi	Bekerja di bawah batuan <i>klinker</i> selama pembersihan dan perbaikan di dalam <i>bottom ash conveyor</i>	5	3	2	2	Tidak ada pekerja yang bekerja di bawah beban yang tergantung	5	2	19
Inspeksi dan perbaikan <i>bottom ash conveyor</i>	Gravitasi	Benda jatuh yang menimpa orang yang berada di bawahnya (<i>klinker</i> yang jatuh)	5	3	2	2	Prosedur (PTW, bekerja di ketinggian dan sertifikasi lifting equipment)	3	2	9
Perbaikan dan pengecatan silo batu bara	Gravitasi	Terjatuh dari tingkat yang berbeda saat membersihkan silo	3	2	9		Safety Induction	3	1	6
Injeksi kimia ke batu bara	Kimia	Terpapar injeksi bubuk kimia bertekanan tinggi	2	2	5		Pastikan konektor terpasang dengan benar	1	2	2
Uji probe suhu tinggi	Panas (<i>Thermal</i>)	Potensi terkena gas buang panas, radiasi termal, dan	2	3	8		APD minimum standar yang diwajibkan oleh PLTU	2	2	5

		permukaan panas					Paiton (sarung tangan, <i>dark face shield</i> , mantel tahan api)				
Pemasangan dan pembongkaran <i>scaffolding</i> di dalam <i>boiler</i> unit 3, 7, & 8	Gravitasi	Pekerja atau peralatan terjatuh ke lantai yang berbeda	5	3	2	2	Sertifikasi <i>scaffolding</i>	3	3	13	Memasang <i>solid barricade</i> pada semua area <i>boiler</i> yang memiliki lubang terbuka (diinformasikan saat pra-lelang dan <i>kick-off</i>); memastikan JSA (<i>Job Safety Analysis</i>) memuat beberapa hal yaitu pekerja tidak takut dengan ketinggian, memiliki pengetahuan terkait <i>boiler</i> ; dan meninjau ulang permanen <i>barricade</i>
Pemasangan <i>sootblower</i> baru di unit 3, 7, & 8	Gravitasi	Benda jatuh yang menimpa orang yang berada di bawahnya (bagian yang dilepas atau dipotong)	3	3	1	3	Prosedur (PTW, bekerja di ketinggian dan sertifikasi <i>lifting equipment</i>)	3	2	9	
Pemasangan <i>water cannon</i>	Gravitasi	Benda jatuh yang menimpa orang yang berada di bawahnya (bagian yang dilepas atau dipotong)	3	3	1	3	Prosedur (PTW, bekerja di ketinggian dan sertifikasi <i>lifting equipment</i>)	3	2	9	
Pemasangan atau pembongkaran <i>dynamic classifier</i> pada <i>pulverizer</i>	Gravitasi	Benda jatuh yang menimpa orang yang berada di bawahnya	3	3	1	3	Prosedur (PTW, bekerja di ketinggian dan sertifikasi	3	2	9	

 (bagian yang
dilepas atau
dipotong)

 lifting
equipment)

PEMBAHASAN

Manajemen Risiko

Manajemen risiko merupakan upaya yang dilakukan dengan terstruktur dan terencana dengan tujuan untuk mengurangi adanya faktor penyebab kecelakaan yang kemudian dapat dilakukan tindakan pengendaliannya terhadap kejadian kecelakaan kerja yang tidak diinginkan (Ikhsan, 2022). Manajemen risiko di PLTU Paiton dilakukan melalui lima langkah manajemen risiko. Lima Langkah manajemen risiko tersebut meliputi identifikasi risiko yang dilakukan melalui survei, investigasi, dan audit, pengukuran risiko dengan cara mengukur tingkat risiko yang ditentukan dari kombinasi potensi keparahan dan kemungkinan terjadinya, pengendalian risiko yang dilakukan berdasarkan hierarki pengendalian risiko dengan menyesuaikan target sisa risiko, monitoring risiko yang dilakukan dengan memonitor Tingkat efisiensi suatu program, dan perbaikan yang dilakukan secara berkelanjutan melalui evaluasi dan langkah perbaikan.

Hazard Identification (Identifikasi Bahaya)

Identifikasi bahaya merupakan upaya yang dilakukan untuk mengetahui potensi bahaya dalam aktivitas kerja, meningkatkan kehati-hatian pekerja saat melakukan aktivitas kerjanya. Diketahui dari total 16 aktivitas kerja *engineering area boiler*, terdapat 14 aktivitas kerja memiliki bahaya gravitasi, 1 aktivitas kerja memiliki bahaya kimia, dan 1 aktivitas kerja memiliki bahaya panas (*thermal*). Bahaya gravitasi menjadi bahaya utama karena diketahui *boiler* memiliki ketinggian kurang lebih 90 meter. Risiko yang ditimbulkan dari bahaya gravitasi adalah pekerja yang terjatuh dan benda jatuh yang menimpa pekerja yang berada di bawahnya. Kemudian untuk bahaya kimia, risiko yang dapat terjadi adalah terpajan injeksi bubuk kimia bertekanan tinggi. Sedangkan untuk bahaya panas (*thermal*), risiko yang dapat terjadi adalah potensi terkena gas buang panas, radiasi panas, dan permukaan yang panas.

Risk Assessment (Penilaian Risiko)

Risk assessment yaitu proses penilaian risiko bahaya yang dilakukan dengan tujuan untuk dapat mengenali dan memahami bahaya yang kemungkinan dapat muncul dalam proses aktivitas kerja serta memastikan risiko bahaya tersebut dinilai kemudian diprioritaskan dan dikendalikan sampai dapat mencapai tingkat yang dapat diterima. Setelah proses penilaian risiko dilakukan pada aktivitas kerja *engineering area boiler*, diketahui terdapat 7 aktivitas kerja yang termasuk dalam kategori risiko *extreme*, 6 aktivitas kerja termasuk dalam kategori risiko *high*, 2 aktivitas kerja termasuk dalam kategori risiko *medium*, dan 1 aktivitas kerja termasuk dalam kategori risiko *low*.

Determining Control (Pengendalian Kontrol)

Pengendalian risiko dilakukan pada semua bahaya yang ditemukan pada saat identifikasi bahaya dan kemudian dilakukan penilaian untuk menentukan peringkat risiko sehingga prioritas dan upaya pengendalian dapat ditetapkan. Bahaya yang terdapat di seluruh aktivitas kerja *engineering area boiler* hanya dapat dikendalikan dengan upaya rekayasa teknik, administrasi, dan penggunaan APD. Upaya eliminasi tidak dapat dilakukan karena pekerjaan *engineering* dilakukan di area *boiler* yang memiliki ketinggian sekitar 90 meter sehingga sumber bahaya gravitasi tidak memungkinkan untuk dihilangkan. Bahaya kimia pada aktivitas kerja injeksi bahan kimia ke batu bara tidak dapat dieliminasi karena bahan kimia yang

digunakan berupa bahan kimia khusus yang berfungsi untuk mengurangi pembentukan *klinker*. Bahaya panas (*thermal*) yang tidak dapat dieliminasi karena proses pembakaran dalam *boiler* memerlukan suhu yang sangat tinggi untuk menghasilkan uap panas. Upaya substitusi juga tidak dapat dilakukan karena bahaya gravitasi, kimia, dan suhu panas (*thermal*) tidak dapat diganti dengan bahan atau alat kerja yang lebih aman atau memiliki risiko yang lebih rendah. Upaya pengendalian risiko bahaya yang telah dilakukan pada aktivitas kerja *engineering area boiler* PLTU Paiton dilakukan dengan rekayasa teknik yaitu menyediakan penerangan yang cukup dan memastikan konektor yang digunakan pada injeksi kimia batu bara terpasang dengan benar. Pengendalian administrasi dilakukan dengan membuat prosedur yang mewajibkan pekerja memiliki PTW (*Permit To Work*) dan sertifikasi pelatihan bekerja di ketinggian seperti TKBT, *confined space*, *lifting and rigging*, *scaffolding*, PP-10-02 tentang *Procedur Manual Boiler Cleaning*, melakukan *safety induction*, dan membuat larangan bekerja di bawah beban yang tergantung saat membersihkan klinker. Pengendalian alat pelindung diri (APD) dilakukan dengan penggunaan APD minimal meliputi sarung tangan tahan panas, *dark face shield*, dan mantel tahan api pada pekerja yang melakukan uji probe suhu tinggi.

Setelah dilakukan pengendalian bahaya di setiap aktivitas kerja *engineering area boiler*, diketahui masih terdapat *residual risk* yang termasuk dalam kategori risiko *high* yaitu pada aktivitas pembersihan *boiler* dan perbaikan kecil menggunakan gondola saat unit mati serta pada aktivitas pemasangan dan pembongkaran *scaffolding* di dalam *boiler* unit 3, 7, & 8. Kategori risiko *extreme* juga masih ditemukan yaitu pada aktivitas kerja pembersihan klinker berlebih di dalam *bottom ash conveyor* selama unit mati. Rekomendasi pengendalian yang dapat dilakukan pada *residual risk* yang masih terdapat di ketiga aktivitas kerja tersebut adalah sebagai berikut: Pada aktivitas kerja pembersihan *boiler* dan perbaikan kecil menggunakan gondola saat unit mati, rekayasa teknik dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi tambahan seperti *emergency brake system* serta penyediaan lampu kerja *portable* yang dapat dipasangkan pada rangka gondola. Pengendalian administrasi dapat dilakukan dengan menyiapkan *stand by watcher* yang bertugas untuk mengawasi adanya perubahan cuaca ekstrem dan mengawasi potensi risiko lain seperti alat kerja yang terjatuh. Pada pengendalian APD, pekerja dapat diwajibkan membawa *head lamp*, *safety shoes* anti selip, dan *body harness* yang dikaitkan ke *anchor point* dengan tepat.

Pada aktivitas kerja pemasangan dan pembongkaran *scaffolding* di dalam *boiler* unit 3, 7, & 8, rekayasa teknik dapat dilakukan dengan memasang solid barricade pada semua area *boiler* yang memiliki lubang terbuka (untuk kontraktor diinformasikan saat pra-lelang dan *kick-off*). Pengendalian administrasi dapat dilakukan dengan memastikan JSA (*Job Safety Analysis*) memuat beberapa hal yaitu memastikan pekerja tidak takut dengan ketinggian dan memiliki pengetahuan yang mumpuni terkait *boiler*, melakukan peninjauan ulang pada pemasangan permanen *barricade*. Siapkan *stand by watcher* yang bertugas untuk mengawasi aktivitas pekerja yang harus mematuhi prosedur keselamatan dan menginspeksi *scaffolding* sebelum dan sesudah aktivitas kerja dilakukan.

Pengendalian APD dapat dilakukan dengan mewajibkan pekerja menggunakan *body harness* yang dikaitkan ke *anchor point*, menggunakan *safety helmet* dengan *strap* yang terpasang, dan *safety shoes* anti selip untuk meminimalkan risiko tergelincir. Pada aktivitas kerja pembersihan *klinker* berlebih di dalam *bottom ash conveyor* selama unit mati, rekayasa teknik dapat dilakukan dengan cara membuat beberapa *anchor point* untuk pemasangan kawat kasa las pada dinding *bottom seal*. Pengendalian administrasi dapat dilakukan dengan menyediakan kawat kasa las yang sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan, memastikan terdapat *stand by watcher* yang mengawasi keadaan seperti kelancaran sistem ventilasi selama pembersihan berlangsung, dan memastikan *gas test* telah dilakukan oleh *safety officer* di dalam *bottom ash conveyor* secara berkala mulai dari sebelum, selama, dan sesudah aktivitas kerja. Pengendalian APD dapat dilakukan dengan mewajibkan pekerja menggunakan *safety helmet*

dengan *strap* yang terpasang, *safety shoes* anti selip, dan masker yang sesuai untuk melindungi pekerja dari debu *klinker*.

KESIMPULAN

Pada penerapan HIRADC pekerja *engineering* di area *boiler* PLTU Paiton diketahui terdapat total 16 aktivitas kerja yang memiliki risiko bahaya yang mengancam keselamatan pekerja. Pada aktivitas kerja tersebut, setelah dilakukan manajemen risiko menggunakan metode HIRADC diketahui terdapat dua aktivitas memiliki *residual risk* kategori *high* dan satu aktivitas yang memiliki *residual risk* kategori *extreme*. Pengendalian bahaya yang dilakukan meliputi pengendalian rekayasa teknik, administrasi, dan penggunaan APD. Pada kolom pengendalian yang akan dilakukan masih terdapat salah satu risiko kategori *high* yang belum dicantumkan, maka disarankan agar langkah pengendalian dapat ditambahkan dengan mengacu pada hierarki pengendalian risiko. Penambahan kolom prosedur penanganan juga dapat dilakukan untuk menjelaskan langkah-langkah pengendalian secara spesifik. Melalui beberapa saran tersebut, diharapkan manajemen risiko melalui metode HIRADC di PLTU Paiton dapat menjadi lebih informatif, terstruktur, dan memudahkan proses peninjauan serta implementasi di lokasi kerja yang dituju.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan terimakasih kepada pembimbing, keluarga yang selalu menyertakan doa serta memotivasi dalam penyusunan artikel, dan teman-teman seperjuangan yang menemani hingga terselesaikannya artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Cholil, A. A., Santoso, S., T RIZA, S. Y. A. H. R. I. A. L., Sinulingga, E. C., & Nasution, R. H. (2020). Penerapan metode hiradc sebagai upaya pencegahan risiko kecelakaan kerja pada divisi operasi pembangkit listrik tenaga gas uap. *Jurnal Bisnis Dan Manajemen (Journal of Business and Management)*, 20(2), 41-64.
- Hidayat, D. F., & Hardono, J. (2021). Penerapan Metode HIRADC pada Bagian Proses Penerimaan di PT. CA. *Journal Industrial Manufacturing*, 6(2), 87-92.
- Ikhsan, 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), pp. 42–52. doi:10.55826/tmit.v1ii.13.
- Irawan, O. W., Pratama, L. S., & Insani, C. (2021). Analisis Termodinamika Siklus Pembangkit Listrik Tenaga Uap Kapasitas 1500 kW. *JTM-ITI (Jurnal Tek. Mesin ITI)*, 5(3), 109.
- Nova, F. (2024). *Optimalisasi Pelaksanaan Saturday Routine Dalam Menunjang Keselamatan Crew Di Atas Kapal MV. Nadhif* (Doctoral dissertation, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang).
- Praditya, R.P. (2020). Penerapan Metode Hazard Identification Risk Assessment And Determining Control (HIRADC) Di Bagian Diesel PT. Kereta Api Indonesia (Persero) UPT Balai Yasa Yogyakarta.
- Quamilla, J.V. (2022). Penerapan Metode HIRADC Pada Fungsi Channel Dan Fleet Safety Sebagai Upaya Pengendalian Bahaya Di Pertamina Patra Niaga Sub Holding Commercial & Trading.
- Ramadhani, S. (2022). Analisis Potensi Bahaya Pada Bagian *Boiler* Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Menggunakan HIRARC di PT. Indonesia Power Kabupaten Barru.

- Swartz, G. (2001). Job hazard analysis: a guide to identifying risks in the workplace. Government Institus.
- Tarwaka. (2008). Manajemen dan Implementasi K3 di Tempat Kerja. Surakarta: Harapan Press.
- Uneputty, S. and Rehatta, G.B. (2022). ‘Tinjauan Penerapan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Pekerjaan Proyek Pembangunan Jalan Trans Seram Bagian Barat (Sta 0+000-9+300)’, Jurnal Agregate: Jurnal Teknik Sipil Politeknik Negeri Ambon, 1(1), pp. 134–145.
- Wicaksana, A.S. (2022). Analisa Komponen Keamanan dan Keselamatan Kerja Pada Lingkungan Laboratorium Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.