

Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Bagian Boiler di PLTU Teluk Sirih

Analysis of Occupational Health and Safety (OHS) Risk in The Boiler Section at PLTU Teluk Sirih

Areta Ardiningrum¹, Fitriyani^{2*}, Aria Gusti²

1. Bidang Ilmu K3-Kesling, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Andalas, Padang, Indonesia
2. Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Andalas, Padang, Indonesia

Corresponding Author : fitriyani@ph.unand.ac.id

Info Artikel : Diterima bulan Oktober 2023; Disetujui bulan November 2023; Publikasi bulan November 2023

ABSTRAK

Dari data BPJS Ketenagakerjaan di Kota Padang tahun 2019 tercatat angka kecelakaan kerja mencapai 1.597 kasus. PLTU Teluk Sirih merupakan salah satu pembangkit listrik tenaga uap terbesar di Sumatera Barat. Berdasarkan survei awal, lingkungan kerja pada bagian boiler memiliki bahaya dan tingkat risiko yang tinggi dengan 13 sumber bahaya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko pada bagian boiler di PLTU Teluk Sirih Tahun 2023. Desain penelitian ini adalah kualitatif dengan metode HIRADC. Penelitian ini berlangsung dari Januari-Juni 2023. Teknik pengumpulan data yaitu wawancara, observasi, dan telaah dokumen dengan 8 orang informan. Analisis data menggunakan *risk matrix* untuk mengetahui tingkat risiko. Berdasarkan hasil identifikasi bahaya PLTU Teluk Sirih pada bagian boiler mempunyai tingkat risiko sebanyak 7 sangat tinggi, 22 tinggi, 38 sedang, dan 4 ringan. Pengendalian yang telah diterapkan, yaitu isolasi energi dan panas, rambu K3, SOP, APD, sistem pemadam kebakaran, P3K, *protecline*, monitoring, dan *safety briefing*. Perhitungan *residual risk* didapatkan tingkat risiko 7 tinggi, 22 sedang, dan 42 ringan. Terdapat 9-13 sumber bahaya pada setiap area boiler dengan tingkat risiko umumnya sedang dan tinggi. Pengendalian risiko sudah berjalan dengan baik, maka untuk mempertahankannya disarankan kepada perusahaan untuk memberikan pelatihan dan penyuluhan terkait K3 untuk semua pekerja yang terlibat.

Kata Kunci : Analisis Risiko, HIRADC, Boiler

ABSTRACT

From BPJS Employment data in Padang City in 2019, the number of work accidents reached 1,597 cases. PLTU Teluk Sirih is one of the largest steam power plants in West Sumatra. Based on the initial survey, the working environment in the boiler section has a hazard and a high level of risk with 13 sources of danger. This study aims to analyze the risks in the boiler section of PLTU Teluk Sirih in 2023. This research design is qualitative with the HIRADC method. This research took place from January to June 2023. Data collection techniques included interviews, observation, and document review with 8 informants. Data analysis uses a risk matrix to determine the level of risk. Based on the hazard identification results of PLTU Teluk Sirih, the boiler section has a risk level of 7 very high, 22 high, 38 moderate, and 4 low. Controls that have been implemented, namely energy and heat isolation, K3 signs, SOP, PPE, fire extinguishing systems, first aid, protection lines, monitoring, and safety briefings. Residual risk calculations obtained risk levels of 7 high, 22 moderate, and 42 low. There are 9-13 sources of hazard in each boiler area with generally moderate and high risk levels. Risk control has been going well, so to maintain it, it is advisable for the company to provide training and counseling related to OHS for all workers involved.

Keywords : Risk Analysis, HIRADC, Boiler

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah membuat dunia industri lebih banyak menggunakan peralatan yang semakin canggih. Hal tersebut dapat menambah potensi bahaya yang mungkin terjadi dan semakin besar juga kecelakaan kerja yang ditimbulkan.⁽¹⁾ Salah satunya teknologi dalam bidang konversi energi menjadi sumber tenaga yang akan mengoperasikan berbagai mesin produksi dalam suatu industri, yaitu boiler.⁽²⁾

Boiler adalah alat berupa bejana tertutup yang digunakan untuk menghasilkan uap. Uap dihasilkan dari pembakaran bahan bakar seperti batu bara.⁽²⁾ Penggunaan boiler dalam suatu industri memiliki bahaya dan risiko yang sangat tinggi sehingga dalam mencegah dampak bahaya dalam penggunaan boiler, dibutuhkannya penerapan kesehatan dan keselamatan kerja (K3) dalam suatu perusahaan atau industri.

Kesehatan dan keselamatan kerja merupakan hal penting bagi perusahaan agar dampak secara langsung maupun tidak langsung dari kecelakaan dan penyakit akibat kerja tidak merugikan pekerja dan perusahaan. Penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di tempat kerja merupakan upaya utama untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman, nyaman dan sehat, serta melindungi dan memberdayakan pekerja yang sehat, selamat dan efektif.⁽³⁾⁽⁴⁾

Setiap tempat kerja memiliki risiko dengan besar kecilnya risiko terjadi kecelakaan tergantung dari jenis industri, teknologi, serta upaya pengendalian risiko yang dilakukan oleh perusahaan.⁽⁵⁾ Kecelakaan kerja atau kecelakaan akibat kerja adalah suatu kejadian yang tidak terencana dan tidak terkendali sebagai akibat dari tindakan dan reaksi suatu objek, bahan, orang, atau radiasi yang mengakibatkan cedera atau kemungkinan akibat lainnya. Kecelakaan kerja dapat terjadi akibat adanya risiko dan bahaya ditempat kerja sehingga diperlukan pengelolaan terhadap risiko yang ada.⁽⁶⁾⁽⁷⁾

Berdasarkan data dari BPJS Ketenagakerjaan yang disampaikan dalam Profil K3 Nasional Kemenaker Tahun 2022, menyatakan bahwa jumlah kasus kecelakaan kerja di Indonesia terus tumbuh dalam lima tahun terakhir. Sejak 2017, jumlah kecelakaan kerja tercatat sebanyak 128.491 kasus. Jumlah

tersebut naik 34,96% menjadi 173.415 kasus pada 2018. Pada tahun 2019, kecelakaan kerja kembali meningkat 21,55% menjadi 210.789 kasus. Kemudian, jumlah kecelakaan kerja ditahun 2020 sebesar 221.740 kasus mengalami kenaikan 5,65% sebanyak 234.270 kasus pada 2021. BPJS Ketenagakerjaan memaparkan bahwa kasus kecelakaan kerja terdapat 23.313 kasus pada wilayah Sumatera Barat-Riau, sedangkan di Kota Padang tahun 2019 tercatat adanya kasus kecelakaan kerja yakni sebanyak 1.597 orang⁽⁸⁾

Menurut data *National Board of Boiler and Pressure Vessel Inspectors* (NBBPVI), ledakan boiler bersejarah pernah terjadi di R. B. Grover pabrik sepatu di Brockton, Massachusetts, AS pada tahun 1905 yang tidak hanya menewaskan 58 orang dan melukai lebih dari 150 orang, tetapi juga serpihan boiler menghancurkan lantai dan meratakan bangunan kayu empat lantai dari pabrik sepatu Grover. Sebuah ledakan boiler tragis juga pernah terjadi di PLTU Unchahar 550 MW milik National Thermal Power Company (NTPC) di Rae Bareilly, Uttar Pradesh, India pada 1 November 2017. Ledakan tersebut menewaskan 32 orang dan melukai 97 orang secara kritis.⁽⁹⁾

Di Indonesia terdapat beberapa kasus mengenai kecelakaan kerja pada boiler. Kasus yang terjadi lebih banyak terjadi pada perusahaan kecil, namun perusahaan besar juga menyumbang kasus kecelakaan yang disebabkan oleh boiler. Kasus kecelakaan kerja yang pernah terjadi pada boiler, di antaranya kasus ledakan boiler pada pabrik tahu di Serdang Bedagai, Sumatera Utara, pada September 2016 yang menewaskan 2 orang; dan di PLTU Celukan Bawang, pada Desember 2015 yang melukai 2 pekerja saat memperbaiki mesin boiler.⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾

Cara menghindari dan mengendalikan terjadinya kecelakaan kerja akibat dari bahaya dan risiko dalam penggunaan boiler suatu industri, diperlukannya sistem manajemen. Sistem manajemen risiko K3 yang berlaku secara global atau internasional salah satunya adalah ISO 45001:2018. Menurut ISO 45001, manajemen K3 adalah upaya terstruktur dalam mengelola risiko yang ada pada kegiatan kerja suatu perusahaan yang dapat menyebabkan cedera pada manusia, gangguan atau kerusakan terhadap perusahaan. Manajemen risiko K3 berkaitan dengan harus dilakukannya pengelolaan bahaya dan risiko yang ada di

tempat kerja yang berpotensi menimbulkan kerugian bagi perusahaan.⁽¹²⁻¹⁵⁾

Salah satu *tools* manajemen risiko yang dapat digunakan dalam menganalisis bahaya dan risiko dalam penggunaan boiler yaitu, HIRADC yang terbagi atas tiga bagian yaitu *Hazard Identification, Risk Assesment, and Determining Control*. Metode ini merupakan bagian dari manajemen risiko dan yang menentukan arah penerapan K3 dalam perusahaan. Analisis dengan metode HIRADC mampu menjabarkan setiap kegiatan-kegiatan pada area boiler yang pekerjaannya bersifat *maintenance* yang bahaya tidak hanya berasal dari *unsafe action*, tetapi juga *unsafe condition*. Pada HIRADC terdapat perhitungan risiko dilakukan dua kali sehingga dapat menganalisis bahaya dan tingkat risiko secara menyeluruh hingga dapat diterima perusahaan yang ada di area pekerjaan.⁽¹⁶⁻¹⁸⁾

PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap) merupakan sebuah pembangkit yang menghasilkan energi listrik dari hasil konversi energi kinetik uap, menggunakan panas untuk mengubah air menjadi uap. Salah satu PLTU terbesar di Sumatera Barat adalah PLTU Teluk Sirih yang berada di Kecamatan Bungus Teluk Kabung, Kota Padang.

Berdasarkan studi pendahuluan yang dilakukan di PLTU Teluk Sirih, area kerja boiler memiliki mesin kerja yang lebih banyak dibandingkan area lainnya, sehingga bahaya dan risiko yang mungkin ditimbulkan juga lebih tinggi. Selanjutnya, diperoleh informasi bahwa dibagian boiler terdapat beberapa area yaitu, *coal feeder, furnace, steam drum, safety valve, dan mesin fan (HPFF, PAF, SAF, Dan IDF)*.

Dari hasil observasi awal yang dilakukan peneliti di PLTU Teluk Sirih, didapatkan pada area boiler terdapat potensi bahaya dan risiko yang lebih banyak dibandingkan area yang lain seperti, kebisingan, suhu ekstrim panas, dan kondisi udara yang kurang baik akibat debu batu bara. Selanjutnya, dari hasil wawancara awal yang dilakukan dengan supervisor har boiler potensi bahaya yang ada di area boiler seperti, percikan api, jatuh dari ketinggian, tekanan tinggi, permukaan yang licin, tertabrak objek, tersandung dan terpeleset, serta limbah yang dihasilkan dari kegiatan

produksi di PLTU berupa FABA.

Berdasarkan latar belakang yang telah penulis paparkan, diperlukannya melakukan identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan perhitungan *residual risk* agar dapat dilakukan pengendalian risiko lainnya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada bagian boiler dengan metode HIRADC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control*) di PLTU Teluk Sirih.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kualitatif dengan desain penelitian deskriptif. Pendekatan penelitian adalah berdasarkan pendekatan risiko Australian/New Zealand Standard 4360:2004 dengan menggunakan metode HIRADC (*Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Control*). Penelitian ini dilakukan di PLTU Teluk Sirih pada pekerja bagian boiler yang dilakukan dari Januari – Juni 2023. Pada penelitian ini, peneliti melihat pekerjaan *maintenance* pada bagian boiler dengan jumlah informan dalam penelitian ini adalah 10 orang. Penelitian ini dilakukan melalui observasi (pengamatan lapangan), wawancara, serta telaah dokumen yang diperoleh dari dokumen perusahaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi bahaya yang dilakukan pada bagian Boiler di PLTU Teluk Sirih dengan wawancara, obsevasi lapangan dan telaah dokumen yang dapat menjadi sumber masukan untuk mengetahui bahaya yang ada di bagian boiler PLTU Teluk Sirih. Selanjutnya, hasil identifikasi bahaya dilakukan penilaian risiko, *residual risk*, serta rekomendasi pengendalian sebagai berikut:

Tabel 1. HIRADC Area Coal Feeder

No	1. Hazard Identification				2. Risk Analysis			Pengendalian yang sudah ada	3. Determining Control			Pengendalian Tambahan
	Kegiatan/ Pekerjaan	Alat Kerja/ Sarana	Bahaya	Dampak	L	C	R		Residual risk			
									L ₁	C ₁	R ₁	
1.	Pemeriksaan dan pembersihan mesin	Mesin coal feeder	Kebisingan 81dBA	Gangguan pendengaran	3	3	9	- Rambu kebisingan - APD berupa <i>earplug</i> dan <i>earmuff</i> . - Monitoring - SOP - <i>Safety breafing</i>	3	2	6	-Melakukan peredaman kebisingan -Memperbanyak <i>safety sign</i> kebisingan
		Cahaya matahari	Suhu ekstrim panas 28°C	Luka bakar	3	2	6	- APD berupa sarung tangan - Monitoring - SOP - <i>Safety breafing</i>	2	2	4	-Memberikan arahan K3 tentang unsafe action dan unsafe condition kepada pekerja. -Safety sign suhu ekstrim panas
				Heat stress	2	3	6	- APD berupa helmet dan sarung tangan - Monitoring - SOP - <i>Safety breafing</i>	2	2	4	-Memberikan arahan K3 tentang unsafe action&unsafe condition kepada pekerja. -Safety sign suhu ekstrim panas
		Bahan batu bara	Debu batu bara	Gangguan pernapasan	3	3	9	- APD berupa masker - Monitoring - SOP - <i>Safety breafing</i>	2	3	6	-Memperbanyak stok masker -Menambah <i>safety sign</i> bahaya debu
		Manusia	Cara kerja tidak ergonomic	Musculoskeletal Disorder	2	3	6	- Monitoring - SOP - <i>Safety breafing</i>	2	2	4	-Memperbaiki sikap kerja yaitu tidak terlalu lama bekerja dalam sikap membungkuk
		Waktu kerja	Kelebihan jam kerja	Kelelahan	3	2	6	- Monitoring - SOP - <i>Safety breafing</i>	3	1	3	-Radio HT bagi setiap pekerja untuk <i>safety talk</i>

2	Pengecekan drum <i>coal feeder</i> dan memastikan pengoperasian mesin	Kabel listrik	Arus listrik	Tersengat listrik	3	5	15	- APD berupa sarung tangan, kacamata <i>safety</i> , sepatu <i>safety</i> , dan helmet - SOP - Monitoring - Isolasi energy	2	4	8	-Menambah safety sign bahaya listrik -Selalu berhati-hati dan konsentrasi saat bekerja -Memberikan pelatihan tentang K3 listrik
3.	Penggantian <i>bearing rolling coal feeder</i>	Bearing rolling dan mesin gerindra	Tindakan tidak aman	Tangan terluka	3	2	6	- P3K - APD berupa sarung tangan - SOP	2	2	4	-Melengkapi penyediaan kotak P3K
				Tergores	3	2	6	- P3K - APD berupa sarung tangan - SOP	2	2	4	-Melengkapi penyediaan kotak P3K
				Terjepit	2	3	6	- P3K - Monitoring - SOP	1	2	2	-Melengkapi penyediaan kotak P3K
				Tertimpa objek	3	3	9	- APD berupa helmet - SOP - Monitoring - Rambu-rambu K3 - <i>Safety briefing</i>	3	2	6	-Meningkatkan pengawasan -Memperbanyak safety sign
				Terbentur	3	2	6	- P3K - APD berupa helmet dan sepatu <i>safety</i> - Monitoring - SOP - Rambu-rambu K3	3	1	3	-Melengkapi penyediaan kotak P3K
				Tangga	Area licin	Tergelincir	2	1	2	- APD berupa sepatu <i>safety</i> dan helmet - Monitoring - SOP	1	1
	Tangga	Ketinggiann	Terjatuh dari ketinggian	2	4	8	- APD berupa helmet, sepatu <i>safety</i> , <i>full body harness</i> , dan masker - SOP - <i>Safety breafing</i> - Monitoring	2	3	6	-Meningkatkan pengawasan -Selalu berhati-hati dan konsentrasi saat bekerja	

Tabel 2. HIRADC Area Furnace

No	1. Hazard Identification				2. Risk Analysis			Pengendalian yang sudah ada	3. Determining Control			Pengendalian Tambahan
	Kegiatan/ Pekerjaan	Alat Kerja/ Sarana	Bahaya	Dampak	L	C	R		Residual risk			
									L ₁	C ₁	R ₁	
1.	Pemeriksaan dan pembersihan mesin	Mesin furnace	Kebisingan 89 dBA	Gangguan pendengaran	3	4	12	- Rambu kebisingan - APD berupa <i>earplug</i> dan <i>earmuff</i> . - Monitoring - SOP - <i>Safety breafing</i>	3	2	6	- Melakukan peredaman kebisingan - Memperbanyak safety sign kebisingan
		Cahaya matahari	Suhu ekstrim panas 28,7°C	Luka bakar	3	2	6	- APD berupa sarung tangan - Monitoring - SOP - <i>Safety breafing</i>	2	2	4	- Memberikan arahan K3 tentang unsafe action dan unsafe condition kepada pekerja. - Safety sign suhu panas
				Heat stress	2	3	6	- APD berupa helmet, sepatu <i>safety</i> , masker dan sarung tangan - Monitoring - <i>Safety breafing</i>	2	2	4	- Memberikan arahan K3 tentang unsafe action dan unsafe condition kepada pekerja. - Safety sign suhu panas
		Bahan batu bara	Debu batu bara	Gangguan pernapasan	3	3	9	- APD berupa masker - Monitoring - SOP - <i>Safety breafing</i>	2	3	6	- Memperbanyak stok masker - Menambah safety sign bahaya debu
		Manusia	Cara kerja tidak ergonomi	Musculoskeletal disorder	2	3	6	- Monitoring - SOP - <i>Safety breafing</i>	2	2	4	- Memperbaiki sikap kerja yaitu tidak terlalu lama bekerja dalam sikap membungkuk
		Waktu kerja	Kelebihan jam kerja	Kelelahan	3	2	6	- Monitoring - SOP - <i>Safety breafing</i>	3	1	3	- Radio HT bagi setiap pekerja untuk safety talk
2.	Perbaikan refractory	Pipa boiler	Kebocoran	Kebakaran	2	4	8	- Sistem pemadam kebakaran	2	3	6	- Sarana penyelamat jiwa

	mesin		Luka bakar	3	2	6	- APD berupa sarung tangan tahan panas - Monitoring - <i>Protecline</i> - SOP	2	2	4	- Memberikan arahan K3 tentang unsafe action dan unsafe condition kepada pekerja.
	Mesin furnace	Uap Panas	Kulit melepuh	2	3	6	- APD berupa sarung tangan tahan panas - SOP - Monitoring - Isolasi panas	2	2	4	- Memberikan arahan K3 tentang unsafe action dan unsafe condition kepada pekerja.
3.	Pemasangan dan pembongkaran <i>scaffolding furnace</i>	Manusia	Tindakan tidak aman	3	3	9	- APD berupa helm - SOP - Monitoring - Rambu-rambu K3 - <i>Safety briefing</i>	3	2	6	- Material langsung simpan ke luar setelah dibongkar - Selalu berhati-hati dan konsentrasi saat bekerja
	Material scaffolding	Material perakitan scaffolding	Tergores	3	2	6	- P3K - APD berupa sarung tangan - SOP	2	2	4	- Melengkapi penyediaan kotak P3K
			Terjepit	2	3	6	- P3K - Monitoring - SOP	1	2	2	- Melengkapi penyediaan kotak P3K
	Main frame scaffolding	Ketinggian	Terjatuh dari Ketinggian	2	5	10	- APD berupa helm, sepatu <i>safety</i> , dan <i>full body harness</i> - masker - SOP - <i>Safety breafing</i> - Monitoring	2	3	6	- Meningkatkan pengawasan - Pelatihan K3 bekerja diketinggian - Selalu berhati-hati dan konsentrasi saat bekerja
			Terpeleset	3	1	3	- APD berupa sepatu <i>safety</i> , <i>full body harness</i> , dan helm - Monitoring - SOP - <i>Safety breafing</i>	2	1	2	- Pekerja harus selalu fokus dalam mengorganisir dan mengatur pekerjaan diketinggian
4.	Pengelasan	Alat las	Percikan api	2	3	6	- APD berupa kacamata	2	2	4	- Melakukan inspeksi pada mesin las sebelum mulai

No	Kegiatan/ Pekerjaan	1. Hazard Identification			2. Risk Analysis			Pengendalian yang sudah ada	3. Determining Control			
		Alat Kerja/ Sarana	Bahaya	Dampak	L	C	R		Residual risk			Pengendalian Tambahan
								L ₁	C ₁	R ₁		
				Heat stress	2	3	6	- SOP - Safety breafing - APD berupa helmet, sepatu safety, dan sarung tangan - Monitoring - SOP - Safety breafing	2	2	4	pekerja. - Safet sign suhu ekstrim panas - Memberikan arahan K3 tentang unsafe action dan unsafe condition kepada pekerja. - Safet sign suhu ekstrim panas
		Bahan batu bara	Debu batu bara	Gangguan pernapasan	3	3	9	- APD berupa masker - Monitoring - SOP - Safety breafing	2	3	6	- Memperbanyak stok masker - Menambah safety sign bahaya debu
		Manusia	Cara kerja tidak ergonomi	Musculoskeletal disorder	2	3	6	- Monitoring - SOP - Safety breafing	2	2	4	- Memperbaiki sikap kerja yaitu tidak terlalu lama bekerja dalam sikap membungkuk
		Waktu kerja	Kelebihan jam kerja	Kelelahan	3	2	6	- Monitoring - SOP - Safety breafing	3	1	3	- Radio HT bagi setiap pekerja untuk safety talk
		Drum	Bekerja diruang terbatas	Terbentur	3	2	6	- P3K - APD berupa helmet dan sepatu safety - Monitoring - SOP - Rambu-rambu K3	3	1	3	- Melengkapi penyediaan kotak P3K
2.	Pemantauan level air didih dan pelepasan uap	Kabel listrik	Arus listrik	Tersengat listrik	3	5	15	- APD berupa sarung tangan, kacamata safety, sepatu safety, dan helmet - SOP - Monitoring - Isolasi energy	2	4	8	- Menambah safety sign bahaya listrik - Selalu berhati-hati dan konsentrasi saat bekerja - Sistem proteksi - Memberikan pelatihan tentang K3 listrik

No	Kegiatan/ Pekerjaan	1. Hazard Identification			2. Risk Analysis			Pengendalian yang sudah ada	3. Determining Control			Pengendalian Tambahan
		Alat Kerja/ Sarana	Bahaya	Dampak	L	C	R		Residual risk	L ₁	C ₁	
	Tumpukan debu batu bara	Area licin	Tergelincir	2	1	2	- APD berupa sepatu <i>safety</i> dan helmet - Monitoring - SOP	1	1	1	-	
	Mesin steam drum	Uap panas	Kulit melepuh	2	3	6	- APD berupa sarung tangan tahan panas - SOP - Monitoring - Isolasi panas	2	2	4	- Memberikan arahan K3 tentang unsafe action dan unsafe condition kepada pekerja.	
	Pipa boiler	Kebocoran	Luka bakar	3	2	6	- APD berupa sarung tangan tahan panas - Monitoring - <i>Protecline</i> - SOP	2	2	4	- Memberikan arahan K3 tentang unsafe action dan unsafe condition kepada pekerja.	
			Kebakaran	2	4	8	- Sistem pemadam kebakaran	2	3	6	- Sarana penyelamat jiwa	
	Tangga	Ketinggian	Terjatuh dari ketinggian	2	4	8	- APD berupa helmet, sepatu <i>safety</i> , <i>full body harness</i> , dan masker - SOP - <i>Safety breafing</i> - Monitoring	2	3	6	- Meningkatkan pengawasan - Pelatihan K3 bekerja diketinggian - Selalu berhati-hati dan konsentrasi saat bekerja	
	Manusia	Tindakan tidak aman	Tertimpa objek	3	3	9	- APD berupa helmet - SOP - Monitoring - Rambu-rambu K3 - <i>Safety briefing</i>	3	2	6	- Meningkatkan pengawasan - Memperbanyak safety sign	

Tabel 4. HIRADC Area Safety Valve

No	1. Hazard Identification				2. Risk Analysis			Pengendalian yang sudah ada	3. Determining Control			Pengendalian Tambahan
	Kegiatan/ Pekerjaan	Alat Kerja/Sa rana	Bahaya	Dampak	L	C	R		Residual risk	L ₁	C ₁	
1.	Pemeriksaan dan pembersihan mesin	Mesin <i>safety valve</i>	Kebisingan 79,5 dBA	Gangguan pendengaran	3	3	9	- Rambu kebisingan - APD berupa <i>earplug</i> dan <i>earmuff</i> . - Monitoring - SOP - <i>Safety breafing</i>	3	2	6	-Melakukan peredaman kebisingan -Memperbanyak safety sign kebisingan
		Cahaya matahari	Suhu ekstrim panas 28,8°C	Luka bakar	3	2	6	- APD berupa sarung tangan - Monitoring - SOP - <i>Safety breafing</i>	2	2	4	-Memberikan arahan K3 tentang unsafe action dan unsafe condition kepada pekerja. -Safet sign suhu ekstrim panas
				Heat stress	2	3	6	- APD berupa helmet, sepatu <i>safety</i> , masker dan sarung tangan - Monitoring - SOP - <i>Safety breafing</i>	2	2	4	-Memberikan arahan K3 tentang unsafe action dan unsafe condition kepada pekerja. -Safet sign suhu ekstrim panas
		Bahan batu bara	Debu batu bara	Gangguan pernapasan	3	3	9	- APD berupa helmet, sepatu <i>safety</i> , masker dan sarung tangan - Monitoring - SOP - <i>Safety breafing</i>	2	3	6	-Memperbanyak stok masker -Menambah safety sign bahaya debu
		Manusia	Cara kerja tidak ergonomic	Musculoskeletal disorder	2	3	6	- APD berupa masker - Monitoring - SOP - <i>Safety breafing</i>	2	2	4	-Memperbaiki sikap kerja yaitu tidak terlalu lama bekerja dalam sikap membungkuk
		Watu kerja	Kelebihan jam kerja	Kelelahan	3	2	6	- Monitoring - SOP - <i>Safety breafing</i>	3	1	3	-Radio HT bagi setiap pekerja untuk safety talk

No	1. Hazard Identification			2. Risk Analysis			3. Determining Control					
	Kegiatan/ Pekerjaan	Alat Kerja/Sa- rana	Bahaya	Dampak	L	C	R	Pengendalian yang sudah ada	Residual risk			Pengendalian Tambahan
									L ₁	C ₁	R ₁	
2.	Pembongkaran dan pemasangan valve	Komponen valve	Tindakan tidak aman	Tertimpa objek	3	3	9	- APD berupa helmet - SOP - Monitoring - Rambu-rambu K3 - <i>Safety briefing</i>	3	2	6	-Meningkatkan pengawasan -Memperbanyak safety sign
				Terbentur Objek	3	2	6	- P3K - APD berupa helmet dan sepatu <i>safety</i> - Monitoring - SOP - Rambu-rambu K3	3	1	3	-Melengkapi penyediaan kotak P3K
				Tergores material	3	2	6	- P3K - APD berupa sarung tangan - SOP	2	2	4	-Melengkapi penyediaan kotak P3K
				Terjepit	2	3	6	- P3K - Monitoring - SOP	1	2	2	-Melengkapi penyediaan kotak P3K
				Tangga Ketinggian	2	5	10	- APD berupa helmet, sepatu <i>safety</i> , dan <i>full body harness</i> - SOP - <i>Safety breafing</i> - Monitoring	2	4	8	-Meningkatkan pengawasan -Pelatihan K3 bekerja diketinggian -Selalu berhati-hati dan konsentrasi saat bekerja
3.	Pengetesan <i>safety valve</i>	Mesin <i>safety valve</i>	Uap panas	Kulit melepuh	2	3	6	- APD berupa sarung tangan tahan panas - SOP - Monitoring - Isolasi panas	2	2	4	-Memberikan arahan K3 tentang unsafe action dan unsafe condition kepada pekerja.

No	1. Hazard Identification				2. Risk Analysis			3. Determining Control				
	Kegiatan/ Pekerjaan	Alat Kerja/ Sarana	Bahaya	Dampak	L	C	R	Pengendalian yang sudah ada	Residual risk			Pengendalian Tambahan
									L ₁	C ₁	R ₁	
	Pipa boiler		Kebocoran	Luka bakar	3	2	6	- APD berupa sarung tangan tahan panas - Monitoring - <i>Protecline</i> - SOP	2	2	4	-Memberikan arahan K3 tentang unsafe action dan unsafe condition kepada pekerja.
				Kebakaran	2	4	8	- Sistem pemadam kebakaran	2	3	6	-Sarana penyelamat jiwa

Tabel 5. HIRADC Area Mesin Fan

No	1. Hazard Identification				2. Risk Analysis			3. Determining Control				
	Kegiatan/ Pekerjaan	Alat Kerja/ Sarana	Bahaya	Dampak	L	C	R	Pengendalian yang sudah ada	Residual risk			Pengendalian Tambahan
									L ₁	C ₁	R ₁	
1.	Pemeriksaan dan pengecekan mesin	Mesin HPFF, PAF, SAF, dan IDF	Kebisingan 92 dBA	Gangguan pendengaran	3	4	12	- Rambu kebisingan - APD berupa <i>earplug</i> dan <i>earmuff</i> . - Monitoring - SOP - <i>Safety breafing</i>	3	3	9	- Melakukan peredaman kebisingan - Memperbanyak safety sign kebisingan
		Cahaya matahari	Suhu ekstrim panas 27°C	Luka bakar	3	2	6	- APD berupa sarung tangan - Monitoring - SOP - <i>Safety breafing</i>	2	2	4	- Memberikan arahan K3 tentang unsafe action dan unsafe condition kepada pekerja. - Safet sign suhu ekstrim panas
				Heat stress	2	3	6	- APD berupa helmet, sepatu <i>safety</i> , masker dan sarung tangan - Monitoring, SOP - <i>Safety breafing</i>	2	2	4	- Memberikan arahan K3 tentang unsafe action dan unsafe condition kepada pekerja. - Safet sign suhu ekstrim panas

No	Kegiatan/ Pekerjaan	1. Hazard Identification			2. Risk Analysis			Pengendalian yang sudah ada	3. Determining Control			
		Alat Kerja/ Sarana	Bahaya	Dampak	L	C	R		Residual risk			Pengendalian Tambahan
									L ₁	C ₁	R ₁	
		Bahan batu bara	Debu batu bara	Gangguan pernapas-an	3	3	9	- APD berupa masker - Monitoring, SOP - Safety breafing	2	3	6	- Memperbanyak stok masker - Menambah safety sign bahaya debu
		Manusia	Cara kerja tidak ergonomi	Musculoskeletal disorder	2	3	6	- Monitoring - SOP - Safety breafing	2	2	4	- Memperbaiki sikap kerja yaitu tidak terlalu lama bekerja dalam sikap membungkuk
		Waktu kerja	Kelebihan jam kerja	Kelelahan	3	2	6	- Rambu kebisingan - APD - Monitoring, SOP - Safety breafing	3	1	3	- Radio HT bagi setiap pekerja untuk safety talk
2.	Penggantian oli mesin	Cairan oli	Tumpahan oli	Tergelincir	2	1	2	- APD berupa sepatu safety dan helmet - Monitoring, SOP - Menyerap ceceran oli dengan pasir	1	1	1	-
		Cairan oli	Terpapar oli	Iritasi kulit	2	3	6	- P3K - APD berupa sarung tangan - SOP, Monitoring	2	2	4	- Melengkapi penyediaan kotak P3K
				Iritasi mata	2	3	6	- P3K - APD berupa kacamata safety - SOP, Monitoring	2	2	4	- Melengkapi penyediaan kotak P3K
3.	Pembongkaran dan penggantian bearing fan	Bearing fan dan mesin gerindra	Serpihan material besi	Tergores akibat serpihan	4	2	8	- P3K - APD berupa sarung tangan - SOP - Monitoring	3	2	6	- Selalu berhati-hari dan konsentrasi saat bekerja
				Iritasi kulit	2	3	6	- P3K - APD berupa sarung	2	2	4	- Melengkapi penyediaan kotak P3K

No	1. Hazard Identification			2. Risk Analysis			3. Determining Control				
	Kegiatan/ Pekerjaan	Alat Kerja/ Sarana	Bahaya	Dampak	L	C	R	Pengendalian yang sudah ada	Residual risk L ₁ C ₁ R ₁	Pengendalian Tambahan	
								tangan - SOP, Monitoring			
			Iritasi mata		2	3	6	- APD berupa kacamata - SOP - Monitoring	2 2	4	- Memberikan arahan K3 tentang unsafe action dan unsafe condition kepada pekerja. - Selalu berhati-hati dan konsentrasi saat bekerja
	Manusia		Tindakan tidak aman	Tertimpa objek	3	3	9	- APD berupa helmet - SOP - Monitoring - Rambu-rambu K3 - <i>Safety briefing</i>	3 2	6	- Meningkatkan pengawasan - Memperbanyak safety sign
			Terjepit		2	3	6	- P3K - Monitoring - SOP	1 2	2	- Melengkapi penyediaan kotak P3K
	Genangan air		Area licin	Tergelincir	2	1	2	- APD berupa sepatu <i>safety</i> dan helmet - Monitoring	1 1	1	

Berdasarkan hasil penelitian ditemukan sumber bahaya dan risiko pada pekerjaan di area *coal feeder* diantaranya kebisingan 81 dBA, suhu ekstrim panas 28°C, debu batu bara, cara kerja tidak ergonomi, dan kelebihan jam kerja yang dapat mengakibatkan gangguan pendengaran, luka bakar, *heat stress*, gangguan pernapasan, *musculoskeletal disorder*, dan kelelahan. Bahaya dan risiko lain terdapat pada pekerjaan pengecakan drum *coal feeder* dan memastikan pengoperasian mesin terdapat sumber bahaya dari arus listrik yang menyebabkan pekerja tersengat listrik. Pada pekerjaan penggantian *bearing rolling coal feeder* terdapat sumber bahaya berupa tindakan tidak aman, area licin, dan ketinggian yang mana berisiko tangan terluka, tergores, terjepit, tertimpa objek, terbentur, tergelincir, dan jatuh dari ketinggian. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Supriyadi (2017) yang dilakukan pada pekerjaan bagian boiler menunjukkan bahwa di area *coal feeder* terdapat potensi bahaya berupa, debu batu bara dan kebisingan.⁽⁸⁾

Pada area *furnance* memiliki potensi bahaya dari debu batu bara sehingga dapat menyebabkan gangguan pernapasan. Berdasarkan hasil penelitian bahaya lain yang ditemukan diantaranya, kebisingan 89 dBA, suhu ekstrim panas 28°C, debu batu bara, cara kerja tidak ergonomi, dan kelebihan jam kerja. Bahaya lainnya yaitu, kebocoran yang juga menimbulkan percikan api sehingga berisiko terjadinya kebakaran dan dapat mengakibatkan pekerja terkena luka bakar dan bahaya uap panas yang dapat menyebabkan kulit pekerja melepuh. Pada pekerjaan pembongkaran dan pemasangan *scaffolding* berisiko bagi pekerja yaitu, tertimpa objek, terbentur, terjepit, tergores, tangan terluka, terjatuh dari ketinggian, dan terpeleset. Berdasarkan hasil penelitian pada pekerjaan pengelasan ditemukan bahaya arus listrik, percikan api dan asap dari pekerjaan las. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan Supriyadi (2017) yang dilakukan pada bagian boiler menunjukkan bahwa di area *furnance* terdapat potensi bahaya terbakar, material panas, debu batu bara, dan kebisingan.⁽⁸⁾

Pada area *steam drum* ditemukan bahaya berupa kebisingan 68,8 dBA, suhu ekstrim panas 29°C, debu batu bara, cara kerja tidak ergonomi, dan kelebihan jam kerja. Pada area *steam dream* juga ditemukan bahaya lain

pada kegiatan pemantauan level air dididih dan pelepasan uap diantaranya, arus listrik, area licin, uap panas, kebocoran, ketinggian, dan tindakan tidak aman. Berdasarkan hasil wawancara dengan har boiler, pada area *steam drum* jika terjadi kebocoran akan menimbulkan bahaya lain yaitu, akan mengeluarkan uap panas yang menimbulkan risiko kulit melepuh jika pekerja tidak bekerja menggunakan sarung tangan tahan panas dan tidak berhati-hati. Sejalan juga dengan penelitian Supriyadi (2017) yang dilakukan pada bagian boiler menunjukkan bahwa di area *steam drum* juga ditemukan bahaya uap panas dan kebocoran pada drum.⁽⁸⁾

Pada area *safety valve* pada kegiatan pemeriksaan dan pembersihan mesin ditemukan bahaya kebisingan 79,5 dBA, suhu ekstrim panas 28,8°C, debu batu bara, cara kerja tidak ergonomi, dan kelebihan jam kerja yang dapat mengakibatkan gangguan pendengaran, luka bakar, *heat stress*, gangguan pernapasan, *musculoskeletal disorder*, dan kelelahan. Berdasarkan hasil wawancara dengan pekerja pada saat terjadi gangguan pada mesin area *safety valve* akan sangat bising. Pada kegiatan pembongkaran dan pemasangan *valve* terdapat bahaya dari material *valve*, tindakan tidak aman dari pekerja, dan bekerja diketinggian. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Nur (2018) yang melakukan analisis risiko pada bagian boiler di PT Indonesia Power UPJP Bali Sub Unit PLTU Barru pada kegiatan pembongkaran dan pemasangan *valve* dimana terdapat bahaya tergores, terjepit, tertimpa *safety valve*, dan jatuh dari ketinggian. Bahaya lain juga ditemukan pada kegiatan pengetesan *safety valve* berupa uap bertekanan tinggi dan kebocoran.⁽⁹⁾

Pada area mesin fan (*HPFF, PAF, SAF, dan IDF*) ditemukan sumber bahaya dan risiko pada pekerjaan di area mesin fan saat pekerjaan pemeriksaan dan pembersihan mesin dimana bahaya yang ditemukan sama dengan area-area lainnya. Jenis bahaya tersebut berupa kebisingan 92 dBA, suhu ekstrim panas 27°C, debu batu bara, cara kerja tidak ergonomi, dan kelebihan jam kerja. Potensi bahaya lainnya juga ditemukan pada pekerjaan penggantian oli mesin berupa ceceran oli. Berdasarkan hasil penelitian juga ditemukan bahaya lain pada pekerjaan pembongkaran dan penggantian bearing fan.

Potensi bahaya yang ada diantaranya dari serpihan material besi, tindakan tidak aman, dan area yang licin yang dapat berdampak tergores akibat serpihan, iritasi kulit, iritasi mata, tertimpa objek, terjepit, dan tergelincir. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Supriyadi (2017) yang dilakukan pada bagian boiler menunjukkan bahwa di area fan terdapat potensi bahaya berupa debu batu bara dan listrik bertekanan tinggi.⁽⁸⁾

Potensi bahaya yang sebelumnya telah diidentifikasi bahaya risikonya dilakukan penilaian untuk menentukan besarnya risiko. Hasil penilaian risiko pada bagian boiler terdapat 7 *extreme risk* (risiko sangat tinggi), 22 *high risk* (risiko tinggi), 37 *moderate risk* (risiko sedang), dan 4 *low risk* (risiko ringan).

Bedasarkan hasil identifikasi bahaya dan penilaian risiko di area *coal feeder* perlu diberikan pengendalian agar potensi bahaya yang ada dapat dikendalikan. Pada kategori *extreme risk* yaitu risiko tersengat listrik. Perusahaan telah melakukan pengendalian berupa isolasi energi, menyediakan SOP, memasang rambu-rambu K3, dan penggunaan APD seperti sarung tangan, kacamata *safety*, sepatu *safety*, dan helmet guna meminimalisir terjadinya pekerja tersengat listrik. Sehingga dari pengendalian yang sudah ada tingkat *extreme risk* menurun menjadi *high risk*. Pada kategori *high risk* yaitu risiko gangguan pendengaran, gangguan pernapasan, tertimpa objek, dan jatuh dari ketinggian. Perusahaan telah melakukan pengendalian berupa isolasi energi, menyediakan SOP, memasang rambu-rambu kebisingan, dan penggunaan APD berupa masker, sarung tangan, kacamata *safety*, helmet, sepatu *safety*, *full body harness*, *earplug* dan *earmuff*. Sehingga dari pengendalian yang sudah ada tingkat *high risk* menurun menjadi *moderate risk*. Pada kategori *moderate risk* terdiri dari risiko luka bakar, *heat stress*, *musculoskeletal disorder*, kelelahan, tangan terluka, tergores, terjepit, dan terbentur. Perusahaan telah melakukan pengendalian berupa penyediaan kotak P3K, menyediakan SOP, memasang rambu-rambu K3, dan penggunaan APD berupa masker, sarung tangan, kacamata *safety*, helmet, dan sepatu *safety*. Sehingga dari pengendalian yang sudah ada tingkat *moderate risk* menurun menjadi *low risk*.

Pada area *furnace*, kategori *extreme risk* yaitu risiko gangguan pendengaran,

terjatuh dari ketinggian, dan tersengat listrik. Dari pengendalian yang sudah ada tingkat *extreme risk* menurun menjadi *high risk*. Pada kategori *high risk* yaitu risiko gangguan pernapasan, kebakaran, dan tertimpa objek, tingkat *high risk* menurun menjadi *moderate risk*. Pada kategori *moderate risk* terdiri dari risiko luka bakar, *heat stress*, *musculoskeletal disorder*, kelelahan, kulit melepuh, tergores, terjepit, dan iritasi mata. Dari pengendalian yang sudah ada tingkat *moderate risk* menurun menjadi *low risk*.

Pada area *steam drum*, kategori *extreme risk* yaitu pada risiko tersengat listrik. Perusahaan telah melakukan pengendalian berupa isolasi energi, menyediakan SOP, memasang rambu-rambu K3, dan penggunaan APD berupa sarung tangan, kacamata *safety*, sepatu *safety*, dan helmet. Sehingga dari pengendalian yang sudah ada tingkat *extreme risk* menurun menjadi *high risk*. Pada kategori *high risk* yaitu risiko gangguan pendengaran, gangguan pernapasan, tertimpa objek, dan jatuh dari ketinggian. Perusahaan telah melakukan pengendalian berupa isolasi energi, menyediakan SOP, memasang rambu-rambu kebisingan, dan penggunaan APD berupa masker, sarung tangan, kacamata *safety*, helmet, sepatu *safety*, *full body harness*, *earplug* dan *earmuff*. Sehingga dari pengendalian yang sudah ada tingkat *high risk* menurun menjadi *moderate risk*. Kategori *moderate risk* terdiri dari risiko, luka bakar, *heat stress*, *musculoskeletal disorder*, kelelahan, terbentur, dan kulit melepuh dimana pengendalian yang sudah dilakukan perusahaan adalah Perusahaan telah melakukan pengendalian berupa penyediaan kotak P3K, menyediakan SOP, memasang rambu-rambu K3, dan penggunaan APD berupa sarung tangan, kacamata *safety*, helmet, dan sepatu *safety*. Sehingga dari pengendalian yang sudah ada tingkat *moderate risk* menurun menjadi *low risk*.

Pada area *safety valve*, kategori *extreme risk* yaitu pada risiko terjatuh dari ketinggian. Perusahaan telah melakukan pengendalian berupa monitoring saat pekerja bekerja diketinggian dan penggunaan APD helmet, *full body harness*, dan sepatu *safety*. Sehingga dari pengendalian yang sudah ada tingkat *extreme risk* menurun menjadi *high risk*. Pada kategori *high risk* yaitu risiko gangguan pendengaran, gangguan pernapasan, tertimpa objek, dan kebakaran. Perusahaan

telah melakukan pengendalian berupa sistem pemadam kebakaran, menyediakan SOP, memasang rambu-rambu K3 lainnya, dan penggunaan APD berupa masker, sarung tangan, kacamata *safety*, helmet, sepatu *safety*, *earplug* dan *earmuff*. Sehingga dari pengendalian yang sudah ada tingkat *high risk* menurun menjadi *moderate risk*. Pada kategori *moderate risk* terdiri dari risiko, luka bakar, *heat stress*, *musculoskeletal disorder*, kelelahan, terbentur, tergores, terjepit, dan kulit melepuh. Perusahaan telah melakukan pengendalian berupa penyediaan kotak P3K, menyediakan SOP, memasang rambu-rambu K3, *protecline* pada area kebocoran, dan penggunaan APD berupa masker, sarung tangan tahan panas, kacamata *safety*, helmet, dan sepatu *safety*. Sehingga dari pengendalian yang sudah ada tingkat *moderate risk* menurun menjadi *low risk*.

Pada area mesin fan, kategori *extreme risk* yaitu pada risiko gangguan pendengaran. Perusahaan telah melakukan pengendalian berupa menyediakan SOP, memasang rambu kebisingan, dan penggunaan APD berupa *earplug* dan *earmuff*. Sehingga dari pengendalian yang sudah ada tingkat *extreme risk* menurun menjadi *high risk*. Pada kategori *high risk* yaitu risiko gangguan pernapasan, tergores akibat serpihan, dan tertimpa objek. Perusahaan telah melakukan pengendalian berupa menyediakan kotak P3K, menyediakan SOP, memasang rambu-rambu K3, dan penggunaan APD berupa masker, sarung tangan, helmet. Sehingga dari pengendalian yang sudah ada tingkat *high risk* menurun menjadi *moderate risk*. Pada kategori *moderate risk* terdiri dari risiko, luka bakar, *heat stress*, *musculoskeletal disorder*, kelelahan, terjepit, iritasi kulit dan iritasi mata. Perusahaan telah melakukan pengendalian berupa penyediaan kotak P3K, menyediakan SOP, dan penggunaan APD berupa sarung tangan, kacamata *safety*, helmet, dan sepatu *safety*. Sehingga dari pengendalian yang sudah ada tingkat *moderate risk* menurun menjadi *low risk*.

Untuk dapat meningkatkan dan mempertahankan keselamatan kesehatan kerja pekerja di perusahaan, maka direkomendasi pengendalian berupa, melakukan peredam kebisingan, memperbanyak *safety sign*, memperbanyak stok masker, memberikan arahan K3 tentang *unsafe action* dan *unsafe condition* kepada pekerja, memperbaiki sikap

kerja yaitu tidak terlalu lama bekerja dalam sikap membungkuk, pekerja harus selalu fokus dalam mengorganisir dan mengatur pekerjaan diketinggian, melakukan inspeksi pada mesin las sebelum mulai menggunakan, penyediaan radio HT untuk semua pekerja, *safety talk*, sarana penyelamat jiwa, melengkapi kotak P3K, selalu berhati-hati saat bekerja, dan pelatihan K3 ke semua pekerja.

KESIMPULAN

Terdapat 9-13 sumber bahaya pada setiap area boiler. Penilaian pada setiap pekerjaan di boiler umumnya berisiko sedang dan tinggi. Pengendalian risiko sudah berjalan dengan baik, maka untuk mempertahankannya disarankan kepada perusahaan untuk memberikan pelatihan dan penyuluhan terkait keselamatan dan kesehatan kerja untuk semua pekerja yang terlibat agar dapat meningkatkan pengetahuan pekerja mengenai keselamatan dan kesehatan kerja. Kemudian, pekerja tenaga ahli daya juga diharapkan untuk meningkatkan kepedulian terhadap keselamatan dan kesehatan kerja dengan selalu berhati-hati dan konsentrasi saat bekerja, serta mematuhi segala peraturan yang ada.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan anugerah dan kesempatan dalam menuntut ilmu di bangku perkuliahan hingga masa studi berakhir. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Andalas, seluruh dosen dan staf akademik Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Andalas, kepada dosen pembimbing dan penguji yang telah memberikan bimbingan, saran dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Selanjutnya, penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh rekan mahasiswa dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini. Penghargaan juga diberikan kepada PLTU Teluk Sirih khususnya para informan yang telah bersedia menjadi narasumber dalam memberikan informasi sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Score. Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Tempat Kerja. Jakarta: The International Labour Organization; 2013.

2. Yuniarti N, Aji IW. Modul Pembelajaran Pembangkit Tenaga Listrik. Yogyakarta: Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT. Universitas Negeri Yogyakarta; 2019.
3. Hasbi Ibrahim. Strategi Penerapan Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja. Makassar: Alauddin University Press; 2013
4. Tarwaka. Manajemen dan Implementasi Kesehatan dan Keselamatan Kerja di Tempat Kerja. Surakarta: Harapan Press; 2008.
5. Suma'mur P. Keselamatan Kerja dan Pencegahan Kecelakaan. 8th ed. Jakarta: PT. Toko Gunung Agung; 2014.
6. Mahawati, et al. Keselamatan Kerja dan Kesehatan Lingkungan Industri. Semarang: Yayasan Kita Menulis; 2021.
7. Kemenaker RI. Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor 5 Tahun 2021 tentang Tata Cara Penyelenggaraan Program Jaminan Kecelakaan Kerja, Jaminan Kematian, dan Jaminan Hari Tua. Jakarta: Kementrian Ketenagakerjaan RI; 2021
8. Kemenaker RI. Profil Keselamatan dan Kesehatan Kerja Nasional Indonesia Tahun 2022. Jakarta: Kemenaker RI; 2022.
9. Paul AR dan Alam F. Compliance of Boiler Standards and Industrial Safety in Indian Subcontinent. International Journal of Engineering Material and Manufacture. 2018;3(4):182–9.
10. Fatoni R. Rekomendasi Standar Sistem Keselamatan untuk Steam Boiler di Pabrik Tahu. Simposium Nasional Teknologi Terapan (SNTT). 2013.
11. Tempo.co. Pabrik Tahu Meledak, 2 Pekerja Tewas [Internet]. Tempo.co. 2016. Available from: <https://nasional.tempo.co/read/807546/pabrik-tahu-meledak-2-pekerja-tewas>
12. ISO 45001. Occupational Health and Safety Management Systems Requirements with Guidance For Use. London: BSI Standards Limited; 2018.
13. Australian Standard /New Zealand Standard 4360. Risk Management Guidelines. Sidney: Standards Australia/Standards New Zealand; 2004.
14. Kerzner H. Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. 9th ed. New York: John Wiley & Sons, Inc; 2009.
15. Kurniawidjaja M. Teori dan Aplikasi Kesehatan Kerja. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia; 2015.
16. Ramli S. Pedoman Manajemen risiko dalam Perspektif K3. Jakarta: Dian Rakyat; 2010.
17. Ramli S. Sistem Manajemen Keselamatan &Kesehatan Kerja OHSAS 18001. Jakarta: Dian Agung; 2013.
18. MoHR D. Guidelines for Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control. Malaysia: DOSH Ministry of Human Resource; 2008.
19. Supriyadi S, Ramdan F. Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko pada Divisi Boiler Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC). Journal of Industrial Hygiene and Occupational Health. 2017;1(2):161.
20. Hasnah N, Ibrahim H, Syarfaini. Studi Penilaian Resiko Keselamatan Kerja di Bagian Boiler PT Indonesia Power UPJP Bali Sub Unit PLTU Barru. Higiene. 2018;4(2):8