



Identifikasi Potensi Bahaya pada Stasiun Boiler Menggunakan Metode Hirarc di PT. Syaukath Agro

Yusi Hidjrawan^{1*}, Rita Hartati¹, Marlinda¹, Wanda Ariansyah¹

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar
Jl. Alue Peunyareng, Aceh Barat, 23615, Indonesia

*Corresponding author: yusihidjrawan@utu.ac.id

ARTICLE INFO

Received: 29-03-2024
Revision: 24-04-2024
Accepted: 26-04-2024

Keywords:

Identification
Hirarc
Potential Hazards
Boiler Station

ABSTRACT

PT Syaukath Agro is a company operating in the Agribusiness Sector which is engaged in processing palm oil Fresh Fruit Bunches (FFB) into crude palm oil (CPO), Palm Kernel (PK) and shells. The palm oil processing system consists of several stages starting from receiving Fresh Fruit Bunches (FFB) to becoming palm oil or Crude Palm Oil (CPO). The palm oil processing process can be used in several stages carried out at each station. Based on interviews conducted, each station has a different level of risk of accidents, one of the stations that has a large risk of work accidents is the boiler station which is the heart of a palm oil factory where the steam boiler is the source of power and the source of the steam that will be used to process palm oil. Boilers have potential dangers or risks when operated. The risks that often occur are falls, slips, burns, scalds, heat, noise, so it is very important to supervise and provide guidance regarding work safety. The size of the accident caused will certainly have a detrimental impact on the company. The severity of the accident can be determined through identification of potential dangers and risk assessment of all boiler operating activities at PT. Syaukath Agro. Based on the results of research conducted using the hirarc method, potential hazards found in boiler stations include: Unergonomic Working Attitudes, Noise Levels >84 dB with 8 Hours/Day Exposure, Working climate temperature (hot) 31°C on exposure >8 working hours/day, and oil buildup. Types of risk of work accidents at boiler stations consist of: Falls, injuries (slipping, slippery floors) Burns (in contact with hot objects around), Heat exhausting (Heat), Work accidents (fatigue), hearing loss (noise), blisters (burns), health problems (muscles, bones), contact dermatitis (exposed to dangerous toxic radiation). Based on the results of risk control, it was found that the most appropriate type of control recommendation is administrative control and compliance with the use of personal protective equipment (PPE). Administration (Administration Control) is carried out by creating or providing a work system that can reduce the possibility of someone being exposed to potential dangers. The hierarchy of control of Personal Protective Equipment (PPE) is used to provide a boundary between exposure to the body and the potential danger received by the body.

1. PENDAHULUAN

Setiap pekerjaan tak lepas dari resiko terjadinya kecelakaan yang menyebabkan tersendatnya pekerjaan baik dari jenis industri maupun teknologi. Potensi bahaya dapat terjadi dalam semua aktivitas dan berbagai tempat terutama pada perusahaan. Kejadian yang tak diinginkan serta berpotensi merugikan perusahaan yang terjadi di lokasi kerja. Identifikasi awal penyebab kecelakaan dan masalah kerja yaitu, pekerjaan yang berhubungan dengan mesin dan peralatan, kondisi kerja dan di tempat kerja, serta posisi kerja [1].

PT. Syaukath Agro, merupakan perusahaan yang bergerak dibidang pengolahan minyak kelapa sawit untuk menjadi minyak mentah atau sering disebut dengan CPO. Minyak mentah ini nantinya akan dikirim ke PT. Sinar mas

Medan untuk diolah lebih lanjut, dalam mengolah sawit hingga menjadi minyak mentah. PT. Syaukath Agro memiliki beberapa stasiun produksi mulai dari stasiun penyortiran TBS (Tandan Buah Segar) hingga stasiun pendistribusian. Berdasarkan wawancara yang dilakukan setiap stasiun memiliki tingkat resiko kecelakaan yang berbeda-beda, salah satu stasiun yang memiliki resiko kecelakaan kerja yang besar adalah Stasiun boiler merupakan jantung dari sebuah pabrik kelapa sawit di mana, ketel uap ini yang menjadi sumber tenaga dan sumber uap yang akan dipakai untuk mengolah kelapa sawit.

Boiler memiliki potensi bahaya atau resiko pada saat dioperasikan, Resiko yang sering terjadi yaitu terjatuh, terpeleset, luka bakar, melepuh, panas, kebisingan maka sangatlah penting melakukan pengawasan serta pembinaan mengenai keselamatan kerja. Besar kecilnya kecelakaan yang ditimbulkan tentu akan berdampak merugikan bagi perusahaan [2]. Tingkat keparahan kecelakaan dapat diketahui melalui identifikasi mengenai potensi bahaya serta penilaian resiko dari semua aktivitas pengoperasian boiler di PT. Syaukath Agro. Identifikasi dan penilaian resiko yang dilakukan dapat dijadikan sebagai sumber pencegahan dan meminimalisir resiko yang ditimbulkan pada kecelakaan pengoperasian boiler. selama PT.Syaukath Agro berjalan, proses identifikasi dan penilaian resiko dari pengoperasian boiler belum pernah dilakukan. Salah satu upaya yang bisa dilakukan untuk mengidentifikasi penilaian resiko dilakukan dengan cara menggunakan metode HIRARC.

Metode HIRARC merupakan proses yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi potensi bahaya pada tempat kerja dan metode yang digunakan untuk mengurangi atau menghilangkan bahaya yang teridentifikasi program pengendalian bahaya [3]. Pemilihan metode HIRARC dilakukan karena metode ini berperan besar dalam proses identifikasi, penilaian serta pengendalian resiko bahaya yang berpotensi terjadi pada semua aktivitas kerja di perusahaan atau pabrik. Metode ini menunjukkan ke perusahaan, untuk dapat melihat seberapa besar potensi terjadinya bahaya dan seberapa parah bila bahaya tersebut terjadi. [4]. Penggunaan metode HIRARC dapat memberikan solusi yang mempunyai resiko tinggi. Pengendalian resiko kecelakaan kerja di stasiun loading ramp tersebut adalah dengan kewajiban menerapkan Alat Pelindung Diri atau APD saat karyawan berada dalam pabrik khususnya saat sedang bekerja.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini desain penelitian kualitatif yang bersifat deskriptif untuk memberikan penilaian bahaya dan resiko yang ditimbulkan dari pengoperasian *boiler*. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi mengenai potensi bahaya pada stasiun *Boiler* dengan menggunakan metode hirarc HIRARC (Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control) dimulai dari potensi bahaya, penilaian resiko sampai dengan pengendalian resiko, sehingga dapat menentukan tingkat resiko keselamatan kerja.

Pengumpulan data meliputi identifikasi sumber bahaya, melakukan penilaian resiko, dan memberikan usulan pengendalian resiko. Data yang diperoleh dari penelitian ini diperoleh dari hasil wawancara dan pengamatan langsung di lapangan yang dilakukan di stasiun boiler

Pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini, yaitu identifikasi bahaya (*hazard identification*), penilaian resiko (*risk assessment*), dan pengendalian resiko (*risk control*).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Identifikasi Sumber Bahaya Pada Stasiun Boiler

Identifikasi bahaya merupakan upaya sistematis yang dilakukan untuk mengetahui potensi bahaya dalam aktivitas pekerjaan. Potensi bahaya yang dapat diidentifikasi berguna untuk meningkatkan kehati-hatian dalam melakukan suatu pekerjaan, waspada serta melakukan langkah-langkah pengamanan agar tidak terjadi kecelakaan. Potensi bahaya yang dimaksud adalah semua tindakan yang tidak aman dan kondisi yang tidak aman yang berada di tempat kerja yang dapat menimbulkan bahaya kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja. Dalam hal ini adalah Pekerja (Sikap kerja, umur, masa kerja) Lingkungan Kerja (Bising, panas), dan Peralatan/*Maintenance* (Pengecekan rutin). Hasil dari identifikasi bahaya pada stasiun boiler sebagai berikut:

Tabel 1. Sumber Bahaya Pada Stasiun boiler

Tahapan proses pekerjaan	Identifikasi Bahaya	Risiko
Mengisi bahan bakar boiler	Menghirup serat <i>fiber</i> Terpleset tangga Terjatuh dari ketinggian	Sesak nafas Cidera/luka Cidera/luka
Membuka dan menutup pintu tungku pembakaran	Tersembur uap api pembakaran Terkena percikan api Kontak langsung dengan mesin Terpapar uap air pembakaran Meledak boiler	Luka bakar Luka bakar Luka bakar Luka bakar Cidera/luka bakar/kematian
Membersihkan tungku dari abu sisa pembakaran	Terkena percikan api Menghirup debu dan asap pembakaran	Luka bakar Sesak nafas dan batuk – batuk
Memantau kestabilan <i>steam</i>	Terpapar suara mesin	Gangguan pendengaran, pusing, dan gangguan keseimbangan tubuh

Berdasarkan Tabel di atas maka dapat di ketahui identifikasi bahaya pada stasiun boiler dengan tahapan proses pengerjaannya serta dapat diketahui risiko yang didapat. Sumber bahaya kerja di Stasiun boiler yaitu lama jam kerja untuk *shif* pagi 9 jam termasuk 1 jam waktu istirahat dan 9 jam untuk *shif* malam dan waktu istirahat 1 jam, dengan demikian total jam kerja untuk *shif* pagi dan malam dikurangi jam istirahat adalah 16 jam kerja. Bekerja > 8 jam kerja merupakan lama kerja yang akan menyebabkan kelelahan dan menurunnya konsentrasi kerja. Sikap kerja yang tidak Ergonomis, pada saat proses membuang abu hasil pembakaran yang terjadi didalam tungku boiler, membuat posisi tubuh operator agak sedikit membungkuk dalam melakukan tugas pekerjaannya, Terkait lingkungan kerja yakni kebisingan dimana kebisingan yang sangat tinggi terdapat pada Stasiun ini dikarenakan posisi lokasi tungku boiler sangat berdekatan dengan ruang mesin (*room engine*), kebisingan > 84 dB untuk keterpaparan 8 jam/hari dan suhu >27°C/Hari. Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan kebisingan pada stasiun ini mencapai 84 dB dan suhu iklim kerja (panas) 30°C pada keterpaparan >8 jam kerja/hari. Selain dari jam kerja, lingkungan kerja dan sikap kerja potensi bahaya lainnya yang berisiko yaitu lantai yang licin dimana terdapat minyak yang tumpah dari tumpahan viber yang masih mengandung minyak dengan tujuan untuk dimasukkan ke dalam boiler akan tetapi viber tersebut ada sedikit tumpahan, selain itu pekerja juga banyak tidak menggunakan APD (sarung tangan, helm dan masker) saat melakukan pekerjaan pada stasiun boiler disamping itu banyaknya aktifitas naik turunnya tangga untuk membuka tombol sistem control produksi yang dapat menyebabkan operator terpleset, cidera bahkan terjatuh.

3.2. Penilaian Risiko

Penilaian risiko mempunyai tujuan untuk mengidentifikasi nilai potensi risiko (*risk level*) kecelakaan kerja. Penentuan tingkat risiko ini berdasarkan dari kemungkinan kejadian (*likelihood*) dan keparahan yang dapat ditimbulkan (*severity*). Risiko (*risk*) adalah peluang terjadinya sesuatu yang akan mempunyai dampak terhadap sasaran, diukur dengan hukum sebab akibat. Risiko diukur berdasarkan nilai *likelihood* dan *consequence*. Penilaian risiko (*Risk Assessment*) adalah proses penilaian yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya yang dapat terjadi [5] Berdasarkan hasil pengolahan data di stasiun boiler didapatkan bahwa jenis risiko yang memiliki tingkat yang tinggi (*High*) adalah *heat exhausting* (panas), gangguan pendengaran, melapuh dan dermatitis kontak. Sedangkan jenis risiko yang memiliki tingkat yang kecil (*Low*) adalah Terjatuh, luka. Berikut ini adalah contoh hasil dari penilaian risiko dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Penilaian Risiko (*Risk Assessment*)

Tahapan proses pekerjaan	Identifikasi Bahaya	Risiko	L	C	S	Risk level
Mengisi bahan bakar boiler	Menghirup serat <i>fiber</i>	Sesak nafas	4	1	4	Low
	Terpleset tangga	Cidera/luka	2	2	4	Low
	Terjatuh dari ketinggian	Cidera/luka	2	3	6	Medium
Membuka dan menutup pintu tungku pembakaran	Tersebur uap api pembakaran	Luka bakar	3	2	6	Medium
	Terkena percikan api	Luka bakar	3	3	9	Medium
	Kontak langsung dengan mesin	Luka bakar	2	4	8	Medium
	Terpapar uap air pembakaran	Luka bakar	3	3	9	Medium
Membersihkan tungku dari abu sisa pembakaran	Meledak boiler	Cidera/luka bakar/kematian	1	5	5	Medium
	Terkena percikan api	Luka bakar	3	2	6	Medium
Memantau kestabilan <i>steam</i>	Menghirup debu dan asap pembakaran	Sesak nafas dan batuk - batuk	5	2	10	Medium
	Terpapar suara mesin	Gangguan pendengaran, pusing, dan gangguan keseimbangan tubuh	4	3	12	Medium

Berdasarkan Tabel di atas penilaian risiko (*Risk Assessment*) di stasiun boiler merupakan proses penilaian yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya dimana terdapat hasil risk level 2 Low pada tahapan proses pekerjaan mengisi bahan bakar Boiler sedangkan yang memiliki risk level medium tahapan proses pekerjaan membuka dan menutup pintu tungku pembakaran, Membersihkan tungku dari abu sisa pembakaran, dan Memantau kestabilan *steam*. medium risk (M) menunjukkan risiko yang sedang yang dapat terjadi tidak terlalu besar dampak yang diberikan ke perusahaan, Sedangkan L, yaitu low risk atau risiko yang rendah atau tidak terlalu besar dampak kerugian yang dihasilkan oleh operator tersebut.

3.3. Pengendalian Risiko

Pengendalian risiko adalah proses mengidentifikasi, menganalisis, dan mengendalikan risiko di setiap operasi perusahaan/usaha dalam rangka meningkatkan efektivitas dan efisiensi. Pengendalian risiko menurut pandangan ahli adalah upaya untuk mendeteksi, menilai, dan mengelola risiko dalam setiap operasi perusahaan/usaha untuk mengurangi kerugian [6-7]. Pengoperasian boiler memiliki potensi risiko bahaya antara lain tergelincir atau terjatuh, ledakan, kebakaran, iklim kerja, kebisingan, dan defisiensi oksigen [8]. Pengendalian risiko dilakukan terhadap seluruh bahaya yang ditemukan dalam proses identifikasi bahaya dan mempertimbangkan peringkat risiko untuk menentukan prioritas dan cara pengendaliannya. Setiap pekerjaan termasuk di perusahaan tentu memiliki beberapa risiko yang mungkin saja dapat terjadi [9]. Risiko tersebut dapat menyebabkan kecelakaan pada saat bekerja. Misalnya saat bekerja di pabrik, kecelakaan kerja yang terjadi di pabrik dapat menimbulkan 5 jenis kerugian antara lain kekacauan pabrik, keluhan terhadap perusahaan, kesedihan (psikis) karyawan, kecacatan fisik, dan kematian [10]. Kecelakaan kerja di perusahaan atau pabrik kelapa sawit sendiri dikategorikan dalam 4 tipe atau tingkat antara lain kategori rendah (*low risk*), sedang (*medium risk*), tinggi (*high risk*), sangat tinggi (*extreme*) [11]. Berdasarkan hasil analisis maka penilaian *risk level* dari stasiun boiler di PT. Syaukat Agro hanya ada di dua kategori yaitu kategori rendah (*low risk*) dan kategori sedang (*medium risk*). Berikut ini adalah contoh hasil dari pengendalian risiko dapat dilihat pada Tabel 3.

Tahapan proses pekerjaan	Identifikasi Bahaya	Risiko	L	C	S	Risk level	Risk Control	Hirarchy of control
Mengisi bahan bakar boiler	Menghirup serat <i>fiber</i>	Sesak nafas	4	1	4	L	Pencegahan dengan memakai APD	Penggunaan APD,yakni masker sesuai SOP
	Terpleset tangga	Cidera/luka	2	2	4	L	Pencegahan dengan memakai APD	Penggunaan APD,yakni sepatu sefety dan helm sesuai SOP
	Terjatuh dari ketinggian	Cidera/luka	2	3	6	M	Pencegahan dengan memakai APD	Penggunaan APD,yakni sepatu sefety dan helm sesuai SOP
Membuka dan menutup	Tersebur uap api pembakaran	Luka bakar	3	2	6	M	Pencegahan dengan memakai APD	Penggunaan APD,yakni sarung tangan sefety dan baju sesuai SOP

pintu tungku pembakaran	Terkena percikan api	Luka bakar	3	3	9	M	Pencegahan dengan memakai APD	Penggunaan APD,yakni sarung tangan sefety dan baju sesuai SOP
	Kontak langsung dengan mesin	Luka bakar	2	4	8	M	Pencegahan dengan memakai APD	Penggunaan APD,yakni sarung tangan sefety , baju dan sepatusesuai SOP
	Terpapar uap air pembakaran	Luka bakar	3	3	9	M	Pencegahan dengan memakai APD	Penggunaan APD sesuai SOP
	Meledak boiler	Cidera/luka bakar/kematian	1	5	5	M	Pencegahan dengan memakai APD	Penggunaan APD sesuai SOP
Membersihkan tungku dari abu sisa pembakaran	Terkena percikan api	Luka bakar	3	2	6	M	Pencegahan dengan memakai APD	Penggunaan APD sesuai SOP
	Menghirup debu dan asap pembakaran	Sesak nafas dan batuk – batuk	5	2	10	M	Pencegahan dengan memakai APD	Penggunaan APD,yakni masker sesuai SOP dan helm
Memantau kestabilan steam	Terpapar suara mesin	Gangguan pendengaran, pusing, dan gangguan keseimbangan tubuh	4	3	12	M	Pencegahan dengan memakai APD	Penggunaan APD,yakni ear plug sesuai SOP

Berdasarkan hasil pengendalian (*Hyrarchi of Control*) didapatkan jenis rekomendasi pengendalian yang paling tepat adalah pengendalian secara administrasi dan kepatuhan kepada pemakaian alat pelindung diri (APD) Untuk perlengkapan APD seharusnya disesuaikan dengan jenis pekerjaan yang dilakukan karena masih ada ketidaksesuaian dalam memakai APD [12-13]. administrasi (*Administration Control*) dilakukan dengan membuat atau menyediakan suatu sistem kerja yang dapat mengurangi kemungkinan seseorang terpapar potensi bahaya. Hirarki pengendalian Alat Pelindung Diri (APD) digunakan untuk memberikan batas antara terpaparnya tubuh dengan potensi bahaya yang diterima oleh tubuh.

Pengendalian risiko dapat mengikuti Pendekatan Hirarki Pengendalian (*Hirarchy of Control*). Hirarki pengendalian risiko adalah suatu urutan-urutan dalam pencegahan dan pengendalian risiko yang mungkin timbul yang terdiri dari beberapa tingkatan secara berurutan [14-15].

1. Elimination

Hirarki pengendalian risiko yang pertama adalah pengendalian eliminasi (*elimination*). Eliminasi merupakan suatu pengendalian risiko yang bersifat permanen menghilangkan sumber bahaya ditempat kerja dan harus dicoba untuk diterapkan sebagai pilihan prioritas utama. Eliminasi dapat didefinisikan sebagai upaya menghilangkan bahaya. Eliminasi merupakan langkah ideal yang dapat dilakukan dan harus menjadi pilihan utama dalam melakukan pengendalian risiko bahaya. Hal ini berarti eliminasi dilakukan dengan upaya mengentikan peralatan atau sumber yang dapat menimbulkan bahaya.

2. Substitution

Substitusi didefinisikan sebagai penggantian bahan yang berbahaya dengan bahan yang lebih aman. Prinsip pengendalian ini adalah menggantikan sumber risiko dengan sarana atau peralatan lain yang lebih aman atau lebih rendah tingkat risikonya. Pengendalian substitusi akan banyak diterapkan sebanyak 15 % dari total hirarki pengendalian. Hirarki pengendalian merupakan cara pengendalian dengan menggantikan atau memisahkan bahan atau peralatan yang membahayakan dengan bahan-bahan dan peralatan yang lebih aman (*safety*).

3. Engineering Control

Engineering merupakan upaya menurunkan tingkat risiko dengan mengubah desain tempat kerja, mesin, peralatan atau proses kerja menjadi lebih aman. Ciri khas dalam tahap ini adalah melinatkan pemikiran yang lebih mendalam bagaimana membuat lokasi kerja yang memodifikasi peralatan, melakukan kombinasi kegiatan, perubahan prosedur, dan mengurangi frekuensi dalam melakukan kegiatan berbahaya. Pengendalian rekayasa teknik (*Engineering Control*) ialah merubah struktur suatu obyek sehingga dapat mencegah seseorang atau pengguna obyek tersebut terpapar potensi bahaya.

4. KESIMPULAN

Potensi bahaya yang terdapat pada stasiun boiler meliputi : Sikap Kerja Yang Tidak Ergonomis, Tingkat Kebisingan > 84 dB Dengan Keterpaparan 8 Jam/Hari, Suhu iklim kerja (panas) 31°C pada keterpaparan >8 jam kerja/hari, dan Penumpukan minyak. Jenis risiko kecelakaan kerja pada stasiun boiler terdiri dari : Terjatuh, luka (terpeleset, lantai

licin) Luka bakar (bersentuhan dengan benda panas disekitar), *Heat exhausting* (Panas), Kecelakaan kerja (Kelelahan), Gangguan Pendengaran (kebisingan), Melapuh (luka bakar), Gangguan Kesehatan (otot, tulang), Dermatitis Kontak (terkena radiasi racun berbahaya).

Berdasarkan hasil pengendalian risiko didapatkan jenis rekomendasi pengendalian yang paling tepat adalah pengendalian secara administrasi dan kepatuhan kepada pemakainya alat pelindung diri (APD). administrasi (*Administration Control*) dilakukan dengan membuat atau menyediakan suatu sistem kerja yang dapat mengurangi kemungkinan seseorang terpapar potensi bahaya. Hirarki pengendalian Alat Pelindung Diri (APD) digunakan untuk memberikan batas antara terpaparnya tubuh dengan potensi bahaya yang diterima oleh tubuh.

REFERENCES

- [1] Arianto, D., & Puspita, A. D. (2019). Pengaruh Shift Kerja Terhadap Kinerja Melalui Variabel Kelelahan Dan Beban Kerja Sebagai Variabel Intervening Di Pt M.I. JISO : Journal of Industrial and Systems Optimization, 2, 23–28.
- [2] Ahmad, C.A., et al. 2016. Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) Accidents at Power Plant. *MATEC Web of o nferences* 66, 00105
- [3] Putra, P.F. 2022. Analisis Dan Usulan Perbaikan Kesehatan Dan Keselamatan Kerja Menggunakan Metode Hazard Identification, Risk Assessment, And Risk Control(HIRARC) Di PT. Ravindo Putra Mandiri. *Proseding*. Institut Teknologi Nasional Bandung.
- [4] Supriyadi, S., and Ramdan, F., 2017, 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*, 1(2). 161–177
- [5] Wijaya, A., Panjaitan, W.S. & Palit, H.C. 2015. Evaluasi Kesehatan dan Keselamatan Kerja dengan Metode HIRARC pada PT. Charoen Pokphand Indonesia. *Jurnal Tirta*. 3 (1) . pp.29-34.
- [6] Darmawi, Herman. 2014. Manajemen Risiko. Edisi ke-2.. Jakarta: Bumi Aksara.
- [7] Izami, F. N. 2022. Implementasi Pengendalian Risiko untuk Meminimalisasi Kerugian. *Jurnal Riset Mahasiswa Ekonomi (RITMIK)*, 4(2), 62-74.
- [8] Veasey, D. A., McCoamih, L. C., Oldfield, B. M. H. K. W., Hansen, S., Krayner, T. H., 2002, Confined Space Entry And Emergency Response, The McGraw-Hill Companis, Inc., United States of America.
- [9] Pamungkas, I., & Irawan, H. T. 2020. Strategi Pengurangan Risiko Kerusakan Pada Komponen Kritis Boiler di Industri Pembangkit Listrik. *Jurnal Optimalisasi*, 6(1), 86-95.
- [10] Dankis. 2015. Risk Assessment Perusahaan Export Sepatu pada Bagian Line Upper PT. X. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 4(1): 22-32.
- [11] Pamungkas, I., Irawan, H. T., & Saputra, A. (2020, December). Risk and reliability analysis on critical components of boiler in steam power plant. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1003, No. 1, p. 012048). IOP Publishing.
- [12] Urrohmah DS dan Riandadari D 2019 Identifikasi Bahaya Dengan Metode Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (Hirarc) dalam Upaya Memperkecil Risiko Kecelakaan Kerja di PT. PAL Indonesia *JPTM* 8 (01) pp 34-40
- [13] Nur, M., Valentino, V., Sari, R. K., & Karim, A. A. 2023. Analisa Potensi Bahaya Kecelakaan Kerja Terhadap Pekerja Menggunakan Metode Hazard Identification, Risk Assement And Risk Control (HIRARC) Pada Perusahaan Aspal Beton. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan*, 2(3), 150-158.
- [14] Tarwaka, PGDip.Sc.,M.Erg. (2017) : Keselamatan dan Kesehatan Kerja Manajemen dan Implementasi K3 di Tempat Kerja, Harapan Press, Surakarta.
- [15] Widodo, I. D. S. (2021). *Keselamatan dan Kesehatan Kerja: Manajemen dan Implementasi K3 di Tempat Kerja*. Sibuku.