
STUDI ANALISIS RISIKO SISTEM BOILER MENGGUNAKAN METODE HAZOP: *LITERATUR REVIEW*

Dharma Saputra¹; Abde Fadilah²

Program Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Program Diploma IV, Universitas Balikpapan, Jl. Pupuk Raya,
Gn. Bahagia Balikpapan 76114 Telp. (0542) 764205
Email: dsaputra@uniba-bpn.ac.id¹, abdefadilah04@gmail.com²

ABSTRAK

Boiler merupakan peralatan industri yang digunakan untuk menghasilkan uap bertekanan sebagai sumber energi dalam berbagai proses produksi. Dalam pengoperasiannya, boiler memiliki tingkat risiko tinggi karena bekerja pada kondisi tekanan dan temperatur tinggi serta melibatkan sistem aliran fluida yang kompleks. Kegagalan pada sistem boiler dapat menimbulkan gangguan operasional, kerusakan peralatan, hingga kecelakaan kerja. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi risiko pada sistem boiler menggunakan metode Hazard and Operability Study (HAZOP) berbasis studi literatur. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan pendekatan literature review melalui telaah beberapa jurnal ilmiah yang membahas penerapan HAZOP pada sistem boiler. Hasil penelitian menunjukkan bahwa deviasi yang paling sering ditemukan adalah more pressure, no flow, less flow, dan high temperature. Penyebab utama deviasi tersebut meliputi kegagalan sistem kontrol, kerusakan pompa feedwater, gangguan valve, penyumbatan aliran, serta kurang optimalnya perawatan peralatan. Dampak yang ditimbulkan antara lain boiler trip, penurunan efisiensi produksi, kerusakan komponen, luka bakar, hingga potensi ledakan. Metode HAZOP terbukti efektif dalam mengidentifikasi potensi bahaya, penyebab, serta dampak risiko secara sistematis sehingga dapat digunakan sebagai dasar penyusunan tindakan pengendalian. Dengan demikian, penerapan manajemen risiko yang berkelanjutan diperlukan untuk meningkatkan keselamatan kerja dan keandalan sistem boiler.

Kata Kunci: Boiler, HAZOP, Keselamatan Kerja, Manajemen Risiko.

ABSTRACT

Boilers are industrial equipment used to generate pressurized steam as an energy source in various production processes. In operation, boilers have a high level of risk because they work under high-pressure and high-temperature conditions and involve complex fluid flow systems. Failures in boiler systems may cause operational disruptions, equipment damage, and workplace accidents. This study aims to analyze potential risks in boiler systems using the Hazard and Operability Study (HAZOP) method based on a literature review. The research method used was descriptive qualitative with a literature review approach by examining several scientific journals

discussing the application of HAZOP in boiler systems. The results showed that the most common deviations were more pressure, no flow, less flow, and high temperature. The main causes of these deviations include control system failures, feedwater pump damage, valve malfunctions, flow blockages, and inadequate equipment maintenance. The impacts include boiler trips, decreased production efficiency, component damage, burns, and potential explosions. The HAZOP method proved effective in systematically identifying potential hazards, causes, and consequences of risks, so it can be used as a basis for determining control measures. Therefore, continuous risk management implementation is required to improve occupational safety and boiler system reliability.

Keywords: Boiler System, HAZOP, Occupational Safety, Risk Management.

PENDAHULUAN

Boiler merupakan peralatan industri berbentuk bejana tertutup yang umumnya terbuat dari baja dan digunakan untuk menghasilkan uap bertekanan (*steam*). Uap tersebut dihasilkan melalui proses pemanasan air di dalam bejana dengan menggunakan sumber energi panas yang berasal dari pembakaran bahan bakar seperti residu, solar, maupun campuran keduanya (Fitria Shinta Arizqi, 2023). Uap yang dihasilkan memiliki tekanan dan temperatur tertentu yang kemudian dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan operasional, baik di sektor industri maupun layanan publik, seperti pembangkit listrik, industri manufaktur, hingga fasilitas pelayanan umum. Dalam pengoperasiannya, boiler merupakan salah satu peralatan yang memiliki peranan penting karena berfungsi sebagai penyedia energi dalam bentuk uap (Amrina E, 2023). Uap yang dihasilkan digunakan untuk berbagai proses seperti pemanasan, penggerak turbin, hingga sistem distribusi energi. Oleh karena itu, keberlangsungan operasi boiler sangat memengaruhi kinerja sistem secara keseluruhan. Gangguan kecil pada sistem boiler dapat berdampak besar pada proses operasional, bahkan dapat menyebabkan penghentian produksi atau kerusakan peralatan lainnya (Fitria Shinta Arizqi & Nafila Rizky Aulia, 2023).

Untuk menjamin keselamatan dan keandalan operasional, sistem boiler harus dirancang dan dioperasikan sesuai dengan standar keselamatan yang berlaku. Di

Indonesia, pengoperasian boiler diatur oleh Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia yang menetapkan berbagai persyaratan terkait keselamatan dan kesehatan kerja (K3) (Dwi Ardiansyah & Yuwan Wahyu Dharmawan, 2019), termasuk inspeksi berkala, sertifikasi operator, serta pengujian kelayakan peralatan. Regulasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa boiler dioperasikan secara aman dan mampu meminimalkan potensi kecelakaan kerja (Saputra G, Supriyadi S, 2016). Selain regulasi nasional, standar internasional juga menjadi acuan penting dalam perancangan dan pengoperasian boiler. Salah satu standar yang banyak digunakan adalah yang dikeluarkan oleh American Society of Mechanical Engineers melalui kode ASME Boiler and Pressure Vessel Code (BPVC) (Nasri & Yuwan Wahyu Dharmawan, 2019). Standar ini mengatur berbagai aspek penting seperti desain, pemilihan material, fabrikasi, inspeksi, serta pengujian bejana tekan. Penerapan standar ini memberikan jaminan bahwa boiler memiliki tingkat keamanan yang tinggi dan mampu beroperasi dalam kondisi tekanan dan temperatur yang ekstrem.

Meskipun telah dirancang dan dioperasikan sesuai standar, boiler tetap merupakan peralatan dengan tingkat risiko tinggi (Fajar Ramadhan, 2022). Hal ini disebabkan oleh karakteristik operasinya yang melibatkan tekanan tinggi, temperatur tinggi, serta penggunaan bahan bakar yang mudah terbakar. Kondisi tersebut meningkatkan potensi terjadinya kegagalan

sistem yang dapat berujung pada kecelakaan serius (Fitria Shinta Arizqi & Nafila Rizky Aulia, 2023). Beberapa potensi bahaya yang umum terjadi pada sistem boiler antara lain overpressure (tekanan berlebih), kegagalan katup pengaman (*safety valve*), kebocoran pipa uap, kegagalan sistem kontrol, hingga ledakan boiler. Kecelakaan yang melibatkan boiler tidak hanya menimbulkan kerugian material, tetapi juga dapat menyebabkan risiko yang lebih fatal bagi pekerja. Selain itu, dampak yang ditimbulkan juga dapat mencakup kerusakan lingkungan akibat aktivitas operasional. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan yang sistematis untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengendalikan potensi risiko yang terdapat pada sistem boiler (Muhammad Rayhan, 2023, Randy Erviando, 2020).

Salah satu pendekatan yang digunakan dalam analisis keselamatan proses adalah metode HAZOP (*Hazard and Operability Study*). Metode ini merupakan teknik analisis kualitatif yang dilakukan secara sistematis dan terstruktur untuk mengidentifikasi potensi masalah operasional pada suatu sistem. HAZOP dilakukan dengan membagi sistem menjadi beberapa bagian yang disebut *node*, kemudian setiap bagian dianalisis berdasarkan parameter proses seperti tekanan, temperatur, dan aliran (Aaditya Laad, 2022, Fitria Shinta Arizqi, 2023). Dalam metode HAZOP, analisis dilakukan menggunakan kata kunci (*guide words*) seperti *No*, *More*, *Less*, *Reverse*, dan *Other than* untuk mengidentifikasi kemungkinan penyimpangan (*deviasi*) dari kondisi operasi normal. Setiap deviasi yang teridentifikasi kemudian dianalisis untuk mengetahui penyebab (*causes*), dampak (*consequences*), serta sistem pengendalian yang telah tersedia (*safeguards*). Dengan pendekatan ini, HAZOP mampu memberikan gambaran yang komprehensif tentang potensi bahaya dalam suatu sistem.

Keunggulan metode HAZOP terletak pada kemampuannya dalam mengidentifikasi berbagai kemungkinan penyimpangan yang mungkin tidak terdeteksi melalui metode analisis lainnya (Ratih Andhika Akbar

Rahma, 2023). Selain itu, metode ini juga membantu memahami hubungan antara parameter proses dan potensi bahaya yang dapat timbul. Hasil analisis HAZOP biasanya disajikan dalam bentuk tabel yang memuat informasi secara sistematis sehingga memudahkan proses evaluasi dan pengambilan keputusan. Namun demikian, penerapan metode HAZOP memerlukan pemahaman yang baik terhadap sistem yang dianalisis. Dalam penelitian berbasis studi literatur, model sistem boiler disusun berdasarkan referensi yang relevan sehingga analisis tetap dapat dilakukan meskipun tanpa observasi langsung di lapangan. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk tetap melakukan identifikasi risiko secara sistematis dengan mengacu pada data dan temuan dari penelitian sebelumnya.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis risiko pada sistem boiler menggunakan metode HAZOP berdasarkan tinjauan literatur. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, penyebab, serta dampak yang mungkin terjadi pada sistem boiler, serta memberikan rekomendasi pengendalian yang dapat meningkatkan keselamatan dan keandalan sistem. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan analisis keselamatan proses, khususnya pada sistem boiler, serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan manajemen risiko dan keselamatan kerja di bidang teknik industri. (Ramadhan & Faisal, 2022)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif berbasis studi literatur (*literature review*). Pendekatan ini bertujuan untuk menggambarkan dan menganalisis potensi risiko pada sistem boiler berdasarkan data yang diperoleh dari berbagai sumber ilmiah. Analisis dilakukan secara deskriptif tanpa melibatkan perhitungan kuantitatif, dengan menekankan pemahaman terhadap deviasi proses, penyebab, serta dampak yang mungkin terjadi. Data penelitian diperoleh melalui proses telaahan dan review terhadap

jurnal ilmiah nasional yang membahas penerapan metode HAZOP pada sistem boiler (Mahfoud Chafai et al., 2018). Jurnal yang digunakan dipilih berdasarkan kesesuaian topik serta ketersediaan informasi terkait deviasi, penyebab, dan dampaknya yang dianalisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil telaahan terhadap beberapa jurnal ilmiah yang membahas penerapan metode HAZOP pada sistem boiler, diperoleh berbagai temuan terkait potensi risiko yang dapat terjadi. Setiap penelitian mengidentifikasi deviasi proses, penyebab, serta dampak yang tergantung pada kondisi dan objek yang dianalisis. Secara umum, hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem boiler memiliki potensi bahaya yang cukup tinggi, terutama yang berkaitan dengan tekanan, aliran, dan temperatur. Deviasi yang sering ditemukan antara lain *more pressure*, *less flow*, dan *no flow*, yang dapat menyebabkan gangguan operasional hingga risiko kecelakaan yang serius (Madu et al., 2023).

Secara umum, variasi kondisi operasi pada sistem boiler di berbagai industri memengaruhi jenis dan tingkat risiko yang muncul. Namun, pola deviasi yang ditemukan cenderung serupa. Oleh karena itu, diperlukan penerapan prosedur keselamatan yang konsisten serta evaluasi risiko secara berkala untuk mengurangi potensi kegagalan sistem (Mohd Fahmi et al., 2023). Ringkasan hasil penelitian terdahulu mengenai analisis risiko boiler menggunakan metode HAZOP disajikan pada Tabel literatur berikut:

Tabel 1. Hasil Penelitian Terdahulu Mengenai Analisis Risiko Boiler Menggunakan Metode HAZOP

No	Penulis dan Tahun	Judul penelitian	Deviasi	Penyebab	Dampak
1	Badrun Ahmad, Katharina Oginawati, (2019)	Analisis Risiko dengan Metode Hazard and Operability Study (HAZOP) dalam Penentuan Safety	More Pressure / More Temperature	More Pressure / More Temperature	Risiko ledakan

No	Penulis dan Tahun	Judul penelitian	Deviasi	Penyebab	Dampak
		Integrity Level (SIL) pada Unit Boiler			
2	Ratih Andhika Akbar Rahma, Achmad Hasanudin (2023)	Risk Assessment Analysis in Boiler System Using Hazard and Operability Study (HAZOP) Method	No Flow / More Pressure	Pompa feedwater rusak, valve gagal	Gangguan operasi / boiler trip
3	Jajang Nurjaman, Siti Aisyah, Woro Estiningtyas Kusumawati (2023)	The Risk Assessment Pada Pengoperasian Boiler TWA di Unit Boiler PPSDM MIGAS Cepu Menggunakan Metode HAZOP	No flow / Less Flow	Gangguan Aliran	Gangguan Uap
4	Muhammad Rayhan, Andi Haslindah, Ilham Idrus (2023)	Pengendalian Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Mill Boiler dengan Metode Hazard and Operability Study (HAZOP)	High Temperature	Paparan panas dan kondisi kerja	Luka bakar, gangguan kesehatan
5	Ramadhan F (2022)	Analisis Potensi Bahaya dan Rekomendasi Pengendalian Hazard Pada Mesin Boiler dengan Metode Hazop	More Pressure / High Temperature	Kegagalan sistem Operasi	Risiko Kecelakaan

Berdasarkan tabel ringkasan penelitian terdahulu, dapat diketahui bahwa sistem boiler merupakan peralatan dengan tingkat risiko tinggi karena melibatkan tekanan, temperatur, dan aliran fluida dalam kondisi operasi yang kompleks. Hampir seluruh penelitian menunjukkan bahwa deviasi proses yang dominan terjadi adalah *more pressure*, *no flow*, *less flow*, dan *high temperature* (Erni Amrina & Qurrata A'yuni, 2023). Deviasi tersebut menjadi indikator utama adanya gangguan operasional maupun potensi kecelakaan kerja. Deviasi *more pressure* merupakan temuan yang paling sering muncul

pada beberapa penelitian. Kondisi ini umumnya disebabkan oleh kegagalan sistem kontrol tekanan, kerusakan safety valve, dan gangguan pada jalur distribusi uap. Tekanan berlebih sangat berbahaya karena dapat menyebabkan kebocoran, kerusakan komponen, hingga ledakan boiler (Madu et al., 2023). Temuan ini menunjukkan bahwa pengendalian tekanan merupakan bagian yang paling kritis dalam sistem boiler.

Selain itu, deviasi no flow dan less flow juga banyak ditemukan, terutama pada sistem feedwater dan distribusi uap. Penyebab utamanya berasal dari kerusakan pompa, tersumbatnya pipa, valve yang mengalami gangguan, atau gangguan pasokan air. Jika aliran air menuju boiler terganggu, maka proses pembentukan uap menjadi tidak stabil dan dapat menyebabkan overheating pada pipa pemanas. Dampaknya tidak hanya menurunkan efisiensi produksi, tetapi juga meningkatkan risiko kerusakan peralatan (Jajang Nurjaman et al., 2021). Pada penelitian lain, ditemukan deviasi high temperature yang berhubungan dengan paparan panas di area kerja maupun kenaikan temperatur sistem secara abnormal. Kondisi ini berpotensi menyebabkan luka bakar pada pekerja, heat stress, dan penurunan kenyamanan kerja. Hal ini menunjukkan bahwa risiko boiler tidak hanya berasal dari kegagalan teknis, tetapi juga dari faktor keselamatan tenaga kerja (Muhammad Rayhan et al., 2023).

Berdasarkan hasil telaah literatur, metode HAZOP terbukti efektif untuk mengidentifikasi potensi bahaya pada sistem boiler secara sistematis. Melalui analisis mengenai deviasi, penyebab hingga dampak, metode ini mampu memberikan gambaran menyeluruh tentang titik kritis pada proses operasi boiler. Dengan demikian, HAZOP dapat dijadikan alat bantu dalam penyusunan tindakan pengendalian seperti inspeksi berkala, perawatan preventif, pengujian safety valve, kalibrasi instrumen, serta peningkatan kompetensi operator (Muhammad Rayhan et al., 2023). Secara keseluruhan, hasil studi literatur ini menunjukkan bahwa risiko utama pada sistem

boiler berpusat pada kegagalan pengendalian tekanan, gangguan aliran, dan temperatur tinggi. Oleh karena itu, perusahaan perlu menerapkan manajemen risiko yang berkelanjutan agar keselamatan kerja dan keandalan operasi boiler dapat terjaga.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil studi literatur yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem boiler merupakan peralatan industri dengan tingkat risiko tinggi karena beroperasi pada kondisi tekanan dan temperatur tinggi serta melibatkan proses aliran fluida secara terus-menerus. Kondisi tersebut menyebabkan boiler memiliki potensi bahaya yang dapat mengganggu operasional maupun menimbulkan kecelakaan kerja apabila tidak dikendalikan dengan baik. Hasil analisis dari berbagai penelitian menunjukkan bahwa deviasi yang paling sering terjadi pada sistem boiler adalah more pressure, no flow, less flow, dan high temperature. Deviasi tersebut umumnya disebabkan oleh kegagalan sistem kontrol, kerusakan pompa, gangguan valve, penyumbatan aliran, serta perawatan peralatan yang kurang optimal. Dampak yang ditimbulkan meliputi gangguan proses produksi, kerusakan komponen, paparan panas bagi pekerja, hingga potensi terjadinya ledakan boiler.

Metode Hazard and Operability Study (HAZOP) terbukti efektif untuk mengidentifikasi potensi bahaya, penyebab, dan dampak risiko pada sistem boiler secara sistematis dan terstruktur. Melalui pendekatan ini, titik-titik kritis dalam operasi boiler dapat diketahui sehingga perusahaan dapat menentukan langkah pengendalian yang tepat.

SARAN

Perusahaan perlu menerapkan program perawatan rutin buat komponen boiler, khususnya pompa feedwater dan valve, biar potensi deviasi seperti more pressure atau no flow bisa ditekan. Sistem kontrol otomatis pada boiler sebaiknya dicek berkala, mengingat kegagalan sistem kontrol jadi salah

satu penyebab utama deviasi dalam beberapa kasus yang ditemukan.

Pelatihan operator boiler soal identifikasi dini tanda-tanda kegagalan sistem penting dilakukan, biar risiko kecelakaan kerja bisa diminimalkan. Penelitian lanjutan disarankan melibatkan observasi langsung di lapangan, biar analisis HAZOP-nya lebih akurat dan kontekstual.

Dengan demikian, penerapan manajemen risiko melalui inspeksi berkala, preventive maintenance, pengujian sistem pengaman, serta peningkatan kompetensi operator sangat diperlukan untuk meningkatkan keselamatan kerja, menjaga keandalan sistem boiler, dan meminimalkan potensi kecelakaan di lingkungan industri.

Demikian saran yang bisa penulis sampaikan, semoga bermanfaat bagi pengembangan artikel ini. Terimakasih penulis ucapkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan artikel ini yang berjudul “Studi Analisis Risiko Sistem Boiler Menggunakan Metode HAZOP: *Literatur Review*”. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang memberikan dukungan dan kontribusinya dalam proses penyusunan artikel ini, selanjutnya kepada teman-teman yang turut membantu sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aaditya Laad, Aashutosh Piplotiya, Aayush Gangrade, Basu Rathore, Chetan Choudhary, & Hemendra Patil. (2022). Risk Assessment in Boiler Operations by HAZOP. *Journal of Industrial Safety Engineering*.
- Badrun Ahmad, & Katharina Oginawati. (2019). Analisis Risiko Dengan Metode Hazard and Operability Study (HAZOPS) Dalam Penentuan Safety Integrity Level (SIL) Berbasis Risk Graph dan Quantitative Method Pada Unit Boiler PT X. *Jurnal Teknik Lingkungan*.
- Cyrilla Oktaviananda, & Rahel Margareta. (2022). Safety Risk Analysis Using HAZOP Method at PT. ASA. *Food and Agro-Industry Journal*.
- Dwi Ardiansyah, & Yuwan Wahyu Dharmawan. (2019). Risk Assesment Terhadap Pengoperasian Auxiliary Steam Boiler Pada Kapal Tanker Pertamina MT. PELITA. *Jurnal Dinamika Bahari*.
- Eliza Marceliana Zeinda, & Sho'im Hidayat. (2016). Risk Assessment Kecelakaan Kerja Pada Pengoperasian Boiler di PT. Indonesia Power Unit Pembangkitan Semarang. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*.
- Erni Amrina, & Qurrata A'yuni. (2023). Analisis Potensi Bahaya Pada Area Boiler Menggunakan Metode HAZOP. *Seminar Nasional PPI*.
- Fitria Shinta Arizqi, & Nafila Rizky Aulia. (2023). The Risk Assessment Pada Pengoperasian Boiler TWA di Unit Boiler PPSDM MIGAS Cepu Menggunakan Metode HAZOP. *Majalah Ilmiah Swara Patra*, 13(2).
- Gilang Saputra, Supriyadi, & Gerry Anugrah Dwiputra. (2016). Perancangan Identifikasi Bahaya Di Area Feed Water System Boiler Menggunakan Metode HAZOP (Hazard and Operability Study). *Jurnal Intech*, 2(2).
- Jajang Nurjaman, Siti Aisyah, & Woro Estiningtyas Kusumawati. (2021). Studi Analisis Risiko Pada Fasilitas Pencampuran Dan Pengisian Di Industri Minyak Pelumas Menggunakan Integrasi HAZOP (Hazard And Operability) Dengan LOPA (Layer of Protection Analysis). *Jurnal Integrasi Proses*.
- Madu, C., Sodeinde, O. A., Edafeshebure, O., & Ajayi, S. J. (2023). Hazard and Operability Study (HAZOP) and Risk Analysis of Boiler Section of Egbin Power Plant Lagos. *International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science*, XII(VIII), 71–84.
- Mazfoud Chafai, Abderrahmane Ouadi, & Hamid Bentarzi. (2018). PLC-Based Safety Instrumented System of a Boiler

- using HAZOP. *Algerian Journal of Signals and Systems*.
- Mohd Fahmi, Mohd Yusof Razak, & Roslina Mohammad Razak. (2023). Risk Management Framework and Practices for Boiler Operations in Malaysia. *Progress in Energy and Environment*.
- Muhammad Rayhan, Andi Haslindah, & Ilham Idrus. (2023). Pengendalian Risiko Kesehatan dan Keselamatan Kerja Pada Mill Boiler di PT Perkebunan Nusantara XIV Dengan Metode HAZOP. *Journal Industrial Engineering and Management (JUST-ME)*.
- Nasri, & Yuwan Wahyu Dharmawan. (2019). Risk Assessment Operation of Auxiliary Steam Boiler on Pertamina Tanker Vessel. *KnE Social Sciences*.
- Ramadhan, F. (2022). Analisis Potensi Bahaya dan Rekomendasi Pengendalian Hazard Pada Mesin Boiler dengan Metode HAZOP. *Scientific Journal of Industrial Engineering*, 3(1).
- Randy Erviando, Imam Safi'i, & Heribertus Budi S. (2020). Analisis Resiko Kesehatan dan Keselamatan Kerja pada PG. Pesantren Baru menggunakan metode HAZOP. *Jurnal Mahasiswa Teknik Industri Universitas Kadiri*.
- Ratih Andhika Akbar Rahma, & Achmad Hasanudin. (2023). Risk Assessment Analysis in Boiler System with Hazard and Operability Study (HAZOP). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*.