

Identifying Causes of Pressure Drop in Heat Exchanger E-204 **Menganalisis Penyebab Penurunan Tekanan pada Penukar Panas E-204**

Ardhi Shefta Fernanda¹, Rachmat Firdaus²
{ardhifirmanda31@gmail.com}, firdausr@umsida.ac.id }

¹ Prodi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia.

Abstract. *This study investigates the efficacy of preventive maintenance measures on the E-204 Plate Heat Exchanger (PHE) to mitigate pressure drop issues affecting production efficiency and operational costs in the petrochemical industry. The research identifies gasket leaks and plate blockages as primary contributors, attributed to wear and dirt deposits. Through periodic inspections, gasket replacements, and mechanical and chemical cleaning, maintenance interventions were executed. Results demonstrate a significant reduction in gasket blockages and leaks, leading to improved fluid flow and operational efficiency. The findings underscore the importance of regular preventive maintenance in ensuring optimal PHE performance and cost-effective operations.*

Keywords - Plate Heat Exchanger; Preventive Maintenance; Efficiency Improvement; Gasket Leaks; Petrochemical Industry

Abstrak. *Penelitian ini menyelidiki kemampuan tindakan pemeliharaan preventif pada Plate Heat Exchanger (PHE) E-204 untuk mengurangi masalah penurunan tekanan yang memengaruhi efisiensi produksi dan biaya operasional di industri petrokimia. Penelitian ini mengidentifikasi kebocoran paking dan penyumbatan pelat sebagai kontributor utama, yang disebabkan oleh keausan dan endapan kotoran. Melalui inspeksi berkala, penggantian paking, dan pembersihan mekanis dan kimiawi, intervensi pemeliharaan dilakukan. Hasilnya menunjukkan penurunan yang signifikan dalam penyumbatan dan kebocoran gasket, yang mengarah pada peningkatan aliran fluida dan efisiensi operasional. Temuan ini menggarisbawahi pentingnya pemeliharaan preventif secara teratur dalam memastikan kinerja PHE yang optimal dan operasi yang hemat biaya..*

Kata Kunci – Penukar Panas Pelat; Pemeliharaan Preventif; Peningkatan Efisiensi; Kebocoran Gasket; Industri Petrokimia

I. PENDAHULUAN

Salah satu perusahaan petrokimia yang bergerak di bidang pengolahan pelumas bekas menjadi produk pelumas baru menggunakan heat exchanger untuk proses produksinya. Heat exchanger, atau alat penukar panas, adalah perangkat yang digunakan untuk memindahkan panas antara dua atau lebih fluida yang memiliki perbedaan suhu. Salah satu jenis heat exchanger yang digunakan adalah Plate Heat Exchanger (PHE), yang dalam hal ini diidentifikasi sebagai PHE E-204. PHE E-204 berfungsi untuk mentransfer panas dari fluida panas ke fluida dingin sebelum dimasukkan ke dalam bak penampungan. Berdasarkan pengamatan di lapangan, terdapat penurunan tekanan pada PHE E-204 yang cukup tinggi, yang berdampak pada efisiensi proses produksi dan meningkatkan biaya operasi. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk menganalisis penyebab penurunan tekanan pada PHE E-204 dan mengembangkan rekomendasi untuk mengatasinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab penurunan tekanan pada PHE E-204, serta mengembangkan rekomendasi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Manfaat dari penelitian ini adalah memperoleh pengetahuan tentang troubleshooting unit PHE yang bisa bermanfaat jika ditemui persoalan serupa di tempat lain. Selain itu, penelitian ini juga dapat dijadikan referensi yang menambah wawasan bagi peneliti lain yang ingin mengembangkan topik serupa. Dalam artikel ini, akan diangkat permasalahan yang dialami oleh unit PHE E-204 dan dibahas dua pertanyaan utama: apa penyebab penurunan tekanan pada PHE E-204, dan bagaimana penyelesaian yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut.

1.1. Latar Belakang Perusahaan

Salah satu pabrik pelumas termmodern di Indonesia ini memiliki kapasitas produksi 40.000 MT per tahun dengan berbagai spesifikasi produk tertinggi. Pabrik ini terdiri dari dua bagian utama yaitu Refinery dan Blending pelumas oil dan menempati luas area 64.150 m² dengan sertifikat terintegrasi (ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001 serta berbagai sertifikat lainnya). Perusahaan ini fokus pada produksi pelumas, sementara pemasaran produk dan aktivitas lainnya dikelola oleh entitas bisnis terpisah. Produk-produk yang dihasilkan mencakup pelumas otomotif, pelumas industri, dan greases. Untuk pelumas otomotif, produk yang ditawarkan meliputi oli mobil dan motor, oli untuk kapal,

oli transmisi, dan oli mesin. Sedangkan pelumas industri mencakup oli hidrolik, pelumas gear, dan rantai, serta produk pelumas lainnya.

1.2. Pengertian dari *Plate Heat Exchanger* (PHE)

Alat penukar kalor (Heat Exchanger) merupakan suatu peralatan yang digunakan untuk menukarkan kalor dari suatu fluida ke fluida lain yang memiliki perbedaan suhu, penukaran kalor tersebut dapat terjadi melalui kontak langsung maupun secara kontak tidak langsung. Fluida yang bertukar dapat berupa fluida yang sama fasanya (cair ke cair atau gas ke gas) atau dua fluida yang berbeda fasanya. Karena fungsinya yang sangat penting, maka alat ini digunakan secara luas dalam dunia industri.[2]

Adapun klasifikasi dari alat penukar kalor dapat dibagi dalam beberapa kelompok yaitu :

- Berdasarkan konstuksinya.
 - 1) Tabung (tubular)
 - 2) *Plate-Type*
 - 3) *Extended Surface*
 - 4) *Regenerative*
- Berdasarkan pengaturan aliran
 - 1) *Single Pass*
 - 2) *Multi Pass*
- Berdasarkan jenis aliran
 - 1) Aliran Berlawanan Arah (Counter Flow)
 - 2) Aliran Sejajar (Parallel Flow)
 - 3) Aliran Silang (Cross Flow)
- Berdasarkan banyaknya laluan
 - 1) Seluruh *Cross-Counter Flow*
 - 2) *Parallel Counter Flow*
- Berdasarkan fungsinya dapat digolongkan pada beberapa nama :
 - 1) *Exchanger* : Memanfaatkan perpindahan kalor diantara dua fluida proses. (steam dan air pendingin tidak termasuk fluida proses)
 - 2) *Heater* : berfungsi memanaskan fluida proses dan sebagai bahan pemanas alat ini menggunakan steam.
 - 3) *Cooler* : Berfungsi mendinginkan fluida proses, dan sebagai bahan pendingin digunakan air.
 - 4) *Condensor* : Berfungsi untuk mengembunkan uap atau menyerap kalor laten penguapan.
 - 5) *Boiler* : Berfungsi untuk membangkitkan atau menghasilkan uap.
 - 6) *Reboiler* : Berfungsi sebagai pensuplai kalor yang diperlukan bottom product pada distilasi. Steam biasanya digunakan
 - 7) sebagai media pemanas.
 - 8) *Evaporator* : Berfungsi memekatkan suatu larutan dengan cara menguapkan airnya.
 - 9) *Vaporizer* : Berfungsi memekatkan cairan selain dari air.

Plate heat exchanger (PHE) merupakan salah satu peralatan proses yang penting dalam industri kimia. PHE digunakan untuk mentransfer panas antara dua fluida yang berbeda suhunya. PHE terdiri dari plat-plat yang disusun secara paralel dan dilapisi oleh gasket. Fluida mengalir melalui celah-celah antara plat-plat tersebut.

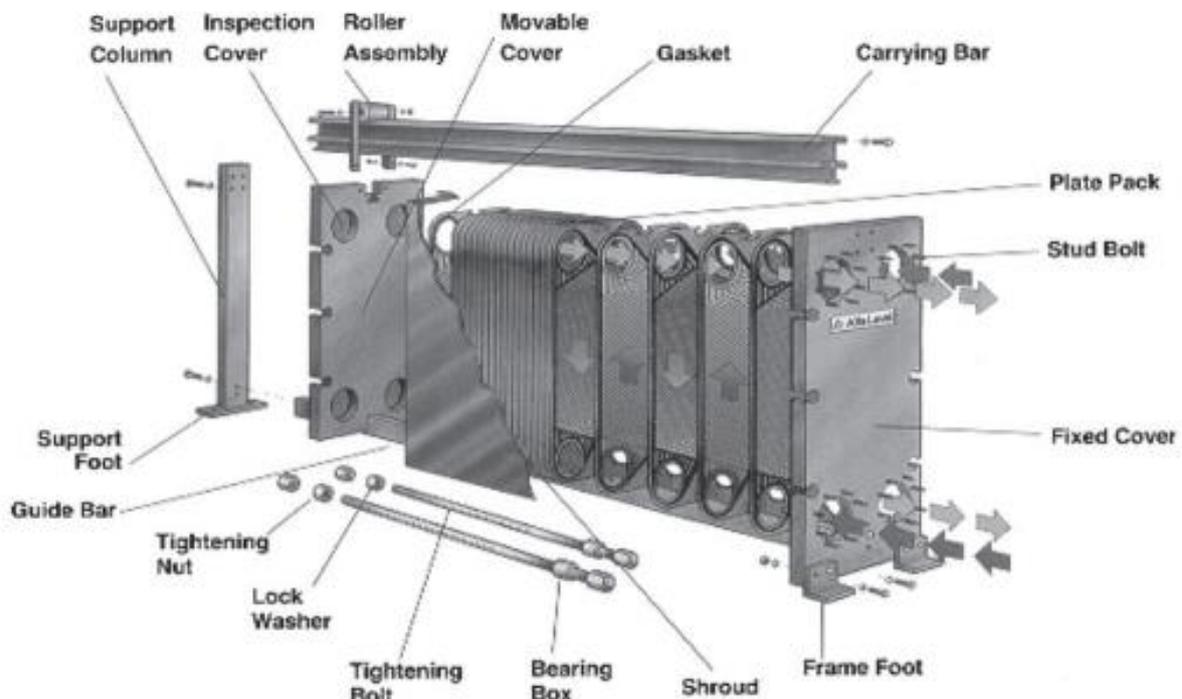
Penurunan tekanan merupakan salah satu masalah yang sering terjadi pada PHE. Penurunan tekanan dapat disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain: 1. Terjadinya korosi atau erosi pada plat lalu terjadi kebocoran, 2. Terjadinya penyumbatan pada pelat, yang mana dampak dari penurunan tekanan yang berlebihan dapat menyebabkan berbagai masalah ,yakni: 1. Menurunnya efisiensi proses, 2. Meningkatnya biaya operasi, 3. Bahkan dapat menyebabkan kerusakan part pada PHE itu sendiri. *Heat exchanger* akan mengalami korosi yang menghasilkan dari bahan-bahan kimia yang diolah. Korosi, Hal ini disebabkan adanya tabung penukar panas yang ada waktu pengoperasian yang lama ditambah dengan metode pembersihan tabung yang kurang optimal menyebabkan korosi pada seluruh permukaan bagian dalam pipa. Oleh Karena itu diperlukan sistem perawatan yang baik agar tetap hangat exchanger dapat terus bekerja secara optimal.[3] Sedangkan kebocoran sendiri juga berpengaruh terhadap kinerja oprasional *heat exchanger* itu sendiri. Ada beberapa metode untuk mengetahui suatu sistem itu ada kebocoran atau tidak. Pertama, dengan metode *Differential Pressure Transducer* (DPT) yang ditempatkan sebelum dan sesudah titik kebocoran untuk mengukur beda tekanan.dapat dihubungkan dengan peralatan pengkondisi sinyal dan ADC (*Analog to Digital Converter*) yang menghasilkan data beda tekanan yaitu dengan menutup salah satu dari ujung pipa dan kemudian tekanan dalam pipa tersebut dinaikkan. Apabila tekanan dalam pipa tersebut tetap, maka

tidak terjadi kebocoran, sedangkan apabila tekanan dalam pipa berubah, maka dapat dideteksi telah terjadi kebocoran, kelemahan pada metode ini tidak dapat dideteksi posisi dari kebocoran tersebut.[4] Kedua, mengecek dengan uji *penetrant*. Uji ini menggunakan penetrant merupakan pengujian yang cocok digunakan untuk pengujian keretakan dan kebocoran. Diskontinuitas harus betul-betul dibersihkan dan harus terbuka permukaannya.

Ilustrasi pada gambar 1 di atas, yang menyoroti komponen struktural utama dari Plate Heat Exchanger (PHE), diberikan pada Gambar 1. Elemen utama dari PHE mencakup pelat perpindahan panas dan pemisah aliran, gasket, rangka ujung pendukung (pelat atau rangka penutup yang tetap dan dapat digerakkan) yang menampung nozel saluran masuk/keluar cairan, batang pembawa dan pemandu pelat horizontal, kolom penyangga, dan baut pengencang rangka ujung.[5]

Inti penukar panas utama terdiri dari pelat lembaran logam tipis, persegi panjang, dan ditekan, yang diapit di antara gasket *periferal* penuh dan dirangkai dalam satu kemasan dan dibaut dalam satu bingkai. Gasket tepi di antara masing-masing pasangan pelat timbul membatasi setiap aliran fluida dalam saluran aliran antar pelat yang ditentukan dan mencegah pencampuran serta kebocoran cairan keluar dari kemasan pelat ke lingkungan sekitar. Pelat-pelat tersebut digantung pada palang pembawa bagian atas dan ditempatkan di tempatnya keselarasan tumpukan yang tepat pada palang bawah. Pada sebagian besar unit, batang penyangga ditopang dan dipisahkan pada ujung lain rangka dengan kolom penyangga. Paket pelat yang diapit di antara pelat rangka tetap dan penutup bergerak atau pelat penekan dijepit bersama dengan baut lateral yang dikencangkan hingga panjang keseluruhan yang telah ditentukan. Perlu diperhatikan bahwa pelat bermotif timbul pertama dalam kemasan inti memiliki gasket di sekeliling keempat lubang untuk mencegah cairan bocor antara pelat pertama dan rangka saat masuk atau keluar PHE melalui sambungan nosel pada rangka. .

Seperti ditunjukkan pada Gambar 1, aliran fluida panas dan dingin mengalir dalam saluran bergantian yang dipisahkan oleh pelat timbul atau pelat bergelombang. Setiap pasang pelat yang berdekatan dalam PHE membentuk saluran ini, kemudian media fluida yang masuk dan keluar melalui saluran masuk dan keluar yang disalurkan melalui saluran antar pelat secara bergantian melalui Gasket di pinggiran setiap pelat dan susunan pakatnya. Dengan demikian, panas dipindahkan dari fluida hangat melalui dinding pemisah ke fluida yang lebih dingin dalam pengaturan aliran balik murni, yang menghasilkan efektivitas *plate heat exchanger* (PHE) yang tinggi.



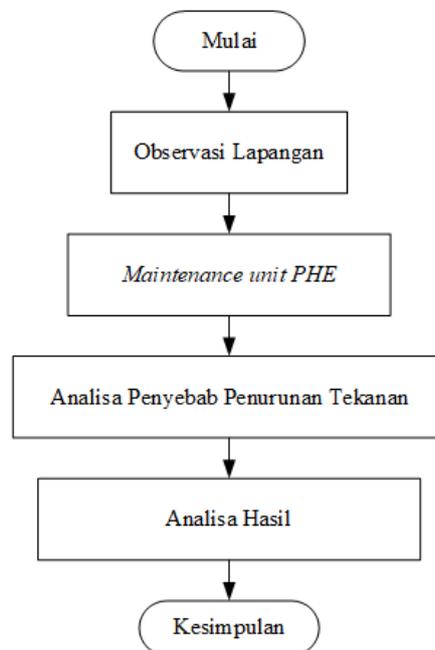
Gambar 1 Koponen *Plate Heat Exchanger* (PHE)

1.3. Rumusan Masalah

Pada Plate Heat Exchanger (PHE) ini sangat berpengaruh pada proses mengubah temperatur air pendingin dari mesin yang telah digunakan kemudian diturunkan temperaturnya sebelum dimasukkan kembali pada bak

penampungan. Penurunan tekanan pada plate heat exchanger bisa disebabkan oleh beberapa permasalahan, terutama sumbatan dan kebocoran gasket pada komponen-komponennya. Sumbatan dalam plate heat exchanger bisa terjadi akibat penumpukan endapan atau kotoran di dalam saluran plat yang menghambat aliran fluida. Hal ini mengakibatkan penurunan aliran fluida dan sebagai hasilnya, menurunkan tekanan pada sistem secara keseluruhan. Seringkali ditemukan adanya kebocoran pada bagian Gland Packing.[6] Di sisi lain, kebocoran gasket pada plate heat exchanger bisa terjadi karena gasket yang aus atau rusak akibat pemakaian jangka panjang, tekanan yang tinggi dan temperatur fluida yang melaluinya. Kebocoran ini bisa menyebabkan bocornya fluida dari saluran yang seharusnya tertutup, mengakibatkan penurunan tekanan pada sistem dan mengganggu efisiensi pertukaran panas antara dua fluida yang berbeda suhu[7]. Keduanya, baik sumbatan maupun kebocoran gasket, menjadi masalah serius yang perlu segera ditangani pada plate heat exchanger karena dapat mengganggu kinerja sistem dan menurunkan efisiensi pertukaran panasnya. Perawatan berkala dan pemantauan kondisi komponen-komponen penting dalam menjaga agar plate heat exchanger beroperasi dengan optimal dan mencegah terjadinya penurunan tekanan yang bisa berdampak pada proses yang terkait. Adapun pokok masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut: 1. Apa penyebab penurunan tekanan pada PHE E-204?, 2. Bagaimana penyelesaian yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut?

II. METODE



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kualitatif dengan pengamatan langsung di sebuah perusahaan industri petrokimia. Data yang diperoleh dari pengamatan tersebut diambil dari data internal perusahaan dan pencarian pada jurnal ilmiah, serta melalui observasi di lapangan dan wawancara dengan tim maintenance. Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan, dimulai dari tanggal 31 Juli 2023 sampai dengan 30 Oktober 2023. Proses penyusunan artikel ini memakan waktu kurang lebih satu minggu. Hipotesis yang dikembangkan dalam penelitian ini berfungsi sebagai jawaban sementara terhadap pertanyaan dari peneliti.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Dari Proses *Maintenance*

Pertama, setelah melalui proses pembongkaran PHE, dapat ditemukan adanya sumbatan pada beberapa titik di dalam sela-sela komponen plate heat exchanger, sehingga dapat menyebabkan berkurangnya aliran fluida dan efisiensi kinerja pada unit ini. Sumbatan ini berupa kotoran yang disebabkan adanya fluida yang mengalir di dalam PHE mengalami perubahan suhu menjadi panas kemudian fluida tersebut mulai berubah wujudnya menjadi

padat(mengerak) yang menempel pada pelat komponen PHE, lama kelamaan kotoran tersebut bertambah banyak dan terjadilah proses penyumbatan itu sendiri. Berikut adalah gambar kotoran yang menjadi penyebab terjadinya penyumbatan. Penyumbatan ini yang menyebabkan PHE tersebut mengalami penurunan tekanan pada sistem. Sehingga perlu dilakukan pembongkaran untuk membersihkan pelat yang ada didalamnya. Jika pelat itu masih bisa digunakan dan tidak mengalami korosi maka pelat tersebut masih bisa digunakan dan hanya perlu dilakukan proses *mechanical cleaning*, dengan menyikat menggunakan sikat yang halus agar tidak melukai permukaan pelat atau membersihkannya dengan menyemprotkan air bertekanan tinggi pada pelat yang kotor. Dan dapat juga dilakukan proses *Chemical Cleaning* pada permukaan luar yang terbuka dengan menggunakan *nitric acid, sulfamic acid, citric acid, phosphoric acid, sodium polyphosphates*. (Dengan catatan bahwa bagian komponen *carrying bars* dan *support columns* yang terbuat dari aluminium terlindungi dari bahan kimia).



Gambar 3. Kotoran di dalam PHE

Kedua, ditemukannya kebocoran dikarenakan gasket yang sudah aus atau mengeras sehingga menjadi getas. Maka dari itu perlu dilakukan penanggulangan berupa, pengecekan unit PHE secara berkala selama 6 bulan sekali, kemudian dilakukan pergantian gasket yang baru untuk gasket yang sudah aus dan jika gasket tersebut telah longgar. Pada *plate heat exchanger* (PHE) yang dirancang khusus untuk penarapan pada suhu tinggi jika terjadi penurunan suhu secara tiba-tiba terkadang dapat menyebabkan kebocoran sementara. Contohnya seperti penghentian aliran panas secara tiba-tiba, *heat exchanger* akan tertutup kembali dengan segera setelah suhu komponen kembali stabil.



Gambar 4. Proses *Mechanical Cleaning* PHE

Apabila pelat tersebut terjadi korosi atau karat pada bagian permukaannya maka solusi satu-satunya yang dapat dilakukan yaitu harus mengganti pelat yang korosi tersebut dengan pelat baru yang memiliki jenis yang sama sehingga saat dilakukan pemasangan tidak menimbulkan kebocoran atau jika tidak diganti hal tersebut dapat mengakibatkan tercampurnya fluida yang ada di dalamnya dan tidak menutup kemungkinan bisa mengakibatkan penurunan tekanan pada saat unit tersebut sedang beroperasi. Dan pastikan pelat dibersihkan sebelum dilakukan pemasangan. Gambar 5 dalam lingkaran merah di bawah akan menunjukkan komponen pelat yang berkarat.



Gambar 5. Komponen pelat yang berkarat

IV. KESIMPULAN

Dari penjelasan mengenai penurunan tekanan pada Plate Heat Exchanger (PHE) E 204 yang ada, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penurunan Tekanan Akibat Kebocoran Gasket:
 - Kebocoran pada gasket PHE dapat menyebabkan penurunan tekanan pada sistem.
 - Gasket yang aus atau mengeras menjadi penyebab utama kebocoran.
 - Pengecekan berkala dan penggantian gasket yang aus perlu dilakukan untuk mencegah kebocoran dan menjaga kinerja optimal.
2. Penurunan Tekanan Akibat Sumbatan di Dalam PHE:
 - Sumbatan pada sela-sela komponen pelat PHE mengakibatkan penurunan aliran fluida dan efisiensi kinerja.
 - Sumbatan terjadi akibat adanya kotoran yang mengalami perubahan wujud menjadi padat yang menempel pada dinding pelat.
 - Proses mechanical cleaning dan chemical cleaning diperlukan untuk membersihkan pelat dari sumbatan dan memulihkan aliran fluida.
3. Dampak Keseluruhan pada PHE:
 - Kebocoran gasket dan sumbatan berkontribusi terhadap penurunan efisiensi PHE.
 - Penurunan tekanan dapat mengakibatkan pengurangan performa sistem perpindahan panas secara keseluruhan.
 - Pemeliharaan preventif, seperti pemeriksaan berkala dan tindakan perbaikan, penting untuk mencegah masalah ini dan memastikan kinerja optimal PHE.
4. Tindakan Perbaikan dan Pemeliharaan:
 - Mechanical cleaning dan chemical cleaning diperlukan untuk mengatasi sumbatan pada PHE.
 - Pengecekan dan penggantian gasket secara berkala menjadi langkah penting untuk menghindari kebocoran.

Dengan memahami penyebab penurunan tekanan akibat kebocoran gasket dan sumbatan, serta melakukan tindakan perbaikan dan pemeliharaan secara tepat waktu, dapat meningkatkan efisiensi dan umur pakai PHE. Keseluruhan, pemeliharaan yang baik merupakan langkah untuk memastikan kinerja optimal dan kelancaran operasi PHE dalam sistem perpindahan panas.

REFERENSI

- [1] I. M. Muttaqin, Zaenal, and Irijanto, "Pengujian Efektivitas Penukar Kalor Multi Flat Plate Heat Exchanger Aluminium Dengan Aliran Cross Flow," Undergrad. thesis, Mech. Eng. Dep., Fac. Eng., Diponegoro Univ., pp. 1–374, 2012.
- [2] R. Walikrom, A. Muin, J. Teknik Mesin, F. Teknik, and U. Tridinanti Palembang, "Studi Kinerja Plate Heat Exchanger pada Sistem Pendingin PLTGU," 2018. [Online]. Available: www.univ-tridinanti.ac.id/ejournal/
- [3] D. Suastiyanti, Y. Fatanur, and P. Rupajati, "Analisa Kerusakan Tube Heat Exchanger Menggunakan Metode Remote Field Testing (RFT)," *J. Tek. Mesin ITI*, vol. 4, no. 3, pp. 73–78, 2020, doi: 10.31543/jtm.v4i3.418.
- [4] L. K. Mesin, J. T. Mesin, F. Teknik, and U. Riau, "Analisis Data Domain Waktu dan Wavelet Transform Pipa yang Mengalami Sumbatan dan Kebocoran," no. September, pp. 70–76, 2021.
- [5] R. M. L. Wang and B. Sunden, "Plate Heat Exchangers," WIT Press, 2007.
- [6] I. Mustain, "Penurunan Tekanan pada Pompa Air Laut pada Mesin Induk Kapal," *Maj. Ilm. Gema Marit.*, vol. 22, no. 1, pp. 27–33, 2020, doi: 10.37612/gema-maritim.v22i1.48.
- [7] T. Darmasena, "Adanya Kebocoran Jacket Cooling Pada Cylinder Head Mengakibatkan Berkurangnya Kerja Auxiliary Engine Di Kapal Mv.Sri Wandari Indah," 2022.