

PENGARUH PERUBAHAN TEMPERATURE DEMIN WATER TERHADAP HEAT TRANSFER LUBE OIL SYSTEM BEFORE AND AFTER MAINTENANCE HEAT EXCHANGER TYPE PLATE PLTGU PANARAN

Fricilla Dwi Saputri* dan Hasnira

Politeknik Negeri Batam

*Email: fricillaputri434@gmail.com, rhara@polibatam.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received date:

15 March 2023

Received in revised form date:

29 May 2023

Accepted date

7 June 2023

Available online date

13 June 2023

Abstract

To maintain a stable temperature, the Panaran PLTGU uses a heat exchanger to cool demin water by using sea water as a heat transfer medium in the lube oil system. The results of the study showed that the lube oil temperature change before high-value maintenance was 12 °C, while after high-value maintenance it was 15 °C. So it can be concluded that carrying out maintenance can increase the cooling of the lube oil by 3°C. In the results of the analysis of the effect of heat transfer before maintenance, with the highest change in demin temperature equal to 1.584 °C, the heat transfer that occurs is 238616 J, while after maintenance, with the highest change in demin temperature equal to 1.952 °C, the heat transfer that occurs is 259584 J, so the effect of the after-maintenance heat exchanger is only able to increase the heat transfer by 20968 J.

Keywords: Lube oil system, heat exchanger, demin water, descriptive method, and heat transfer.

Kata kunci:

Lube oil system

Heat exchanger

Demin water

Metode deskriptif

Heat transfer

Abstrak

Untuk menjaga kestabilan suhu PLTGU Panaran memanfaatkan Heat Exchanger untuk melakukan pendinginan demin water oleh air laut sebagai media heat transfer pada lube oil system. Hasil dari penelitian menunjukkan perubahan temperature lube oil before maintenance high value 12 °C, sedangkan after maintenance high value 15 °C. Sehingga dapat disimpulkan dengan melakukan maintenance dapat meningkatkan pendinginan pada minyak pelumas (lube oil) sebesar 3 °C. Pada hasil analisis pengaruh heat transfer before maintenance dengan perubahan temperature demin tertinggi yaitu sebesar 1.584 °C dan heat transfer yang terjadi sebesar 238616 J, sedangkan after maintenance dengan perubahan temperature demin tertinggi yaitu sebesar 1.952 °C dan heat transfer yang terjadi sebesar 259584 J, sehingga pengaruh after maintenance heat exchanger hanya mampu menaikkan heat transfer sebesar 20968 J.

1. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU) adalah kombinasi Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) dan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) atau biasa dikenal dengan pembangkit *combine cycle*. Alasan dilakukan penggabungan ini yaitu untuk meningkatkan efisiensi dengan menggunakan komponen dari HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*) [1]. Hal ini disebabkan oleh kebutuhan listrik yang semakin meningkat sedangkan jika hasil penggunaan PLTG hanya mencapai 27.75 MW, sedangkan PLTGU hasil dari sistem HRSG dengan *output Steam Turbine Generator (STG)* menghasilkan tambahan beban sekitar 19 MW. Pada mesin maupun peralatan yang ada di STG sering terjadi suatu gesekan (*friction*) secara langsung hal ini berakibat pada turbin saat akan beroperasi sehingga menimbulkan panas (*heat*). Sedangkan gesekan merupakan suatu gaya yang akan mengakibatkan terhambatnya suatu gerakan putaran pada mesin. Hal ini menyebabkan kerusakan

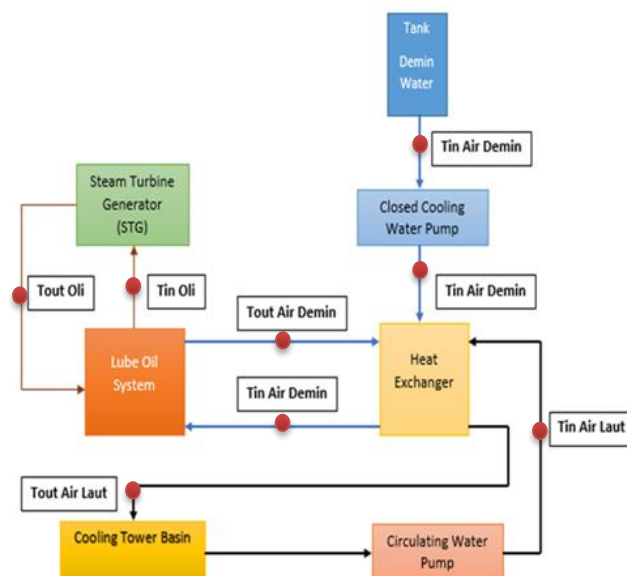
ataupun keausan pada material-material mesin [2]. Pergantian pada komponen mesin seperti : *Gasket*, *Seal* yang mudah mengalami deformasi bentuk ini yang akan dijaga agar kebocoran tidak terjadi dengan memberikan *setting alarm* pada *Temperature Gauge* di 55 °C yang ada pada *system lube oil* untuk mendinginkan pelumas yang akan disalurkan pada komponen STG [3]. Pada *lube oil system* ini dilakukan dengan memanfaatkan air *demin* sebagai media pendinginannya hal ini dilakukan agar air tersebut dapat mendinginkan pelumas tanpa khawatir akan terjadi korosi yang dapat merusak material pada mesin, sehingga *system* ini akan berhubungan langsung dengan *heat exchanger*. Kemudian, berfungsi sebagai alat penukar panas searah untuk mendinginkan air *demin* yang digunakan untuk mendinginkan minyak pelumas (*lube oil*) dengan melakukan transfer panas air laut sehingga, selain mendinginkan air *demin* tersebut air laut juga digunakan untuk mendinginkan mesin pada *heat exchanger* oleh karena itu sistem ini dinamakan *Closed Cooling Water (CCW)* dan proses yang terjadi dilakukan secara konveksi.

Alat penukar kalor memiliki pengaruh yang signifikan terhadap berlangsungnya operasi, jika terjadi kegagalan dapat menyebabkan berhentinya operasi unit. Oleh karena itu sebuah alat penukar kalor (*Heat Exchanger*) diharapkan memiliki kinerja yang baik agar memperoleh hasil yang maksimal serta sebagai pendukung penuh untuk operasi pada unit. Semakin lama suatu pendinginan pada PLTGU berlangsung, maka akan mengakibatkan permasalahan penurunan performa dari *Plate Heat Exchanger* sehingga harus dilakukan perawatan baik pembersihan pada bagian *strainer* maupun perawatan menyeluruh pada PHE agar tidak menimbulkan kerusakan pada mesin [4].

Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh *demin water* terhadap *heat transfer lube oil system* dengan mengumpulkan data primer pada saat dilakukan *maintenance* pada *heat exchanger* sehingga *output* dari hasil penelitian dapat dijadikan alternatif untuk perkembangan analisis *heat transfer* dengan menggunakan media *demin water* oleh air laut dengan peralatan *heat exchanger*, sehingga penulis melakukan penelitian yang berjudul “Pengaruh Perubahan *Temperature Demin Water* terhadap *Heat Transfer Lube Oil System Before and After Maintenance Heat Exchanger Type Plate PLTGU Panaran*”.

2. METODE PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian ini proses yang perlu dilakukan yaitu akan disajikan dalam bentuk blok diagram dilihat pada Gambar 1. Blok diagram tahapan sistem.



Gambar 1. Blok diagram tahapan sistem

dimana T_{in} air demin adalah suhu masuk air demin, T_{in} air laut adalah suhu masuk air laut, T_{in} oli adalah suhu masuk oli. Sedangkan T_{out} air demin adalah suhu keluar air demin, T_{out} air laut adalah suhu keluar air laut, T_{out} oli adalah suhu keluar oli.

Pada Gambar 1. Blok diagram tahapan sistem terdapat *line* biru yang merupakan *demin water*, *line* hitam merupakan air laut, dan *line* coklat merupakan oli, lingkaran merah menunjukkan sensor yang digunakan dalam penelitian yaitu *Temperature Gauge*. Adapun proses kerja pada sistem *closed cooling water pump* untuk *lube oil* pada *Steam Turbine Generator (STG)* dalam blok diagram diatas air laut yang ada pada *cooling tower* basin akan dipompa oleh *circulating water pump* kemudian dialirkan masuk ke *heat exchanger* untuk mendinginkan mesin sehingga air akan langsung kembali ke *cooling tower* basin selain itu, ia juga berfungsi untuk melakukan perpindahan panas, jenis yang digunakan yaitu berbentuk *plate* sehingga pada saat *closed cooling water pump* memompa air *demin* yang berasal dari *tank CCW* tidak akan tercampur dengan air laut.

Kemudian setelah proses pendinginan air telah selesai air *demin* akan dialirkan ke dalam *lube oil system* untuk proses yang terjadi yaitu *heat transfer* secara konveksi yaitu air *demin* akan menyerap panas pada *lube oil* sehingga ketika dialirkan ke komponen *Steam Turbine Generator (STG)* akan dapat menyerap panas dengan baik. Dan kembali lagi ke *heat exchanger* yang digunakan sebagai sirkulasi komponen pendukung dalam *heat transfer* dengan media air laut oleh *demin water*.

Untuk melakukan suatu penelitian maka metode yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan melakukan metode perhitungan secara kuantitatif dan melakukan analisis dari data kuantitatif dengan menggunakan metode deskriptif. Adapun persamaan yang digunakan yaitu sebagai berikut [5] :

$$TLMTD = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \Delta T_1 / \Delta T_2} \quad (1)$$

$$\Delta T_1 = T_1 - T_2 \quad (2)$$

$$\Delta T_2 = T_4 - T_3 \quad (3)$$

dimana ΔT_1 adalah perbedaan *temperature* ($T_1 - T_2$) dan ΔT_2 adalah perbedaan *temperature* ($T_4 - T_3$). Sedangkan T_1 adalah *lube oil in* ($^{\circ}\text{C}$), T_2 adalah *lube oil out* ($^{\circ}\text{C}$), T_4 adalah *demin water out* ($^{\circ}\text{C}$), dan T_3 adalah *demin water in* ($^{\circ}\text{C}$) [6].

Untuk mengetahui besarnya kalor ataupun energi yang dilepas pada minyak pelumas (*lube oil*) menggunakan persamaan [3]. Perpindahan kalor tidak dapat terjadi apabila sistem memiliki suhu sama. Perbedaan suhu menjadi daya penggerak untuk terjadinya perpindahan kalor [7].

Untuk mencari kalor yang akan dilepas oli dapat menggunakan persamaan 4 yaitu [8] :

$$Q_{oli} = m_{oli} \times c_{oli} \times \Delta T \quad (4)$$

dimana, Q_{oli} adalah kalor yang dilepas oli (J), m_{oli} adalah massa oli (kg/s), dan ΔT adalah Perubahan suhu ($^{\circ}\text{C}$).

Kemudian, untuk mencari massa oli dapat menggunakan persamaan yaitu:

$$\text{Massa oli} = m \text{ (kg/m}^3\text{)} \times v \text{ (m}^3\text{/s)} \quad (5)$$

dimana, m adalah massa jenis oli (kg/m^3), dan v adalah *flow rate* ($\text{m}^3\text{/s}$).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini merupakan data hasil penelitian Perubahan *Temperature Demin Water* dan *Lube Oil System Before And After Maintenance Heat Exchanger*.

Tabel 1. Data hasil penelitian perubahan *temperature demin water* dan *lube oil system before and after maintenance heat exchanger*

| Time | Before Maintenance | | After Maintenance | |
|---------|---|---|---|---|
| | ΔT_1_{oli} ($^{\circ}\text{C}$) | ΔT_2_{demin} ($^{\circ}\text{C}$) | ΔT_1_{oli} ($^{\circ}\text{C}$) | ΔT_2_{demin} ($^{\circ}\text{C}$) |
| 0:00:00 | 12 | 1.457 | 14 | 1.815 |

| | | | | |
|----------|----|-------|----|-------|
| 1:00:00 | 12 | 1.457 | 15 | 1.915 |
| 2:00:00 | 12 | 1.457 | 15 | 1.932 |
| 3:00:00 | 12 | 1.584 | 13 | 1.815 |
| 4:00:00 | 11 | 1.394 | 13 | 1.952 |
| 5:00:00 | 11 | 1.457 | 13 | 1.789 |
| 6:00:00 | 12 | 1.520 | 15 | 1.852 |
| 7:00:00 | 12 | 1.393 | 15 | 1.626 |
| 8:00:00 | 12 | 1.520 | 15 | 1.652 |
| 9:00:00 | 12 | 1.394 | 14 | 1.652 |
| 10:00:00 | 11 | 1.520 | 13 | 1.752 |
| 11:00:00 | 11 | 1.521 | 13 | 1.753 |
| 12:00:00 | 11 | 1.521 | 14 | 1.653 |
| 13:00:00 | 11 | 1.458 | 14 | 1.852 |
| 14:00:00 | 11 | 1.458 | 14 | 1.652 |
| 15:00:00 | 11 | 1.457 | 13 | 1.680 |
| 16:00:00 | 11 | 1.458 | 13 | 1.706 |
| 17:00:00 | 11 | 1.521 | 13 | 1.707 |
| 18:00:00 | 11 | 1.584 | 13 | 1.707 |
| 19:00:00 | 11 | 1.521 | 13 | 1.707 |
| 20:00:00 | 11 | 1.457 | 13 | 1.706 |
| 21:00:00 | 12 | 1.557 | 14 | 1.806 |
| 22:00:00 | 11 | 1.484 | 13 | 1.706 |
| 23:00:00 | 11 | 1.484 | 13 | 1.705 |

Berdasarkan Tabel 1. Data Hasil Penelitian Perubahan *Temperature Demin Water* dan *Lube Oil System Before And After Maintenance Heat Exchanger* selama 24 jam. Dari data tersebut diperlihatkan bahwa perubahan *temperature oil before maintenance heat exchanger* memiliki rentang *temperature* sebesar 11 °C hingga 12 °C. Sedangkan perubahan *temperature oil after maintenance* bervariasi yaitu dari rentang 13 °C hingga 15 °C. Dari tabel tersebut juga dapat dilihat bahwa secara keseluruhan *temperature oil* meningkat *after maintenance* sejalan dengan waktu. Pada grafik tersebut juga dapat diketahui *temperature oil* tertinggi *after maintenance* sebesar 15 °C pada pukul 01:00, 02:00, 06:00, 07:00, serta 08:00. Sedangkan dengan waktu yang sama *before maintenance* perubahan *temperature oil* hanya mampu mencapai 12 °C.

Kemudian, untuk hasil secara keseluruhan nilai perubahan *temperature demin water before maintenance heat exchanger* sebesar 1.393 °C hingga 1.584 °C sedangkan *after maintenance* perubahan *temperature demin water* meningkat yaitu dengan rentang 1.626 °C hingga 1.952 °C. Pada Tabel 1 juga dapat diketahui perubahan *temperature demin water* tertinggi yaitu dengan 1.952 °C pukul 04:00. Sedangkan pada waktu yang sama perubahan *temperature demin water before maintenance heat exchanger* sebesar 1.394 °C. Hal ini menunjukkan adanya perubahan *after maintenance* pada *heat exchanger*.

Adapun hasil penelitian *Heat Transfer Lube Oil System Before And After Maintenance Heat Exchanger* yaitu dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 2. Data hasil penelitian *heat transfer lube oil system before and after maintenance heat exchanger*

| <i>Time</i> | <i>Before Maintenance</i> | <i>After Maintenance</i> |
|-------------|----------------------------|----------------------------|
| | <i>Q_{oli} (J)</i> | <i>Q_{oli} (J)</i> |
| 0:00:00 | 239616 | 279552 |
| 1:00:00 | 239616 | 299520 |
| 2:00:00 | 239616 | 299520 |
| 3:00:00 | 239616 | 259584 |
| 4:00:00 | 219648 | 259584 |
| 5:00:00 | 219648 | 259584 |
| 6:00:00 | 239616 | 299520 |
| 7:00:00 | 239616 | 299520 |

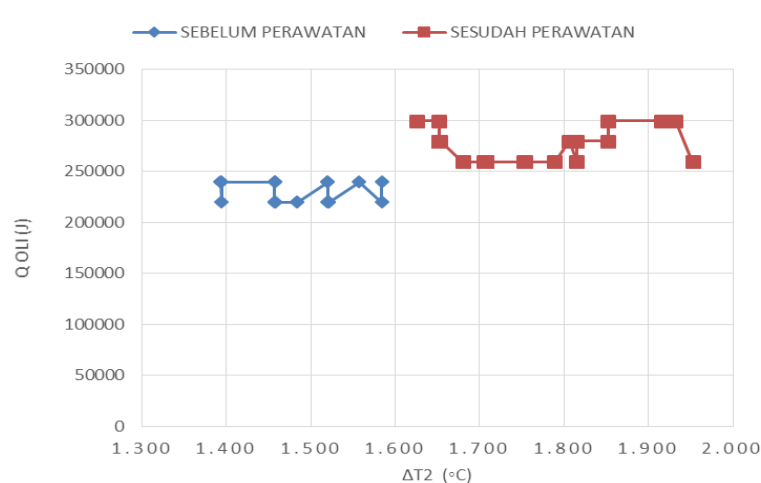
| | | |
|----------|--------|--------|
| 8:00:00 | 239616 | 299520 |
| 9:00:00 | 239616 | 279552 |
| 10:00:00 | 219648 | 259584 |
| 11:00:00 | 219648 | 259584 |
| 12:00:00 | 219648 | 279552 |
| 13:00:00 | 219648 | 279552 |
| 14:00:00 | 219648 | 279552 |
| 15:00:00 | 219648 | 259584 |
| 16:00:00 | 219648 | 259584 |
| 17:00:00 | 219648 | 259584 |
| 18:00:00 | 219648 | 259584 |
| 19:00:00 | 219648 | 259584 |
| 20:00:00 | 219648 | 259584 |
| 21:00:00 | 239616 | 279552 |
| 22:00:00 | 219648 | 259584 |
| 23:00:00 | 219648 | 259584 |

Setelah melakukan pengolahan dan mendapatkan hasil dari penelitian, langkah selanjutnya yaitu melakukan analisis dengan mengelompokkan data menjadi dua variabel yang terdiri dari variabel X dan variabel Y. Adapun dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut :

Tabel 3. Data hasil penelitian perubahan *temperature demin water* terhadap *heat transfer lube oil system before and after maintenance heat exchanger*

| Before Maintenance | | After Maintenance | |
|--------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| ΔT_2 (°C) (X) | Q_{oli} (J) (Y) | ΔT_2 (°C) (X) | Q_{oli} (J) (Y) |
| 1.393 | 239616 | 1.626 | 299520 |
| 1.394 | 219648 | 1.652 | 299520 |
| 1.394 | 239616 | 1.652 | 279552 |
| 1.457 | 239616 | 1.652 | 279552 |
| 1.457 | 239616 | 1.653 | 279552 |
| 1.457 | 239616 | 1.680 | 259584 |
| 1.457 | 219648 | 1.705 | 259584 |
| 1.457 | 219648 | 1.706 | 259584 |
| 1.457 | 219648 | 1.706 | 259584 |
| 1.458 | 219648 | 1.706 | 259584 |
| 1.458 | 219648 | 1.707 | 259584 |
| 1.458 | 219648 | 1.707 | 259584 |
| 1.484 | 219648 | 1.707 | 259584 |
| 1.484 | 219648 | 1.752 | 259584 |
| 1.520 | 239616 | 1.753 | 259584 |
| 1.520 | 239616 | 1.789 | 259584 |
| 1.520 | 219648 | 1.806 | 279552 |
| 1.521 | 219648 | 1.815 | 259584 |
| 1.521 | 219648 | 1.815 | 279552 |
| 1.521 | 219648 | 1.852 | 279552 |
| 1.521 | 219648 | 1.852 | 299520 |
| 1.557 | 239616 | 1.915 | 299520 |
| 1.584 | 219648 | 1.932 | 299520 |
| 1.584 | 239616 | 1.952 | 259584 |

Pada Gambar 2. Grafik Perbandingan Perubahan *Temperature Demin Water* terhadap *Heat Transfer Lube Oil System Before And After Maintenance Heat Exchanger* merupakan hasil analisis yang telah dilakukan. Berdasarkan jurnal “*Performance Simulation On The Sheel And Tube Of Heat Exchanger By Aspen Hysys V.10*” perbandingan kinerja pada *heat exchanger* dapat dilihat dengan perubahan aliran fluida masuk (T_{in}) dan perubahan aliran fluida masuk (T_{out}) terhadap perpindahan panas menyeluruh (Q_{oli}) yang masuk dan (Q_{oli}) yang keluar [9]. Pada grafik dapat dilihat *after maintenance* mengalami peningkatan *heat transfer* yaitu dengan perubahan *temperature demin* tertinggi yaitu sebesar 1.952 °C *heat transfer* yang terjadi sebesar 259584 J. Sedangkan *before maintenance* perubahan *temperature demin* tertinggi yaitu sebesar 1.584 °C *heat transfer* yang terjadi sebesar 238616 J Sehingga berdasarkan grafik tersebut perawatan *heat exchanger* dapat meningkatkan pendinginan pada *temperature demin* sehingga *heat transfer* pada *lube oil system* menjadi lebih maksimal.



Gambar 2. Grafik perbandingan perubahan *temperature demin water* terhadap perpindahan panas *lube oil system*

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan kesimpulan dari penelitian ini yaitu :

1. Perubahan *temperature lube oil before maintenance high value* 12 °C, sedangkan *after maintenance high value* 15 °C. Sehingga dapat disimpulkan dengan melakukan perawatan (*maintenance*) dapat meningkatkan pendinginan pada minyak pelumas (*lube oil*) sebesar 3 °C, sedangkan untuk perubahan *temperature demin water before maintenance high value* 1.584 °C dan *after maintenance* sebesar 1.952 °C. Pengaruh peningkatan yaitu sebesar 0.368 yang berarti tidak memberikan dampak yang signifikan.
2. Pengaruh *heat transfer before maintenance* dengan perubahan *temperature demin* tertinggi yaitu sebesar 1.584 °C *heat transfer* yang terjadi sebesar 238616 J sedangkan *after maintenance* dengan perubahan *temperature demin* tertinggi yaitu sebesar 1.952 °C *heat transfer* yang terjadi sebesar 259584 J, sehingga pengaruh *after maintenance heat exchanger* hanya mampu menaikkan *heat transfer* sebesar 20968 J.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suparmin and Prayudi, "Analisis Pengaruh Penurunan Temperatur LMTD Terhadap Unjuk Kerja HRSG pada PLTGU," *Jurnal PowerPlant*, vol. 6, no. 2, pp. 74-85, 2018.
- [2] Saputra, A. Nurul, A. Puspawan, and N.I. Supardi, "Lube Oil Cooler Performance Analysis Before and After Maintenance Outage at PLTGU," *Rekayasa Mekanika: Mechanical Engineering Scientific Journal, Pure and Inter Disciplinary*, vol. 5, no. 2, pp. 19-27, 2021.
- [3] R. A. Handoko and L. O. M. Firman, "Analisis Perhitungan Heat Exchanger Jenis Plate-Frame Pada Intercooler Dengan Jenis Shell and Tube," in *Pros. Semin. Rekayasa*, 2020, pp. 31-40.

- [4] R. Walikrom, A. Muin, and Hermanto, “Studi Kinerja Plate Heat Exchanger Pada Sistem Pendingin Pltgu,” *J. Tek. Mesin*, vol. 1, no. 1, pp. 40-47, 2018.
- [5] R. Yuniarti, F. Achmad, Y. L. Listyadevi, L. Angraini, M. A. Tazkia, Suhartono, Suharto, “Pengaruh Temperatur dan Arah Aliran Terhadap Efektivitas Penukar Panas NTU (ϵ -NTU) pada Alat Penukar Panas Tipe Plate and Frame,” *Jurnal Integrasi Proses*, vol. 11, no. 1, pp. 32–39, 2022.
- [6] D. G. C. Alvian and D. Supriyadi, "Analisis Kinerja High Pressure Heater (HPH) Tipe Shell and Tube Heat Exchanger." *Journal of Science and Applicative Technology*, vol. 2, no. 2, pp 23-33, 2018.
- [7] M. T. A. A. Lumintar, F. Jayadi, and G. Marausna, “Studi Eksperimental Heat Transfer Pada Heat Exchanger Dengan Tipe Helical Coil Tube Guna Menurunkan Temperatur Oli Hidrolik,” *Tek. STTKD J. Tek. Elektron. Engine*, vol. 7, no. 1, pp. 79–90, 2021.
- [8] A. W. Pramono, G. P. Artiani, A. Laksono, “Analisa Pengaruh Jumlah Pengoperasian CWP Terhadap Performa Kondensor PLTU Rembang,” *J. Power Plant*, vol. 03, no. 01, pp. 1-4, 2015,
- [9] E. Ningsih, I. Albanna, A. P. Witari, and G. L. Anggraini, “Performance Simulation on the Shell and Tube of Heat Exchanger By Aspen Hysys V.10,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 13, no. 3, pp. 701–706, 2022.