

# STUDI PENGARUH PERUBAHAN TEMPERATUR TERHADAP KINERJA ENGINE PADA PLTMG PANARAN PT. BRIGHT BATAM

Sultan Ashraff<sup>1</sup>, Fauzan<sup>2</sup>, Nazaruddin<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi  
Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Lhokseumawe  
Email: [SultanAshraff2@gmail.com](mailto:SultanAshraff2@gmail.com)

**Abstrak-** Penambahan *heat exchanger* atau radiator utama sangat menunjang untuk mengurangi laju panas, pada sistem utama setelah dibandingkan terhadap spesifikasi pabrik. penambahan *heat exchanger* lebih efektif. dengan kerugian panas yang kecil dibanding dengan penambahan radiator, panas yang dilakukan bahwa radiator tidak dapat mengakomodasi panas yang dihasilkan *engine*. sehingga dibutuhkan alat tambahan untuk mengurangi panas, sisa yang tak terambil oleh sistem pendingin. Sistem pendinginan sangat berpengaruh terhadap kinerja *engine*. Pengendalian laju panas yang baik dapat mengurangi terjadinya *overheating*. Penambahan *heat exchanger* atau radiator utama sangat menunjang untuk mengurangi laju panas pada sistem utama setelah dibandingkan terhadap spesifikasi pabrik.

**Kata Kunci :** *heat exchanger*, engine, radiator, sistem, spesifikasi pabrik

## I. PENDAHULUAN

PLTMG (Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas) salah satu unit pembangkit listrik yang dimiliki oleh PT.PLN BATAM listrik yang dihasilkan berasal dari engine yang berbahan bakar gas alam. Jenis engine yang digunakan roll-royce B35:40V20AG daya mampu yang dihasilkan oleh mesin ini yaitu 3x8,1 MW. PT.PLN BATAM merupakan salah satu anak perusahaan dari PT.PLN persero. PT PLN BATAM ini memiliki beberapa pembangkit seperti PLTGU (Pembangkit listrik tenaga gas uap) TANJUNG UNCANG, PLTD (Pembangkit tenaga diesel) BALOI PLTD SIKUPANG, PLTMG PANARAN ini memiliki Pada saat engine bekerja, sistem pendingin bertujuan untuk mendinginkan engine dan pelumas yang memiliki temperatur yang terlalu panas.

Pada PLTMG Panaran. sistem pengaruh perubahan temperatur terhadap kinerja engine. masing-masing sistem mempunyai kinerja tersendiri low temperatur dan high temperatur. penyebab utama naiknya temperature pada engine dikarenakan uap panas, yang di hasilkan engine, dan teriknya suhu matahari yang terpancarkan kearah pelindung engine, dengan suhu panas yang dihasilkan oleh sinar matahari, ataupun uap panas yang terpancar pada pelindung engine yang beroperasi secara terus menerus tersebut mengakibatkan engine *overheat*. Pada penelitian ini, penulis berupaya untuk mengatasi perubahan temperature terhadap kinerja engine yaitu dengan melakukan perawatan secara rutin pada cooling system, mengecek oil, prechamber, gas supply, busi dan mendinginkan pelumas.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Menurut RUPTL 2015-2024 yang dibuat oleh PT. PLN (Persero), pembangkit PLTMG akan dibangun untuk menggantikan peran pembangkit PLTD sebagai pemasok listrik di provinsi Papua. Pembangkit PLTMG yang dikembangkan adalah pembangkit yang dapat menggunakan

dua jenis bahan bakar, yaitu gas bumi dan minyak diesel. Penambahan kapasitas pembangkit PLTMG gas bumi hingga tahun 2025 sesuai dengan RUPTL 2015–2024, yaitu sejumlah 180 MW. Antara periode tahun 2025–2050 diproyeksikan terdapat tambahan kapasitas pembangkit PLTMG gas bumi sebesar 25 MW. Total kapasitas pembangkit PLTMG pada tahun 2050 adalah sebesar 205 MW. Penambahan kapasitas pembangkit PLTMG gas bumi hingga tahun 2025 sesuai dengan RUPTL 2015–2024, yaitu sejumlah 180 MW. Antara periode tahun 2025–2050 diproyeksikan terdapat tambahan kapasitas.

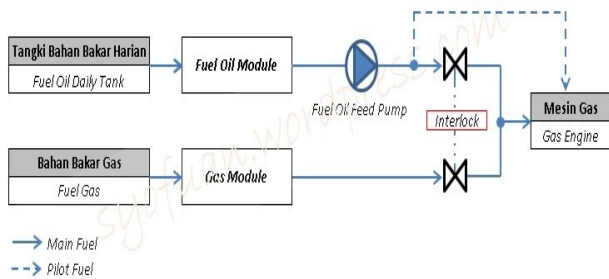


Gambar 1 Engine

### A. Pembangkit Listrik Tenaga Mesin dan Gas (PLTMG)

PLTMG di Indonesia umumnya menggunakan mesin dengan dua bahan bakar, baik dengan konfigurasi dual-fuel, ataupun bi-fuel. Karena umumnya mesin yang dipakai menggunakan dua (2) bahan bakar, oleh karena itu sistem bahan bakarnya juga harus bisa mengakomodir kedua bahan bakar tersebut. Bahan bakar yang umumnya digunakan adalah gas alam (natural gas) dan minyak diesel. Dari sekian banyak jenis pusat pembangkitan listrik, salah satu jenis yang masih cukup banyak dioperasikan dan dibangun di Indonesia adalah Pusat Listrik Tenaga Mesin Gas / Gas Engine PowerPlant

(PLTMG / GEPP). Pilihan jatuh pada PLTMG dikarenakan beberapa alasan, antara lain (Wartsilla, 2013) [1] pembangkit PLTMG gas bumi sebesar 30 MW.



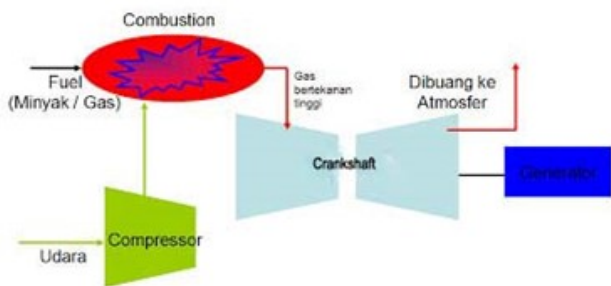
Gambar 2 Sistem Utama PLTMG

## B. Prinsip Kerja Mesin Gas Engine

Prinsip kerja PLTMG hampir sama dengan PLTD, tetapi ada perbedaan paling signifikan yaitu pada sistem bahan bakar untuk motor penggerakannya. Pada PLTD umumnya hanya bisa menggunakan bahan bakar dari jenis minyak diesel (HSD/MFO), sedangkan PLTMG umumnya menggunakan dua jenis bahan bakar yaitu gas alam (natural gas) dan minyak diesel (HSD/MFO). Karena mesin PLTMG yang dipakai menggunakan dua jenis bahan bakar, oleh karena itu sistem bahan bakarnya juga harus mengakomodir kedua bahan bakar tersebut, bahan bakar gas sebelum masuk ke area pembangkit dilewatkan dulu ke area pembersihan. [2] Pada area ini gas dipersiapkan baik dari sisi kebersihan, kadar air, ataupun tekanannya agar siap jika diumpankan langsung ke unit mesin gas. Sebelum diumpankan langsung ke dalam mesin, gas disaring lagi menggunakan sebuah filter. Posisi filter ini akan duduk bersama dengan beberapa peralatan yang disesuaikan konstruksinya dan tergabung dalam sebuah modul gas (fuel gas module) yang tugas utamanya adalah untuk pengaturan volume, keamanan sistem, dan untuk memastikan bahwa gas siap diumpankan ke mesin. Untuk bahan bakar minyak sebelum diumpankan ke dalam mesin, juga disaring terlebih dahulu menggunakan sebuah filter yang digabung dalam sebuah modul minyak (fuel oil module). Pada aliran bahan bakar minyak terdapat pompa pengumpan (feed pump) yang berfungsi untuk mendorong minyak ke dalam mesin.

Royce dan Charles Rolls di Midland Hotel, Manchester, sebagai produsen mobil mewah, sebelum akhirnya juga berdiversifikasi ke produksi mesin pesawat. Produksi mobil mewah ini tetap berlangsung hingga akhirnya dipisahkan pada tahun 1973 sebagai Rolls-Royce Motors. Rolls-Royce memproduksi mesin pesawat pertamanya, Rolls-Royce Eagle, pada tahun 1914. Bahkan, hampir setengah dari seluruh mesin pesawat yang dipakai oleh Sekutu pada Perang Dunia I diproduksi oleh Rolls-Royce. Hingga akhir dekade 1920an, produksi mesin pesawat ini pun menjadi bisnis utama Rolls-Royce. Rolls-Royce Merlin, yang diluncurkan pada tahun 1935 pun menjadi mesin terakhir yang didesain oleh Henry Royce, karena ia meninggal dunia pada tahun 1933. Mesin inipun dipakai oleh Supermarine S.6B, yang pada akhirnya dapat mencetak rekor kecepatan baru hingga 400 mil/jam

pada ajang Schneider Trophy tahun 1931. Merlin juga dipakai di beberapa pesawat tempur pada Perang Dunia II, seperti Hawker Hurricane, Supermarine Spitfire, De Havilland Mosquito, Avro Lancaster, dan juga P-51 Mustang, di mana Merlin dirakit oleh Packard dibawah lisensi dari Rolls-Royce. Merlin bahkan disebut-sebut memiliki kontribusi yang cukup besar dalam kemenangan pihak Sekutu pada Perang Dunia II Tercatat, 160.000 unit Merlin berhasil diproduksi oleh Rolls-Royce. Pasca Perang Dunia II, Rolls-Royce berhasil mengembangkan dan memiliki tenaga yang sangat besar, sehingga waktu tempuh penerbangan antar benua dapat dihemat secara signifikan. tercatat, Argosy, Avro 748, Friendship, Herald, dan Viscount, sementara Tyne yang lebih bertenaga dari Dart dipakai di Atlantic, Transall, dan Vanguard. Mesin Rolls-Royce sejak awal selalu diberi nomor seri, yang diawali dengan inisial "RB", kependekan dari Rolls-Royce Barnoldswick (barnoldswick adalah tempat salah satu pabrik Rolls-Royce). Tiap mesin juga diberi nama sesuai dengan nama sungai di Inggris. Penggunaan nama sungai ini dimaksudkan untuk mencerminkan mesin Rolls-Royce yang memiliki tenaga yang mengalir stabil, bukan tenaga yang meledak-ledak. Adapun sistem kerja pembangkit mesin gas dapat dilihat pada tau dua menit.



Gambar 3 Sistem kerja mesin pembangkit gas

## C. Pelumas Lubrication System

Pelumas sangat penting bagi sebuah mesin. dengan adanya pelumas, gesekan bisa dikurangi dengan cukup signifikan. Selama operasi, jumlah pelumas dalam mesin mengalami sedikit pengurangan dan bekerja dalam siklus tertutup. karena melindungi bagian mesin dari gesekan secara langsung, pelumas memiliki temperatur yang cukup tinggi. untuk mengembalikan temperaturnya ke keadaan normal, digunakan bantuan alat penukar panas heat exchanger, yang menukar panas dari pelumas ke air pendingin. Selanjutnya air pendingin yang telah naik temperaturnya ini, didinginkan kembali dengan bantuan radiator. pada saat mesin mengalami perawatan maintenance, pelumas yang masih baik kondisinya dapat dipompa dan dikumpulkan ke dalam tangki pelumas servis service lube oil tank. Harapannya, pelumas ini bisa dipergunakan kembali

setelah mesin melakukan perawatan.[3] pelumas-pelumas yang tertumpah di ruang mesin utama engine hall dan ceceran bahan bakar minyak (HSD/MFO/LFO) akan dikumpulkan pada bak penampung drain pan yang ada di masing-masing modul dan selanjutnya dipompa untuk ditampung dalam tangki bahan limbah sludge tank. Sisa-sisa pelumas dan minyak yang ditampung dalam tangki bahan limbah selanjutnya akan dikirim ke tempat penampungan dan pengolahan bahan limbah berbahaya terdekat, dengan menggunakan mobil truk pengangkut. sebelumnya diumpungkan ke dalam mesin dan turbocharger, pelumas akan disaring terlebih dahulu menggunakan sebuah filter.



Gambar 4. Pelumas Lubrication System

#### D. Used Mobile Oil Pump

Untuk pengosongan atau penggantian oli motor, pompa portabel akan tersedia untuk setiap Engine Hall. Yang digunakan Oil Mobile Pumps adalah pompa roda gigi rotary. Pompa ini akan ditempatkan dekat dengan modul bantu engine dan digunakan untuk menguras oli mesin. Pompa ini akan memiliki selang fleksibel untuk menghubungkan hisap dengan bah minyak pelumas mesin gas, tipe Y saringan untuk keselamatan dan selang fleksibel untuk dihubungkan dengan pipa yang memindahkan oli bekas ke tangki oli bekas. Pipa menerima oli bekas dari tiga belas mesin. Katup manual dalam modul bantu mesin dan di pipa biasanya tertutup dan hanya dibuka bila diperlukan. Dalam pipa akan memiliki katup manual (biasanya terbuka) dekat dengan tangki oli bekas/servis untuk pemindahan oli bekas ke tangki dan katup manual lainnya (normal dan close) untuk memuat truk tangki secara langsung. Konfigurasi ini akan menjadi mode operasi normal untuk menyimpan oli bekas di tangki oli bekas/servis.

#### E. Service Oil Tank

Tangki oli bekas/servis adalah jenis silinder vertikal dengan atap berbentuk kerucut, dirancang dengan kode API

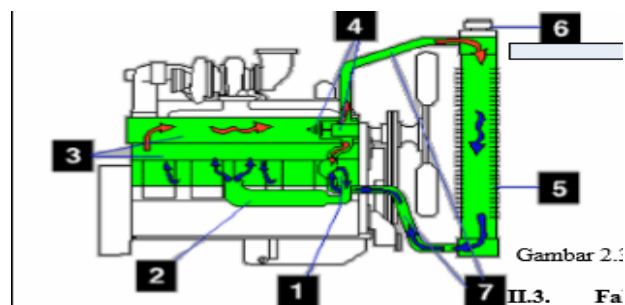
650, dan kapasitas 20 m<sup>3</sup>. Bahan konstruksi adalah baja karbon dan dipasang di dalam bundel retensi yang sama dengan tangki minyak pelumas bersih.

#### F. Clean Lube Oil Tank

Tangki minyak pelumas bersih diisi dan diisi ulang di bawah operasi berawak sesuai dengan konsumsi pabrik. Selama pengisian normal, truk dihubungkan dan pompa penerima oli pelumas dimulai, atau, pompa barel dimasukkan ke dalam barel yang sesuai, yang terhubung dengan fleksibel selang dan diberi energi dari soket lokal. digunakan untuk mengukur suhu pendingin mesin mesin pembakaran internal. Pembacaan dari sensor ini kemudian makan kembali ke unit kontrol mesin (ECU), yang menggunakan data ini untuk menyesuaikan injeksi bahan.

#### G. Bagian Sistem Pendingin

Pada saat temperature daerah sekeliling *engine* (*ambient temperature*) tinggi, maka temperatur cairan pendingin naik. Hal ini disebabkan oleh karena jumlah panas yang dipindahkan dari radiator ke udara sekitar menjadi berkurang. Ketinggian suatu engine beroperasi dari permukaan laut berpengaruh terhadap pendinginan engine. Saat ketinggian meningkat, kerapatan udara menurun sehingga volume aliran udara ke core radiator berkurang. Mengoperasikan engine pada kondisi lug atau torque converter stall dalam waktu yang lama dapat menyebabkan panas engine berlebihan (*overheating*). [4] Kelebihan beban (*overload*) yang terjadi pada engine menimbulkan panas yang berlebihan, Fenomena ini terjadi karena pada kondisi engine lug menyebabkan kecepatan engine turun sehingga dalam kondisi yang bersamaan kecepatan kipas (*fan*) dan *water pump* juga turun. Hal ini mengurangi aliran udara ke radiator dan panas yang dapat dipindahkan ke udara sedikit. Oleh karena itu metode pengoperasian yang benar sangatlah penting untuk menghindari masalah pada *cooling system*. Komponen-komponen dasar sistem pendingin adalah (1) *water pump*, (2) *oil cooler*, (3) lubang-lubang pada *engine block* dan *cylinder head*, (4) temperature regulator dan rumahnya, (5) radiator, (6) radiator cap, dan (7) hose serta pipa-pipa penghubung. Tambahan kipas, umumnya digerakkan oleh tali kipas terletak dekat radiator berguna untuk menambah aliran udara sehingga pemindahan panas lebih baik.



Gambar 5 Sistem Pendingin

Perpindahan energi panas dari benda bertemperatur tinggi menuju benda dengan temperatur rendah akan berlangsung terus hingga energi panas yang dikandung kedua benda tersebut sama kualitas atau jumlahnya. oleh karena itu dalam proses perpindahan panas pada awal berlangsung secara berangsur dengan besar perpindahan energi yang masih terus berubah bisa membesar dan bisa juga mengecil. Dalam desain radiator dapat kita ketahui jenis perpindahan panas yang terjadi perpindahan panas secara konveksi.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

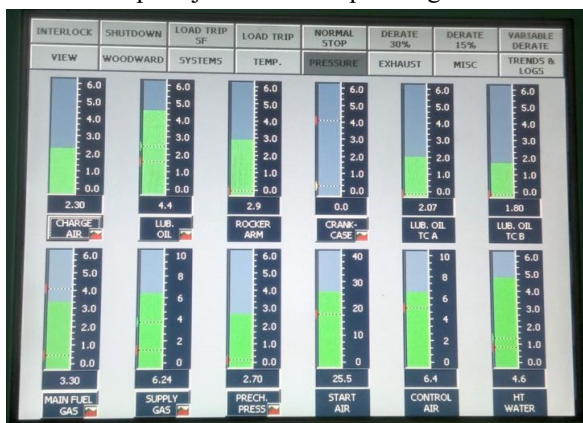
#### A. Teknik Pengolahan Data

Metode ini digunakan untuk melakukan studi pada data lapangan guna mendapatkan data spesifikasi dan pengaruh perubahan terhadap kinerja engine. Tabel 1 Data Perubahan Temperatur Terhadap Kinerja Engine .

Tabel 1. Temperatur Engine

| NO | Beban                         | 6 MW          |               |               |               |
|----|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|    |                               | Jam           |               |               |               |
|    |                               | 08.00         | 11.45         | 13.45         | 17.30         |
|    |                               | Temperatur    |               |               |               |
|    | Titik pengujian               | Engine 2 (°C) | Engine 3 (°C) | Engine 2 (°C) | Engine 3 (°C) |
| 1  | Low Temperatur in Engine      | 41.7          | 39.5          | 41.6          | 39.8          |
| 2  | Low Temperatur out Engine     | 45.4          | 41.8          | 44.8          | 42.7          |
| 3  | Low Temperatur in radiator    | 45.8          | 44.3          | 46.5          | 43.9          |
| 4  | Low Temperatur out radiator   | 39.5          | 38.5          | 38.8          | 38.7          |
| 5  | Low Temperature Mix           | 41.8          | 38.9          | 40.5          | 39            |
| 6  | Low Temperature in Cooler     | 42            | 41            | 42.6          | 41.2          |
| 7  | Low Temperature out Cooler    | 46            | 43.6          | 45.3          | 43.9          |
| 8  | In Thermostat                 | 45.5          | 43.7          | 45.6          | 43.6          |
| 9  | Lub Oil In Engine             | 59.1          | 60.4          | 61.1          | 61.8          |
| 10 | Lub Oil Out Engine            | 71.1          | 71.5          | 72.9          | 73.6          |
| 11 | Lub Oil In cooler             | 71.1          | 71.5          | 73.1          | 72.5          |
| 12 | Lub Oil Out cooler            | 57.2          | 56.4          | 57.8          | 54.2          |
| 13 | Lub Oil Out Mix               | 65.9          | 61.6          | 60.4          | 61            |
| 14 | High Temperature In Engine    | 69.9          | 58.5          | 71.7          | 59.7          |
| 15 | High Temperature Out Engine   | 50.6          | 69.4          | 67.9          | 63.2          |
| 16 | In Radiator                   | 50,7          | 69,5          | 70,6          | 68,7          |
| 17 | High Temperature Out radiator | 50            | 58.4          | 47.6          | 58.4          |
| 18 | High Temperature Mix          | 74.3          | 67.1          | 81.3          | 68.7          |

Data perubahan temperatur terhadap kinerja engine dua, diambil dari jam 08.00 sampai dengan jam 11.45. Dan data diambil kembali pada jam 13.45 sampai dengan 17.50.



Gambar 6 Pressure Temperature Pada Engine 2

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pengujian Temperatur In Engine 2

Dilakukan untuk mengetahui apakah Sistem Temperatur di dalam mesin Engine bekerja dengan baik, dan sesuai dengan yang diharapkan, pengujian ini dilakukan dengan mengukur temperatur pada mesin engine dengan menggunakan digital termometer. pengujian terhadap temperatur in engine 2, yang dilakukan pada jam 08.00 dan jam 11:45

#### B. Pengujian Temperatur In Engine 3

Dilakukan untuk mengetahui apakah Sistem Temperatur dalam mesin Engine bekerja dengan baik, dan sesuai dengan yang diharapkan, pengujian ini dilakukan untuk mengukur temperatur pada engine dengan menggunakan digital termometer. Titik pengujian yang di lakukan ialah pada temperatur mesin engine 3, yang dilakukan pada jam 13.4

Tabel 2 Temperatur In Engine 3

| Beban 6 MW                 |                       |                       |
|----------------------------|-----------------------|-----------------------|
| jenis pengujian            | pengujian 1 jam 13:45 | pengujian 2 jam 17:30 |
| Titik pengujian            | Engine 3              | Engine 3              |
| Temperatur in Engine       | 45.5 °C               | 40.8 °C               |
| Temperatur in radiator     | 46.5 °C               | 43.9 °C               |
| Temperature Mix            | 82.5 °C               | 38.8 °C               |
| High Temperature In Engine | 71.7 °C               | 59.7 °C               |

#### C. Pengaruh Perubahan Temperatur Pada Engine

Perubahan temperatur pada engine. di pengaruhi panasnya suhu matahari yang mengenai home pelindung engine, disaat engine bekerja secara terus menerus mengakibatkan temperatur engine sangat panas sehingga tidak sesuai dengan set point yang di tentukan dan mengakibatkan engine over head. Dan untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan melakukan perawatan terhadap engine dengan cara mengecek sensor HT dan komponen engine yang lain setiap seminggu sekali.

#### D. Pengujian Temperatur Out Engine 3

Dilakukan untuk mengetahui apakah Sistem Temperatur Out Engine bekerja dengan baik, dan sesuai dengan yang diharapkan, pengujian dilakukan dengan mengukur temperatur pada engine dengan menggunakan digital termometer. Titik pengujian yang di lakukan ialah terhadap temperatur out engine 3 yang dilakun pada jam 13:45 sampai jam 17:30.

Tabel 3 Temperatur out engine 3

| Beban 6 MW                 |                          |                          |
|----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Jenis pengujian            | pengujian 1<br>jam 13:45 | pengujian 2<br>jam 17:30 |
| Titik pengujian            | Engine 2                 | Engine 2                 |
| Temperatur in Engine       | 41.7 °C                  | 47.6 °C                  |
| Temperatur in radiator     | 45.8 °C                  | 47.3 °C                  |
| Temperature Max            | 80.8 °C                  | 44.9 °C                  |
| High Temperature In Engine | 42.9 °C                  | 58.5 °C                  |

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan pengambilan data, yang telah dilakukan pada Studi Pengaruh Perubahan Temperatur Terhadap Kinerja Engine PLTMG Panaran PT. Bright Batam dapat disimpulkan yaitu :

1. Sistem pendinginan sangat berpengaruh terhadap kinerja engine disaat engine bekerja secara terus menerus mengakibatkan temperatur engine sangat panas sehingga tidak sesuai dengan set point yang di tentukan dan mengakibatkan engine over head. Dan untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan melakukan perawatan terhadap engine dengan cara mengecek sensor HT dan komponen engine yang lain setiap seminggu sekali.
2. Pada pengujian pertama jam 13.45 suhu temperatur engine 2 didapatkan nilai sebesar 41.7 C dan pengujian kedua pada jam 15.20 didapat nilai sebesar 47.6 C. Adapun pada engine 3 pengujian pertama jam 13.45 didapatkan nilai sebesar 45.5 C dan pengujian kedua sebesar 40.8 C. pada kasus ini didapatkan hasil bahwa engine 2 dan engine masih sama baiknya dan masih layak beroperasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Duratun, S., Rosady, N., & Dwiyantoro, A. (2014). Re-Design Lube Oil Cooler Pada Turbin Gas Dengan Analisa Termodinamika Dan Perpindahan Panas. 3(2), 164–168. Electric, S. (2018). *Premium using EcoStruxure™ Control Expert*.
- [2] Setiawan, S., & Pendahuluan, B. A. B. (2016). Dan Temperatur Gas Buang Pada Pltd Pulo Panjang Banten. 05(2), 71–76.
- [3] Syaifuddin, P. A., Setyowidodo, I., Si, M., & T, A. A. M. (2019). Artikel Pengaruh Penggunaan Oil Cooler Pada Temperature Engine: Dibimbing Oleh : Universitas Nusantara PGRI Kediri Tahun 2019. 1–7.
- [4] Purwawadi.M.Dhandang, Perpindahan Panas Dasar. Jakarta, 2003. Incropera Frank P. & David P. Dewitt, *Fundamental Of Heat And Masstransfer*, John Wiley & Son, Inc. New York, 2002.