

Analisa Penurunan Tekanan Oli Pada Mesin PLTD Bitung

Win Alfalah^{1*)}; Sudirmanto¹; Samsurizal¹

1. Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi dan Bisnis Energi, Institut Teknologi PLN, DKI Jakarta 11750, Indonesia
2. Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan, Institut Teknologi PLN, DKI Jakarta 11750, Indonesia

^{*)Email:} winalfalah@itpln.ac.id

Received: 17 Maret 2022 / Accepted: 19 Januari 2023 / Published: 27 April 2023

ABSTRACT

PLTD Bitung operates as an additional system for Sulutgo line. When power needed increases (peak hours), PLTD Bitung will be turned on. This is due to rapid starting of the PLTD and its operating costs are relatively cheaper than the PLTU for addition of power which is only at certain times. PLTD uses diesel engines to operate. The performance of a diesel engine is affected by oil conditions in it. Oil with ideal conditions in an engine has pressure, thickness, purity, etc. Ideal oil that is in engine for a long time, even though it is not yet according to manual schedule for oil change, it turns out that conditions can change outside tolerance range. This is caused by manual instructions for oil change from factory come from countries of 4 seasons that do not have a rainy season (high rainfall). Therefore, sometimes, even though it is not time to change oil according to manual instructions, oil is too thick, containing some kind of mud, etc. which causes an oil filter blockage. This causes condition of oil pump which is located after oil filter is not fully filled with oil, so oil which also functions to reduce temperature of oil pump is not enough to reduce the temperature of oil pump. Therefore, oil pump stator is damaged by heat of the oil pump which is supposed to be carried by the oil flow, damaging the oil pump parts because material if given heat continuously will change its crystal structure, so that the structure will also change due to strength, ductility, etc. those the heat changed.

Keywords: *spray drying, vitamin C, minimum drying temperature, heat sensitive material, dehumidifier*

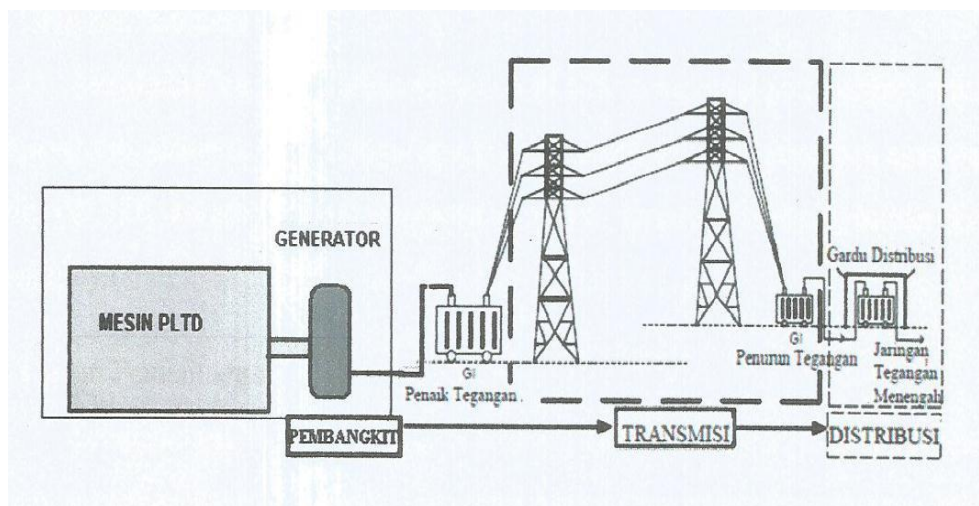
ABSTRAK

PLTD Bitung beroperasi sebagai sistem tambahan jalur Sulutgo. Ketika daya yang dibutuhkan meningkat (jam puncak), PLTD Bitung akan dinyalakan. Hal ini disebabkan starting PLTD cepat dan biaya pengoperasiannya relatif lebih murah daripada PLTU untuk penambahan daya yang hanya saat tertentu saja. PLTD menggunakan mesin diesel untuk beroperasi. Kinerja suatu mesin diesel dipengaruhi kondisi oli yang ada di dalamnya. Oli dengan kondisi ideal dalam suatu mesin memiliki tekanan, kekentalan, kemurnian, dsb. yang ideal. Oli yang berada di dalam mesin cukup lama, meskipun belum jadwal sesuai manual untuk penggantian oli, ternyata kondisinya dapat berubah di luar batas toleransinya. Hal ini disebabkan karena petunjuk manual penggantian oli dari pabrik berasal dari negara 4 musim yang tidak memiliki musim penghujan (curah hujan tinggi). Oleh karena itu, terkadang, meskipun belum saatnya penggantian oli menurut petunjuk manual, oli terlalu kental, mengandung semacam lumpur, dsb. yang menyebabkan penyumbatan filter oli. Ini menyebabkan kondisi pompa oli yang terletak setelah filter oli kurang terisi oli, sehingga oli yang juga berfungsi menurunkan suhu pompa oli jumlahnya kurang untuk menurunkan suhu pompa oli. Oleh karena itu, stator pompa oli rusak karena panas pompa oli yang seharusnya terbawa aliran oli, merusak bagian – bagian pompa oli karena material jika diberi panas terus menerus akan berubah susunan kristalnya, sehingga strukturnya pun akan ikut berubah karena kekuatan, keuletan, dsb. -nya berubah.

Kata kunci: *PLTD, oli, filter (saringan) oli, oli kental, pompa oli, penyumbatan filter (saringan)*

1. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan zaman, industri juga berkembang. Perkembangan ini berdampak pada kebutuhan listrik yang meningkat. Sebagai penyuplai listrik, perusahaan – perusahaan pembangkit listrik harus menyediakan pasokan listrik yang baik bagi masyarakat. Pasokan listrik yang baik akan menguntungkan perusahaan karena dayanya cukup untuk masyarakat, tetapi menguntungkan untuk perusahaan penyuplai listrik. Untuk memperoleh keuntungan maksimal, penyuplai listrik harus membuat celah seminimal mungkin antara listrik yang mereka sediakan (modal) dengan permintaan listrik dari masyarakat. Dengan cara seperti ini, perusahaan listrik bisa mengeluarkan modal seminimal mungkin terhadap pendapatan mereka.



Gambar 1. Skema PLTD dan Transmisi Listrik

Beban listrik masyarakat setiap waktunya bervariasi, sehingga apabila dikeluarkan persediaan listrik yang besar sepanjang waktu, tidak akan menghasilkan keuntungan lebih besar. Jika pasokan listrik kurang dari permintaan masyarakat, perusahaan akan dicap buruk kinerjanya karena akan mengganggu kinerja barang – barang elektronik, baik pribadi maupun industri. Oleh karena itu, perusahaan listrik mengetahui waktu – waktu permintaan listrik masyarakat meningkat dan menurun setiap harinya sepanjang tahun.

Pembangkit listrik selain PLTD memiliki kelemahan harus tersedia dalam kapasitas besar per instalasi, biaya operasional yang besar, dan terutama tidak fleksibel untuk start dan stop operasi. Hal ini yang menyebabkan pembangkit listrik non PLTD digunakan sebagai sumber tenaga utama, tetapi pada saat waktu – waktu permintaan masyarakat meninggi (beban puncak), PLTD dipilih sebagai penambah daya. Hal ini disebabkan operasional PLTD lebih fleksibel untuk start dan stop.

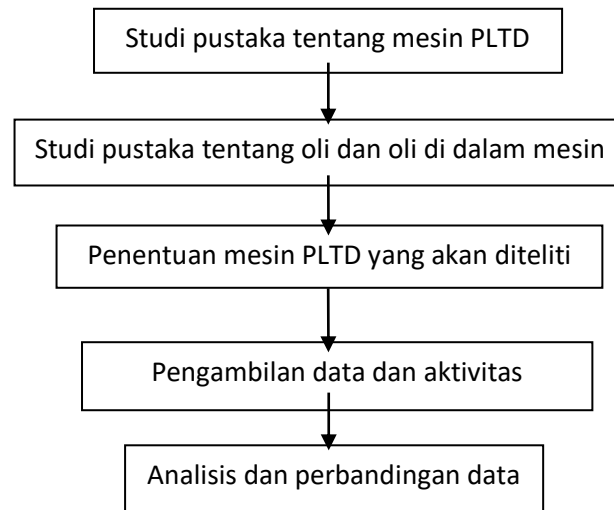
Namun, PLTD memiliki kelemahan juga, yaitu biaya reparasi mesin yang cukup mahal untuk penggantian komponen – komponennya. Sementara itu, biaya perawatan PLTD tidak besar yang berarti menguntungkan jika PLTD sering dirawat, sehingga tidak harus sering ganti komponen mesin. Hal ini menyebabkan perawatan mesin PLTD harus dilakukan dengan tepat.

Dalam penelitian ini, penulis membahas tentang penurunan tekanan oli mesin PLTD, penyebab, dampak dan cara penanggulangannya. PLTD yang kami pilih adalah PLTD Bitung. Mesin yang kami teliti adalah SWD 9 TM 410 RR yang akan dijelaskan deskripsinya di bagian metode penelitian. Penurunan tekanan oli ini diangkat sebagai topik penelitian karena tidak begitu banyak penelitian tentang hal ini dan mungkin hal – hal yang dipaparkan di sini masih belum sering dibaca atau terdengar oleh pembaca – pembaca jurnal. Selain itu, oli merupakan komponen yang penting di dalam mesin karena sebagai pengurang gaya gesek dan berada di banyak bagian – bagian mesin pada saat mesin beroperasi, sehingga bisa jadi merupakan penyebab utama kerusakan karena komponen yang berhubungan dengan komponen – komponen lainnya di dalam mesin.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Alur Penelitian

Alur penelitian yang dijalankan adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Skema Alur Penelitian

2.2. Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah mesin PLTD Bitung Unit 2. Mesin ini adalah SWD 9 TM 410 RR. Mesin ini dibuat pada tahun 1976 dengan kapasitas daya 4040 kW/4 MW. Mesin ini bermerek SWD dengan tipe 9 TM 410 RR. SWD kepanjangan dari *Stork Werkspoor Diesel* adalah perusahaan mesin dari Finlandia. Berikut adalah *specification tabel* dari mesin tersebut :

Tabel 1. Spesifikasi Mesin yang Diteliti

SPESIFIKASI MESIN	
Merk & Model	SWD 9 TM 410 RR
Nomor Mesin	3457
Diameter Silinder (mm)	410
Panjang Langkah (mm)	470
Jumlah Silinder	9
Jumlah Turbocharger	1
Urutan Pengapian	1-5-9-4-7-8-2-3-6-1

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Perolehan

Data dan deskripsi keadaan yang diperoleh dari 2 kali kerusakan pada mesin PLTD yang disebabkan penurunan tekanan oli adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Data Tekanan Oli pada Rabu 15 Mei 2019

No.	Jam	LO Inlet Pressure (Bar)	LO Outlet Pressure (Bar)
1	10.00	5,3	5,0
2	10.30	5,1	5,4
3	11.00	4,9	5,6
4	11.30	4,9	5,6
5	12.00	4,9	5,6
6	12.30	4,9	5,6
7	13.00	4,9	2,1
8	13.30	4,9	2,1
9	14.00	4,9	2,1
10	14.30	4,9	2,1
11	15.00	4,9	2,1
12	15.30	5,0	5,6
13	16.00	5,0	5,6
14	16.30	5,0	5,6
15	17.00	5,0	5,6
16	17.30	5,0	5,6
17	18.00	5,0	5,6
18	18.30	5,0	5,6
19	19.00	5,0	5,6
20	19.30	5,0	5,6
21	20.00	5,0	5,6
22	20.30	5,0	5,6
23	21.00	5,0	5,6

Di sini mesin SWD 9 TM 410 RR di operasikan mulai dari jam 10.00 dan berhenti dioperasikan pada jam 21.00 dengan catatan pembebanan sebesar 2000 kW atau 2 MW. Mesin running sesuai permintaan dari AP2B (Area Penyaluran dan Pengaturan Beban) sistem interkoneksi Sulutgo.

Tabel 3. Data Tekanan Oli pada Kamis, 11 Juni 2015

No.	Jam	LO Inlet Pressure (Bar)	LO Outlet Pressure (Bar)
1	10.00	5,3	5,0
2	10.30	5,1	5,4
3	11.00	4,9	5,6
4	11.30	4,9	5,6
5	12.00	4,9	5,6
6	12.30	4,9	5,6

7	13.00	4,9	5,7
8	13.30	4,9	5,7
9	14.00	4,9	5,7
10	14.30	4,9	5,7
11	15.00	4,9	5,6
12	15.30	5,0	5,6
13	16.00	5,0	5,6
14	16.30	5,0	5,6
15	17.00	5,0	5,6
16	17.30	5,0	5,6
17	18.00	5,0	5,6
18	18.30	5,0	5,6
19	19.00	5,0	5,6

Pada tabel diatas mesin SWD 9 TM 410 RR di operasikan mulai dari jam 10.00 dan berhenti pada jam 19.00 dikarenakan faktor *electro motor low oil pump* unit 2. Dengan indikasi yang muncul sebagai berikut. Pada pukul 19.05 saat mesin beroperasi pada beban 3500 kW PMT dan mesin langsung stop dengan indikasi pada panel mesin instrumen menunjukkan tekanan rendah pada pompa L.O. lalu mengalami kegagalan dengan indikasi mengeluarkan asap. Selanjutnya gangguan dilaporkan ke bidang pemeliharaan PLTD Bitung untuk diadakan pemeriksaan. Akibatnya mesin unit 2 tidak *standby*. Kerusakan pada *bearing* dan *stator* dari *electro motor* pompa L. O.

3.2. Pembahasan

Analisa dari pembahasan ini terkait penurunan tekanan oli yang terjadi pada mesin SWD 9 TM 410 RR di PT PLN (Persero) PLTD Bitung. Dari beberapa data perbandingan pada *log sheet* mesin yang saya gunakan sebagai acuan data perbandingan terhadap penurunan tekanan oli dan *L.O single line diagram* untuk mengetahui sistem pelumasan pada mesin SWD 9 TM 410 dan komponen – komponen yang terkait pada sistem pelumasan mesin SWD 9 TM 410 RR. Mulai dari komponen – komponen yang terkait dalam sistem pelumasan mesin SWD 9 TM 410 RR, dan membantu sistem pelumasan dari mesin SWD 9 TM 410 RR ini bekerja dengan baik yaitu:

1. Tangki Oli (*Sumption Tank*)
2. Pompa Oli (*L.O Pump*)
3. Filter Ganda (*Duplex Filter*)
4. Rumah Filter Ganda (*Housing Duplex Filter*)
5. Filter Satuan (*Single Filter*)
6. Rumah Filter Satuan (*Housing Single Filter*) and Pump
7. Katup Thermostat (*Thermostatk Valve*)
8. *LO Cylinder Pump*
9. Tanki Gravitasi (*Gravity Tank*)
10. Tanki Pelumasan Khusus (*Tustel Tank*)

Setelah itu, kami gunakan 2 data *log sheet* tentang keterangan jam operasi mesin beserta data tekanan oli pada saat mesin *running*/beroperasi dan laporan gangguan kerusakan pada saat mesin beroperasi. Berikut adalah foto dan spesifikasi *electro motor low oil pump* unit 2 yang mengalami gangguan.

Gambar 3.1 *Electro Motor* Pompa L. O. Unit 2Tabel 3. Spesifikasi *Electro Motor* (Motor Listrik) Pompa Low Oil Pressure

SPESIFIKASI MOTOR LISTRIK POMPA L. O.	
Merk	Mez Frenztat
Tipe	F225M04
Nomor Seri	6179350
Tenaga	45 kW / 61 HP
Arus	85 A

Seringnya turun hujan menyebabkan kandungan air (kelembaban udara) dalam udara yang masuk ke dalam mesin meningkat. Kandungan air dalam udara ini yang bereaksi dengan oli. Reaksi kandungan air dengan oli akan membentuk slug (lumpur oli). Slug ini akan membuat kekentalan oli di dalam mesin meningkat, sehingga memperlambat aliran oli di dalam mesin. Slug ini yang akan memperberat kerja pompa oli karena slug menempel di saringan oli dan menutupi celah – celah filter oli.

Penurunan tekanan oli terjadi, maka akan menyebabkan debit aliran oli berkurang pada bagian – bagian mesin. Hal ini disebabkan karena diperbesarnya gesekan pada mesin. Untuk melapisi penuh bagian – bagian mesin, tekanan oli harus terjaga. Pada putaran mesin yang tinggi lapisan oli yang menempel di komponen – komponen mesin akan terhempas lebih kencang, sehingga membuat oli yang menempel di komponen mesin lebih sedikit. Maka dari itu, untuk membuat komponen – komponen mesin tetap terlapisi, dibutuhkan tekanan oli lebih tinggi pada saat putaran mesin lebih tinggi. Pembebanan mesin PLTD Sulutgo membutuhkan load yang besar, yang berarti putaran mesin lebih tinggi akan dibutuhkan, maka tekanan oli pun harus tinggi.

Kejadian ini pada bulan Juni yang sebelumnya adalah musim hujan, yaitu bulan September s.d. Februari, sehingga pada saat hujan kelembaban udara di sekitar mesin meningkat. Kelembaban udara yang tinggi di sekitar mesin masuk ke dalam mesin. Ketika kadar air yang masuk ke mesin bercampur dengan oli di ruang bakar akan menyebabkan terjadinya slug (seperti lumpur) akibat reaksi antara kadar air di udara dengan oli. Slug yang terbentuk akan mengakibatkan rugi – rugi daya pada saluran pelumasan meningkat. Slug juga bisa berkumpul di saringan oli. Karena letak pompa oli setelah saringan oli, maka ketika slug berkumpul di saringan oli, slug akan menutupi jalan masuk oli ke dalam pompa. Pompa yang bagian statornya dialiri listrik akan memanaskan jika tidak ada atau hanya sedikit aliran oli karena fluida yang melewati pompa juga bertindak sebagai pendingin pompa. Karena panas kumparan listrik berkumpul di stator, maka panas yang berlebihan ini akan merusak bagian stator dari pompa.

Peningkatan curah hujan (kelembaban udara) memang terjadi pada bulan September s.d. Februari, tetapi bukan berarti kerusakan stator terjadi secara instan pada bulan – bulan itu. Kerusakan stator terjadi perlahan, tetapi karena oli yang melewati stator pada aliran kecil, kerusakan yang terjadi perlahan ini yang terjadi dalam waktu lama akan tetap menyebabkan kerusakan parah pada stator pompa oli. Jika bagian stator rusak, otomatis rotor pompa oli akan terhambat pergerakannya, lalu pompa oli akan berhenti bekerja. Karena pompa oli berhenti bekerja, tekanan oli akan menjadi nol. Hal ini menyebabkan mesin berhenti. Pembebanan mesin PLTD Sulutgo membutuhkan load yang besar yang berarti putaran mesin akan dibutuhkan lebih tinggi. Hal yang dijabarkan sebelumnya inilah yang menjadi alasan saat pembebanan tinggi pada permintaan sistem interkoneksi Sulutgo, otomatis terjadi mesin mogok.

Pada saat curah hujan tinggi (musim hujan), seharusnya sering menambah frekuensi penggantian oli dan filter oli. Mesin dibuat di negara maju yang umumnya terdiri dari 4 musim (letak pabrik mesin). Dalam 4 musim itu tidak ada musim penghujan. Standar frekuensi penggantian oli dan mesin oli yang mereka kalkulasi pun tidak sesuai dengan yang dibutuhkan di PLTD Bitung ini karena di tempat PLTD Bitung ini berada ada musim hujan. Oleh karena itu, penambahan frekuensi penggantian oli dan filter oli seharusnya dilakukan, tetapi tidak dilakukan di PLTD Bitung ini. Inilah yang menyebabkan penurunan tekanan oli pada mesin PLTD Bitung.

Penulis menyarankan PLTD Bitung menaikkan kinerja mesin diesel ini dengan penggantian oli dan filter oli yang lebih sering pada saat musim penghujan, sehingga terhindar dari kerusakan serupa. Mesin diesel apabila rusak 1 komponen yang sampai mesin berhenti mendadak seperti kasus penelitian ini, seringkali, juga merusak komponen – komponen lain. Harga komponen – komponen ini terbilang tinggi, sehingga kerugian PLTD Bitung akan menjadi besar. Apabila filter oli dan oli diganti lebih sering pada musim penghujan, biaya – biaya seperti itu dapat dihilangkan. Lagipula, biaya penggantian oli dan filter oli kecil dan sangat jauh berbeda nilainya daripada biaya penggantian banyak komponen mesin diesel PLTD.

4. KESIMPULAN

4.1. Kesimpulan

Hasil kunjungan dan pengamatan mesin SWD 9 TM 410 RR Unit 2 PLTD Bitung dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Seringnya turun hujan menyebabkan kandungan air (kelembaban udara) dalam udara yang masuk ke dalam mesin dalam jumlah besar
2. Slug akibat kelembaban udara yang masuk ke mesin membuat kekentalan oli di dalam mesin meningkat, sehingga memperlambat aliran oli di dalam mesin
3. Ketika kadar air yang masuk ke mesin bercampur dengan oli di ruang bakar akan menyebabkan terjadinya slug (seperti lumpur) akibat reaksi antara kadar air di udara dengan oli
4. Slug yang terbentuk akan mengakibatkan rugi – rugi daya pompa pada saluran pelumasan meningkat
5. Slug ini akan membuat kekentalan oli di dalam mesin meningkat, sehingga memperlambat aliran oli di dalam mesin.
6. Slug ini yang akan memperberat kerja pompa oli karena slug menempel di saringan oli dan menutupi celah – celah filter oli.
7. Pembebanan mesin PLTD Sulutgo berjumlah load besar, maka putaran mesin lebih tinggi akan dibutuhkan, maka tekanan oli pun harus tinggi dan tidak boleh terhalang oleh slug di dalam mesin
8. Kerusakan stator tidak terjadi secara instan pada musim penghujan. Kerusakan stator terjadi perlahan, dari mulai musim penghujan saat masuknya kelembaban udara ke dalam mesin dalam jumlah tinggi sampai rusak setelah musim penghujan selesai.

4.2. Saran

Saran yang diberikan penulis pada PT PLN Persero Pembangkitan Sektor Teluk Sirih PT PLN Pembangkitan Sektor Teluk Sirih

1. Menghindarkan kelembaban udara dari mesin PLTD dengan cara membuat ruangan yang lebih rapat dan memberikan dehumidifier di ruangan mesin PLTD agar mengurangi kelembaban udara yang masuk ke dalam mesin PLTD.
2. Memperserik pergantian oli lebih dari manual pabrik karena pabrik berada di iklim nontropis. Apabila mengikuti petunjuk manual pabrik akan berbeda kondisi dengan lokasi PLTD yang beriklim tropis, sehingga frekuensi penggantian oli yang dibutuhkan di lokasi PLTD lebih sering daripada frekuensi penggantian oli yang seharusnya di lingkungan pabrik.
3. Mesin diesel apabila rusak 1 komponen yang sampai mesin berhenti mendadak seperti kasus penelitian ini, seringkali, juga merusak komponen – komponen lain. Harga komponen – komponen ini terbilang tinggi, sehingga kerugian PLTD Bitung akan menjadi besar. Apabila filter oli dan oli diganti lebih sering pada musim penghujan, biaya – biaya seperti itu dapat dihilangkan. Lagipula, biaya penggantian oli dan filter oli kecil dan sangat jauh berbeda nilainya daripada biaya penggantian banyak komponen mesin diesel PLTD.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami selaku tim pembuat paper ini berterimakasih kepada IT PLN yang telah mendanai penelitian kami ini. Kami juga berterimakasih kepada pihak PLTD Bitung yang telah memberikan kesempatan pada kami meneliti mesin PLTD di sana. Kami juga berterimakasih kepada pihak – pihak lain yang tidak bisa kami sebutkan satu per satu di sini atas kontribusi mereka terhadap kami yang menyebabkan kami dapat membuat jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Diesel, S. W. 1973. *Manual And Code Book For Stork - Werkspoor Diesel Engine Type TM 410*. Amsterdam: Messrs Stork - Werkspoor Diesel.
- [2] Noviar, H. 2015. *Pemeliharaan Mekanik PLTD. B.1.1.1.053.3.M ed*. Suralaya: PLN Corporate University.
- [3] Ikhsan, R. 2017. *Pengaruh Pemeliharaan Overhaul Pada Turbocharger Terhadap Kinerja Mesin Unit VII PLTD Ampenan Sektor Pembangkitan Lombok*. Jakarta: Sekolah Tinggi Teknik PLN.
- [4] Anonim. “7 Reasons For Low Oil Pressure in a Diesel Engine”. <https://www.capitalremanexchange.com/7-reasons-for-low-oil-pressure/> (diakses pada 21 Januari 2020)
- [5] Anonim. “Oil Pressure Changes - Take Note”. <http://www.le-inc.net/pdf/113-oil-pressure-changes.pdf> (diakses pada 21 Januari 2020)
- [6] A. Meza. “Causes of Low Oil Pressure in Engines”. <https://www.machinerylubrication.com/Read/31182/low-oil-pressure> (diakses pada 23 Januari 2020)
- [7] Anonim. “How to Deal With Oil Pressure of Diesel Generator Set”. <https://www.dieselgeneratortech.com/diesel-generators/How-to-Deal-With-Oil-Pressure-of-Diesel-Generator-Set.html#:~:text=Method%20of%20exclusion&text=When%20the%20viscosity%20is%20to,o,clear%20or%20replace%20in%20time> (diakses pada 23 Januari 2020)