

BAB I

TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Teori Dasar Genset (*Generator Set*)

Genset ialah singkatan dari *generator set* yang berfungsi untuk menghasilkan daya listrik jika sumber listrik tidak ada dan dijadikan sebagai pasokan listrik jika listrik utama mengalami gangguan biasanya digunakan oleh industri lapangan. Genset bekerja dengan menggunakan mesin pembakar internal, seperti bensin atau diesel. Fungsi utama genset adalah sebagai sumber tenaga listrik cadangan pada saat kondisi tempat tinggal, industri atau sejenisnya sering terjadi pemadaman listrik, genset bisa menjadi sebuah investasi yang pas karena dapat membantu agar tetap bisa beraktifitas seperti biasa meskipun sering terjadi pemadaman secara berkala.

Genset disebut dengan *generator set* pengertian dari perangkat gabungan yaitu *engine* dan generator. *Engine* sebagai perangkat pemutar sedangkan generator sebagai perangkat pembangkit listrik, pada sebuah *engine* penggerak sangat berpengaruh bagi sistem kerja *generator*. Secara umum mesin genset diesel memiliki kapasitas mulai dari 5 kW (5000 Watt) hingga 2 Mw (2.000.000 Watt). Mesin genset jenis ini biasa digunakan dalam industri manufaktur, industri konstruksi, dan sebagainya. Dibawah ini adalah gambar 2.1 yaitu genset GP110-2.



Gambar 2.1 Genset GP110-2
Sumber : Dokumentasi pribadi (2024)

Karena pada perputaran generator yang stabil dapat menjadi pengeluaran arus listrik menjadi maksimal. *Engine* dapat berupa perangkat mesin diesel yang berbahan bakar solar maupun bensin, sedangkan generator adalah gulungan tembaga stator (kumparan statis) dan rotor (kumparan berputar).

- a. *Engine* atau mesin penggerak berfungsi sebagai pengubah energi dari bahan bakar, udara, gas, air, dan sebagainya menjadi energi gerak.
- b. Generator sebagai pengubah energi gerak menjadi energi listrik.

Kedua komponen ini di gabung menjadi energi listrik. Dalam ilmu fisika dijelaskan bahwa motor memutar rotor pada generator sehingga timbul medan

magnet pada kumparan stator generator, medan magnet yang timbul pada stator berinteraksi pada rotor yang berputar yang akan menghasilkan arus listrik.

2.1.1 Spesifikasi genset GP110-2

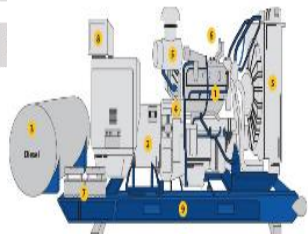
Dalam penelitian ini menggunakan genset GP110-2 dengan model GP110-2 yang ada di PT Trakindo Utama dan berikut ini adalah tabel 2.1 yaitu spesifikasi genset GP110-2 yang berada di PT Trakindo Utama :

Tabel 2.1 Spesifikasi genset GP110-2

Model	GEP110-2
Serial Number	OLY00000CE4B02261
Prime	88 KW
Kecepatan Tetap	1500 rpm
Base Frame Type	Heavy Duty Febricated Steel
Kapasitas	100 kVA

2.1.2 Komponen-komponen Genset

Berikut ini adalah komponen-komponen utama pada genset dan fungsi masing-masing komponen beberapa komponen utama yang berkerja sama untuk menghasilkan energi listrik meliputi mesin (*engine*), generator (*alternator*), sistem bahan bakar (*fuel system*), regulator tegangan (*voltage regulator*), sistem pendingin dan saluran gas buang (*cooling and exhaust system*), sistem pelumasan (*lubrication system*), baterai (*battery*), panel kontrol (*control panel*), rangka (*frame*). Komponen utama berkolaborasi untuk memastikan genset menghasilkan listrik yang sesuai kapasitasnya. Dibawah ini adalah gambar 2.2 yaitu komponen-komponen pada genset.



Gambar 2.2 Komponen pada genset
Sumber : Carakami.com (diakses 12 Oktober 2024)

- a. Mesin (*engine*)
Engine merupakan komponen utama pada generator yang berfungsi untuk mengubah energi dari bahan bakar menjadi tenaga mekanis, *engine* atau mesin merupakan sumber energi untuk masuk ke *generator*. Bahan bakar yang digunakan ialah diesel (solar), diesel biasanya digunakan di generator dengan kapasitas besar

contoh di perusahaan dan industri. Dibawah ini adalah gambar 2.3 yaitu *engine* genset.



Gambar 2.3 Engine
Sumber : Dokumentasi pribadi (2024)

b. *Alternator*

Alternator adalah generator listrik yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik, komponen yang satu ini bertugas mengkonversi energi mekanis yang dihasilkan oleh *engine* menjadi energi listrik. *Alternator* terdiri dari dua bagian, yaitu stator dan rotor. Stator merupakan komponen statis yang terdiri dari konduktor listrik yang dililitkan pada inti besi sedangkan rotor komponen yang bergerak mengelilingi stator. Dibawah ini adalah gambar 2.4 yaitu komponen *alternator*.



Gambar 2.4 Alternator
Sumber : Carakami (diakses pada 12 Oktober 2024)

c. Sistem bahan bakar (*fuel system*)

Sistem bahan bakar yang berfungsi untuk mengalirkan bahan bakar menuju *engine* agar genset dapat beroperasi. Sistem ini juga dapat mencegah terjadinya kebocoran dan sumbatan pada aliran bahan bakar dan gas buang bekerja dengan baik.

d. Regulator tegangan (*voltage regulator*)

Regulator tegangan adalah komponen yang mengatur besarnya tegangan yang keluar dari generator. Komponen ini sangat penting, karena jika arus listrik yang dihasilkan genset memiliki tegangan yang tidak stabil, akan merusak peralatan yang menggunakan genset tersebut. Dibawah ini adalah gambar 2.5 yaitu komponen regulator tegangan :



Gambar 2.5 Voltage regulator

Sumber : iming.com (diakses pada 12 Oktober 2024)

e. Sistem pendingin dan saluran gas buang

Komponen ini berfungsi untuk meminimalisir panas yang dihasilkan saat genset sedang beroperasi menghasilkan listrik. Sistem pendingin pada genset berbentuk kipas, panas yang dihasilkan genset akan dilepaskan melalui pembuangan gas. Dibawah ini adalah gambar 2.6 yaitu komponen *cooling and exhaust system*.



Gambar 2.6 Cooling and exhaust system

Sumber : intergenset.com (diakses pada 12 Oktober 2024)

f. Sistem pelumasan (*lubrication system*)

Komponen berfungsi untuk mengurangi gesekan dan keausan, menjaga kestabilan dan tingkat *overheat* pada semua komponen genset yang dapat mempengaruhi kinerja *engine* dan terhindar dari kerusakan seperti meningkatkan tenaga mesin, memperpanjang umur mesin, dan membuang panas yang dihasilkan di dalam mesin. Dibawah ini adalah gambar 2.7 yaitu komponen *lubrication system*.



Gambar 2.7 Lubrication System

Sumber : Dokumentasi pribadi (2024)

g. Baterai (*battery*)

Komponen ini berfungsi sebagai sumber energi listrik yang menyimpan energi listrik melalui *engine* genset dan menjaga kontinuitas listrik saat genset mati. Baterai sangat penting untuk menjaga performa dan kesiapan genset. Jika baterai

dalam kondisi rusak maka tidak akan mampu menghidupkan genset, baterai di *charger* secara otomatis saat genset beroperasi. Dibawah ini adalah gambar 2.8 yaitu komponen baterai :



Gambar 2.8 Battery
Sumber : Dokumentasi pribadi (2024)

h. Panel kontrol (*control panel*)

Komponen ini berfungsi sebagai panel pengendalian generator dan memindahkan daya listrik dari sumber utama ke sumber cadangan secara otomatis. Dibawah ini adalah gambar 2.9 yaitu komponen kontrol panel :



Gambar 2.9 Control Panel
Sumber : Dokumentasi pribadi (2024)

i. Rangka utama (*frame*)

Rangka utama merupakan rumah yang aman bagi generator, rangka utama harus didesain sedemikian rupa dan harus memiliki *grounding* karena sangat penting untuk keselamatan.

1.2 Perawatan (*Maintenance*)

Perawatan adalah kombinasi tindakan yang dilakukan untuk memperbaiki dan menjaga barang dalam kondisi yang dapat diterima. Apabila suatu perusahaan mempunyai fasilitas atau peralatan, biasanya perusahaan tersebut akan melakukan perawatan berkala terhadap fasilitasnya agar dapat selalu dipergunakan dengan baik tanpa kendala (Deani et al., 2023). Dalam masalah perawatan atau pemeliharaan harus selalu diperhatikan, agar tidak terjadi kegiatan perawatan yang tidak teratur. Jangan sampai kegiatan baru diperhatikan setelah mesin-mesin rusak dan tidak bisa digunakan kembali. *Maintenance* dapat di artikan sebagai kegiatan perawatan atau pemeliharaan dan menjaga fasilitas yang ada diperusahaan contohnya genset, yang akan mengadakan perbaikan atau penyesuain maupun penggantian yang diperlukan

agar dapat diperoleh dari suatu keadaan. Hendaknya kegiatan harus dapat menjamin selama proses produksi tidak akan terjadi kemacetan. Kegiatan yang meliputi perawatan ialah pemeriksaan, pelumasan, dan perbaikan atas kerusakan-kerusakan yang ada, dan penggantian *sparepart* atau komponen yang ada diperalatan yang di *maintenance*.

- a. Tujuan perawatan (*Maintenance*)
 1. Memperpanjang usia kegunaan sehingga menjamin suatu investasi pada peralatan agar tercapai umur yang ekonomis dan teknis yang ditetapkan.
 2. Menjamin kualitas operasi dan produksi dan kesiapan operasional peralatan.
 3. Menghindari terjadinya hal-hal yang membahayakan bagi pekerja maupun orang lain jika terjadi masalah pada peralatan tersebut.

1.3 Perawatan Mesin Genset

Hindari penempatan genset didalam ruangan karena karbon monoksida dapat mengontaminasi udara didalam ruangan yang tidak boleh dihirup oleh manusia. Peletakkan genset yang aman ialah di luar ruangan dengan sirkulasi udara yang baik namun terhindar dari hujan. Penempatan ini menggunakan sistem *gronding* untuk sistem listrik sehingga dapat mengontrol kelebihan arus listrik yang ditimbulkan medan magnet dengan cara disalurkan ke tanah menghindari terjadinya sengatan listrik. Perawatan genset sangat berpengaruh pada kinerja genset (Basongan et al., 2017) Jika komponen-komponen genset dirawat dan dijaga kondisinya maka kinerja genset akan menjadi lebih baik dan memberi keamanan selama proses bekerja. Berikut ini adalah cara untuk merawat genset agar tetap aman dan tetap bekerja.

- a. Pemanasan genset dapat dilakukan satu kali seminggu. Genset juga perlu dipanaskan seperti motor atau mobil agar mesinnya tetap aktif berjalan ketika di *starting*.
- b. Pemeriksaan baterai pada genset, periksa alur terminal baterai agar tidak longgar dan juga pastikan hambatan pada genset tidak berkarat agar *starting* tidak terhambat.
- c. Pastikan filter bahan bakar dalam kondisi bersih. Pastikan jalur bahan bakar tidak bergesekan karena akan menyebabkan kegagalan fungsi.
- d. Periksa indikator mesin pemeriksaan ini dapat dilakukan dengan memeriksa tekanan oli dan suhu radiator. Periksa juga performa mesin saat *engine running* dengan mendengar suara mesin, jika ada kendala pada mesin biasanya ditandai dengan terjadi kegagalan pembakaran, asap knalpot yang berlebih, getaran, penurunan kekuatan, dan peningkatan penggunaan oli dan bahan bakar, maka dari itu harus tetap waspada.

- e. Periksa sistem pembuangan dengan memeriksa asap yang keluar dari *exhaust*, jika asap yang dikeluarkan berlebih maka ditimbulkan dari bahan bakar yang kotor atau kualitas udara, segera dilakukan perbaikan secepat mungkin.
- f. Sistem rawat pelumasan, periksa tingkat level oli mesin saat mesin dimatikan. Jaga tingkat oli dengan tanda “penuh” pada *dispstick* jika berkurang maka tambahkan oli berkualitas dan merk yang sama.
- g. Perawatan sistem pendingin, gunakan kompresi udara tekanan rendah untuk menghindari kerusakan sirip-sirip pendingin untuk membersihkan radiator. Periksa juga level cairan pendingin (*coolant*) dalam keadaan mesin tidak menyala.
- h. Penggantian *sparepart* genset sangat penting jika genset telah digunakan dalam kurun waktu yang lama.
- i. Manjaga kebersihan genset dengan cara membersihkan dari kotoran, debu dan benda asing yang mengganggu.

1.4 Prosedur Jadwal Pemeliharaan Genset

Berikut ini adalah tabel jadwal perawatan pada genset dimulai dari waktu perawatan harian, mingguan, bulanan, 6 bulan, maupun tahunan.

Tabel 2. 2 Prosedur Jadwal pemeliharaan genset GP110-2

No	Jenis Perawatan	Waktu Perawatan			
		Harian	Mingguan	Bulanan	6 Bulan
1.	Inspeksi	√			
2.	Periksa <i>level</i> oli	√			
3.	Periksa <i>level</i> bahan bakar (solar)	√			
4.	Periksa saluran udara	√			
5.	Periksa <i>level</i> air radiator	√			
6.	Periksa dan bersihkan filter udara		√		
7.	Periksa terminal baterai		√		
8.	Periksa <i>charger</i> baterai		√		
9.	Periksa baterai			√	
10.	periksa kondisi <i>alternator</i>			√	
11.	Periksa tegangan <i>belt</i>			√	
12.	Ganti oli dan filter oli			√	
13.	Periksa pengembunan <i>exhaust</i>				√

1.5 Rumus Persamaan

Untuk menghitung operasional kinerja genset yang dilakukan terlebih dahulu adalah menghitung nilai *Spesified Operating Time* (SOT) total waktu pemeliharaan genset dalam jangka waktu yang diasumsikan, jumlah total perawatan tidak terjadwal (T), jumlah total pemeliharaan terjadwal (S) kemudian total waktu yang aktual *Actual Operating Time* (AOT) kemudian mencari nilai rata-rata *Mean Time Between Failures* (MTBF) setelah itu menentukan nilai *reliability* dan *availability* (Siregar et al., 2022).

2.5.1 Perhitungan Kinerja Genset

1. *Spesified Operating Time* (SOT)

Perhitungan *specified operating time* (SOT) genset dilakukan berdasarkan asumsi waktu operasi genset selama terjadi pemadaman listrik, yaitu selama 8 jam per hari (Manihuruk & Samosir, 2022).

$$SOT = A \times B \quad (1)$$

Dimana,

A = Total waktu genset beroperasi yang telah ditetapkan

B = Jumlah hari dalam 1 bulan

2. *Shutdown Time Period* (S)

Shutdown time period (S) adalah periode waktu yang dibutuhkan untuk pemeliharaan. Genset akan melakukan pemeliharaan rutin dan terjadwal yang dilakukan teknisi adalah selama ± 9 jam per bulan.

3. Total Waktu pemeliharaan yang tidak terjadwal (T)

Total waktu kerusakan adalah waktu yang tidak beroperasi karena mengalami kerusakan (*downtime*).

4. *Actual Operating Time* (AOT)

Actual operating time (AOT) adalah waktu sebenarnya yang digunakan pada genset. Untuk menghitung *actual operating time* (AOT) pada persamaan 2 (Manihuruk & Samosir, 2022).

$$AOT = SOT - (S+T) \quad (2)$$

Dimana,

$SOT = \text{Spesified Operating Time}$

$S = \text{Total waktu pemeliharaan terjadwal}$

$T = \text{Total waktu pemeliharaan tidak terjadwal}$

5. *Mean Time Between Failures (MTBF)*

Mean Time Between Failures (MTBF) adalah rata-rata waktu kegagalan suatu peralatan genset. Untuk menghitung *Mean Time Between Failures (MTBF)* pada persamaan 3 (Manihuruk & Samosir, 2022)

$$MTBF = \frac{AOT}{T} \quad (3)$$

Dimana,

$AOT = \text{Actual Operating Time}$

$T = \text{Total waktu pemeliharaan tidak terjadwal}$

6. *Keandalan (Reliability)*

Keandalan (reliability) adalah kemampuan suatu peralatan genset untuk beroperasi secara konsisten dan dapat diandalkan dalam melakukan fungsinya selama priode waktu tertentu. Untuk menghitung terhadap tingkat keandalan (*reliability*) pada persamaan 4 (Manihuruk & Samosir, 2022)

$$R = 100. e^{-T/AOT} \quad (4)$$

Dimana,

$AOT = \text{Actual Operating Time}$

$T = \text{Total waktu pemeliharaan tidak terjadwal dalam 6 bulan}$

$e = 2,718$

7. *Ketersediaan (Availibility)*

Ketersediaan (availibility) adalah ukuran kemampuan suatu peralatan untuk siap digunakan. Untuk menghitung terhadap tingkat ketersediaan (*availibility*) pada persamaan 5 (Manihuruk & Samosir, 2022)

$$A = \frac{\text{Waktu operasi yang aktual (AOT)}}{\text{Waktu operasi yang ditetapkan (SOT)}} \times 100\% \quad (5)$$

Dimana

$AOT = \text{Waktu operasi yang aktual}$

$SOT = \text{Waktu operasi yang ditetapkan}$

1.6 Penelitian Terdahulu

Berikut ini adalah tabel penelitian terdahulu yang telah dilakukan sebelumnya dan sejenis dengan penelitian yang sedang dilakukan, sebagai berikut.

Tabel 2.3 Penelitian terdahulu

No	Penulis dan Judul Penelitian	Permasalahan	Kerangka pemecahan	Hasil Data
1	(Ramadhania et al., 2024) Perencanaan Perawatan Mesin Genset Pendekatan Metode <i>Reliability Centered Maintenance</i> dan <i>Maintenance Value Stream Mapping</i> (Studi Kasus : PT Taco Anugrah Corporindo	PT Taco Anugrah Corporindo merupakan produsen HPL di Indonesia, dalam menjalankan proses produksi dibantu dengan dua mesin genset dalam memenuhi kebutuhan pasokan listrik jika terjadi pemadaman listrik oleh PLN, padamnya listrik mendadak dapat menyebabkan proses produksi tidak berjalan	Penggunaan penerapan MVSM ini dapat dilakukan dengan mengidentifikasi pemborosan dalam kegiatan perawatan yang terjadi, yang kemudian dilakukan analisis perbaikan dan didukung dengan metode RCM, berdasarkan permasalahan yang terjadi, peneliti melakukan perencanaan penjadwalan perawatan mesin dengan pendekatan <i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM) dan	Hasil pengolahan data didapat nilai RPN terbesar pada Filter oli yaitu nilai RPN 216. Proses perawatan mesin genset pada delay 2 dan delay 3 termasuk kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah. Nilai efisiensi perawatan filter oli berdasarkan perhitungan meningkat dari 45,80% menjadi 57,69%, dan Belting kipas dimana sebelumnya 33,59% menjadi 47,36% dan komponen lainnya

		optimal, dan akan menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Sehingga perlu mengetahui keefektifan sistem perawatan mesin genset, dan penjadwalan ulang perawatan.	Maintenance Value Stream Mapping (MVSM) pada mesin Genset, dengan tujuan mengetahui nilai keefektifan sistem perawatan dan penjadwalan ulang perawatan mesin genset.	
2	(Siregar et al., 2022) Analisis Pemeliharaan Berkala Pada Motor Diesel Generator Set Daya 90 Kva Sebagai Energi Listrik Cadangan Upt Rumah Sakit Khusus Paru	Untuk mengetahui tingkat ketersediaan operasional genset (generator set) diperlukan membuat terlebih dahulu data peralatan genset, perhitungan tingkat ketersediaan dan data operasional dan kerusakan yang didapat. Kemudian dikumpulkan	Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui prinsip kerja dari generator dan bagaimana prosedur pemeliharaan generator yang benar sehingga dapat memperpanjang masa pakai (lifetime) dari generator tersebut. Serta untuk mengetahui pengaruh torsi awal sebuah generator untuk menghasilkan suatu nilai	Tingkat Keandalan termasuk kedalam kelompok jarang mengalami gangguan ($\geq 95\%$). tingkat Ketersediaan (availability) genset pada tahun 2020 memiliki nilai rata-rata 98,6%, tingkat ketersediaan genset termasuk kedalam kelompok jarang rusak ($R \geq 95\%$).

		jumlah spesified operating time (SOT), jumlah total kerusakan (T) dan jumlah genset tidak dioperasikan untuk keperluan pemeliharaan rutin/berjadwal, karena pemeliharaan (S) dan total waktu pemeliharaan Genset dalam jangka waktu yang telah ditetapkan.	tegangan tertentu	
3	(Anam & Ramadhan, 2022) Perawatan Genset 2000 KVA Di Gedung Apartement T.P. Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)	Pentingnya genset pada suatu bangunan saat ini sebagai cadangan tenaga listrik tambahan sudah menjadi kebutuhan primer. Genset atau kepanjangan dari generator set adalah sebuah	Untuk mempertahankan kondisi sebuah item atau peralatan, dan mengembalikannya dalam kondisi tertentu, perawatan genset dengan metode Reliability Centered Maintenance (RCM), merupakan metode pemeliharaan	Berdasarkan data hasil FMEA studi kasus yang dilakukan di Gedung Apartemen T.P. ditemukan bahwa beberapa komponen dari mesin generator mengalami kegagalan saat mesin sedang beroperasi. Metode RCM dapat mengetahui kejelasan setiap komponen kerusakan pada genset melalui tahapan FMEA. Metode RCM menyimpulkan untuk segera melakukan

		perangkat yang berfungsi menghasilkan daya listrik.	yang menentukan langkah-langkah yang harus diambil untuk menjamin peralatan bekerja sesuai dengan fungsinya.	penjadwalan perbaikan pada piston dan governor, ditunjukkan dengan nilai interval perawatan sebesar 63 jam dan 63,76 jam. P
4	(Pranondo & Akbar, 2021) Sistem Perawatan dan Pemeliharaan <i>Generator Set</i> 501-B di PT Titis Sampurna LPG Plant Limau Timur Prabumulih	Dalam penelitian ini Penulis lebih memfokuskan pada pembahasan mengenai perawatan dan pemeliharaan pada peralatan <i>generator set</i> 501-B di PT Titis Sampurna LPG Plant Limau Timur Prabumulih.	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memahami prinsip kerja dan cara kerja <i>genset</i> . Mengidentifikasi permasalahan <i>genset</i> . Menentukan jumlah besarnya <i>hour power</i> dari peralatan <i>generator set</i> 501-B yang digunakan oleh PT Titis Sampurna LPG Plant Limau Timur	Hasil dari pengolahan data dapat berupa kesimpulan seperti dibawah ini: 1. Prinsip kerja <i>generator set</i> adalah sebuah mesin pembakaran (mesin diesel atau mesin bensin) akan mengubah energi bahan bakar menjadi energi mekanik, kemudian energi mekanik tersebut diubah atau dikonversi oleh generator sehingga menghasilkan daya listrik. 2. <i>Generator set</i> harus selalu dalam keadaan baik. Pemeliharaan rutin <i>generator set</i> harus dilakukan dengan baik sesuai petunjuk pada buku manual <i>generator set</i> dilakukan secara rutin,

				yaitu kontinu dan berkala. 3. Berdasarkan data yang diperoleh besar daya yang digunakan rata-rata 240 kW, ini menunjukkan masih dibawah daya maksimum sebesar 725 kW dan tegangan yang digunakan dalam keadaan stabil tidak melebihi tegangan maksimum desain 380 Volt. Untuk tiga bulan pemakaian <i>generator set</i> 501-B di PT Titis Sampurna LPG Plant Limau Timur dalam keadaan normal karena <i>generator set</i> bekerja tidak melebihi batas maksimum desain untuk meminimalisir terjadinya kerusakan pada <i>generator set</i>.
--	--	--	--	--