

**ESTIMASI KONSUMSI BAHAN BAKAR GENSET 1500 KVA
TERHADAP PERUBAHAN BEBAN PADA RUMAH SAKIT
ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**LAPORAN INI DISUSUN UNTUK MEMENUHI SALAH SATU SYARAT
MEMPEROLEH GELAR S1 PADA PRODI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**



Disusun oleh:

RIZQY ILHAM TIRTHANA

30601700035

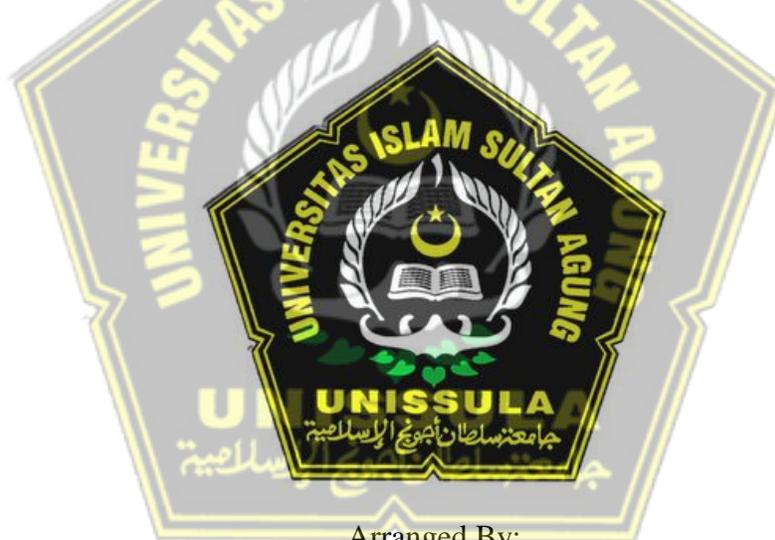
**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2022

**ESTIMATION OF 1500 KVA GENSET FUEL CONSUMPTION
TO LOAD CHANGES AT ISLAM SULTAN AGUNG HOSPITAL
SEMARANG**

FINAL PROJECT

**PROPOSED TO COMPLETE THE REQUIREMENT TO OBTAIN A
BACHELOR'S DEGREE (SI) AT DEPARTEMENT OF ELECTRICAL
ENGINEERING, FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY, SULTAN
AGUNG ISLAMIC UNIVERSITY**



Arranged By:

RIZQY ILHAM TIRTHANA

30601700035

**DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2023

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

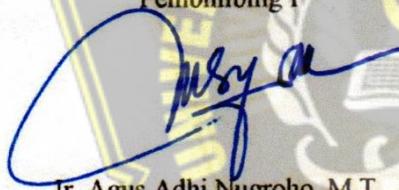
Laporan Tugas Akhir dengan judul “ESTIMASI KONSUMSI BAHAN BAKAR
GENSET 1500kVA TERHADAP PERUBAHAN BEBAN PADA RUMAH
SAKIT ISLAM SULTAN ANGUNG SEMARANG” ini disusun oleh:

Nama : RIZQY ILHAM TIRTHANA
NIM : 30601700035
Program Studi : Teknik Elektro

Telah disahkan dan disetujui oleh dosen pembimbing pada:

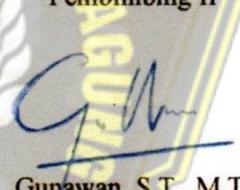
Hari : Senin
Tanggal : 16 Januari 2023

Pembimbing I



Ir. Agus Adhi Nugroho, M.T.
NIDN : 0628086501

Pembimbing II



Gunawan, S.T., M.T.
NIDN : 0607117101

UNISSULA

جامعة سلطان ائو في الإسلامية

Mengetahui,

Ka. Program Studi Teknik Elektro



Jenny Putri Hapsari, ST, MT
NIDN : 060 701 8501

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ESTIMASI KONSUMSI BAHAN BAKAR GENSET 1500kVA TERHADAP PERUBAHAN BEBAN PADA RUMAH SAKIT ISLAM SULTAN ANGUNG SEMARANG” ini telah dipertahankan di depan Penguji sidang Tugas Akhir pada:

Hari : Jum'at

Tanggal : 6 Januari 2023

Tim Penguji

Tanda Tangan

Ir. Budi Pramono Jati, MM.

NIDN : 0623126501

Ketua

Dedi Nugroho, S.T., M.T.

NIDN : 0617126602

Penguji I

Gunawan, S.T., M.T.

NIDN : 0607117101

Penguji II

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rizqy Ilham Tirthana
NIM : 30601700035
Fakultas : Teknologi Industri
Program Studi : Teknik Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) **Teknik Elektro di Fakultas Teknologi UNISSULA Semarang** dengan judul **"ESTIMASI KONSUMSI BAHAN BAKAR GENSET 1500 KVA TERHADAP PERUBAHAN BEBAN PADA RUMAH SAKIT ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG"**, adalah asli (orisinal) dan bukan menjiplak (plagiat) dan belum pernah diterbitkan/dipublikasikan dimanapun dalam bentuk apapun baik sebagian atau keseluruhan, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab. Apabila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa Karya Tugas Akhir tersebut adalah hasil karya orang lain atau pihak lain, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis.

Semarang, 21 Desember 2022
Yang Menyatakan

Mahasiswa



Rizqy Ilham Tirthana
Rizqy Ilham Tirthana
NIM.30601700035



PERNYATAAN PERSETUJUAN UNGGAH KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rizqyilham Tirhana
Nim : 30601700035
Program studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini menyerahkan karya ilmiah berupa ~~Tugas Akhir~~/Skripsi/Tesis/Disertasi* dengan judul :

ESTIMASI KONSUMSI BAHAN BAKAR GENSET 1500 KVA TERHADAP PERUBAHAN BEBAN PADA RUMAH SAKIT ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG

Dan menyetujui menjadi hak milik universitas islam sultan agung serta memberikan hak bebas royalti non-eksklusif untuk disimpan, dialih mediakan, dikelola dalam pangkalan data, dan dipublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis selama tetap menyantumkan nama penulis sebagai Hak Cipta

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari ada pelanggaran Hak Cipta/ Plagiarisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Universitas Islam Sultan Agung

Semarang 30 Januari 2023

Yang menyatakan



Rizqy Ilham Tirhana

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahill'alamiin Rasa syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, cinta, serta kasih sayang yang telah memberikan kekuatan dan juga kesabaran yang berlimpah sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan sebaik-baiknya. Sholawat serta salam selalu terlimpah kepada Baginda Nabi besar kita Nabi Muhammad SAW, semoga kita mendapatkan syafa'at beliau di yaumul qiamah nanti, aamiin. Laporan tugas akhir ini saya persembahkan kepada orang-orang yang sangat saya sayangi dan cintai terutama kedua orang tua saya yaitu Bapak dan Ibu saya, sebagai wujud rasa terimakasih karena telah memberikan dukungan materiil maupun non materiil, motivasi yang besar, do'a yang selalu diberikan kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Tak lupa juga saya ucapkan terimakasih kepada kakak kandung saya dan kekasih saya yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan pengalamannya kepada saya.

Terimakasih kepada saudara-saudara saya telah memberi dukungan dan do'a perhatian yang amat sangat berharga sehingga saya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Saya ucapkan terimakasih juga kepada teman-teman seperjuangan Teknik Elektro angkatan 2017 dan teman-teman organisasi serta teman gang Abimanyu yang telah memberikan nasihat dan menjadi penyemangat saya dalam mengerjakan dan menyelesaikan tugas akhir ini

MOTTO

“Jadikanlah sabar dan sholat sebagai penolongmu. Dan sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat, kecuali bagi orang-orang yang khusyu”

(Qs. Al Baqarah: 45)

“Dan sungguh akan kami berikan cobaan kepadamu, dengan sedikit ketakutan, kelaparan, kekurangan harta, jiwa dan buah-buahan. Dan berikanlah berita gembira kepada orang-orang yang sabar”

(Qs. Al Baqarah: 155)

“Ya Rabbku, lapangkanlah untukku dadaku, dan mudahkanlah untukku urusanku, dan lepaskanlah kekakuan dari lidahku, supaya mereka mengerti perkataanku”

(Qs. Thaha: 25-28)

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(Qs. Al Insyirah: 5)

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum, sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri.”

(QS. Ar-Rad: 11)

‘Sesungguhnya rezeki tidak pernah tertukar sekalipun melakukan usaha yang sama ‘

(r_ilham)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmannirrahim

Assalamu'alaikum Warahmatuallahi Wabarakatuh

Rasa syukur penulis haturkan kepada Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan rahmat-Nya sehingga masih diberikan waktu beserta kesempatan untuk menuntut ilmu setinggi-tingginya. Shalawat serta salam saya haturkan kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW, semoga kelak kita mendapatkan syafaatnya.

Aamiin Ya Rabbaalalamin.

Penyusunan Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Fakultas Teknologi Industri di Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini, tentunya banyak orang yang membantu dan mendukung. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat, rahmat, dan ridhonya serta diberikan kelapangan hati dan pikiran dalam menimba ilmu.
2. Kepada keluarga, Bapak Kuswito dan Ibu Eni Farida, Dhidha Setya Pratama, ST, Shalsya Nabilla Kusmawar Dhani yang selalu senantiasa memberikan kasih sayang, doa, perhatian, dan support yang tiada hentinya kepada penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
3. Ibu Dr. Hj. Novi Marlyana, ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
4. Ibu Jenny Putri Hapsari, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang dan selaku wali dosen Teknik Elektro 2017.
5. Bapak Ir. Agus Adhi Nugroho, MT, Gunawan, ST, MT, dan Bapak selaku dosen pembimbing I dan dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan dukungan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

6. Seluruh Dosen dan Karyawan Program Studi Teknik Elektro, Universitas Islam Sultan Agung Semarang atas ilmu, bimbingan, dan bantuannya hingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
7. Kepada teman-teman seperjuangan Teknik Elektro UNISSULA angkatan 2017 yang selalu bersama-sama menghadapi halang serta rintangan dalam meraih ilmu di UNISSULA.
8. Ari Handayani yang selalu sabar memberikan support nyata kepada penulis selama penyusunan laporan tugas akhir ini.
9. Dan juga kepada semua pihak yang telah membantu, mendukung, dan mendoakan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, yang tidak bisa Saya sebutkan satu-persatu.

Penulis juga menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir masih banyak kekurangan, baik segi materi maupun penyajiannya. Penulis meminta maaf dan membutuhkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak, sehingga kedepannya laporan ini dapat menjadi lebih baik. Akhirnya penulis sangat berharap semoga laporan ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan bagi para pembaca dan khususnya bagi para penulis juga. Wallahu'lam.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

UNISSULA
جامعة سلطان أبوبنوع الإسلامية

Semarang, Desember 2022

Rizqy Ilham Tirthana

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN UNGGAH KARYA ILMIAH	iv
PERSEMBAHAN.....	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
ABSTRAK	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 Penataan Gedung Genset RSISA	6
2.2.2 Genset.....	7
2.2.2.1 Mesin / engine.....	9
2.2.2.2 Alternator / generator.....	12
2.2.3 Satuan Ukur Listirk	13
2.2.4 Kubikel	15
2.2.5 Panel Sinkron	16
2.2.6 Panel ATS-AMF	17

2.2.7 Tafo/Trasformator	19
2.2.8 Bahan Bakar Solar.....	21
BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1 Metode Penelitian	25
3.2 Alat yang diguakan	25
3.3 Tahap Penelitian.....	28
3.4 Metode	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Data Pencatatan Aktifitas Genset 1500 kVA	31
4.2 Hasil	32
4.2.1 Menghitung konsumsi bahan bakar dalam waktu 10 menit dengan beban 769 kW pada tabel 4.1.	32
4.2.1.1 Menghitung Data Spesifik Konsumsi Bahan Bakar Genset	32
4.2.1.2 Menghitung Estimasi Bahan Bakar Yang Di Gunakan	33
4.2.1.3 Merubah Satuan Berat Bahan Bakar Menjadi Liter	33
4.2.2 Menghitung konsumsi bahan bakar dalam waktu 26 menit dengan beban 706 kW pada tabel 4.1	33
4.2.2.1 Menghitung Data Spesifik Konsumsi Bahan Bakar Genset	33
4.2.2.2 Menghitung Estimasi Bahan Bakar Yang Di Gunakan	34
4.2.2.3 Merubah Berat Bahan Bakar Menjadi Liter.....	35
4.2.3 Menghitung konsumsi bahan bakar dalam waktu 26 menit dengan beban 821 kW pada tabel 4.1.	35
4.2.3.1 Menghitung Data Spesifik Konsumsi Bahan Bakar Genset	35
4.2.3.2 Menghitung estimasi bahan bakar yang di gunakan genset.....	36
4.2.3.3 Merubah berat bahan bakara menjadi liter.....	36
4.2.4 Menghitung konsumsi bahan bakar dalam waktu 40 menit dengan beban 681 kW pada tabel 4.1.	37
4.2.4.1 Menghitung Data Spesifik Konsumsi Bahan Bakar Genset	37
4.2.4.2 Menghitung Estimasi Bahan Bakar Yang Digunakan Genset.....	38
4.2.4.3 Merubah berat bahan bakar menjadi liter.....	38
4.3 Pembahasan.....	40

BAB V PENUTUP	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Data Mesin Genset Mitsubishi 1500 kVA	30
Tabel 3. 2 Data Spesifik Konsumsi Bahan Bakar Pada Mitsubishi S12R-PTAA2	30
Tabel 3. 3 Pencatatan Data Ketika Genset 1500kVA Pada RSISA Beroperasi.....	31
Tabel 4. 1 Pencatatan Data Ketika Genset 1500kVA Pada RSISA Beroperasi.....	31
Tabel 4. 2 Hasil dari perhitungan keseluruhan data.....	39
Tabel 4. 3 hasil perhitungan dengan menggunakan asumsi waktu yang sama	40



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Denah Tata Letak Gedung Genset RSISA	7
Gambar 2. 2 Engine Genset	9
Gambar 2. 3 Proses Pembakaran Solar Pada Mesin Diesel	11
Gambar 2. 4 <i>Alternator</i>	12
Gambar 2. 5 Nameplate Generator STAMFORD	13
Gambar 2. 6 Kubikel Outgoing	16
Gambar 2. 7 Panel Sinkron	17
Gambar 2. 8 ATS-AMF	18
Gambar 2. 9 Trafo 2000KVA	21
Gambar 3. 1 Single diagram genset 1500 kVA di RSISA	25
Gambar 3. 2 Tang Ampere	27
Gambar 3. 3 flowcart	28
Gambar 4. 1 Grafik Spesific Fuel Consution pembebanan 64%	32
Gambar 4. 2 Grafik Spesific Fuel Consumption pembebanan 58%	34
Gambar 4. 3 Grafik Spesific Fuel Consumption pembebanan 68%	36
Gambar 4. 4 Grafik Spesific Fuel Consumption pembebanan 56%	37
Gambar 4. 5 Grafik total SFC dari keseluruhan data yang diambil	41
Gambar 4. 6 Grafik Pengaruh perubahan beban terhadap bahan bakar	42

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) adalah pembangkit listrik tenaga disel yang menggunakan mesin disel sebagai penggerakannya. PLTD biasanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik beban ringan terutama di daerah terpencil atau pedesaan, serta untuk memenuhi kebutuhan industri.

PLTD ini juga dapat di sebut sebagai genset yang biasa digunakan sebagai alternatif pembangkit listrik sementara ketika PLN mengalami pemadaman listrik. Solar adalah fraksi minyak bumi berwarna kuning coklat yang jernih yang mendidih sekitar $175-370^{\circ} \text{c}$ dan yang digunakan sebagai bahan bakar mesin disel.

Pada penelitian ini akan di bahas mengenai estimasi konsumsi bahan bakar solar terhadap beban dengan menggunakan data sekunder, yaitu menggunakan data-data yang sudah ada atau sudah di catat sebelumnya pada Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang (RSISA). Data yang diambil untuk penelitian tugas akhir dalam kurun waktu 1 tahun yaitu dari 5 Desember 2020 sampai 21 Desember 2021 data yang di gunakan adalah waktu genset beroperasi, daya yang di gunakan, dan berapa presentase bebannya. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar dari genset tersebut yaitu waktu dan daya yang di terima genset tersebut.

Dari penelitian dapat di ketahui kapasitas genset yang digunakan pada RISA sebesar 1500 kVA dan total daya yang di gunakan dalam kurun waktu 1 tahun sebesar 16.442 kW dengan total waktu pengoperasian selama 23,3 jam dan mengkonsumsi solar sebanyak 4501 liter solar daya yang digunakan.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) adalah pembangkit listrik tenaga diesel yang menggunakan mesin diesel sebagai penggerak. Penggerak utama adalah suatu alat yang fungsinya membangkitkan energi mekanik yang digunakan untuk memutar rotor suatu generator. PLTD biasanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik beban ringan terutama di daerah terpencil atau pedesaan, serta untuk memenuhi kebutuhan industri. Konsumsi solar sekitar 25% lebih rendah dari bensin dan harganya lebih murah. Untuk kebutuhan industri, penggunaan solar biasanya lebih irit. Dari segi investasi, harga sepeda motor bensin cenderung lebih murah daripada sepeda motor diesel. Mesin diesel tidak menghasilkan pembakaran sempurna dari proses pembakarannya. Bahan bakar sangat mempengaruhi hasil kinerja PLTD karena biaya terbesar pengoperasian PLTD adalah biaya bahan bakar, sekitar 70% dari total biaya pengoperasian PLTD. Faktor-faktor tersebut membuat efisiensi PLTD rendah, kurang dari 50%. [1]

Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) pembangkit listrik yang memanfaatkan energi mekanik yang dihasilkan oleh diesel sebagai pemutar alternator agar dapat menghasilkan energi listrik. Mesin diesel digunakan sebagai sumber energi mekanik pada pembangkit dikarenakan mesin diesel hemat bahan bakar dan mesin diesel memiliki torsi yang besar sehingga dapat memutar rotor pada generator lebih maksimal dan bertenaga. Pada saat ini unit PLTD dengan kapasitas terbesar milik PLN adalah 12,5 MW. Kapasitas mesin diesel sulit dinaikkan karena alasan mekanis, karena banyaknya bagian yang

bergerak pada mesin disel. Pengembangan mesin disel antara lain dengan menaikkan nilai *Brake Mean Effective Pressure* (BMEP). BMEP merupakan besaran tekanan rata-rata dari campuran bahan bakar udara yang diledakkan dalam ruang silinder. Penambahan bahan bakar di atur oleh pompa plunyer yang menginjeksikan bahan bakar kedalam silinder melalui pengabut, [1]

Genset saat ini sebagai alternatif pembangkit listrik sementara yang biasa digunakan ketika pemadaman listrik, pada saat ini sebagian besar genset menggunakan bahan bakar minyak sebagai bahan bakarnya, maka dari itu masih banyak orang yang tidak mengetahui konsumsi bahan bakar yang di butuhkan genset tersebut. Kelistrikan pada Rumah Sakit Islam Sultan Agung (RSISA) di suplai oleh PLN dengan daya sebesar 2000 KVA, hal ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan konsumsi energi listrik pada gedung-gedung dan ruangan di RSISA antara lain: gedung MCE, ruang OK 5 dan 6, radiologi baru, gedung ITH, CSSD, Gedung radiologi lama, workshop Teknik, gedung D, panel IPAL, gedung Gizi. Sistem kelistrikan di RSISA juga dilengkapi dengan Genset 1500 KVA yang digunakan sebagai *back up power* jika terjadi pemadaman listrik PLN. Konsumsi bahan bakar geset sangat berpegaruh terhadap beban yang di terima dan waktu yang dibutuhkan ketika genset beroperasi, maka perhitungan bahan bakar geset sangat di perlukan untuk memenuhi kebutuhan genset ketika beroperasi.

Permasalahan yang terjadi jika suplai dari PLN mengalami pemadaman maka genset sebesar 1500 KVA akan menjadi *back up power* untuk mensuplai kebutuhan listrik, dan bagaimana mengetahui konsumsi bahan bakar genset ketika beroperasi berdasarkan waktu dan beban yang di terima genset, dan perlu di perhitungkan juga berapa bahan bakar yang perlu di persiapkan operator genset ketika genset akan beroperasi untuk menghindari genset kehabisan bahan bakar. RSISA belum pernah melakukan penelitian semacam ini, karena penelitian ini di tunjukan agar RSISA dapat mengetahui konsumsi bahan bakar yang di konsumsi genset saat di operasikan dan biaya yang di dikeluarkan oleh pihak RSISA.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di uraikan di atas, maka dapat di ambil rumusan masalah sebagai berikut :

- a. Belum diketahui karakteristik konsumsi bahan bakar pada tipe genset yang dimiliki dan kesesuaian kapasitas tangki bahan bakar.
- b. Belum memiliki dasar penentuan suplai bahan bakar secara berkala berdasar rata rata kebutuhan backup dalam periode tertentu.
- c. Berapa bahan bakar yang perlu di persiapan pada tangki bahan bakar genset.
- d. bagaimana mengestimasi kebutuhan bahan bakar genset ketika digunakan berdasarkan beban dan waktu ketika genset beroperasi.

1.3 Pembatasan Masalah

Agar penelitian ini dapat dilakukan lebih fokus dan mendalam maka penulis memandang permasalahan penelitian yang diangkat perlu dibatasi variabelnya. Oleh sebab itu, penulis membatasi batasan masalahnya sebagai berikut :

- a. Genset yang digunakan sebagai sarana penelitian adalah genset yang berada pada RSISA dengan kapasitas 1500 KVA.
- b. Data yang diambil hanya arus total, beban total, kapasitas genset dan waktu genset beroperasi.
- c. Tidak membahas tentang alat pendukung genset.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan penelitian dari penulis Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Untuk mengetahui konsumsi bahan bakar pada tipe genset yang digunakan terhadap penggunaan beban.
- b. Untuk mengetahui suplai bahan bakar secara berkala berdasarkan beban dalam periode tertentu.
- c. Untuk Menentukan kebutuhan bahan bakar genset ketika akan di gunakan.

- d. Untuk mengetahui berapa konsumsi bahan bakar yang digunakan terhadap beban genset.

1.5 Manfaat

Manfaat yang di harapkan pada penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Dapat mengetahui konsumsi bahan bakar terhadap beban yang di terima genset.
- b. Membantu operator genset untuk mempersiapkan bahan bakar yang akan di gunakan

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penulisan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi latar belakang penelitian, tujuan serta gambaran secara umum tentang masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Berisi tentang beberapa landasan teori tentang konsumsi baha bakar geset dan menunjukan spesifikasi genset yang digunakan sebagai objek penelitian. Dan juga menjelaskan tataletak pada ruang genset beserta alat pendukung genset pada RSISA.

BAB III : METODE PENELITIAN Berisi tentang model penelitian, data beban genset, .objek penelitian, peralatan.yang digunakan, perancangan sistem flowchart penelitian.

BAB IV : HASIL DAN ANALISA Berisi tentang analisa perhitungan konsumsi bahan bakar genset terhadap perubahan beban .

BAB V : PENUTUP Berisi kesimpulan,dan saran dari analisa dan pembahasan dari penelitian yang sudah dilakukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Dalam pembuatan Penelitian ini penulis mengambil beberapa referensi untuk dijadikan tinjauan agar Tugas Akhir yang dibuat dapat lebih baik dari penelitian sebelumnya.

- a. Perhitungan optimasi bahan bakar solar pada pemakaian generator set di BTS [2] yaitu menghitung estimasi konsumsi genset BTS. Membuat estimasi pemakaian bahan bakar berdasarkan pada kalkulasi total daya beban dari peralatan yang digerakan listrik, maka dapat diestimasi pemakaian pemakaian generator set. Dari perhitungan ini dapat dilihat pemakaian bahan bakar pada generator yang digerakan motor bensin dibanding dengan yang digerakan motor disel.
- b. Analisa konsumsi bahan bakar Genset pada Balai Besar Pelatihan Peternakan Batu [3]. Hasil menunjukkan bahwa untuk menentukan berapa banyak bahan bakar yang dibutuhkan di masing-masing generator. Generator biogas tipe CC 700-M 700 Watt, generator bensin tipe GN 2000-MP 1800 Watt dan Forza FGG-1500 DCV 800 Watt yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan 10-100% beban puncak dari kapasitas generator. Penelitian ini dilakukan di Balai Besar Pusat Pelatihan (BBPP) Batu, sedangkan pengujian untuk generator bensin dilakukan di Universitas Brawijaya. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini meliputi tegangan, arus, daya, dan konsumsi bahan bakar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa SFC generator bensin (GN 2000-MP dan FGG-1500 DCV) dan biogas Generator (CC 700-M) adalah $0,0615 \text{ m}^3/\text{kWh}$, $0,0164 \text{ m}^3/\text{kWh}$ dan $1,4042 \text{ m}^3/\text{kWh}$. Maka, generator biogas membutuhkan lebih banyak bahan bakar untuk menghasilkan energi dari generator bensin.
- c. Substitusi konsumsi bensin dan LPG bahan bakar genset 5 kw dengan hasil gasifikasi kayu gamal [4]. yaitu dengan Alat pengkonversi biomassa

menjadi gas produser menggunakan jenis downdraft-gasifier with throat dengan kapasitas 5 kg/jam. Mesin genset yang digunakan adalah genset berbahan-bakar bensin dan LPG dengan kapasitas output listrik 5 kW. Biomassa yang digunakan adalah kayu Kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) dan Gamal (*Gliricidia sepium*). Penentuan parameter-parameter gasifikasi kayu Kaliandra dan kayu Gamal, dan operasi *dual-fuel* pembangkitan listrik untuk penghematan bahan bakar fosil dengan berbagai variasi beban listrik (0%, 40%, 60%, 80%, dan 100% dari beban listrik maksimum genset). Pengamatan operasi genset *dual-fuel* dilakukan terhadap getaran mesin, output listrik, konsumsi bahan bakar dan konsumsi biomassa pada berbagai variasi beban listrik. Penambahan gas produser ke dalam mesin genset dibatasi melalui pengamatan getaran mesin.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Penataan Gedung Genset RSISA

Penyusunan letak alat listrik yang berada di Gedung genset unissula ini bertujuan untuk kerapian ruangan dan mempermudah jalur kabel yang di gunaka selain itu penataan ini juga mempermudah operator kaetika pengopresian genset dan juga mempermudah ketika melakukan perawatan dan perbaikan genset maupun alat listrik yang ada di gedung genset, pada gedung genset RSISA ini terdapat beberapa area yang di gunaka untuk meletkan alat listrik yaitu sebagai berikut:

a. Area Genset

Area ini adalah area letak posisi genset berkapasitas 1500 KVA

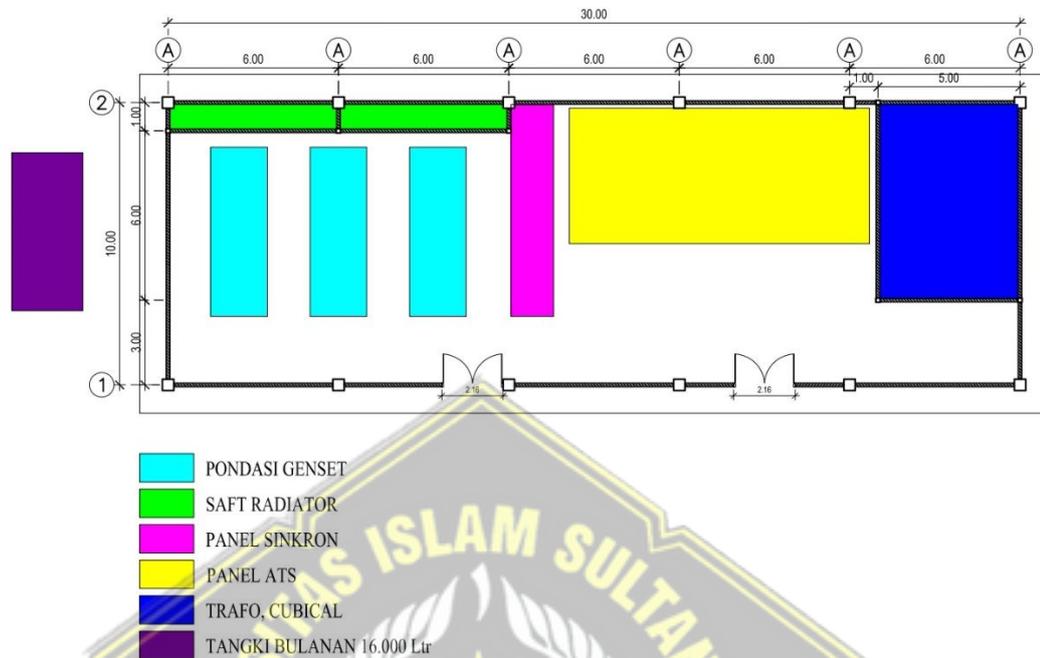
b. Area control

Area ini adalah area untuk meletakan unit panel sinkron dan panel ATS

c. Area Tafo

Area ini terdapat 2 peralatan listrik yaitu 1 unit trafo sebesar 2000KVA dan 1 buah panel kubikel

Posisi letak peralatan listrik pada gedung genset tersebut dapat di lihat pada gambar 2.1



Gambar 2. 1 Denah Tata Letak Gedung Genset RSISA

2.2.2 Genset

Generator adalah mesin yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik melalui induksi elektromagnetik. Generator menerima energi mekanik dari sumber energi. Generator arus bolak-balik (AC) dikenal sebagai alternator. Generator diharapkan mampu menyalurkan daya jika terjadi gangguan saat suplai digunakan untuk beban primer. Generator adalah bagian dari generator. Generator adalah alat yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Generator atau sistem pembangkit terdistribusi adalah generator listrik yang terdiri dari panel, energi surya, dan turbin angin yang ditempatkan dalam satu tempat. Genset berperan penting dalam pelayanan kereta api, tidak hanya sebagai sumber cadangan di gedung, rumah sakit, atau tempat umum [4].



Gambar 2. 2 Genset 1500 kVA Pada Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang

Dalam penentuan kapasitas sebuah genset perlu dilakukannya klasifikasi beban listrik dari suatu sistem kelistrikan, di perlukan melakukan perhitungan konsumsi listrik dengan cara menghitung beban total yang di butuhkan oleh sebuah sistem. Dalam menentukan beban tersebut biasanya dilakukan klasifikasi jenis beban dan dilakukan pembuatan daftar beban sesuai dengan klarifikasi tersebut[5]. Klasifikasi tersebut antara lain

- i. *Baseload*, adalah jumlah permintaan minimum yang harus dipenuhi oleh suatu sistem tenaga listrik dalam jangka waktu tertentu.
- ii. *Continous load* atau beban kelanjutan adalah tingkat beban yang harus dipertahankan dalam periode tertentu. Semua jenis beban yang berjalan selama lebih dari tiga jam dianggap sebagai beban kontinu.
- iii. *Standby load*, adalah beban yang hanya digunakan saat waktu – waktu tertntu dan biasanya equipment yang dioperasikan untuk kondisi ini hanya dalam kondisi singkat.

2.2.2.1 Mesin / engine

Mesin merupakan komponen utama dari genset, mesin memiliki peran penting dalam genset yaitu sebagai sumber energi input mekanis atau sebagai pemutar generator atau alternator agar dapat menghasilkan energi listrik untuk kebutuhan *backup* daya ketika listrik dari sumber utama yaitu PLN mengalami pemadaman. Ada beberapa jenis mesin generator ini, diantaranya yaitu yang menggunakan bensin, gas, dan solar. RSISA menggunakan mesin genset yang menggunakan bahan bakar jenis solar, dikarenakan membutuhkan tenaga yang besar untuk memutar generator atau alternator. Mesin genset berperan penting dalam sistem sebuah genset, dikarenakan harus mampu memutar generator ketika berbeban, generator pada sistem genset di RSISA ini pada spesifikasinya memiliki putaran mesin sebesar 1500 rpm, jadi dalam keadaan berbeban mesin tersebut harus koston dengan putaran 1500 rpm agar dapat tetap menghasilkan listrik untuk memenuhi kebutuhan listrik setiap gedung di RSISA ketika PLN terjadi pemadaman listrik. Mesin genset yang digunakan di RSISA dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2. 3 *Engine Genset*

Berdasarkan data yang di dapat mesin genset yang digunakan menggunakan pabrikan dari MITSUBISHI dengan model S12R-PTAA2 yang memiliki mesin disel berjenis V 12 atau memiliki piston sebanyak 12 buah dengan konfigurasi V dan memiliki sudut piston sebesar 60° dengan *Displacement* 49.03 L dan menggunakan system pembakaran injeksi elektroik. Mesin ini memiliki dimesi tinggi 3,08 meter, lebar 2,2 meter, dan panjang 4,9 meter.

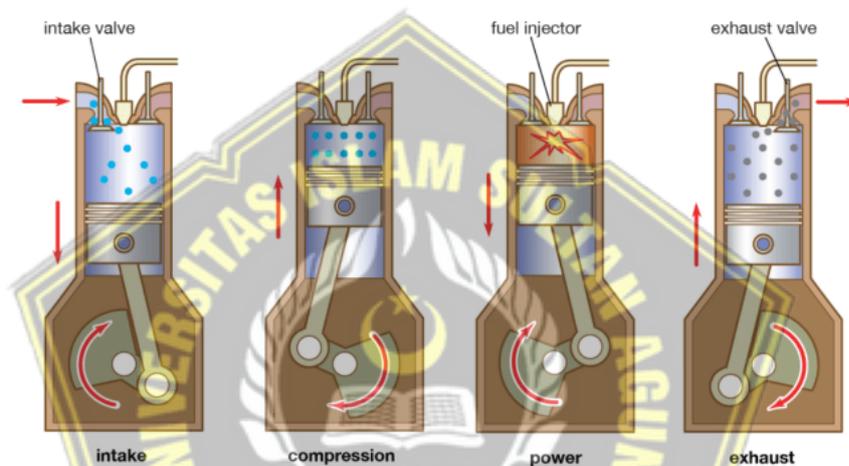
Proses pembakaran bahan bakar pada mesin disel memiliki beberapa tahapan yang dilewati yaitu:

- a. Tahap pertama adalah tahap penyerapan. Pada titik ini piston bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TBM). Selain itu, katup masuk membuka sebelum mencapai TMA dan katup buang menutup, ini menciptakan ruang hampa di dalam silinder, memungkinkan udara bersih masuk ke dalam silinder.
- b. Langkah kedua (langkah kompresi) piston bergerak berlawanan arah, yaitu dari TMB ke TDC. Katup masuk ditutup sementara katup keluar terbuka. Udara kemudian dimampatkan hingga tekanan dan temperatur 30 kg/cm^2 dan temperatur 500°C . Rasio kompresi mesin diesel bervariasi antara 14:1-24:1. Sebagai hasil dari proses kompresi ini, udara menjadi panas dan suhunya bisa naik hingga sekitar 900°C . Pada akhir langkah kompresi, nosel injeksi menyuntikkan bahan bakar ke udara terkompresi, yang memiliki suhu hingga 200 bar. Bahan bakar surya dibakar dengan udara panas yang dimampatkan dalam silinder. Untuk memenuhi persyaratan pembakaran ini, suhu udara bertekanan di dalam ruang bakar harus 500°C atau lebih. Perbedaan kompresi ini menghasilkan efisiensi termal yang lebih tinggi, sehingga bahan bakar diesel lebih ekonomis untuk digunakan daripada bensin. Konsumsi bahan bakar juga bisa lebih hemat.
- c. Langkah ketiga (langkah usaha), katup hisap tertutup, katup buang juga tertutup dan bahan bakar disemprotkan kedalam ruang bakar.

Sehingga, terjadi pembakaran yang menyebabkan piston bergerak dari TMA ke TMB.

- d. Langkah ke empat (langkah buang), yaitu piston bergerak dari TMB ke TMA. Tetapi, katup hisap akan tertutup dan katup buang akan terbuka dan piston bergerak mendorong gas sisa pembakaran keluar.

Proses pembakaran solar pada mesin diesel dapat dilihat pada gambar 2.2 sebagai berikut.



Gambar 2. 4 Proses Pembakaran Solar Pada Mesin Diesel

Tekanan gas yang dihasilkan serta udara yang ada juga dapat mendorong torak untuk dihubungkan lewat poros engkol lewat batang torak, yang membuat torak ini mampu bergerak secara bolak balik. Gerak bolak-balik yang terjadi pada torak ini juga nantinya akan berubah menjadi gerak rotasi pada sumbu poros engkol, begitu pun sebaliknya dengan gerak rotasi poros, gerak rotasi akan disesuaikan dengan spesifikasi generator yang digunakan, seperti generator yang digunakan pada genset RSISA ini membutuhkan 1500rpm agar dapat menghasilkan daya yang dibutuhkan, jadi mesin tersebut akan di seting agar dapat tetap menghasilkan putaran yang dibutuhkan.

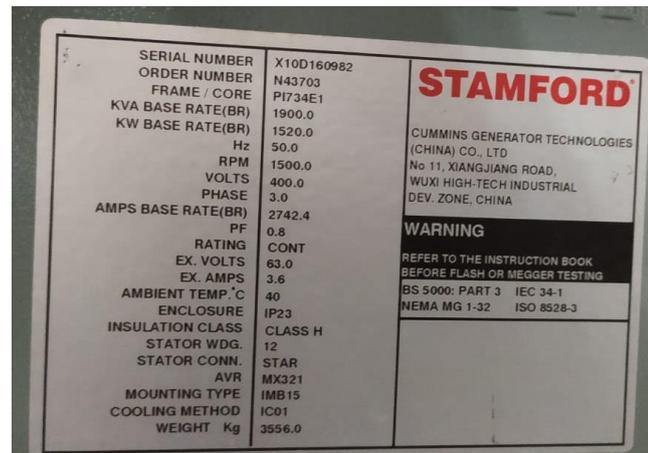
2.2.2.2 Alternator / generator

Generator adalah mesin yang berfungsi untuk mengubah energi kinetik menjadi energi listrik. Pada bagian generator yang berputar disebut rotor, sedangkan pada bagian yang diam disebut stator. Pada dasarnya, prinsip kerja generator arus bolak-balik arah arus induksi berlawanan dengan arah putaran kumparan. Melalui sikat-sikat karbon yang dihubungkan dengan cincin-cincin generator, tegangan yang dihasilkan dapat menyalakan sebuah beban berupa lampu. Generator arus searah, cincin yang digunakan adalah cincin belah. Cincin ini bekerja sebagai komutator yang mengubah arus listrik yang dikeluarkan generator. Dengan demikian, arus listrik yang awalnya merupakan arus bolak-balik pada kumparan, dalam rangkaian di luar kumparan menjadi arus searah[6]. Gambar *ailtenator* / atau generator dapat di tunjukan pada gambar 2.2



Gambar 2. 5 Alternator

Menurut *Technical Data* generator yang digunakan pada genset RSISA berasal dari pabrikan STAMFORD. Sesuai data yang didapat generator ini dapat menghasilkan daya 1900 KVA tetapi pada genset ini hanya di gunakan sebesar 1500 KVA, generator ini juga mampu mengalirkan arus sebesar 2742 A dengan tegangan sebesar 400 V dan memiliki frekuensi sebesar 50 hz, spesifikasi tersebut juga ditunjukkan di nameplate yang terdapat pada gambar 2.3



Gambar 2. 6 Nameplate Generator STAMFORD

2.2.3 Satuan Ukur Listrik

1. Tegangan (V)

Volt (V) kerja yang dilakukan untuk menggerakkan satu muatan pada elemen atau komponen dari satu terminal/kutub ke terminal/kutub lainnya, atau pada kedua terminal/kutub akan mempunyai beda potensial jika kita menggerakkan muatan sebesar 1 C dari satu terminal ke terminal lainnya.[7]

$$V = I \times R \dots \dots \dots (2.1)$$

V = adalah beda potensial pada kedua ujung rangkaian, satuannya Volt

I = adalah kuat arus listrik yang mengalir pada satu rangkaian, satuannya Ampere

R = adalah besarnya hambatan dalam sebuah rangkaian, satuannya ohm.

2. Arus (I)

Arus listrik adalah hubungan antara tegangan suplai dan resistansi rangkaian. Arus listrik terbentuk ketika arus muatan listrik mengalir di media tertentu, distribusi arus listrik dibagi menjadi dua bagian: arus searah dan arus bolak-balik. Satuan arus listrik adalah ampere. [8].

$$I = \frac{P}{V} \dots \dots \dots (2.2)$$

I= Ampere

P= Daya

V= Tegangan

3. Daya (P)

Daya listrik adalah tingkat konsumsi energi dalam sebuah sirkuit atau rangkaian listrik. Daya listrik menyatakan banyaknya energi listrik yang terpakai setiap detiknya. Satuan daya listrik adalah Watt [9].

$$P = V \times I \dots\dots\dots (2.3)$$

P = Daya

V = Tegangan

I = Arus

4. Energi (WH)

Energi adalah sebuah satuan energi. Energi yang dikirim oleh peralatan listrik biasanya diukur dan diberi biaya menggunakan satuan kWh. Perlu diketahui bahwa kWh adalah produk tenaga dalam kilowatt dikali waktu dalam jam [10]. alat yang digunakan untuk menghitung energi ini adalah kWh meter.

$$W = P \times T \dots\dots\dots (2.4)$$

W = Energi

P = Daya

T = Waktu

5. Daya reaktif (VA)

Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet (Von Meier Alexander, 2006). Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk fluks medan magnet. Contoh daya yang menimbulkan daya reaktif adalah transformator, motor, lampu pijar dan lain – lain. Daya reaktif memiliki satuan berupa volt ampere reactive (VAR)

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \phi \dots\dots\dots (2.5)$$

Q = Daya reaktif (VA)

I = Arus (ampere)

V = Tegangan (volt)

2.2.4 Kubikel

Perangkat listrik yang dapat bertindak sebagai penyalur daya, pengontrol, penyambung dan pelindung. Sebuah kubikel terdiri atas tiga bagian utama Suatu peralatan atau perlengkapan listrik yang dapat berfungsi sebagai pembagi, pengendali, penghubung dan pelindung tenaga listrik. Suatu kubikel terdiri dari tiga jenis yaitu Incoming, Metering dan Outgoing yang memiliki fungsinya tersendiri.[11]

Fungsi kubikel Secara spesifik adalah sebagai berikut:

1. Mengontrol sirkuit yang dilakukan oleh saklar utama.
2. Melindungi sirkuit yang dilakukan oleh fuse/pelebur, saklar pemisah (PMS) dan pemutus tenaga (PMT)
3. Membagi sirkuit dilakukan oleh pembagian jurusan/kelompok (busbar).
4. Mengukur besaran listrik (Tegangan, arus, daya, frekuensi dll) yang dilakukan oleh alat metering.

Kubikel ini memiliki beberapa jenis yaitu antara lain:

1. Kubikelpms (pemisah)
2. Kubikellbs (loadbreakswitch)
3. Kubikelcboutmetering (pmtcb)
4. Kubikeltp (transformerprotection)
5. Kubikelpt (potentialtransformer)
6. Kubikelbi (terminal outgoing)
7. Kubikel ons (pemisah)
8. Kubikelpms (pemisah)

Kubikel yang di gunakan pada genset RSISA ini menggunakan kubikel jenis kubikel *Outgoing*. Kubikel jenis ini memiliki fungsi sebagai pemutus dan penghubung arus listrik dengan cepat dalam keadaan normal maupun pada kondisi gangguan. Kubikel ini juga memiliki istilah kubikel kubikel PMT (Pemutus tegangan) kubikel ini dilengkapi dengan relay proteksi dan *circuit breaker*. Kubikel ini bisa dipasang sebagai alat pembatas, pengukuran dan pengamanan pada pelanggan tegangan menengah. *Circuit trasformator* yang

terpasang untuk menyuplai arus untuk menggerakkan relai proteksi pada saat terjadi gangguan[11].



Gambar 2. 7 Kubikel Outgoing

2.2.5 Panel Sinkron

Alat yang digunakan untuk menyelaraskan fasa dari dua atau lebih sumber generator. Panel sinkron dapat digunakan untuk meningkatkan daya generator gabungan tanpa merusak peralatan listrik karena perbedaan fasa atau frekuensi dari generator gabung

Panel Sinkron Generator dapat bekerja pada generator dengan spesifikasi berbeda untuk menghasilkan daya tambahan. Misalnya, antara generator 500 kVA dan generator 1000 kVA saat disinkronkan, motor listrik dengan daya 1500 kVA dapat digunakan sebagai sumber listrik..[12]

Menyinkronkan generator tidak sama dengan memparalelkan generator. Proses sinkronisasi bekerja lebih rumit dibandingkan dengan pemerataan sederhana karena harus memperhatikan parameter gelombang AC yang dipancarkan oleh masing-masing generator. Pada panel sinkron,

beberapa parameter keluaran generator yang dapat disinkronkan adalah tegangan, frekuensi dan fasa.



Gambar 2. 8 Panel Sinkron

2.2.6 Panel ATS-AMF

Transfer Switch (ATS) adalah rangkaian listrik yang berfungsi sebagai saklar yang beroperasi secara otomatis jika terjadi kegagalan daya yang direncanakan atau tiba-tiba, serta gangguan pada jaringan listrik yang menyebabkan kegagalan daya, sistem beroperasi secara otomatis dengan sendirinya. mentransfer daya dari sumber PLN ke generator. Begitu juga sebaliknya, saat listrik PLN dihidupkan, genset akan mati secara otomatis, dan sumber listrik yang digunakan akan kembali ke listrik PLN.

Automatic Main Failure (AMF) adalah modul sirkuit yang secara otomatis memulai dan menghentikan generator. Sistem kerjanya adalah

jika listrik PLN mati maka modul AMF akan otomatis menghidupkan genset dan mengalirkan listrik. Jika PLN kembali menyuplai listrik maka modul AMF akan otomatis mematikan genset.. [13]

Jadi panel ATS-AMF ini sudah menjadi kesatuan dan dan bekerja dalam satu system jadi ketika sumber utama listrik atau sumber dari PLN mengalami pemadaman maka saklar ATS akan berpindah ke daya *backup* yaitu genset, kemudian tugas AMF itu sendiri untuk menyalakan atau menstart genset untuk beroperasi, begitupula sebaliknya, jika sumber utama dari PLN Kembali nyala maka panel ATS akan berpindah ke sumber utama dan memutuskan hubungan dengan sumber genset, kemudian tugas AMF adalah memadamkan genset. Untuk mengetahui panel ATS-AMF dari sisi depan dan sisi dalam akan di tunjukan pada gambar 2.5



Gambar 2.9 ATS-AMF

RSISA memiliki beberapa panel ATS-AMF yang mengcover setiap gedung maupun ruangan yang ada di RSISA, hal ini ditujukan agar ketika ada gedung yang mengalami pemadaman listrik dapat langsung tercover oleh genset. Ada 4 buah panel ATS-AMF yang di gunakan dan setiap panel di dapat mengcover 3 panel hubung bagi (PHB) yaitu sebagai berikut:

- a. panel ATS-AMF 1 :
 - 1. Gedung MCE
 - 2. Ruang OK 5 dan 6
 - 3. Radiologi baru
- b. Panel ATS-AMF 2:
 - 1. Gedung ITH
 - 2. CSSD
 - 3. Radiologi lama
- c. Panel ATS-AMF 3:
 - 1. Workshop Teknik
- d. Panel ATS-AMF 4:
 - 1. Gedung D
 - 2. Panel IPAL
 - 3. Ruang gizi

2.2.7 Tafo/Trasformator

Tranformator adalah perangkat elektromagnetik statis yang fungsinya untuk mentransfer / mengubah energi listrik dari satu rangkaian ke rangkaian lainnya dengan frekuensi dan rasio konversi tertentu yang sama. Transformator menggunakan prinsip hukum induksi Faraday dan hukum Lorentz dalam transmisi daya, yaitu bila sisi primer dihubungkan ke sumber

tegangan bolak balik, maka akan mengalir arus dalam kumparan primer menimbulkan perubahan fluks magnetik dalam inti besi.

Bagian - bagian utama pada sebuah trasformator adalah:

- 1. Inti Besi (Core)

berfungsi untuk mempermudah jalan fluks, yang dihasilkan oleh arus listrik yang melalui kumparan. Dibat dari beberap lempengan besi tipis yang diisolasi oleh silicon, untuk mengurangi panas (sebagai rugi-rugi besi) yang ditimbulkan oleh arus pusar atau eddy current

2. Belitan

Terdiri dari tembaga ataupun aluminium berisolasi yang mengelilingi inti besi, dimana saat arus bolak-balik mengalir pada belitan tersebut, inti besi akan terinduksi

3. Bushing

Hubungan belitan transformator ke jaringan eksternal melalui bushing, yaitu konduktor berlapis isolator yang juga berperan sebagai isolator antara konduktor dengan tangki trafo.

4. Tangki dan Radiator

Berfungsi sebagai tempat penyimpanan kumparan dan minyak trafo, tangki trafo dihubungkan ke pendingin. Pendingin adalah sirip yang mengelilingi transformator, yang berfungsi sebagai media pendingin transformator dan dirancang untuk memancarkan panas yang terkandung dalam minyak transformator dan menyebarkan panas dari minyak transformator ke udara.

Ada beberapa tipe transformator yaitu salah satunya bertipe Transformator *Hermetically Sealed* adalah transformator penaik atau penurun dengan sirip atau radiator selaku pendingin dan dibungkus dalam tanki berisi minyak/oli. Transformator *Hermetically Sealed* umumnya digunakan di industri dan bangunan komersial seperti yang digunakan pada kelistrikan di RSISA.

Trafo ini memiliki spesifikasi seperti berikut:

1. Kapasitas 200 kVA
2. panjang: 2,03 mm
3. Lebar: 1,365 mm
4. Tinggi : 1,73 mm
5. Total Losses : 27700 watt
6. Volume oli : 980 liter
7. Total berat: 4130 kg



Gambar 2. 10Trafo 2000KVA

2.2.8 Bahan Bakar Solar

Minyak solar ialah fraksi minyak bumi berwarna kuning coklat yang jernih yang mendidih sekitar $175-370^{\circ}\text{C}$ dan yang digunakan sebagai bahan bakar mesin disel [14].

Bahan bakar solar ini juga memiliki karakteristik yang berbeda dengan bahan bakar lainnya yaitu sebagai berikut:

- a. berwarna kuning dan berbau
- b. Tidak akan menguap pada temperatur normal
- c. Memiliki kandungan sulfur lebih tinggi
- d. Memiliki flash point antara 40°C sampai dengan 100°C
- e. Terbakar spontan pada temperatur 300°C
- f. Menimbulkan panas yang tinggi kurang lebih 10.500 kkal/kg
- g. Memiliki berat jenis sekitar $0,82$ sampai $0,86$.

Untuk menghasilkan pembakaran yang baik, solar memiliki syarat – syarat berikut :

- a. Mudah terbakar
- b. Sulit mengalami pembekuan pada suhu yang rendah
- c. Memiliki sifat anti knocking dan membuat mesin bekerja dengan lembut
- d. Memiliki kekentalan yang memadai untuk disemprotkan kedalam mesin oleh injector
- e. Tetap stabil dan tidak mengalami perubahan struktur, bentuk dan warna dalam proses penyimpanan
- f. Memiliki kandungan sulfur lebih kecil lagi, agar tidak berdampak buruk bagi mesin dan mengurangi polusi.

Membuat estimasi konsumsi bahan bakar berdasarkan pada kalkulasi total daya beban dari penggunaan peralatan listrik. Berdasarkan perhitungan ini dapat dilihat pemakaian bahan bakar pada generator yang digerakan motor bensin dibanding dengan yang digerakan motor diesel. Pada beberapa produk, konsumsi bahan bakar spesifik atau *Break Specific Fuel Consumption* (BSFC) sudah dapat diketahui melalui katalog maupun buku manual produk[15]. Estimasi konsumsi bahan bakar motor diesel secara umum dihitung dengan persamaan berikut [2].

$$S = K \times P \times T \dots\dots\dots (2.6)$$

keterangan :

K = 0.2 (Faktor ketetapan konsumsi solar per kilowatt per jam)

P = Daya genset (KVA = Kilo Volt Ampere)

T = Waktu (Jam)

Konsumsi bahan bahan spesifik secara umum dapat diketahui sebagai berikut:

- a. Otto (*gasoline*) engine : 273 - 227 g/kWh, dengan nilai rata-rata 250 g/kWh
- b. Diesel engine : 209 - 178 g/kWh, dengan nilai rata-rata 194 g/kWh.

SFC adalah konsumsi bahan bakar spesifik adalah jumlah bahan bakar yang dipakai mesin untuk menghasilkan daya efektif dalam waktu 1 jam atau nilai yang telah di keluarkan suatu pabrik berdasarkan karakteristik dari mesin tersebut, setiap mesin memiliki bahan bakar spesifik yang berbeda tergantung teknologi, karakteristik dan spesifikasi mesin yang di gunakan, pabrik biasanya memberikan patokan nilai tertentu yang biasanya dapat dilihat pada *technical book* atau *nameplate* pada mesin tersebut, untuk mengetahui nilai bahan bakar yang di gunakan berdasarkan persen dari daya yang digunakan pada mesin bertipe S12R-PTAA2 dengan pabrik MITSUBHISI ini memberikan patokan 50%,75%, dan 100%. Ketika genset digunakan maka beban yang di tanggung geset tidak sama dengan nilai patokan tersebut, maka dari itu kita perlu menghitungnya dengan menggunakan metode interpolasi, yaitu dengan metode yang digunakan untuk mencari nilai di antara 2 nilai tersebut[16].

$$\frac{(X-X_1)}{(X_2-X_1)} = \frac{(Y-Y_1)}{(Y_2-Y_1)} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dengan X= Presentase yang diketahui

X₁= Presentase tertinggi yang mendekati

X₂= Presentase terendah yang mendekati

Y= Nilai SFC yang dicari

Y₁= Nilai SFC tertinggi yang mendekati

Y₂= Nilai SFC terendah Yang mendekati

Untuk Estimasi konsumsi bahan bakar spesifik pada mesin diesel MITSUBHISI S12R-PTAA2 berdasarkan dari data konsumsi bahan bakar spesifik yang dikeluarkan oleh pebrikannya dapat dihitung dengan menggunakan data SFC kemudian beban yang di terima genset dan lama waktu genset beroperasi dengan satuan waktu jam yang dapat dilihat pada persamaan berikut[15].

$$S_{\text{spesifik}} = SFC \times BHP \times T \dots\dots\dots (2.8)$$

Dengan S_{spesifik} = Konsumsi solar (gram)

$BSFC$ = konsumsi bahan bakar spesifik(gram/kWh)

BHP = Beban keluaran (kW)

T = Waktu (jam)

Berat jenis atau massa jenis suatu bahan bakar bergantung pada temperatur dan kandungannya, dan secara umum dapat diambil harga rata-rata dari berat jenis bahan bakar adalah sebagai berikut :

- a. Bensin 0,745 kg/L
- b. Solar 0,832 kg/L

pada umumnya bahan bakar minyak dijual dalam satuan berupa liter namun jika sedang dilakukan suatu perhitungan konsumsi bahan bakar minyak biasanya hasil yang didapat adalah berupa massa jenis dari suatu bahan bakar tersebut. Untuk mengetahui jumlah liter dari massa jenis suatu bahan bakar maka perlu dilakukan perhitungan agar dapat diketahui hasil dari bahan bakar yang di konsumsi oleh suatu mesin tersebut, maka dari itu perlu dilakuka perhitungan untuk merubah satuan massa jenis suatu bahan bakar yang digunakan menjadi satuan liter maka konsumsi bahan bakar spesifik agar lebih mudah diketahui berapa liter bahan bakar yang dikonsumsi maka adalah dapat dihitung dengan persamaan berikut [15]:

$$S_{\text{rata-rata}} = \frac{S_{\text{spesifik}}}{\text{berat jenis BBM}} \dots\dots\dots (2.9)$$

Dengan $S_{\text{rata-rata}}$ = bahan bakar dalam bentuk liter

S_{spesifik} = total berat bahan bakar yang dihitung

Berat jenis BBM= Solar (0,832kg/l)

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penyusunan penelitian ini didasarkan dalam kejadian dilapangan perlunya bahan bakar yang di persiapkan pada tangki bahan bakar genset dan perlunya di lakukan perhitunga estimasi kebutuhan bahan bakar genset ketika digunakan berdasarkan beban dan waktu ketika genset beroperasi. penelitian yang direncanakan dengan mengacu dalam rumusan masalah. Langkahlangkah yang perlu dilakukan untuk menunjang penelitian adalah studi literatur dari meghitung pengaruh konsumsi bahan bakar genset berdasarkan beban dan waktu ketika genset beroperasi, pengambilan kesimpulan, serta model penelitian sesuai Gambar 3.1.

Studi literatur dilakukan dengan mengacu pada peneltian sebelumnya dan dasar teori pendukung yang diperlukan guna menyelesaikan penelitian supaya dapat ditarik hasil atau kesimpulan.



Gambar 3. 1 Model Penelitian

3.2 Alat yang digunakan

Peralatan yang digunakan pada saat pengukuran arus genset dan tegangann adalah sebagai berikut:

- a. Tang Ampere

Fungsi tang ampere

Fungsi tang ampere adalah sebagai berikut:

1. Sebagai alat ukur tegangan listrik

Digunakan untuk mengukur besaran AC 1fasa dan 3fasa. Besaran 1fasa umumnya di angka 220 volt hingga 230volt. Besaran listrik 3fasa umumnya sebesar 380 volt hingga 400 volt. Selain itu bisa juga digunakan untuk mengukur arus listrik DC atau arus searah. Tegangan kecilnya mulai dari 1,5 volt hingga 50 volt DC.

2. Mengukur arus listrik

Mengukur arus listrik tang ampere hanya bisa membaca arus listrik AC. Umumnya tang ampere mampu mengukur besaran arus hingga ribuan ampere tergantung kapasitasnya. Besaran maksimal bisa dilihat di buku manual atau di nameplate tang tersebut.

3. Mengukur hambatan atau ohm

Digunakan untuk mencari titik yang terjadi konsleting pada kabel listrik

Prinsip kerja tang ampere

Prinsip kerja tang ampere yang digunakan adalah induksi magnetik, yang menghasilkan pengukuran arus bolak-balik non-kontak. Arus listrik yang mengalir dalam konduktor menciptakan magnet. Arus bolak-balik adalah variabel, menghasilkan fluktuasi dinamis di lapangan yang sebanding dengan arus. Pengoperasian Tang Ampere (Clamp Meter) mirip dengan transformator. Tidak diperlukan kontak fisik langsung dengan kabel karena Tang Ampere (Clamp Meter) pada dasarnya menggunakan prinsip induksi elektromagnetik untuk menghasilkan pengukuran non-kontak dari arus listrik yang diukur. Arus listrik yang mengalir dalam konduktor menciptakan medan magnet. Kumbaran di klem ampere menangkap fluktuasi magnet kemudian mengubahnya menjadi nilai ampere sehingga dapat dibaca melalui layar klem ampere seperti yang dijelaskan pada gambar 3.2.



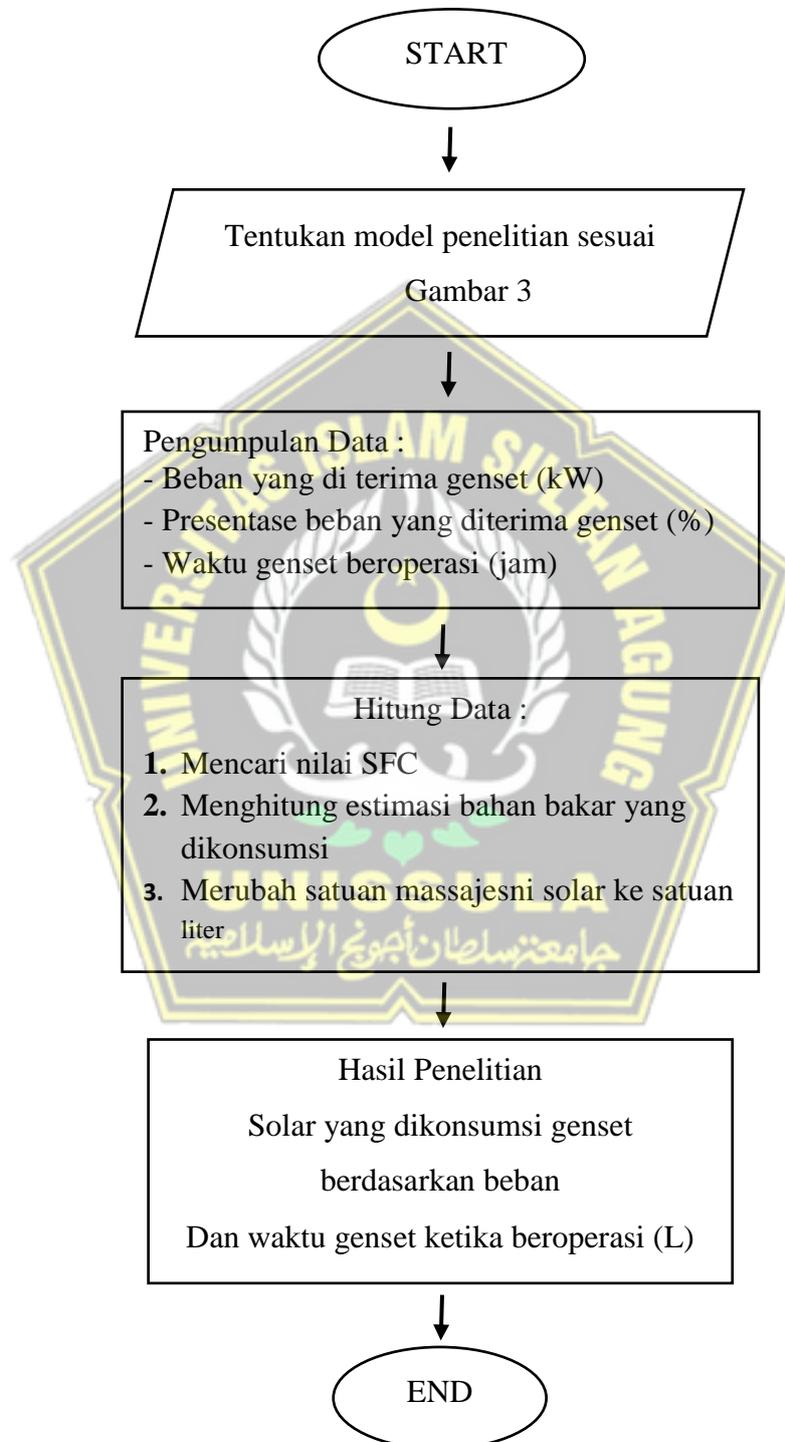
Gambar 3. 2 Tang Ampere

Bagian-bagian dari tang ampere adalah:

1. Clamp head
Untuk mengukur besaran arus listrik yang mengalir pada kabel
2. Trigger
Untuk membuka capitan pada tang ampere
3. Data hold
Tombol yang digunakan untuk menampilkan besaran pengukuran
4. Range swirch
Untuk pengatur jenis pengukuran yang akan digunakan dengan diputar
5. Display
Penunjuk besaran angka suatu tegangan atau arus yang diukur
6. Com terminal
Lubang untuk kabel probe

3.3 Tahap Penelitian

Tahapan Penelitian ini digambarkan dalam diagram alir atau flowcart pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 3 flowcart

Untuk mengetahui pengaruh bahan bakar yang di konsumsi genset ketika beroperasi perlu di ketahui parameter – parameter yang di butuhkan, parameter tersebut di antaraya adalah sebagai berikut:

- a. Mengukur beban yang di terima genset
- b. Mencatat waktu ketika genset beroperasi

Setelah mendapat parameter-parameter data yang dibutuhkan, Langkah selanjutnya adalah menghitung konsumsi bahan bakar yang di konsumsi genset sesuai dengan persamaan (2.1) untuk mengetahui berapa konsumsi bahan bakar genset tersebut ketika beroperasi.

Untuk penelitian ini menggunakan metode primer dengan melakukan pengambilan data langsung di genset 1500 KVA yang berada di RSISA. Kemudian melakukan pengukuran beban dan pencatatan waktu genset ketika beroperasi, kemudian melakukan perhitungan dan dapat analisa melakukan analisa untuk mendapatkan solusi atau penelitian yang dilakukan.

Berikut data yang diperlukan dalam melakukan penelitian ini antara laian adalah :

- e. Daya yang digunakan ketika geset beroperasi.
- f. Waktu genset ketika beroperasi.

Setelah mendapatkan parameter tersebut selanjutnya adalah menghitung konsumsi bahan bakar yang di konsumsi genset selama beroperasi berdasarkan waktu sesuai data yang di dapat dengan menggunakan persamaan 2.1

3.4 Metode

Penelitian ini menggunakan metode skunder yaitu dengan melakukan pengambilan data yang sudah ada di gedung genset RSI Semarang dan wawancara. Kemudian melaksanakan perhitungan untuk mengetahui konsumsi bahan bakar yang di konsumsi genset ketika beroperasi. Berikut adalah data yang menunjang penelitian ini antara lain:

Genset yang di gunakan pada RSISA menggunakan mesin pabrikan MITSUBHISHI yang digunakan sebagai penggerak generator, berikut adalah data spesifikasi data mesin yang digunakan mesin genset 1500 KVA pada RSISA yang dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3. 1 Data Mesin Genset Mitsubishi 1500 kVA

Model Mesin	S12R-PTAA2
Tipe Mesin	Disel 4 Langkah
<i>Cylinder configuration</i>	12/60° V
<i>Bore X stroke (mm)</i>	170 x 180
<i>Total displacement (l)</i>	49.03
<i>Dry weight (kg)</i>	5520
<i>Aspiration</i>	<i>Turbocharged</i>
<i>Combustion system</i>	<i>Direct Injection</i>
<i>Fuel injection system</i>	<i>Pump-Line-Nozzle (2x In-Line Pump)</i>

Spesifikasi genset yang digunakan pada RSISA menggunakan genset dengan kapasitas 1500kva, spesifikasi ini dapat dilihat pada nameplate atau data sheet yang telah di keluarkan pabrikan. spesifikasi konsumis bahan bakar yang digunakan sebagai berikut yang dapat di lihat pada tabel 3.2

Tabel 3. 2 Data Spesifik Konsumsi Bahan Bakar Pada Mitsubishi S12R-PTAA2

Load (%)	g/Kwh
100	211
75	212
50	221

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Pencatatan Aktifitas Genset 1500 kVA

Ketika genset 1500kva pada RSISA beroperasi maka operator akan melakukan pencatatan data berdasarkan waktu kapan genset itu menyala dan kapan genset tersebut padam, kemudian berapa daya yang di keluarkan dan berapa arus yang di alirkan genset tersebut, sampel pencatatan data yang di dapat ketika genset beroperasi dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4. 1 Pencatatan Data Ketika Genset 1500kVA Pada RSISA Beroperasi

No	Tanggal	Jam		Waktu	Daya	%
		Start	Stop	Jam	KW	
1	05 Desember 2020	23.00	00.24	1.4	631	52
2	7 Febuari 2021	09.18	09.30	0.2	809	66,5
3	10 Febuari 2021	11.28	11.45	0.28	729	60
4	26 Febuari 2021	07.50	10.09	2.317	792	65
5	17 Maret 2021	17.57	18.22	0.42	825	68
6	27 Maret 2021	10.47	10.57	0.18	769	64
7	27 April 2021	17.53	18.30	0.617	850	70
8	17 Mei 2021	11.13	11.59	0.77	758	62
9	03 Juli 2021	12.26	14.25	1.983	801	66
10	13 Juli 2021	11.56	13.15	1.483	697	57
11	17 Juli 2021	15.30	16.56	1.43	722	59
12	03 Agustus 2021	09.40	13.06	3.483	668	55
13	06 agustus 2021	08.09	09.16	1.117	857	71
14	09 September 2021	01.29	02.19	2.167	667	55
15	07 Oktober 2021	12.39	13.11	0.53	681	56
16	19 Oktober 2021	10.24	11.44	0.33	692	57
17	28 Oktober 2021	09.09	09.23	1.33	753	61
18	08 November 2021	10.03	10.36	0.55	821	68
19	08 November 2021	14.25	14.51	0.43	706	58
20	19 November 2021	04.57	05.30	0.53	702	57
21	22 November 2021	13.02	14.13	1.18	727	60
22	21 Desember 2021	10.06	10.42	0.6	785	65

4.2 Hasil

Pada bab IV dilakukan perhitungan estimasi konsumsi bahan bakar genset 1500 Kva terhadap perubahan beban berdasarkan data penelitian yang ditunjukkan pada Tabel 3.1 sampai 3.3 maka akan di ambil sampel data sebagai bahan perhitungan sebagai berikut. :

4.2.1 Menghitung konsumsi bahan bakar dalam waktu 10 menit dengan beban 769 kW pada tabel 4.1.

4.2.1.1 Menghitung Data Spesifik Konsumsi Bahan Bakar Genset

Karena presentasi daya yang di konsumsi genset tidak sesuai dengan tabel spesifik, dapat di lihat pada tabel 3.2 maka di butuhkan perhitungan untuk menyesuaikan nilai spesifik konsumsi bahan bakar menggunakan persamaan 2.7 seperti berikut.

$$\frac{(X - X_1)}{(X_2 - X_1)} = \frac{(Y - Y_1)}{(Y_2 - Y_1)}$$

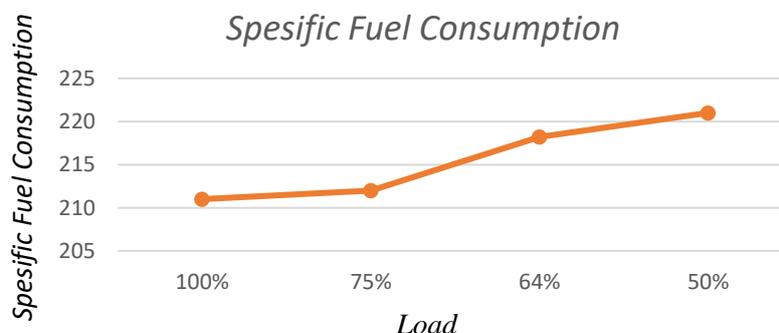
$$\frac{(64 - 75)}{(50 - 75)} = \frac{(Y - 212)}{(221 - 212)}$$

$$\frac{-11}{-25} = \frac{Y - 212}{9}$$

$$99 = Y - 212$$

$$Y = 215,96$$

jadi nilai spesifik konsumsi bahan bakar dengan presentase 64% adalah 215,96 g/kWh^s dapat di lihat pada grafik 4.1 sebagai berikut.



Gambar 4. 1 Grafik Specific Fuel Consumption pembebanan 64%

4.2.1.2 Menghitung Estimasi Bahan Bakar Yang Di Gunakan

Setelah menemukan nilai spesifik bahan bakar berdasarkan presentasinya maka berikutnya lakukan perhitungan estimasi konsumsi bahan bakar menggunakan persamaan 2.8 sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 S_{\text{spesifik}} &= BSFC \times BHP \times T \\
 &= 215,96 \text{ g/kWh} \times 769 \text{ kW} \times (10:60) \\
 &= 215,96 \frac{\text{g}}{\text{kWh}} \times 769 \text{ kW} \times 0,166 \\
 &= 30391,4 \text{ g} \\
 &= 30,3914 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

4.2.1.3 Merubah Satuan Berat Bahan Bakar Menjadi Liter

Setelah menghitung konsumsi bahan bakar genset kemudian menghitung jumlah bahan bakar genset kedalalm liter, mesin genset ini menggunakan solar sebagai bahan bakarnya jadi dapat di hitung menggunakan persamaan 2.9 sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Srata - rata} &= \frac{S_{\text{spesifik}}}{\text{berat jenis solar}} \\
 &= \frac{30,3914 \text{ kg}}{0,832 \text{ kg/l}} \\
 &= 37 \text{ l}
 \end{aligned}$$

Jadi bahan bakar yang di butuhkan genset ketika beroperasi dengan beban sebesar 769 kW dalam waktu selama 10 menit dapat mengkonsumsi bahan bakar sebanyak 37 liter solar.

4.2.2 Menghitung konsumsi bahan bakar dalam waktu 26 menit dengan beban 706 kW pada tabel 4.1

4.2.2.1 Menghitung Data Spesifik Konsumsi Bahan Bakar Genset

Karena presentasi daya yang di konsumsi genset tidak sesuai dengan tabel spesifik, dapat di lihat pada tabel 3.2 maka di butuhkan

perhitungan untuk menyesuaikan nilai spesifik konsumsi bahan bakar menggunakan persamaan 2.7 seperti berikut.

$$\frac{(58 - 75)}{(50 - 75)} = \frac{(Y - 212)}{(221 - 212)}$$

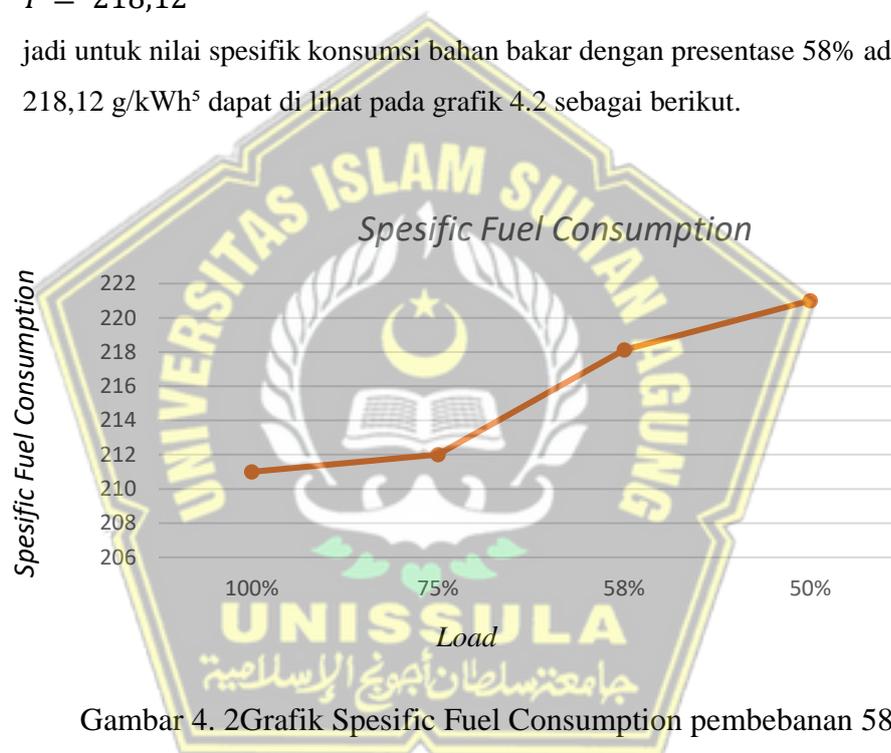
$$\frac{-17}{-25} = \frac{Y - 212}{9}$$

$$153 = Y - 212$$

$$Y = 212 + 153$$

$$Y = 365$$

jadi untuk nilai spesifik konsumsi bahan bakar dengan presentase 58% adalah 218,12 g/kWh⁵ dapat di lihat pada grafik 4.2 sebagai berikut.



Gambar 4. 2Grafik Specific Fuel Consumption pembebanan 58%

4.2.2.2 Menghitung Estimasi Bahan Bakar Yang Di Gunakan

setelah menemukan nilai spesifik bahan bakar berdasarkan presentasinya maka berikutnya lakukan perhitungan estimasi konsumsi bahan bakar menggunakan persamaan 2.8 sebagai berikut

$$\begin{aligned} S_{spesifik} &= BSFC \times BHP \times T \\ &= 218,12g/kWh \times 706kW \times (26:60) \\ &= 218,12g/kWh \times 706kW \times 0,433 \\ &= 66678,8g \\ &= 66,678kg \end{aligned}$$

4.2.2.3 Merubah Berat Bahan Bakar Menjadi Liter

Setelah menghitung konsumsi bahan bakar genset kemudian menghitung jumlah bahan bakar genset kedalakh liter, mesin genset ini menggunakan solar sebagai bahan bakarnya jadi dapat di hitung menggunakan persamaan 2.9 sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Srata - rata} &= \frac{\text{Sspesifik}}{\text{berat jenis solar}} \\ &= \frac{66,678\text{kg}}{0,832\text{kg/l}} \\ &= 80 \text{ liter solar} \end{aligned}$$

Jadi bahan bakar yang di butuhkan genset ketika beroperasi dengan beban sebesar 706 kW dalam waktu selama 26 menit dapat mengkonsumsi bahan bakar sebanyak 80 liter solar

4.2.3 Menghitung konsumsi bahan bakar dalam waktu 26 menit dengan beban 821 kW pada tabel 4.1.

4.2.3.1 Menghitung Data Spesifik Konsumsi Bahan Bakar Genset

Karena presentasi daya yang di konsumsi genset tidak sesuai dengan tabel spesifik, dapat di lihat pada tabel 3.2 maka di butuhkan perhitungan untuk menyesuaikan nilai spesifik konsumsi bahan bakar menggunakan persamaan 2.3 seperti berikut.

$$\begin{aligned} \frac{(X - X_1)}{(X_2 - X_1)} &= \frac{(Y - Y_1)}{(Y_2 - Y_1)} \\ \frac{(68 - 75)}{(50 - 75)} &= \frac{(Y - 212)}{(221 - 212)} \end{aligned}$$

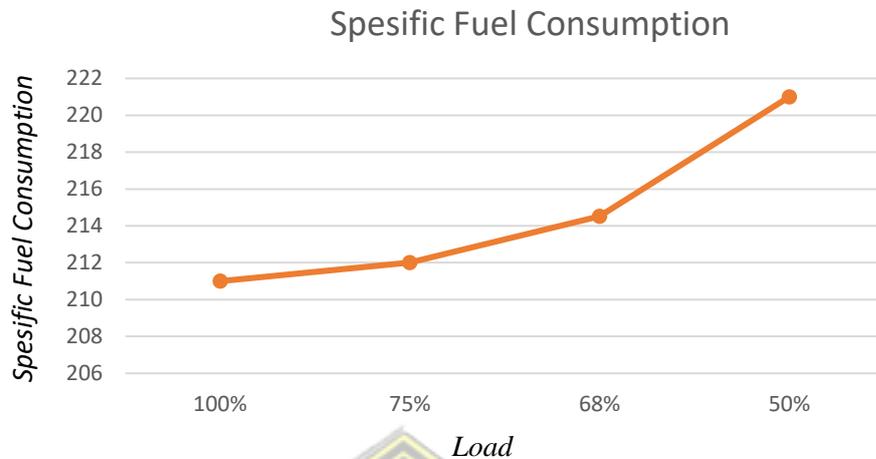
$$\frac{-7}{-25} = \frac{Y-212}{9}$$

$$63 = Y-212 - 5300$$

$$Y-212 = 5363$$

$$Y = 214,52$$

jadi untuk nilai spesifik konsumsi bahan bakar dengan presentase 68% adalah 214,52 g/kWh⁵ dapat di lihat pada grafik 4.3 sebagai berikut.



Gambar 4. 3 Grafik Specific Fuel Consumption pembebanan 68%

4.2.3.2 Menghitung estimasi bahan bakar yang di gunakan genset

setelah menemukan nilai spesifik bahan bakar berdasarkan presentasinya makan berikutnya lakukan perhitungan estimasi konsumsi bahan bakar menggunakan persamaan 2.2 sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 S_{spesifik} &= BSFC \times BHP \times T \\
 &= 214,52g/kWh \times 821kW \times (33:60) \\
 &= 214,52g/kWh \times 821kW \times 0,55 \\
 &= 96866,5g \\
 &= 96,866kg
 \end{aligned}$$

4.2.3.3 Merubah berat bahan bakara menjadi liter

Setelah menghitung konsumsi bahan bakar genset kemudian menghitung jumlah bahan bakar genset kedalakh liter, mesin genset ini menggunakan solar sebagai bahan bakarnya jadi dapat di hitung menggunakan persamaan 2.4 sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Srata - rata} &= \frac{S_{spesifik}}{\text{berat jenis solar}} \\
 &= \frac{96,866kg}{0,832kg/l} \\
 &= 116 \text{ liter solar}
 \end{aligned}$$

Jadi bahan bakar yang di butuhkan genset ketika beroperasi dengan beban sebesar 821 kW dalam waktu selama 33 menit dapat mengkonsumsi bahan bakar sebanyak 116 liter solar.

4.2.4 Menghitung konsumsi bahan bakar dalam waktu 40 menit dengan beban 681 kW pada tabel 4.1.

4.2.4.1 Menghitung Data Spesifik Konsumsi Bahan Bakar Genset

Karena presentasi daya yang di konsumsi genset tidak sesuai dengan tabel spesifik, dapat di lihat pada tabel 3.2 maka di butuhkan perhitungan untuk menyesuaikan nilai spesifik konsumsi bahan bakar menggunakan menggunakan persamaan 2.3 seperti berikut.

$$\frac{(X - X_1)}{(X_2 - X_1)} = \frac{(Y - Y_1)}{(Y_2 - Y_1)}$$

$$\frac{(56 - 75)}{(50 - 75)} = \frac{(Y - 212)}{(221 - 212)}$$

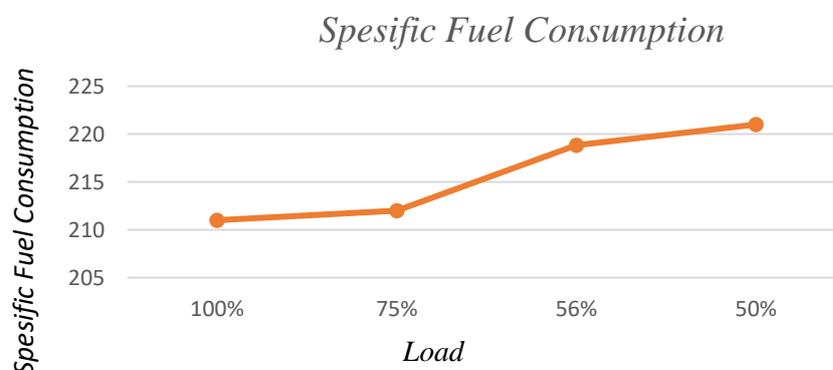
$$\frac{-19}{-25} = \frac{Y - 212}{9}$$

$$171 = Y - 212$$

$$Y = 212 + 171$$

$$Y = 383$$

jadi untuk nilai spesifik konsumsi bahan bakar dengan presentase 56% adalah 219,8 g/kWh⁵ dapat dilihat pada grafik 4.4 sebagai berikut.



Gambar 4. 4 Grafik Specific Fuel Consumption pembebanan 56%

4.2.4.2 Menghitung Estimasi Bahan Bakar Yang Digunakan Genset

setelah menemukan nilai spesifik bahan bakar berdasarkan presentasinya maka berikutnya lakukan perhitungan estimasi konsumsi bahan bakar menggunakan persamaan 2.2 sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 S_{spesifik} &= BSFC \times BHP \times T \\
 &= 218,84g/kWh \times 681kW \times (40:60) \\
 &= 218,84g/kWh \times 681kW \times 0,66 \\
 &= 79433,011g \\
 &= 79,433kg
 \end{aligned}$$

4.2.4.3 Merubah berat bahan bakar menjadi liter

Setelah menghitung konsumsi bahan bakar genset kemudian menghitung jumlah bahan bakar genset kedalam liter, mesin genset ini menggunakan solar sebagai bahan bakarnya jadi dapat di hitung menggunakan persamaan 2.4 sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Srata - rata} &= \frac{\text{Spesifik}}{\text{berat jenis solar}} \\
 &= \frac{79,433kg}{0,832kg/l} \\
 &= 95 \text{ liter solar}
 \end{aligned}$$

Jadi bahan bakar yang di butuhkan genset ketika beroperasi dengan beban sebesar 681 kW dalam waktu selama 40 menit dapat mengkonsumsi bahan bakar sebanyak 95 liter solar

Setelah melakukan perhitungan seperti sampel yang telah di ambil kemudian akan dilakukan perhitungan keseluruhan data aktifitas genset yang di ambil dan mendapatkan hasil perhitungan keseluruhan data seperti tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4. 2 Hasil dari perhitungan keseluruhan data

No	Tanggal	Jam		waktu	Daya	%	SCF	BBM		
		Start	Stop	jam	KW			g	kg	L
1	05 Desember 2020	23.00	00.24	1.4	631	52	220.28	194595.35	194.595	234
2	7 Febuari 2021	09.18	09.30	0.2	809	66,5	215	34787	34.787	42
3	10 Febuari 2021	11.28	11.5	0.28	729	60	217.4	44851.142	44.8511	54
4	26 Febuari 2021	07.50	10.1	2.317	792	65	215.6	395639.8	395.64	476
5	17 Maret 2021	17.57	18.2	0.42	825	68	214.52	73800.243	73.8002	89
6	27 Maret 2021	10.47	10.6	0.18	769	64	215.96	30391.403	30.3914	37
7	27 April 2021	17.53	18.30	0.617	850	70	213.8	112127.41	112.127	135
8	17 Mei 2021	11.13	11.6	0.77	758	62	216.68	125974.72	125.975	151
9	03 Juli 2021	12.26	14.3	1.983	801	66	215.4	342137.7	342.138	411
10	13 Juli 2021	11.56	13.2	1.483	697	57	218.48	225832.07	225.832	271
11	17 Juli 2021	15.30	16.6	1.43	722	59	217.76	225300.16	225.3	271
12	03 Agustus 2021	09.40	13.1	3.483	668	55	219.2	510000.36	510	613
13	06 agustus 2021	08.09	09.16	1.117	857	71	217.4	208110.28	208.11	250
14	09 September 2021	01.29	02.19	2.167	667	55	219.2	316829.27	316.829	381
15	07 Oktober 2021	12.39	13.1	0.53	681	56	218.84	79433.011	79.433	95
16	19 Oktober 2021	10.24	11.4	0.33	692	57	218.48	50345.657	50.3457	61
17	28 Oktober 2021	09.09	09.23	1.33	753	61	217.4	217723.93	217.724	262
18	08 November 2021	10.03	10.36	0.55	821	68	214.52	96866.506	96.8665	116
19	08 November 2021	14.25	14.5	0.43	706	58	218.12	66678.848	66.6788	80
20	19 November 2021	04.57	05.30	0.53	702	57	218.48	81747.788	81.7478	98
21	22 November 2021	13.02	14.1	1.18	727	60	217.4	186972.91	186.973	225
22	21 Desember 2021	10.06	10.4	0.6	785	65	215.6	101547.6	101.548	122
Total konsumsi BBM yang di konsumsi genset									3722	4473

Untuk mengetahui perubahan beban mempengaruhi konsumsi bahan bakar genset maka akan di buat perhitungan dengan menggunakan asumsi waktu yang sama tetapi dengan kondisi beban yang berbeda maka akan mendapatkan hasil pada tabel 4.2 sebagai berikut.

Tabel 4. 3 hasil perhitungan dengan menggunakan asumsi waktu yang sama

No	Tanggal	Jam		waktu jam	Daya KW	%	SCF	BBM		
		Start	Stop					g	kg	L
1	05 Desember 2020	23.00	00.24	1	631	52	220.28	138996.7	138.997	167
2	7 Febuari 2021	09.18	09.30	1	809	66,5	215	173935	173.935	209
3	10 Febuari 2021	11.28	11.5	1	729	60	217.4	158484.6	158.485	190
4	26 Febuari 2021	07.50	10.1	1	792	65	215.6	170755.2	170.755	205
5	17 Maret 2021	17.57	18.2	1	825	68	214.52	176979	176.979	213
6	27 Maret 2021	10.47	10.6	1	769	64	215.96	166073.2	166.073	200
7	27 April 2021	17.53	18.30	1	850	70	213.8	181730	181.73	218
8	17 Mei 2021	11.13	11.6	1	758	62	216.68	164243.4	164.243	197
9	03 Juli 2021	12.26	14.3	1	801	66	215.4	172535.4	172.535	207
10	13 Juli 2021	11.56	13.2	1	697	57	218.48	152280.6	152.281	183
11	17 Juli 2021	15.30	16.6	1	722	59	217.76	157222.7	157.223	189
12	03 Agustus 2021	09.40	13.1	1	668	55	219.2	146425.6	146.426	176
13	06 agustus 2021	08.09	09.16	1	857	71	217.4	186311.8	186.312	224
14	09 September 2021	01.29	02.19	1	667	55	219.2	146206.4	146.206	176
15	07 Oktober 2021	12.39	13.1	1	681	56	218.84	149030	149.03	179
16	19 Oktober 2021	10.24	11.4	1	692	57	218.48	151188.2	151.188	182
17	28 Oktober 2021	09.09	09.23	1	753	61	217.4	163702.2	163.702	197
18	08 November 2021	10.03	10.36	1	821	68	214.52	176120.9	176.121	212
19	08 November 2021	14.25	14.5	1	706	58	218.12	153992.7	153.993	185
20	19 November 2021	04.57	05.30	1	702	57	218.48	153373	153.373	184
21	22 November 2021	13.02	14.1	1	727	60	217.4	158049.8	158.05	190
22	21 Desember 2021	10.06	10.4	1	785	65	215.6	169246	169.246	203
Total konsumsi BBM yang di konsumsi genset									3722	4473

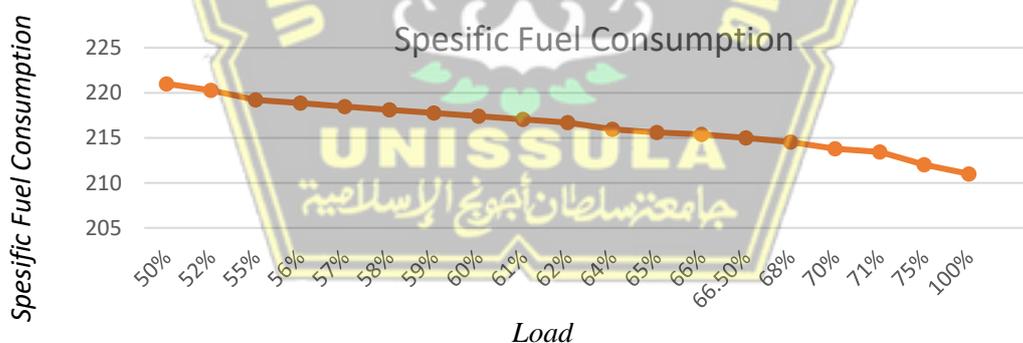
4.3 Pembahasan

Dari data yang di ambil dari genset bahan bakar yang di konsumsi genset dapat di hitung estimasi konsumsinya dengan cara mengetahui nilai spesifik bahan bakarnya terlebih dahulu yang berdasarkan data spesifikasi dari pabrikan genset tersebut atau dapat di hitung menggunakan perhitungan

yang sudah dilakukan tetapi tetap berdasarkan data yang dikeluarkan pabrikan genset tersebut.

Perhitungan dari data yang telah di ambil waktu selama 10 menit pada beban genset sebesar 769 dengan presentase beban sebesar 64%, pada *technical data sheet* pada mesin MITSUBISHI dengan model S12R-PTAA2 hanya terdapat nilai konsumsi bahan bakar spesifik dengan beban 100%, 75%, dan 50% jika terdapat nilai di luar itu maka akan di lakukan perhitungan dengan menggunakan rumus interpolasi dan mendapatkan nilai sebesar 215,96 g/kWh.

Beban yang di terima genset juga mempengaruhi nilai dari SFC yang di gunakan, maka perlunya dilakukan perhitungan nilai SFC itu sendiri menggunakan metode interpolasi atau dapat dilihat pada persamaan 2.3 dari nilai SFC itulah kita dapat menghitung spesifik bahan bakar yang di gunakan genset ketika beroperasi. Berdasarkan hasil perhitungan yang diperoleh dari keseluruhan data yang di dapat seperti pada tabel 3.1 maka didapat gambaran seperti pada grafik 4.5 sebagai berikut



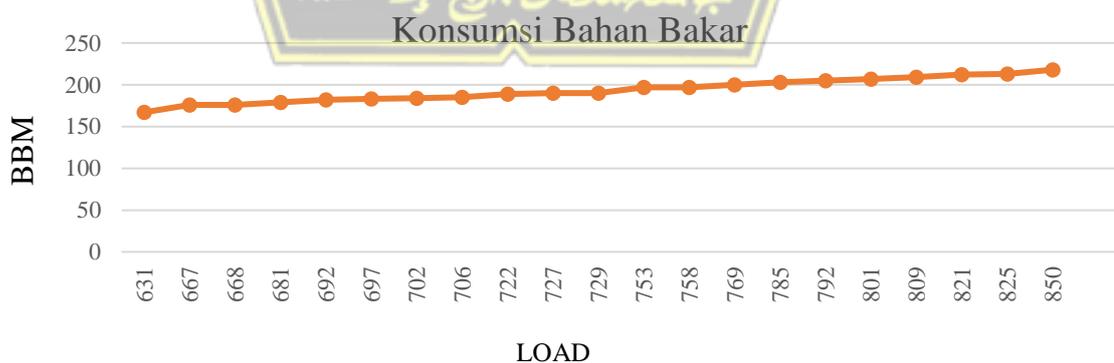
Gambar 4. 5 Grafik total SFC dari keseluruhan data yang diambil

Terlihat pada grafik 4.5 dapat dilihat bahwa nilai SFC semakin turun seiring dengan peningkatan beban yang semakin tinggi, ini menunjukkan semakin besar beban yang diterima mesin, bahan bakar solar yang diperlukan akan semakin banyak. Hal ini dikarenakan dengan bertambahnya beban listrik maka jumlah bahan bakar yang dibutuhkan ruang bakar akan lebih banyak untuk menjaga putaran engine konstan, karena pada saat beban listrik

ditambah maka beban putaran generator bertambah berat dan putaran engine turun.[17]

Setelah mendapatkan nilai SFC kemudian akan dilakukan perhitungan estimasi bahan bakar yang dikonsumsi oleh genset tersebut dengan menggunakan persamaan 2.7 yaitu dengan SFC yang telah diketahui kemudian dikali dengan jumlah beban yang diterima genset kemudian dikali dengan waktu genset beroperasi, hasil perhitungan tersebut akan mendapatkan hasil dari estimasi konsumsi bahan bakar solar yang digunakan genset dalam satuan gram yaitu sebesar 30,3914 gram solar atau sebesar 30,3914kg bahan bakar solar, karena hasil perhitungan berupa jumlah berat solar yang digunakan untuk mengetahui berapa liter estimasi bahan bakar yang dikonsumsi genset maka perlu dilakukan perhitungan akumulasi bahan bakar menjadi satuan liter yaitu dengan menggunakan persamaan 2.4 yaitu dengan cara membagi berat estimasi solar yang dikonsumsi genset dengan nilai masa jenis solar tersebut yaitu sebesar 0,832kg/l dan mendapatkan hasil sebanyak 37 liter solar.

Dari hasil perhitungan pengaruh perubahan beban terhadap konsumsi bahan bakar genset dengan menggunakan asumsi waktu yang sama tetapi dengan kondisi beban yang berbeda seperti pada tabel 4.2 maka akan mendapatkan gambaran grafik seperti pada gambar 4.6 sebagai berikut.



Gambar 4. 6Grafik Pengaruh perubahan beban terhadap bahan bakar

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dan analisa yang telah dilakukan dalam penelitian estimasi konsumsi bahan bakar genset 1500kVA terhadap perubahan beban pada rumah sakit islam Sultan Agung Semarang maka dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai SFC semakin turun seiring dengan peningkatan beban yang semakin tinggi, ini menunjukkan semakin besar beban yang diterima mesin, bahan bakar solar yang diperlukan akan semakin banyak. Hal ini dikarenakan dengan bertambahnya beban listrik maka jumlah bahan bakar yang dibutuhkan ruang bakar akan lebih banyak untuk menjaga putaran engine konstan, karena pada saat beban listrik ditambah maka beban putaran generator bertambah berat dan putaran engine turun
2. Rumus interpolasi digunakan untuk mencari nilai SFC yang tidak tercantum di *technical book* yaitu beban 100% = 211g/Kwh, beban 75% = 212 g/Kwh, 50%=221 g/Kwh, jika terdapat presentase beban diluar itu maka dapat menggunakan rumus ini Untuk menentukan nilai SFC atau menentukan nilai di antara 2 nilai.
3. Dalam perhitungan estimasi konsumsi bahan bakar genset menunjukkan waktu genset beroperasi selama 40 menit, beban sebesar 681 kW maka estimasi bahan bakar yang di konsumsi genset adalah sebanyak 119,939 liter solar, hal ini menunjukkan semakin lama waktu genset beroperasi dan semakin besar beban yang di terima genset maka bahan bakar yang dikonsumsi genset juga semakin besar.
4. Total konsumsi bahan bakar yang dikonsumsi genset 1500 KVA pada Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang selama pengambilan data yaitu pada 5 Desember 2020 hingga 21 Desember 2021 mengkonsumsi solar kurang lebih sebanyak 3745 kilo gram solar atau dalam satuan liter sebesar 4501 liter solar.

5.2 Saran

1. Sebaiknya para operator melakukan pencatatan aktifitas genset setiap jamnya ketika genset beroperasi lebih dari 1 jam
2. Sebaiknya di buat tim khusus untuk operator genset.
3. Pencatan aktifitas genset untuk lebih di benahi agar dapat mempermudah monitoring kondisi genset.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ir. DJITENG MARSUDI, *PEMBANGKITAN ENERGI LISTRIK*. Jakarta: ERLANGGA, 2005.
- [2] Ferdi Hardiansyah dan Badaruddin, "Perhitungan Optimasi Bahan Bakar Solar Pada Pemakaian Generator Set di BTS," pp. 61–79, 2015.
- [3] T. U. Zulfikar Subagio, Unggul Wibawa, "ANALISIS KONSUMSI BAHAN BAKAR GENERATOR SET BIOGAS PADA BALAI BESAR PELATIHAN PETERNAKAN BATU," *Mhs. TEUB*, vol. 05, no. ANALISIS KONSUMSI BAHAN BAKAR GENERATOR SET BIOGAS PADA BALAI BESAR PELATIHAN PETERNAKAN BATU, 2017.
- [4] M. Faiz Hardiansyah, Jatsika Firdha, Aulia Medista Navitri, Doni Alfianto, "SUBSTITUSI KONSUMSI BENSIN DAN LPG BAHAN BAKAR GENSET 5 kW DENGAN GAS HASIL GASIFIKASI KAYU GAMAL DAN KAYU KALIANDRA," *Univ. Sebel. MARET SURAKARTA*, vol. 01, pp. 1–7, 2016.
- [5] 2010. Mohamad Tresna Wikarsa, FT UI, "Studi Analisis," *Skripsi*, vol. 14, no. 1, pp. 3–26, 2010.
- [6] D. A. F. P. Didik Aribowo, Desmira, "SISTEM PERAWATAN MESIN GENSET DI PT (PERSERO) PELABUHAN INDONESIA II," *Univ. Sultan Ageng Tirtayasa*, vol. 3, no. 1, pp. 1580–594, 2020.
- [7] A. Rosman, Ridayana, E. Yuliani, and Vovi, "Karakteristik arus dan tegangan pada rangkaian seri dan rangkaian paralel dengan menggunakan resistor," *J. Ilm. d'Computare*, vol. 9, pp. 40–43, 2019.
- [8] S. Hutagalung and M. Panjaitan, "Pembelajaran Fisika Dasar dan Elektronika Dasar Menggunakan Aplikasi Matlab Metode Simulink," *J. IAFUNIMED*, vol. 4, no. 2, pp. 2–5, 2018.
- [9] N. Setiaji, Sumpena, and A. Sugiharto, "Analisis Konsumsi Daya Dan Distribusi Tenaga Listrik," *J. Teknologi Ind.*, vol. 11, no. 1, 2022.
- [10] S. Darma, Yusmartono, and Akhiruddin, "Studi sistem peneraan kwh meter," *J. Electr. Technol.*, vol. 4, no. 3, pp. 158–165, 2019.
- [11] D. R. Anom Prabowo, "Studi Keandalan Penggunaan Cubicle 20 kV

Double Incoming Dengan Perencanaan Setting ATS Untuk Optimalisasi Pembebanan Pelanggan Diatas 1 MVA Pada PLN APJ Surakarta,” 2016.

- [12] A. T. Wicaksono, “Unjuk Kerja Sistem Kontrol Sinkron Genset,” *J. EEICT (Electric, Electron. Instrumentation, Control. Telecommun.*, vol. 3, no. 1, pp. 15–25, 2020, doi: 10.31602/eeict.v3i1.4564.
- [13] I. Maryanto and M. I. Sikki, “Sistem Automatic Transfer Switch (ATS) Automatic Main Failure (AMF) Menggunakan SMS,” *JREC (Journal Electr. Electron.*, vol. 6, no. 1, pp. 19–32, 2018.
- [14] R. Auliana *et al.*, “Bahan Bakar Solar,” *Bahan Bakar Sol.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013.
- [15] J. C. Teruna, “Kajian Penghematan Energi Listrik Untuk Mereduksi Konsumsi Bahan Bakar Spesifik(Sfc) Generator Set Cadangan Pada Gedung Politeknik Muara Teweh,” *Elektr. Borneo*, vol. 7, no. 2, pp. 21–34, 2021, doi: 10.35334/jeb.v7i2.220.
- [16] Imam Purwadi, *Aplikasi Geostatistik*. Imam Purwadi, 2021.
- [17] A. Rizkal and B. Sudarmanta, “Karakterisasi Unjuk Kerja Diesel Engine Generator Set Sistem Dual Fuel Solar-Syngas Hasil Gasifikasi Briket Municipal Solid Waste (MSW) Secara Langsung,” *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, 2017, doi: 10.12962/j23373539.v5i2.20017.

