

JURNAL ELEKTRO

Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Sensor Jarak Berbasis Mikrokontroler Pada Tempat Sampah, Oleh: Teten Dian Hakim, Yosua Pratama Munthe

Analisa Perhitungan Kebutuhan Genset Stamford 670 KVA Pada Apartemen Mustika Golf Residence Cikarang Jawa Barat, Oleh: Nurhabibah Naibaho, Mohammad Yoverly

Rancang Bangun Akses Pintu Dengan Sensor Suhu Dan Handsanitizer Otomatis Berbasis Arduino, Oleh: Slamet Purwo Santoso, Fajar Wijayanto

Analisis Efisiensi Daya Motor Induksi 3 Fasa Dengan Menggunakan Soft Starter Pada Reciprocating Compressor, oleh: Ujang Wiharja, Septo Wisnu Groho

Rancang Bangun Incubator Penetas Telur Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Dilengkapi Sensor DHT 22, Oleh: Abdul Kodir Al bahar, Mujammil Haq

Analisis Pendeteksian Dini Arus Bocor Kabel Power 20 KV Pada Transformator 1 150/20 Kv Di GIS Gandaria, Oleh: Bayu Kusumo, Arif Rahman Hakim

Analisa Sisa Umur Pemakaian Transformator Tipe Rectifier Kapasitas 20 KV Berdasarkan Perhitungan Pembebanan Di Chemical Plant – Karawang, Oleh: Tri Ongko Priyono, Valentina

Rancang Bangun Sistem Penerangan Jalan Umum Dengan Solar Cell 50 WP Dan Solar Tracking, Oleh: Sri Hartanto, Guntoro

Analisis Konsumsi Daya Pemasangan Kapasitor Bank Pada Sistem Jaringan Listrik Tegangan Rendah Di Hotel The 101 Cengkareng, Oleh: Lukman Aditya, Alhaqam Rizky Ilmianta

Penerbit

UNIVERSITAS KRISNADWIPAYANA

(Dikelola oleh FT Prodi Teknik Elektro)

ANALISA PERHITUNGAN KEBUTUHAN GENSET STAMFORD 670 KVA PADA APARTEMEN MUSTIKA GOLF RESIDENCE CIKARANG JAWA BARAT

Nurhabibah Naibaholo, Mohammad Yoverly

Abstrak - Untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik, Apartemen Mustika Golf Residence menggunakan energi listrik yang berasal dari PLN. Akan tetapi suplai energi listrik dari PLN tidak mampu secara terus-menerus menyediakan energi listrik tanpa adanya gangguan. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka perlu adanya sistem back-up energi listrik berupa generator set (Genset) agar energi listrik untuk kebutuhan gedung tetap terjaga. Genset bekerja secara otomatis, sehingga pada saat energi listrik PLN padam maka genset akan langsung bekerja. Begitupun sebaliknya, apabila energi listrik PLN normal kembali, maka genset akan berhenti bekerja. Dari perhitungan didapat total beban terpasang di Apartemen Mustika Golf Residence sebesar 1.645 kW. Untuk pemakaian beban puncak tertinggi yang terjadi pada bulan April 2021 sebesar 549,612 kW atau 578,538 kVA. Untuk kapasitas daya genset setelah dilakukan perhitungan yaitu sebesar 678,562 kW. Adapun genset yang digunakan dengan kapasitas daya 536 kW. Efisiensi generator ketika genset bekerja selama 1 jam pada Apartemen Mustika Golf Residence masih terbilang rendah yaitu sebesar 33,11%. Hal tersebut dikarenakan, ketika generator bekerja pembebanan pada generator juga rendah yaitu 17,26% dari total beban gedung 1.645 kW. Laju penggunaan bahan bakar dari perhitungan dapat kita lihat bahwasanya konsumsi bahan bakar genset selama satu jam dengan daya *output* 142 kW dengan menghabiskan bahan bakar solar sebanyak 62,76 liter/jam. Rating pengaman ACB setelah melakukan perhitungan, didapat arus pengaman genset per unit sebesar **1.028,4 A** dan kemampuan pengaman 2 unit genset paralel sebesar **2.056,4 A**. Dapat dikatakan pengaman sudah mampu bekerja dengan baik. Penghantar yang dipilih untuk outgoing masing-masing genset dengan KHA 2 x 590 A telah memenuhi syarat kemampuan hantar arus minimal **788,44 A** dan penghantar untuk dua unit genset sinkron menuju ke busbar panel PUTR dengan KHA 4 x 481 A telah memenuhi syarat kemampuan hantar arus minimal 1.576,8 A.

Kata Kunci : *Distribusi energi listrik, sistem back-up genset, generator.*

Abstract - *To meet the needs of electricity, Mustika Golf Residence Apartment uses electrical energy from PLN. However, the supply of electrical energy from PLN is not able to continuously provide electrical energy without any disturbance. To anticipate this, it is necessary to have a back-up system for electrical energy in the form of a generator set (Genset) so that electrical energy for building needs is maintained. The generator works automatically, so that when the PLN electricity goes out, the generator will work immediately. And vice versa, if PLN's electrical energy returns to normal, the generator will stop working. From the calculation, the total load installed at Apartement Mustika Golf Residence is 1,645 kW. For the highest peak load usage that occurred in April 2021, it was 549,612 kW or 578,538 kVA. The power capacity of the generator after the calculation is done is 678,562 kW. The generator used with a power capacity of 536 kW. The efficiency of the generator when the generator works for 1 hour at the Mustika Golf Residence Apartment is still relatively low at 33.11%. This is because, when the generator is working, the load on the generator is also low, namely 17.26% of the total building load of 1,645 kW. The rate of*

fuel use from the calculation can be seen that the generator fuel consumption for one hour with an output power of 142 kW by spending diesel fuel as much as 62.76 liters / hour. The ACB safety rating after doing the calculations, the generator safety current per unit is 1,028.4 A and the safety capability of 2 parallel generator units is 2,056.4 A. It can be said that the safety has been able to work well. The conductor selected for outgoing each genset with KHA 2 x 590 A has met the minimum current carrying capacity requirements of 788.44 A and the conductor for two synchronous generator units to the PUTR panel busbar with KHA 4 x 481 A has met the requirements for current-carrying capability a minimum of 1,576.8 A.

Keywords: Distribution of electrical energy, generator back-up system, generator.

1. PENDAHULUAN

Suplai daya listrik dari PLN sangat berpengaruh terhadap penyediaan energi listrik bagi masyarakat. Energi listrik dari PLN, tidak selalu continue dalam penyalurannya suatu saat pasti terjadi pemadaman dari PLN. Oleh karena itu untuk pensuplyan cadangan listrik sebagai *back-up* suplai cadangan utama yaitu genset harus sangat diperhatikan.

Apartemen Mustika Golf Residence merupakan Serviced Apartemen yang memiliki 16 lantai, dengan menargetkan ekspatriat yang bekerja di kawasan industri di sekitar lokasi Apartemen. Apartemen Mustika Golf Residence memiliki cadangan daya, sehingga suplai daya listrik tidak tergantung pada PLN. Apartemen Mustika Golf Residence memerlukan energi listrik yang utama untuk penerangan ruangan-ruangan tertentu, seperti unit apartemen, ruang kantor, ruang data, corridor, parkir, restoran, retail dan ruang utility. Ruangan-ruangan ini penting untuk kegiatan yang terus berlangsung yang memerlukan sumber daya listrik 24 jam.

Berdasarkan pada hal di atas, agar ruangan-ruangan tersebut tetap harus mendapat suplai energi listrik maka dari itu diperlukan adanya analisa genset sebagai *back-up* suplai cadangan utama. Analisa yang dilakukan yaitu dengan menganalisa kembali sistem *back-up* serta efisiensi genset yang digunakan, dengan dilakukan hal tersebut diharapkan

terjadinya faktor keandalan pada sistem *back-up* dengan energi listrik yang terus ada. Analisa perhitungan kembali sistem ketersediaan energi listrik ini tentunya dengan memenuhi standar dan spesifikasi menurut Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL).

2. TEORI DASAR

2.1 Generator set (Genset)

Generator adalah mesin yang dapat mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga listrik melalui proses induksi *elektromagnetik*. Generator memperoleh energi mekanis dari *prime mover*. Generator arus bolak-balik (AC) dikenal dengan sebutan *alternator*.

Sedangkan genset merupakan bagian dari generator. Genset merupakan suatu alat yang dapat mengubah energy mekanik menjadi energy listrik. Generator terpasang satu poros dengan motor diesel, yang biasanya menggunakan generator sinkron (*alternator*) pada pembangkitan.

Generator Set Stamford 670 kVA



Gambar II.1 Generator Set Stamford dengan daya 670 kVA.

Genset ini terhubung dan dikontrol dengan Panel Kontrol Genset (PKG). PKG terhubung dengan unit Panel Utama Tegangan Rendah (LVMDP). PKG akan menghidupkan Genset dan mensuplai tegangan ke LVMDP bilamana terjadi gangguan pada sumber PLN.

2.2 Cara Kerja Generator

Prinsip kerja dari generator sesuai dengan hukum Lens, yaitu arus listrik yang diberikan pada stator akan menimbulkan momen *elektromagnetik* yang bersifat melawan putaran rotor sehingga menimbulkan *electromotive force* (EMF) atau GGL pada kumparan rotor. Tegangan EMF ini akan menghasilkan suatu arus jangkar, jadi diesel sebagai prime mover akan memutar rotor generator, kemudian rotor diberi eksitasi agar menimbulkan medan magnet yang berpotongan dengan konduktor pada stator dan menghasilkan tegangan pada stator.

2.3 Sinkronisasi Generator Set

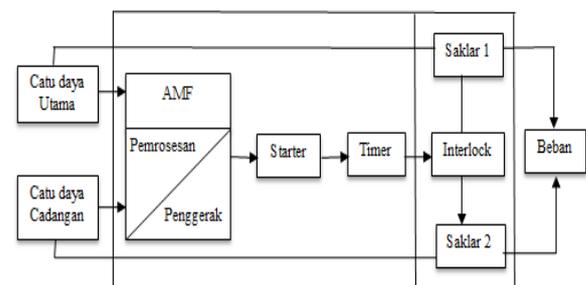
Proses memasukkan satu generator untuk kerja paralel dengan generator AC yang lain disebut *sinkronisasi*. Umumnya generator *sinkron* yang bekerja untuk suatu sistem tenaga bekerja paralel dengan banyak generator yang lain atau dengan sistem tegangan dari PLN. Generator dihubungkan dengan sistem yang hidup atau dengan tegangan dan frekuensi yang konstan.

Sistem generator yang dihubungkan sudah mempunyai banyak generator dan beban yang terpasang, sehingga berapapun daya yang diberikan oleh generator yang baru masuk tidak mempengaruhi tegangan

dan frekuensi dari sistem. Hal ini generator dikatakan terhubung dalam sistem yang kuat sekali. Mesin sinkron dalam keadaan diam tidak boleh dihubungkan pada jala-jala (sistem) karena pada saat diam EMF yang terinduksi pada stator adalah nol, maka bila dihubungkan ke sistem akan terjadi hubung singkat.

2.4 ATS (Automatic Transfer Switch) dan AMF (Automatic Main Failure)

ATS adalah singkatan dari *Automatic Transfer Switch*, yaitu proses pemindahan penyulang dari penyulang/sumber listrik yang satu ke sumber listrik yang lain secara bergantian sesuai perintah pemrograman, ATS adalah pengembangan dari COS atau yang biasa disebut secara jelas sebagai (*Change Over Switch*), beda keduanya adalah terletak pada sistem kerjanya, untuk ATS kendali kerja dilakukan secara otomatis, sedangkan COS dikendalikan atau dioperasikan secara manual.



Gambar II.3 Blok Diagram Proses Kerja ATS dan AMF. [5].

2.5 Efisiensi Generator

Efisiensi generator merupakan perbandingan antara daya output generator yang berbanding lurus dengan daya input mekanis generator. Dimana persamaan efisiensi generator yaitu :

$$\text{Efisiensi } (\eta) = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

η = Efisiensi generator

P_{out} = Daya output generator untuk beban (Watt)

P_{in} = Daya mekanik output generator (Watt)

2.6 Konsumsi Bahan Bakar

Untuk mengetahui nilai konsumsi solar yang digunakan genset kita dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q = k \times P \times t \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

$k = 0,21$ (faktor ketetapan konsumsi solar per kilowatt per jam)

$P =$ Daya Genset (kVA)

$t =$ Waktu (Jam)

$Q =$ Laju konsumsi bahan bakar (liter/jam).

2.7 Pengaman Genset

Pengaman genset digunakan untuk melindungi genset agar tidak rusak apabila pada sistem terjadi gangguan. Pengaman akan memutus aliran listrik antara genset dan sistem yang mengalami gangguan. Beberapa pengaman yang digunakan pada sistem keistrian genset diantaranya yaitu:

- a. Fuse Sekering

Sekring sering disebut juga dengan pengaman lebur atau *fuse* yang berfungsi sebagai pengaman peralatan instalasi listrik dari gangguan hubung singkat.

- b. MCB (Miniature Circuit Breaker)

MCB sering disebut sebagai pengaman otomatis. Alat ini berkerja memutuskan sirkit secara otomatis apabila arus yang melewatinya melebihi *setting* dari MCB yang digunakan. MCCB (Moulded Case Circuit Breaker)

- c. ACB (Air Circuit Breaker)

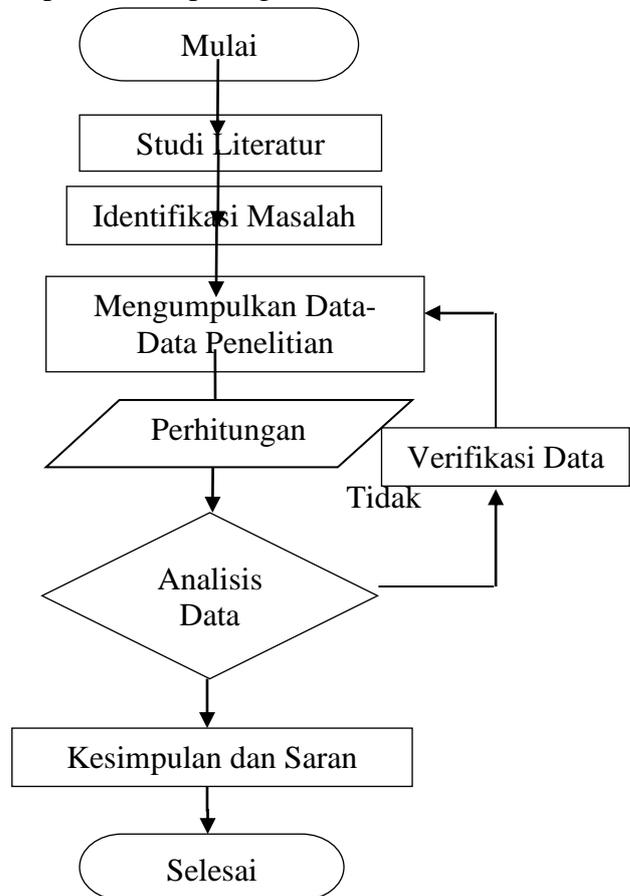
ACB yaitu alat yang berfungsi sebagai pemutus rangkaian listrik dengan memanfaatkan udara untuk meredam busur api saat bekerja.

Untuk menentukan rating pengaman keluaran genset menurut PUIL 2000 pasal 5.6.1.2.3 yang berisi “generator yang bekerja pada 65 V atau kurang dan dijalankan oleh motor tersendiri, dapat dianggap telah diproteksi oleh gawai proteksi arus lebih yang mengamankan motor, bila gawai proteksi ini bekerja kalau generator mambangkitkan tidak lebih dari 150% dari arus pengenal pada baban penuhnya”.

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian

Diagram alir analisis tugas akhir ini dapat di lihat pada gambar III.1



Gambar III.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

3.2.1 Waktu Penelitian

Dalam Pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan dengan jangka waktu 1 (satu) bulan terhitung dari Tanggal : 1 April – 30 April 2021.

3.2.2 Lokasi Penelitian

Tempat penelitian tugas akhir dilakukan di Apartement Mustika Golf Residence yang berlokasi di Jln. Arifin C Noor Kav A. 3A Movieland, Jababeka 2, Cikarang, Jawa Barat.

3.3 Teknik Pengambilan Data

3.3.1 Studi Kasus

Studi Kasus merupakan salah satu metode untuk menyelidiki atau mempelajari suatu objek. Studi kasus

yang digunakan dalam menyelesaikan tugas akhir ini antara lain:

- a. Studi Literatur
- b. Studi Bimbingan
- c. Mengumpulkan data yang dibutuhkan untuk menyusun tugas akhir ini.

3.4 Survei Data

Survei data dilakukan dengan melakukan observasi secara langsung di lapangan, serta melakukan interview atau wawancara dengan pihak teknisi sistem tenaga listrik di Apartemen Mustika Golf Residence. Adapun bahan data yang diperoleh meliputi:

- a. Data Spesifikasi *Generator set* (Genset) yang digunakan.
- b. Data Spesifikasi Transformator.
- c. Data beban harian bulan April 2021 dari panel PUTR, meliputi arus yang terukur ketika waktu beban puncak (WBP) dan luar waktu beban puncak (LWBP).
- d. Data beban yang dikeluarkan genset ketika genset bekerja.

BAB 4 HASIL PENGUKURAN DAN ANALISA

Apartemen Mustika Golf Residence yang dibangun pada tahun 2016 ini mempunyai beban total sebesar 1730 kVA yang disuplai dari PLN tegangan menengah 20 kV dan diturunkan oleh transformator step-down berkapasitas 2500 kVA. Apabila sistem utama PLN gagal, sumber listrik cadangannya akan diambil alih oleh dua unit genset utama dengan kapasitas masing-masing 670 kVA.

4.1 Analisis Data

4.1.1 Menentukan Kapasitas Daya Genset

Dari tabel IV.1, beban maksimum harian tertinggi pada bulan april di Apartemen Mustika Golf Residence terjadi pada hari kamis tanggal 15 April 2021,

dimana arus maksimum yang tercatat adalah sebesar 879 A, maka besarnya daya dapat dihitung melalui persamaan daya yaitu :

$$\begin{aligned}
 P &= \sqrt{3} \times I \times V \times \cos\phi \\
 &= \sqrt{3} \times 879 \times 380 \times 0,95 \\
 &= 549,612 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Total beban tertinggi di bulan April yaitu sebesar 549,612 kW. Sedangkan total beban yang terpasang pada seluruh gedung sebesar 2.631 A, dimana dayanya dapat dihitung :

$$\begin{aligned}
 P &= \sqrt{3} \times I \times V \times \cos\phi \\
 &= \sqrt{3} \times 2.631 \times 380 \times 0,95 \\
 &= 1.645 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

agar daya genset yang digunakan mencapai 100%, terlebih dahulu mencari *demand factor* (DF) yang dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Demand Factor} &= \frac{\text{Total Beban puncak}}{\text{Total Beban yang terpasang}} \\
 &= \frac{549,612 \text{ kW}}{1.645 \text{ kW}} = 0,33 = 33\%
 \end{aligned}$$

Besar faktor kebutuhan (*demand factor*) yang didapatkan adalah sebesar 0,33 atau 33%. Setelah menghitung dan mendapatkan nilai faktor kebutuhan, selanjutnya yaitu mencari nilai kapasitas daya yang harus digunakan genset, sesuai dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas Daya} &= \text{Total Beban Terpasang} \\
 &\times \text{Demand Factor} \times \text{faktor} \\
 &\text{keamanan trafo (\%)} \\
 &= 1.645 \times 0,33 \times 125\% \\
 &= 678.562 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan, maka kebutuhan daya genset yang digunakan sebesar 678.562 kW.

4.1.2 Menentukan Rating Kinerja Genset

Pemilihan genset di gedung Apartemen Mustika Golf Residence adalah *standby* unit genset dengan kapasitas daya 670 kVA/536 kW. Untuk menghindari kerja genset yang berat, maka diasumsikan daya total yang akan disuplai adalah 0,8

atau 80% dari daya total genset. Besar rating genset adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Rating kinerja genset (S)} &= \text{Kapasitas daya} \\ &\times 2 \text{ unit} \times 0,8 \\ &= 670 \text{ kVA} \times 2 \text{ unit} \times 0,8 = 1072 \text{ kVA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rating kinerja genset (P)} &= \text{Kapasitas daya} \times \\ &2 \text{ unit} \times 0,8 \\ &= 536 \text{ kW} \times 2 \text{ unit} \times 0,8 \\ &= 857,6 \text{ kW} \end{aligned}$$

Besar rating kinerja daya genset sinkron setelah dilakukan perhitungan adalah sebesar 1072 kVA/857,6kW, maka rating kinerja daya genset per-unit adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Rating kinerja genset (S)} &= \frac{\text{Rating Genset Sinkron}}{\text{Jumlah Genset Yang disinkron}} \\ &= \frac{1072 \text{ kVA}}{2 \text{ Unit}} \\ &= 536 \text{ kVA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rating kinerja genset (P)} &= \frac{\text{Rating Genset Sinkron}}{\text{Jumlah Genset Yang disinkron}} \\ &= \frac{857,6 \text{ kW}}{2 \text{ Unit}} \\ &= 428,8 \text{ kW} \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan, besar rating kinerja genset per unit adalah 536 kVA/428,8 kW. Karena genset yang digunakan sebanyak 2 unit, maka besar rating genset sinkron yaitu 1072 kVA/857,6 kW. Adapun daya terpasang di Apartemen Mustika Golf Residence sebesar 1730 kVA/1.645 kW maka berdasarkan perhitungan beban gedung dan rating kinerja genset sinkron tersebut maka kapasitas genset yang digunakan di Apartemen Mustika Golf Residence sudah memenuhi kebutuhan beban yang ada. Namun bedasarkan tabel data *control ampere* meter PUTR, daya yang terpasang pada Apartemen Mustika Golf Residence tidak 100% digunakan secara keseluruhan. Kita ambil studi kasus dari tabel IV.1 tercatat bahwa arus yang tercatat pada panel PUTR tertinggi terjadi pada hari kamis 15 April 2021 yaitu sebesar 879 A.

Dari arus 879 A, maka dayanya yaitu sebesar :

$$P(kW) = \sqrt{3} \times I \times V \times \cos\phi$$

$$\begin{aligned} &= \sqrt{3} \times 879 \times 380 \times 0,95 \\ &= 549,612 \text{ kW} \\ S(KVA) &= \frac{P}{PF} = \frac{549,612}{0,95} \\ &= 578,538 \text{ kVA} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, didapat beban yang tertinggi yang terjadi pada bulan april 2021 yaitu sebesar 578,538 kVA/549,612 kW. Sedangkan kapasitas genset sinkron yang ada dapat mensuplai daya sebesar 1072 kVA/857,6 kW. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas genset yang ada sudah dapat mensuplai kebutuhan beban gedung sehari-hari apabila terjadi pemadaman listrik PLN.

4.1.3 Analisa Efisiensi Genset

Dari tabel menunjukkan bahwa perubahan daya yang dihasilkan beban dalam waktu tertentu yaitu saat genset bekerja selama 1 jam, mencapai 142 kW. Saat kedua genset bekerja selama 1 jam, daya bertambah besar, yaitu mencapai 284 kW. Dari data diatas maka dapat dihitung nilai efisiensi yang dihasilkan :

Efisiensi generator sinkron dengan daya 284 kW selama 1 jam adalah :

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{P_{\text{output}}}{P_{\text{input}}} \times 100\% \\ \eta &= \frac{284 \text{ kW}}{857,6 \text{ kW}} \times 100\% \\ &= 33,11\% \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas didapat efisiensi total daya yaitu sebesar 33,11% atau 0,3311. Nilai efisiensi ini terbilang cukup rendah. Hal ini disebabkan karena beban yang di suplai genset selama 1 jam hanya sebesar 284 kW atau 17.26% dari total beban gedung yaitu 1.645 kW.

4.1.4 Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar

Dapat dihitung pemakaian bahan bakar selamagenset berkerja menggunakan persamaan berikut :

$$\text{a. Genset}_1 = 142 \text{ kW}$$

$$S = \frac{P}{\text{Cos } \phi} = \frac{142 \text{ kW}}{0,95} = 149,47 \text{ kVA}$$

$$b. \text{Genset}_2 = 142 \text{ kW}$$

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{142 \text{ kW}}{0,95} = 149,47 \text{ kVA}$$

Beban ketika kedua genset tersebut posisi paralel yaitu sebesar :

$$P = P \text{ Genset}_1 + P \text{ Genset}_2$$

$$= 142 + 142 = 284 \text{ kW}$$

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{284 \text{ kW}}{0,95} = 298,94 \text{ kVA}$$

Sehingga konsumsi bahan bakar per genset selama satu jam dapat dihitung :

$$a. \text{Genset}_1 = 142 \text{ kW}$$

$$Q = k \times P \times t$$

$$= 0,21 \times 149,47 \text{ kVA} \times 1$$

$$= 31,38 \text{ liter/jam}$$

$$b. \text{Genset}_2 = 142 \text{ kW}$$

$$Q = k \times P \times t$$

$$= 0,21 \times 149,47 \text{ kVA} \times 1$$

$$= 31,38 \text{ liter/jam}$$

Kebutuhan bahan bakar untuk pemakaian secara paralel selama 1 jam dua unit genset :

$$Q = Q_1 + Q_2 = 31,38 + 31,38$$

$$= 62,76 \text{ liter/jam}$$

Dari perhitungan diatas dapat kita lihat bahwasanya konsumsi bahan bakar genset selama satu jam dengan daya output 142 kW dengan menghabiskan bahan bakar solar sebanyak 62,76 liter/jam.

4.1.5 Menentukan Rating Pengaman Keluaran Genset

Perancangan arus lebih genset yang digunakan adalah 150% sebagai faktor pengali dari arus nominal (In) genset, yang berdasarkan acuan PUIL 2000 pasal 5.6.1.2.3. Pengaman yang digunakan adalah ACB, karena ACB memiliki rating arus yang relatif besar dan dapat di setting sesuai dengan kebutuhan. ACB digunakan sebagai pengaman dari arus hubung singkat dan arus beban lebih. Adapun perhitungan rating pengaman *Incoming* dan *Outgoing Cubicle* genset yang digunakan sebagai berikut :

$$In \text{ Genset} = \frac{P}{\sqrt{3} \times VL - L \times \cos \varphi}$$

$$= \frac{536}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,95} = 0,857 \text{ kA} = 857 \text{ A}$$

Karena faktor aman genset sebesar 80% maka :

$$\text{Faktor Aman} = In \text{ genset} \times 80\%$$

$$= 857 \times 80\% = 685.6 \text{ A}$$

Maka pengaman yang digunakan yaitu:

$$ACB = 150\% \times 685,6 \text{ A} = 1.028,4 \text{ A}$$

Setelah rating pengaman *incoming* genset setiap unit didapat, langkah selanjutnya yaitu menentukan rating pengaman *outgoing* 2 unit genset sinkron atau paralel.

$$ACB \text{ paralel genset} = 2 \times 1.028,4$$

$$= 2.056,4 \text{ A}$$

Setelah melakukan perhitungan, didapat arus pengaman genset per unit sebesar 1.028,4 A dan kemampuan pengaman 2 unit genset paralel sebesar 2.056,4 A. *Incoming cubicle* pengaman genset per unit menggunakan ACB dengan rating sebesar 1000 A dan untuk *outgoing cubicle* pengaman genset paralel menggunakan ACB dengan rating sebesar 2000 A.

Hal ini sistem pengaman genset sudah dapat dikatakan cukup sesuai untuk sistem backup Apartemen Mustika Golf Residence. Namun lebih baik standar pengaman arus yang digunakan harus lebih besar dari arus yang terhitung agar faktor keamanan lebih terjamin. Pengaman yang digunakan untuk *incoming cubicle* genset per unit seharusnya sebesar 1250 A dan pengaman untuk paralel *outgoing cubicle* genset sebesar 2500 A.

4.2.6 Pemilihan Penghantar Genset

Perancangan kapasitas genset memerlukan peralatan pendukung seperti penghantar untuk mengalirkan arus listrik, maka dari itu perlu dilakukan perhitungan pemilihan penghantar. Perhitungan pemilihan penghantar genset yang

digunakan 115% sebagai faktor pengali dari arus nominal (I_n) genset, yang berdasarkan acuan PUIL 2000 pasal 5.6.1.3 pada *sizing cable calculation*.

Dalam menghitung KHA dapat diketahui dengan persamaan berikut :

a. KHA setiap genset ke incoming cubicle.

$$\begin{aligned} KHA &= 115\% \times I_n \text{ Genset} \\ &= 115\% \times 685,6 \text{ A} \\ &= 788,44 \text{ A} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan luas penampang kabel yang digunakan dengan KHA **788,44 A**. Kabel yang digunakan dalam gedung Apartemen Mustika Golf Residence yaitu NYY 3 (2 x 1C x 300 mm²) + (1 x 1C x 300 mm²). Dimana kabel tersebut telah sesuai dengan KHA **788,44 A**. Karena menurut PUIL 2000, KHA kabel NYY 3 (2 x 1C x 300 mm²) + (1 x 1C x 300 mm²). yang digunakan yaitu sebesar 1180 A untuk fasa dan 707 A untuk netral.

b. KHA genset sinkron dari Outgoing cubicle ke busbar PUTR.

$$\begin{aligned} KHA &= 115\% \times 2 (I_n \text{ Genset}) \\ &= 115\% \times 1.371,2 \text{ A} \\ &= 1.576,8 \text{ A} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan, luas penampang kabel yang digunakan harus dengan KHA **1.576,8 A**. Kabel yang digunakan yaitu NYY 3 (4 x 1C x 300 mm²) + (2 x 1C x 300 mm²) + BC 70 mm². Dimana kabel penghantar tersebut sudah sesuai dengan KHA **1.576,8 A**. Karena menurut PUIL 2000, KHA kabel NYY 3 (4 x 1C x 300 mm²) + (2 x 1C x 300 mm²) + BC 70 mm² yang digunakan yaitu sebesar 1844 A untuk fasa dan 1180 A untuk netral.

V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian tugas akhir yang telah dilakukan, maka didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Setelah dilakukan perhitungan dapat di analisa bahwa total beban terpasang di Apartemen Mustika Golf Residence sebesar 1.645 kW atau 1730 kVA. Untuk pemakaian beban puncak tertinggi yang terjadi pada bulan April 2021 sebesar 549,612 kW atau 578,538 kVA. Hal ini menunjukkan bahwa pada bulan april, beban yang ada pada Apartemen Mustika Golf Residence tidak digunakan secara keseluruhan. Kapasitas daya genset setelah dilakukan perhitungan yaitu harus sebesar 678,562 kW. Adapun genset yang digunakan yaitu sebanyak dua unit dengan kapasitas daya 536 kW. Dapat dikatakan kapasitas daya yang ada sudah sesuai dan dapat mem back-up kebutuhan daya listrik Apartemen Mustika Golf Residence apabila terjadi pemadaman listrik dari PLN.
2. Efisiensi generator ketika genset bekerja selama 1 jam pada Apartemen Mustika Golf Residence masih terbilang rendah yaitu sebesar 33,11%. Hal tersebut dikarenakan, ketika generator bekerja pembebanan pada generator juga rendah yaitu 17,26% dari total beban gedung 1.645 kW. Efisiensi Generator akan semakin baik apabila generator dibebani sampai dengan beban maksimum generator yang diberikan. Laju penggunaan bahan bakar dari perhitungan diatas dapat kita lihat bahwasanya konsumsi bahan bakar genset selama satu jam dengan daya *output* 142 kW dengan menghabiskan bahan bakar solar sebanyak 62,76 liter/jam.
3. Rating pengaman ACB yang digunakan pada outgoing genset ke busbar panel PUTR memiliki rating 1000 A untuk satu unit genset dan 2000 A untuk dua unit genset sinkron sudah sesuai dengan perhitungan nilai kemampuan pengamanan menurut

acuan PUIL 2000. Setelah melakukan perhitungan, didapat arus pengaman genset per unit sebesar **1.028,4** A dan kemampuan pengaman 2 unit genset paralel sebesar **2.056,4** A. Dapat dikatakan pengaman sudah mampu bekerja dengan baik. Penghantar yang dipilih untuk outgoing masing-masing genset dengan KHA 2 x 590 A telah memenuhi syarat kemampuan hantar arus minimal **788,44** A dan penghantar untuk dua unit genset sinkron menuju ke busbar panel PUTR dengan KHA 4 x 481 A telah memenuhi syarat kemampuan hantar arus minimal 1.576,8 A.

5.2 Saran

Setelah menyelesaikan penelitian di Apartemen Mustika Golf Residence, maka di dalam laporan ini penyusun mencantumkan beberapa saran yang mungkin dapat membangun. Adapun saran yang diberikan penyusun adalah sebagai berikut:

1. Melakukan Penelitian lebih lanjut mengenai perancangan dan instalasi sistem back-up genset, sehingga tingkat ketersediaan dan kehandalan masing-masing genset pada tahun-tahun berikutnya guna menunjang ketersediaan energi listrik yang terus ada.
2. Selalu melakukan audit dan evaluasi kebutuhan beban pada gedung secara berkala agar kapasitas genset yang

digunakan selalu sesuai dengan beban gedung.

3. Selalu memperhatikan kondisi genset yang digunakan. Agar tidak terjadi gangguan pada sistem back-up emergency energi listrik dan keandalan distribusi listrik tetap terjaga.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ParoSitungkir, F.H. 2020. *Analisis Tersediaan Listrik Di Stasiun Transmisi Pemancar Metro TV Joglo*. Skripsi. Institut Teknologi PLN, Jakarta.
- [2] Sudarsono, E. 2018. *Perencanaan Kapasitas Generator Set Sebagai Cadangan Energi Listrik Gedung M Nasir*. Skripsi. Politeknik Negri Batam.
- [3] Hendrawan. 2013. *Analisa Back-up Sistem Sebagai Penyuplai Daya Listrik Gedung Bertingkat Bogor Trade Mall*. Universitas Pakuan.
- [4] Badan Standarisasi Nasional, (2000), *Pesyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)*, Yayasan PUIL, Jakarta.
- [5] Suherman. 2010. *perancangan instalasi genset di gedung world trade center II Jakarta*. Skripsi. Universitas Mercu buana.
- [6] Abdul Aziz. N. 2016. *analisa perhitungan beban genset pada kereta api menoreh ka 157 relasi stasiun semarang tawang – stasiun Jakarta pasar senen*. Skripsi. Univeristas Semarang.