

UNJUK KERJA GENERATOR SET (GENSET) SEBAGAI *BACK UP* DAYA ENERGI LISTRIK PADA GEDUNG RAMAI MALL YOGYAKARTA

ANDRIAN WAHYU RAMADHAN

The Ramai Mall Yogyakarta is one of building which is using the electric source from PLN. However, the electric source from PLN cannot supply continuously without several problems. Therefore, in order to anticipate those problems, we need a backup system as a generator set to keep on the electric energy of the building. Generator set works automatically, when the electric source from PLN cannot be used, the generator set turn on automatically. Then, when the electric source from PLN can be accessed, the generator set turn off automatically.

Because of the backup system in The Ramai Mall Yogyakarta had worked for a long time, we need to evaluate and reanalyze the backup system of the building in order to make the system run well. The analyzing of the system applies quantitative approach and it is supported with ETAP I2, 6. 0. Simulation Program which simulates from the result of calculation, the components of the backup system is suitable with PUIL 2000 requirements. However, the efficient degree of the generator set of the building is low 48, 5% because the loading of the generator set is low. According to the result of simulation, the loading which have to be supplied by generator set is 865 kVA and the capacity which is used by generator set is 1000 kVA. In this case, the generator set works in its ability.

Keywords: *generator backup system, PUIL, installation of electric energy*

PENDAHULUAN

Gedung RAMAI MALL Yogyakarta terletak di kawasan Malioboro lebih tepatnya jalan Jendral Ahmad Yani No.73,

Ngapusan, Gondomanan Kota Yogyakarta, Daerah istimewa Yogyakarta bangunan ini terdiri dari 4 dengan kebutuhan listrik yang berbeda-beda. Sumber utama dari kelistrikan pada gedung tersebut

berasal dari PLN dan menggunakan peralatan *emergency* berupa *generator set* (genset). Dengan kondisi gedung yang berumur 61 tahun tersebut, maka sangat mungkin terjadi penurunan efisiensi pada peralatan *emergency* berupa (Genset) untuk *backup* energi listrik. Faktor tersebut dapat menimbulkan gangguan distribusi kelistrikan yang nantinya akan berpengaruh pada produktivitas, kenyamanan, efisiensi kerja karyawan dan efisiensi energi.

Maka dari itu analisis dan evaluasi harus dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja distribusi energi listrik untuk masa yang akan datang. Analisa yang dilakukan yaitu dengan menganalisa kembali system *back up* serta efisiensi genset yang digunakan. Dengan hal tersebut dapat diharapkan terjadinya faktor keandalan pada sistem *back up* gedung dengan energi listrik yang sesuai. Analisa perhitungan system *back up* energi listrik tentunya dengan memenuhi standard an spesifikasi menurut Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL).

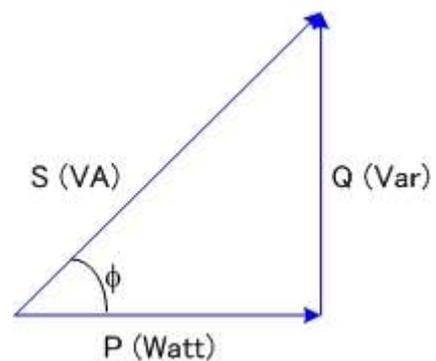
TUJUAN PENELITIAN

1. Mengetahui unjuk kerja genset pada gedung Ramai Mall Yogyakarta.
2. Mengetahui kemampuan genset dalam mengatasi beban puncak dan beban minimum saat listrik padam.

LANDASAN TEORI

1. Segitiga daya

Efisiensi dari suatu instalasi tenaga listrik dapat diukur dari faktor daya atau dikenal dengan istilah $\cos \varphi$. Adanya faktor daya pada sistem tegangan AC disebabkan oleh beban dan besarnya tergantung dari karakteristiknya. Sinusoidal besaran $\cos \varphi$ menunjukkan level dari daya reaktif yaitu $0 \leq \cos \varphi \leq 1$



Gambar 1 Gambar segitiga daya

2. Karakteristik Beban dan Faktor

Mengingat bahwa energi listrik tidak dapat disimpan maka perlu disesuaikan agar daya yang di bangkitkan oleh genset sama dengan kebutuhan beban. Beban selalu berubah-ubah sehingga daya yang di hasilkan oleh genset. Karakteristik beban listrik diperlukan agar sistem tegangan dan pengaruh thermis dari pembebanan dapat dianalisa dengan baik analisa tersebut termasuk dalam menentukan keadaan awal yang akan diproyeksikan dalam perancangan selanjutnya.

Faktor kebutuhan dipakai untuk menentukan kapasitas dari peralatan listrik. Seperti genset yang di perlukan. Maka faktor kebutuhan sangat penting untuk menentukan pembiayaan.

Faktor kebutuhan dari beberapa jenis :

- a. Perumahan sederhana 50% - 75%
- b. Perumahan besar 40% - 65%
- c. Kantor 60% - 80%
- d. Toko sedang 40% - 60%
- e. Toko serba ada 70% - 90%
- f. industri sedang 35% - 65%

Demon Factor (DF)

digunakan untuk mencari kapasitas daya genset yang digunakan. Setelah nilai dari *Demon Factor* didapatkan maka besar kapasitas daya genset dapat diketahui dengan persamaan :

$$\text{Kapasitas daya} = \text{DF} \times \text{Total beban terpasang} \times \text{Faktor keamanan trafo}$$

3. Generator

Generator adalah sebuah mesin yang dapat mengubah energi gerak (mekanik) menjadi energi listrik (elektrik). Terdapat dua komponen utama yang ada pada generator yaitu stator dan rotor.

Prinsip kerja dari generator itu sendiri ketika arus yang di alirkan ke kumparan rotor maka menghasilkan elektromagnetik besar yang membentuk kutub magnet. Magnet dari electromagnet akan keluar dari ujung kutub kumparan yang satu ke kutub kumparan yang lainnya dan memotong kumparan stator.

4. Generator Sinkron

Generator sinkron (alternator) adalah mesin listrik yang digunakan untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik dengan perantara induksi medan magnet. Dikatakan generator sinkron karena jumlah putaran rotornya sama dengan jumlah putaran medan magnet pada stator. Kecepatan sinkron ini dihasilkan dari kecepatan putar rotor dengan kutub – kutub magnet yang berputar dengan kecepatan yang sama dengan dengan medan putar pada stator.

Hubungan kecepatan putar dengan putaran rotor di sebut frekuensi dengan satuan besaran Hz. Adapun persamaan antara kecepatan putar medan magnet dengan frekuensi listrik pada stator yaitu

$$n = \frac{120 \times f}{P}$$

Dimana :

F = Frkuensi Listrik (Hz)

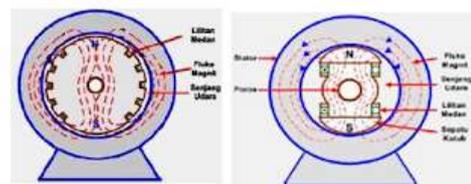
P = Jumlah Kutub

N = Kecepatan putar rotor (rpm)

5. Kontruksi Generator Sinkron

Kontruksi generator sinkron pada dasarnya kontruksi sinkron

adalah sama dengan kontruksi motor sinkron, dan secara umum biasa disebut mesin sinkron. Ada dua struktur kumparan pada mesin sinkron yang merupakan dasar kerja dari mesin tersebut, yaitu kumparan yang mengalirkan penguatan DC (membangkitkan medan magnet, biasa disebut sistem eksitasi) dan sebuah kumparan (biasa disebut jangkar) tempat dibangkitkannya GGL arus bolak balik. Hampir semua mesin sinkron mempunyai belitan GGL berupa stator yang diam dan struktur medan magnet berputar sebagai rotor.



Gambar 2 A. Bentuk rotor kutub silinder dan b, bentuk stator kutub menonjol.

6. Regulasi Tegangan Generator Sinkron

Perubahan beban yang terdapat di generator sinkron mengakibatkan berubahnya tegangan, besarnya perubahan terjadi tidak hanya di tegangan beban saya tetapi terjadi

karena factor daya. Hal inilah mengakibatkan adanya regulasi tegangan. Regulasi tegangan adalah perubahan tegangan jepit atau tegangan terminal pada generator sinkron dalam keadaan berbeban penuh atau tanpa beban

$$\% \Delta V = \frac{E_o - V}{V} \times 100\%$$

Dimana :

E_o = Tegangan tanpa beban (volt)

V = Tegangan dengan beban (volt)

7. Efisiensi Generator

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

$$Efisiensi (n) = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

Dimana :

n = Efisiensi generator

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

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

8. Pengaman Genset

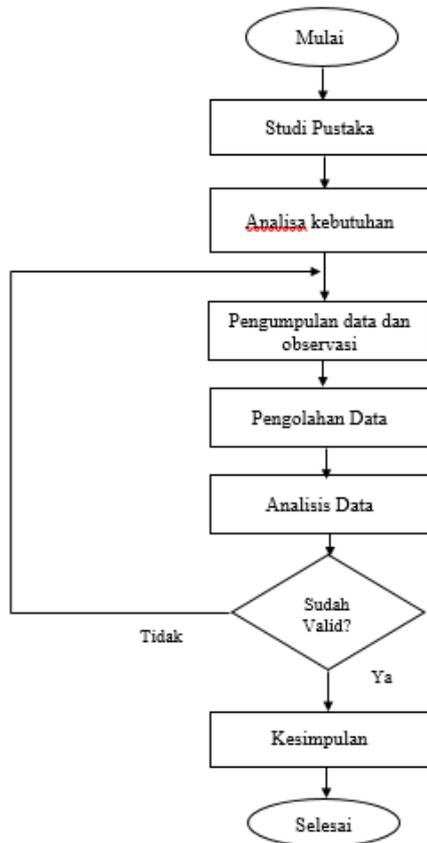
Pengaman genset digunakan untuk melindungi genset agar tidak rusak apabila sistem mengalami gangguan. Pengaman akan memutuskan aliran listrik antara genset dengan sistem yang mengalami gangguan.

9. Program ETAP (*Electric Transient and Analysis*)

Software yang digunakan untuk perancangan dan analisa menggunakan *software* ETAP (*Electric Transient and Analysis*). *Software* ini sangat dibutuhkan untuk mempresentasikan kondisi real sebelum sebuah sistem tenaga listrik direalisasikan. *Software* ETAP mampu bekerja dalam keadaan offline dan online. Dalam keadaan offline program ETAP digunakan untuk simulasi tenaga listrik dan untuk keadaan online program ETAP digunakan untuk pengelolaan data *realtime* untuk digunakan dan mengendalikan sistem secara *realtime*.

METODOLOGI

Berikut adalah diagram alur tugas akhir.



HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Menentukan kapasitas daya genset

Beban maksimum harian tertinggi pada bulan agustus terjadi pada hari kamis tanggal 8 dimana arus maksimum tercatat adalah sebesar 1045 A, maka besaran daya dapat dihitung melalui persamaan.

$$p = \sqrt{3} \times I \times V \times \cos \varphi$$

Bila :

$$I = 1045 \text{ A}$$

$$V = 380 \text{ V}$$

$$\cos \varphi = 0,8$$

Maka:

$$\begin{aligned} &= \sqrt{3} \times 1045 \times 380 \times 0,8 \\ &= 550,23 \text{ kW} \end{aligned}$$

Total arus yang terukur pada beban yang terpasang yaitu 1285 A, dan untuk menghitung total daya pada gedung Ramai Mall besaran dayanya dapat di hitung dengan persamaan berikut:

$$p = \sqrt{3} \times I \times V \times \cos \varphi$$

Bila :

$$I = 1285 \text{ A}$$

$$V = 380 \text{ V}$$

$$\cos \varphi = 0,8$$

Maka:

$$\begin{aligned} &= \sqrt{3} \times 1285 \times 380 \times 0,8 \\ &= 676,60 \text{ kW} \end{aligned}$$

Supaya daya genset yang digunakan 100%, maka harus mencari *demand factor* (DF) yang dapat dihitung menggunakan persamaan:

Demand Factor (DF) =

$$\frac{\text{Beban maksimum terukur}}{\text{Total beban yang terpasang}}$$

Maka:

$$= \frac{550,23}{676,60}$$

$$= 0,81$$

$$= 81\%$$

Setelah menghitung *Demand factor*, langkah berikutnya menentukan kapasitas daya yang harus di gunakan genset dengan persamaan yaitu:

kapasitas daya

$$= \text{demand factor}$$

x total beban terpasang

x faktor keamanan trafo

Bila :

$$\text{Demand factor} = 0,81$$

Total beban terpasang = 676,60 kW

Faktor keamanan trafo = 125%

Maka:

$$= 0,81 \times 676,60 \times 125\%$$

$$= 685,05 \text{ kW}$$

2. Rating Kinerja Genset

Genset di Gedung Ramai Mall Yogyakarta *standby* unit genset. Genset berjumlah 2 unit dengan putaran mesin 1500 rpm. Masing-masing genset berkapasitas daya 500kVA/400kW. Untuk

meminimalisir kerja lebih dari genset, maka asumsi daya yang akan di suplai 80% dari daya total genset.

Rating Kinerja Genset Singkron (S)

= *Kapasitas*

$$\text{daya} \times 2 \text{ unit} \times 0,8$$

Bila :

$$\text{Kapasitas daya} = 500 \text{ kVA}$$

Maka :

$$= 500 \text{ kVA} \times 2 \text{ unit} \times 0,8$$

$$= 800 \text{ kVA}$$

Rating Kinerja Genset Sinkron (P) =

Kapasitas daya x 2 unit x 0,8)

Bila :

$$\text{Kapasitas daya} = 400 \text{ kW}$$

Maka :

$$= 400 \text{ kW} \times 2 \text{ unit} \times 0,8$$

$$= 640 \text{ kW}$$

Setelah dilakukan perhitungan rating daya genset sinkron besaran yang di peroleh 800 kVA/640kW, rating kinerja daya genset persatuan dengan persamaan:

Rating kinerja daya genset per unit (s)

$$= \frac{\text{Rating genset sinkron}}{\text{jumlah genset yang disinkron}}$$

Bila :

$$\text{Rating genset sinkron} = 800 \text{ kVA}$$

$$\text{Jumlah genset} = 2$$

Maka :

$$= \frac{800 \text{ kVA}}{2 \text{ unit}}$$

$$= 400 \text{ kVA}$$

Setelah dilakukan perhitungan rating kinerja genset per unit adalah 400kVA / 320 kW. Genset yang digunakan adalah 2 unit maka besar rating genset 800kVA / 640 kW. Daya yang terpasang di Ramai Mall Yogyakarta 865 kVA/676,60 kW.

Dari arus 1045 A maka dayanya sebesar:

$$P_{(kW)} = \sqrt{3} \times I \times V \times Pf$$

Bila :

$$I = 1045 \text{ A}$$

$$V = 380 \text{ V}$$

$$Pf = 0.8$$

Maka :

$$= \sqrt{3} \times 1045 \times 380 \times 0,8$$

$$= 550,23$$

$$S_{(kVA)} = \frac{P}{pf}$$

Bila :

$$P = 550,23 \text{ kW}$$

$$Pf = 0.8$$

Maka :

$$= \frac{550,23}{0,8}$$

$$= 687,78 \text{ kVA}$$

3. Analisa Efisiensi Genset

- a. Saat genset keduanya bekerja selama 30 menit maka total daya yang terserap oleh beban sebesar 275kW.
- b. Saat kedua genset bekerja selama 60 menit maka daya bertambah besar yaitu 313 kW.

dari data diatas maka dapat di hitung nilai efisiensi yang dihasilkan :

- a. Efisiensi generator sinkron dengan daya 275kW selama 30 menit adalah

$$\% \eta = \frac{P \text{ output}}{P \text{ input}} \times 100\%$$

Bila :

$$P \text{ Output} = 275 \text{ kW}$$

$$P \text{ Input} = 640 \text{ kW}$$

Maka :

$$= \frac{275}{640} \times 100\%$$

$$= 42,9\%$$

Efisiensi tiap generator selama 30 menit yaitu:

$$\% \eta = \frac{P \text{ Output}}{P \text{ Input}} \times 100\% \dots\dots\dots (4.12)$$

Bila :

$$P \text{ Output} = 140 \text{ kW}$$

$$P \text{ input} = 320 \text{ kW}$$

Maka :

$$\begin{aligned} &= \frac{140}{320} \times 100 \\ &= 43,7\% \end{aligned}$$

Setelah melakukan perhitungan efisiensi total daya yaitu sebesar 42,9% atau 0,429 dan efisiensi setiap generator sebesar 43,7% atau 0,437. Nilai yang didapat ini terbilang cukup rendah.

- b. Efisiensi generator sinkron dengan daya 313 selama 60 menit

$$\% \eta = \frac{P \text{ Output}}{P \text{ Input}} \times 100\%$$

Bila :

$$P \text{ Output} = 313 \text{ kW}$$

$$P \text{ Input} = 640 \text{ kW}$$

Maka :

$$= \frac{313}{640} \times 100\% = 48,9\%$$

Efisiensi setiap generator selama 60 menit:

$$\% \eta = \frac{P \text{ Output}}{P \text{ Input}} \times 100\%$$

Bila :

$$P \text{ Output} = 161 \text{ kW}$$

$$P \text{ Input} = 320 \text{ kW}$$

Maka :

$$= \frac{161}{320} \times 100\% = 50,3\%$$

Setelah melakukan perhitungan efisiensi generator sinkron dengan daya 313 selama 60 menit mendapatkan daya sebesar 48,9% atau 0,489 dan efisiensi setiap generator sebesar 50,3% atau 0,503. Nilai efisiensi ini tergolong cukup rendah.

Dari tabel diatas dapat kita bandingkan efisiensi genset yang bekerja selama 40 menit dan 60 menit dengan daya yang semakin meningkat dimana nilai perbandingan efisiensi daya, kondisi sinkron yaitu 42,9% < 48,9%. Dan nilai perbandingan dalam kondisi sharing yaitu 43,7% < 50,3%. Efisiensi genset selama 60 menit terbilang cukup rendah. Hal ini disebabkan karena beban yang di suplai dari genset selama 60 menit hanya sebesar 313 kW atau 50,1 dari total beban gedung 689,7 kW.

4. Menentukan Rating Pengamanan Keluaran Genset

Perancangan arus lebih genset yang digunakan adalah 10% sebagai pengali dari arus nominal (In) genset, yang berdasarkan acuan PUIL 2000 pasal 5.6.1.2.3. pengamanan yang digunakan ACB, Karena ACB

mempunyai rating arus yang relatif besar dan dapat di setting sesuai dengan kebutuhan.

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

Bila :

$$P = 400$$

$$V_{L-L} = 380$$

$$\cos \varphi = 0,8$$

Maka

$$\begin{aligned} &= \frac{400}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8} \\ &= 0,759\ kA \\ &= 759\ A \end{aligned}$$

Karena faktor aman genset sebesar 80% maka

$$Faktor\ aman = in\ Genset \times 80\%$$

Bila :

$$In\ Genset = 759\ A$$

$$Faktor\ aman\ genset = 80\%$$

Maka :

$$\begin{aligned} &= 759 \times 80\% \\ &= 607,2\ A \end{aligned}$$

Jadi Faktor aman genset 607,2 A

Maka pengaman yang digunakan $ACB = 150\% \times Faktor\ Aman$)

Bila :

$$Faktor\ aman = 607,2\ A$$

Maka :

$$\begin{aligned} &= 150\% \times 607,2\ A \\ &= 910,8\ A \end{aligned}$$

Jadi rating *Incoming* genset setiap unit yaitu 910,8 A

Setelah rating pengaman *incoming* genset setiap unit sudah di ketahui. Maka, langkah selanjutnya menentukan rating pengaman *outgoing* 2 unit genset sinkron atau paralel

$$ACB\ paralel\ genset = 2 \times 910,8 = 1821,6\ A.$$

5. Pemilihan Penghantar Genset

Perancangan kapasitas genset memerlukan peralatan pendukung seperti penghantar untuk mengalirkan listrik, maka dari itu perlu dilakukan pemilihan penghantar dengan cara perhitungan. Perhitungan penghantar genset yang digunakan 115% sebagai faktor pengali dari arus nominal (in) genset yang berdasarkan PUIL 2000 pasal 5.6.1.3 pada *Sizing cable calculation*.

a. KHA setiap genset ke *Incoming cubicle*

$$KHA = 115\% \times In\ Genset$$

Bila :

$$In\ Genset = 607\ A$$

Maka :

$$\begin{aligned} &= 115\% \times 607\ A \\ &= 698,05\ A \end{aligned}$$

Maka luas penampang kabel yang digunakan harus dengan KHA 698,05 A. kabel yang digunakan NYY 3 (2 x 1C x 300mm²) + (1 x 1C x 300 mm²). Dimana kabel tersebut sesuai dengan KHA 768.2 A, karena menurut PUIL 2000, KHA kabel NYY 3 (2 x 1C x 300mm²) + (1 x 1C x 300mm²) yang digunakan yaitu sebesar 1180 A untuk fasa dan 707 untuk netral.

b. KHA Genset sinkron dari Outgoing ke busbar.

$$KHA = 115\% \times 2 \text{ (in Genset)}$$

Bila :

$$2 \text{ In genset} = 1214 \text{ A}$$

Maka :

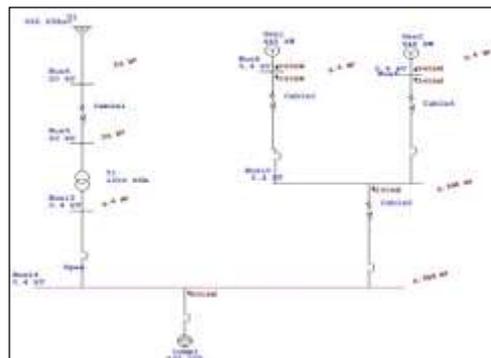
$$= 115\% \times 1214 \text{ A}$$

$$= 1396,1 \text{ A}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, luas penampang kabel yang harus digunakan dengan KA 1396,1 A. Sedangkan di gedung Ramai Mall Yogyakarta yang digunakan yaitu NYY 3 (4 x 1C x 300mm²) + (2 x 1C x 300mm²) + BC 70 mm². Dimana kabel penghantar ini sudah sesuai dengan PUIL 2000.

6. Analisa kemampuan genset dengan simulasi ETAP 12.6.0

Langkah pengujian yang dilakukan dengan mengamati aliran arus dan daya *Output* dari genset terhadap beban. Langkah pertama yang dilakukan yaitu membuat *single line* sistem kelistrikan gedung Ramai Mall Yogyakarta menggunakan software etap 12.6.0. pada simulasi pertama ini beban yang digunakan pengujian yaitu beban total terpasang dan beban terukur yang terukur saat generator berkerja. Dimana total beban yang terpasang adalah 845 kVA. Simulasi ini dilakukan dengan memutus rangkaian listrik dari PLN dan menghubungkan rangkaian listrik dari sistem *backup* genset.



KESIMPULAN dan SARAN

1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian tugas akhir ini telah dilakukan, maka

didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Kapasitas beban terpasang di gedung Ramai Mall Yogyakarta sebesar 676 kW. Untuk pemakaian beban puncak tertinggi yang terjadi pada bulan Agustus 2019 sebesar 550 kW. Hal ini menunjukkan bahwa pada bulan Agustus 2019 beban yang ada pada gedung Ramai Mall Yogyakarta tidak digunakan secara keseluruhan.
- b. Rating pengaman ACB yang digunakan pada *outgoing* genset ke busbar panel PDTR memiliki rating 1250A untuk satu unit genset dan 2500 A untuk dua unit genset sinkron sudah sesuai dengan perhitungan nilai kemampuan pengamanannya menurut acuan PUIL 2000.
- c. Unjuk kerja Generator set pada gedung Ramai Mall sudah secara optimal mencukupi kebutuhan daya listrik untuk menyuplai peralatan yang ada dalam gedung dengan kondisi operasi yang sesuai dengan persyaratan peraturan. Dimana beban tertinggi yang terjadi pada bulan

agustus 2019 yaitu sebesar 687,78 kVA / 550, 23 kW. Sedangkan kapasitas genset sinkron yang ada hanya dapat menyuplai daya sebesar 800 kVA/ 640 kW.

2. Saran

Setelah menyelesaikan penelitian di gedung Ramai Mall Yogyakarta ini penyusun mencantumkan beberapa saran yang mungkin dapat membangun. Adapun saran yang diberikan sebagai berikut:

- a. Sebelum melakukan perancangan dan instalasi sistem *back-up* genset. Sebaiknya terlebih dahulu melakukan perhitungan dengan standar yang sesuai peraturan PUIL 2000.
- b. Selalu melakukan audit dan evaluasi kebutuhan beban pada gedung secara berkala agar kapasitas genset yang digunakan selalu sesuai dengan beban gedung
- c. Selalu memperhatikan kondisi genset yang digunakan. Agar tidak terjadi gangguan pada sistem *back-up emergency* energi listrik dan keandalan distribusi listrik tetap terjaga.

- d. Menambahkan kapasitor bank untuk memperbaiki factor daya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggoro, Bayu “*Pemilihan Kapasitas dan Tegangan Generator Diesel Container Crane Studi Kasus Terminal Peti Kemas Semarang*”, Tugas Akhir Universitas Diponegoro, Semarang 2008
- Arismunandar, W dan Tsuda, Koichi, 1983, *Motor Diesel Putaran Tinggi*, Jakarta Indonesia, Penerbit Pradaya Paramitha.
- Dekri Septiano dkk, 2016 “*studi Perencanaan Pemasangan Genset Emergency Pada Gedung C Fakultas Teknik Univerwsitas Riau*”, Skepsi Pekanbaru Riau.
- E Fitzgerald A, dkk, 1997, *Mesin- Mesin Listrik edisi keempat*, Jakarta, Indonesia, Penerbit Erlangga
- E.Fitzgeralld A, dkk, 1997, *Mesin- Mesin Listrik Edisi Keempat*, Jakarta, Indonesia, Penerbit Erlangga.
- Fikri Rosyidi Anang, 2017. “*Analisis Stabilitas Distribusi Listrik Pada Sistem Back- up Gedung F Kampus Terpadu UMY*”, Yogyakarta, Indonesia
- M.S Dionyysius, “*Perencanaan Power Management System Pada Kapal Penumpang*”, Tugas Akhir, Universitas Diponegoro, Tugas Akhir, Undip, 2014.
- Mahon, L,L.J *Diesel Generator Hansdbook*, Hatta”, Tugas Akhir, Yogyakarta, Universitas Gadjah Mada.
- Sofwan, A, 2010, “*Studi Perancangan Kapasitas Genset Sebagai Cadangan Pada PT. Inti Kimiatama Perkasa*”, Skripsi, Medan, Universitas Sumatera Utara.
- Sryatmo. F, 1984. *Teknik Listrik Motor dan Generator Arus Bolak Balik*, Jakarta, Indonesia, Penerbit Gramedia.
- Staff Pengajar Teknik Elektro Politeknik Negeri Banjarmasin, 2014, “*Power Mangement PLN- Genset Pada Bank Indonesia*

Cabang Banjarmasin”, Jurnal
Poros Teknik, Banjarmasin,
Indonesia.

Sumanto, 1996. *Mesin Sinkron
(Generator Sinkron dan Motor
Sinkron)*, Yogyakarta,
Indonesia, Penerbit Andi.

Suswanto Daman, 2016, “*Sistem
Distribusi Tenaga Listrik*”, PDF
file.

Syahputra, R., 2012, “*Transmisi dan
Distribusi Tenaga Listrik*”,
LP3M UMY, Yogyakarta, 2016.

Zuhal, 1991, *Dasar Tenaga Listrik*,
Bandung, Indonesia, Penerbit
ITB

Penulis:

Andrian wahyu Ramadhan

Program Studi Teknik Elektro,
Fakultas Teknik, Universitas
Muhammadiyah Yogyakarta jalan
Lingkar Selatan, Tamantirto,
Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183

Email:

andrian.wahyu.2014@ft.umy.ac.id