

Analisis Pembebanan Generator 500kva sebagai Catu Daya Darurat pada Jaringan Listrik Politeknik Negeri Bandung

Kirana Mega Novianty^{1,*}, Yudi Prana Hikmat², Trisnawiyana³

¹²³Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

E-mail : ^{1,*}kirana.mega.tlis20@polban.ac.id; ²yudi.pranahikmat@polban.ac.id; ³trisnawiyana@polban.ac.id

ABSTRAK

Politeknik Negeri Bandung merupakan institusi pendidikan yang memiliki banyak bangunan dan membutuhkan energi listrik yang besar untuk memenuhi kebutuhan peralatan listrik baik untuk pembelajaran atau kebutuhan administrasi. Polban, memiliki 4 trafo daya sebagai sumber catu daya utama. Selain itu terdapat juga genset dengan kapasitas 500kVA yang berfungsi sebagai catu daya cadangan untuk beberapa gedung vital yang lebih membutuhkan energi listrik dibanding gedung lainnya. Genset 500kVA tersebut harus cukup dalam memenuhi kebutuhan beban pada gedung – gedung vital yang ada di Polban. Selain itu daya yang masih tersedia dapat digunakan pada laboratorium untuk kepentingan pembelajaran. Untuk itu, penulis mengangkat hal tersebut menjadi topik utama dalam penelitian ini. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pembagian energi oleh genset 500kVA, mengetahui penggunaan beban disetiap gedung lalu disesuaikan dengan kemampuan genset. Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan beban harian dari gedung prioritas dan laboratorium tiap harinya mencapai 254,01kW. Nilai ini hanya 63,5% dari kapasitas total pada genset. Untuk itu, jika terjadi gangguan pada sumber daya utama dari PLN, maka genset dapat memberikan daya yang cukup pada tiap laboratorium.

Kata Kunci :

Jaringan Listrik, Generator Set, Proteksi Instalasi, Luas Penampang Kabel

1. PENDAHULUAN

Politeknik Negeri Bandung merupakan institusi pendidikan yang memiliki banyak bangunan dan membutuhkan energi listrik yang besar untuk memenuhi kebutuhan peralatan listrik baik untuk pembelajaran atau kebutuhan administrasi. Polban, memiliki 4 trafo step-down sebagai sumber catu daya utama. Selain itu terdapat juga genset dengan kapasitas 500kVA yang berfungsi sebagai catu daya cadangan untuk beberapa gedung vital yang lebih membutuhkan energi listrik dibanding gedung lainnya. Kapasitas genset yang akan dipakai harus disesuaikan dengan kebutuhan beban pada bangunan tersebut, setidaknya mencukupi untuk memasok pada peralatan – peralatan vital. Untuk itu, maka perlu untuk dilakukan pendataan pada tiap peralatan listrik. Selain itu, pemasangan genset harus dilakukan secara interlock dengan sumber listrik PLN, sehingga keduanya tidak dapat menyala bersamaan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pembagian energi dari genset 500kVA di Politeknik Negeri Bandung, lalu mengetahui kebutuhan daya di setiap gedung prioritas utama dan laboratorium yang nantinya

disesuaikan dengan kemampuan genset di Politeknik Negeri Bandung.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Generator

Generator sinkron (alternator) merupakan mesin listrik yang merubah energi mekanis menjadi energi listrik melalui proses induksi elektomagnetik. Jika generator sinkron dibebani maka akan memberikan sifat yang berbeda sesuai dengan jenis beban yang dipikulnya, sehingga dalam pembebanan ini akan menentukan nilai faktor daya pada generator tersebut. [1]. 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 medan putar pada stator. Kumbaran medan pada generatorsinkron terletak pada rotornya sedangkan kumbaran jangkarnya terletak pada stator. [9] Genset (Generator Set) adalah sebuah perangkat yang berfungsi menghasilkan daya listrik. Disebut sebagai generator set dengan pengertian adalah satu set peralatan gabungan dari dua perangkat berbeda yaitu enginedan generator atau alternator. [2]

Pembebanan pada generator akan tergantung dari beban yang membutuhkan sumber daya listrik. Daya yang dihasilkan pada generator merupakan daya semu dengan satuan Volt-A. Sedangkan daya yang digunakan oleh beban listrik adalah beban aktif dengan satuan Watt. Maka untuk menyesuaikan kebutuhan beban dengan kapasitas trafo, dapat menggunakan persamaan berikut.

$$P_a = \frac{I_n \times V \times \sqrt{3}}{10^3} \quad (1)$$

Keterangan :

Pa : Daya Total (kVA)

In : Arus Beban Total (A)

V : Tegangan Kerja (V)

Pada generator terdapat rugi – rugi yang memengaruhi daya yang dihasilkan generator. Rugi – rugi tersebut yaitu rugi listrik, rugi besi dan rugi mekanik. [10]

2.2. Beban Listrik

Beban listrik adalah suatu komponen yang membutuhkan energi listrik, tidak bisa menghasilkan atau suatu peralatan yang terkoneksi dengan sistem daya sehingga mengkonsumsi energi listrik. [3]. Beban listrik terbagi menjadi 3 yaitu beban resistif, induktif dan kapasitif. Beban induktif dan kapasitif dapat menyebabkan beban reaktif pada rangkaian. Beban reaktif adalah daya imajiner (khayal) yang menunjukkan adanya pergeseran arus dan tegangan listrik. [4], [11], [13]

Beban listrik pada dasarnya merupakan peralatan yang menggunakan energi listrik untuk dapat beroperasi. Sesuai namanya, beban listrik akan membebani pada jaringan listrik. Beban listrik akan menghasilkan arus pada jaringan listrik yang semakin besar bebannya maka semakin besar arusnya. Beban listrik akan menggunakan daya aktif ketika beroperasi. Sedangkan daya yang dihasilkan dari generator yaitu daya semu. Adapun untuk menentukan penggunaan daya pada konsumen dapat menggunakan persamaan daya aktif yaitu sebagai berikut.

$$P = V \times I \times \cos \phi \quad (2)$$

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

Keterangan :

P : Daya Aktif (W)

I : Arus (A)

V : Tegangan Kerja (V)

Klasifikasi beban menurut konsumen pemakainya yaitu ada Rumah Tangga, Bisnis, Publik dan Industri. Penggunaan beban listrik terkecil terdapat pada konsumen rumah tangga dan yang terbesar pada industri. [12]

2.3. Proteksi Instalasi Listrik

Proteksi adalah suatu peralatan listrik yang digunakan untuk melindungi komponen listrik dari kerusakan yang diakibatkan oleh gangguan seperti arus beban lebih ataupun arus hubung singkat. [5]. Proteksi peralatan listrik biasanya akan memproteksi dari gangguan seperti arus hubung singkat dan arus lebih. Arus hubung singkat terjadi ketika fasa dan netral terhubung dengan resistansi yang rendah. [6]. Arus lebih terjadi ketika arus yang mengalir pada instalasi melebihi dari kapasitas yang telah diperhitungkan pada kabel. [15]

Dalam menentukan rating proteksi arus lebih, dapat ditentukan melalui persamaan berikut

$$I_n = 115\% I_{fl} \quad (4)$$

Keterangan :

In : Arus Nominal Proteksi (A)

I_{fl} : Arus Beban Penuh (A)

Sedangkan untuk menentukan rating arus hubung singkat, dapat ditentukan dengan rumus dibawah.

$$I_{hs} = \frac{V}{Z} \quad (5)$$

Keterangan :

I_{hs} : Arus Hubung Singkat (A)

V : Tegangan Kerja (V)

Z : Impedansi (Ω)

2.4. Penghantar Listrik

Penghantar listrik merupakan komponen yang digunakan untuk menyalurkan arus listrik dari sumber ke beban. Penghantar listrik biasanya terbuat dari logam tembaga atau aluminium. [7]. Dalam memilih kabel, ditentukan dengan mencari rating spesifikasi KHA (Kemampuan Hantar Arus) dari kabel yang terdekat dan lebih besar dari arus beban yang akan mengalir pada kabel. [8], [15].

Penghantar listrik biasanya terbuat dari logam tembaga atau aluminium yang bagus sebagai konduktor listrik. Penghantar listrik dapat berupa plat tembaga tanpa isolasi yang disebut busbar. Lalu terdapat juga kabel yaitu logam tembaga atau aluminium yang berbentuk memanjang dan lentur serta dilengkapu dengan isolasi dibagian luarnya. Kabel listrik akan menggunakan kodefikasi untuk memudahkan mengidentifikasi jenis penghantar dan isolasinya. Berikut kodefikasi lengkapnya.

Tabel 1 Kodefikasi Kabel

N	: Konduktor Tembaga
NA	: Konduktor Aluminium
NF	: <i>Twisted Cable</i> , Konduktor Tembaga
NFA	: <i>Twisted Cable</i> , Konduktor Aluminium
Y	: Isolasi PVC (first Y)
Y	: Selubung PVC (second Y)
2Y	: Isolasi PE Insulation (first 2Y)
2Y	: Selubung PE (second 2Y)
2X	: XLPE Insulation
K	: Selubung Timbal
S	: Perisai tembaga
SE	: Perisai tembaga untuk tiap inti
T	: Perisai Kawat baja
C	: Perisai kawat tembaga konsentris
F	: Perisai kawat baja pipih galvanized
R	: Perisai kawat baja bundar galvanized
GB	: Sprial Pita Baja (setelah F atau R)
B	: Pita Baja ganda

Penghantar listrik memiliki luas penampang yang perlu ditentukan sesuai dengan arus yang akan mengalir pada penghantar tersebut. Semakin besar arusnya, maka akan semakin luas penampangnya. Berikut merupakan tabel penentuan luas penampang kabel berdasarkan KHA pada kabel.

$$KHA = 125\% \times I_{fl} \quad (6)$$

Keterangan :

I_{fl} : Arus beban Penuh (A)

3. METODE PENELITIAN

3.1. Lingkup Penelitian

Pada penelitian ini, penulis berfokus pada menganalisis beban yang digunakan pada tiap gedung prioritas dan laboratorium yang nantinya disesuaikan dengan kapasitas energi yang diberikan oleh genset 500kVA.

3.2. Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data yang digunakan yaitu melalui wawancara, pengamatan dan pengukuran. Wawancara dilakukan pada teknisi terkait untuk mendapatkan informasi mengenai genset, penggunaan beban, dan gedung yang menjadi prioritas. Pengamatan dilakukan dengan mendata beban-beban listrik pada tiap gedung dan laboratorium serta mengamati spesifikasi peralatan listrik yang digunakan. Pengukuran yang dilakukan yaitu mengukur arus beban dan tegangan kerja.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, gedung dan laboratorium yang menjadi objek penelitian adalah :

Gedung prioritas

1. Gedung Direktorat
2. Gedung Pascasarjana
3. Gedung Pusat Pengembangan Teknologi
4. Gedung Yayasan / Poliklinik

Laboratorium

1. Lab. Elektro Atas
2. Lab. Elektro Bawah
3. Lab. Sipil Tanah
4. Lab. Sipil Bawah
5. Lab. Sipil Atas
6. Lab. Sipil Batu
7. Lab. Refigrasi & Tata Udara
8. Lab. Mesin Bawah
9. Lab. Mesin Atas
10. Gedung Welding
11. Hangar Aeronautika
12. Lab. Kimia Bawah
13. Lab. Kimia Atas
14. Lab. Energi Atas
15. Lab. Energi Bawah

4.1. Pengukuran Beban tiap Gedung

Pengukuran beban tiap gedung dilakukan dengan mengukur arus beban pada tiap gedung dan laboratorium. Nantinya dihitung menggunakan persamaan (3). Pengukuran ini ditotalkan dari 5 pengukuran dalam 5 hari kerja dan hasilnya sebagai berikut.

Tabel 2 Beban Gedung Prioritas

Nama Gedung	Arus (A)	Daya (kW)	Daya Rata - Rata (kW)
Direktorat	270,0	142,17	28,43
Pascasarjana (Magister)	142,4	74,98	15,00
P2T	296,7	156,23	31,25
Yayasan (Klinik)	21,5	11,32	2,26

Tabel 3 Beban Laboratorium

Nama Gedung	Arus (A)	Daya (kW)	Daya Rata - Rata (kW)
Laboratorium Elektro Bawah	62,4	32,8	6,6
Laboratrium Elektro Atas	80,8	42,5	8,5
Laboratorium Sipil Tanah	123,6	65,0	13,0
Laboratorium Sipil Bawah	84,8	44,6	8,9
Laboratrium Sipil Atas	43,4	22,8	4,6
Laboratrium Sipil Batu	102,4	53,9	10,8
Laboratorium Refri	106,2	55,9	11,2
Laboratorium Mesin Bawah	128,7	67,7	13,5
Laboratrium Mesin Atas	187,8	98,8	19,8
Gedung Welding	79	41,5	8,3
Hangar Aeronautika	163,6	86,0	17,2
Laboratorium Kimia Bawah	179,7	94,5	18,9
Laboratorium Kimia Atas	196,4	103,3	20,7
Laboratrium Energi Atas	95,5	50,2	10,0
Laboratrium Energi Bawah	49,1	25,8	5,2

Total dari beban harian yang digunakan adalah 254,01kW. Genset yang digunakan memiliki kapasitas 500kVA atau jika diubah dalam daya aktif adalah 400kW. Maka penggunaan daya tersebut masih dapat diberi energi oleh genset karena daya tersebut hanya memakai 63,5% dari kapasitas total genset.

4.2. Proteksi pada Instalasi Listrik

Data proteksi yang terpasang penulis dapatkan dari hasil pengamatan langsung pada panel. Adapun data proteksi yang terpasang yaitu :

Tabel 4 Rating Proteksi Gedung Prioritas

Nama Gedung	Arus Lebih (A)	Arus Hubung Singkat (kA)
Direktorat	160	25
Pascasarjana (Magister)	630	35
P2T	350	30
Yayasan (Klinik)	125	22

Tabel 5 Rating Proteksi Laboratorium

Nama Gedung	Arus Lebih (A)	Arus Hubung Singkat (kA)
Laboratorium Elektro Bawah	400A	22
Laboratrium Elektro Atas	400A	22
Laboratorium Sipil Tanah	100A	12
Laboratorium Sipil Bawah	400A	22
Laboratrium Sipil Atas	400A	22
Laboratrium Sipil Batu	125A	22
Laboratorium Refri	250A	22
Laboratorium Mesin Bawah	600A	22
Laboratrium Mesin Atas	600A	22
Gedung Welding	400A	22
Hangar Aeronautika	125A	18
Laboratorium Kimia Bawah	400A	22
Laboratorium Kimia Atas	400A	35
Laboratrium Energi Atas	400A	35
Laboratrium Energi Bawah	630A	35

Analisis *rating* diatas didasarkan pada penggunaan arus harian pada tabel dibawah.

Tabel 6 Arus Harian Gedung Prioritas

Nama Gedung	Arus Rata-Rata (A)
Direktorat	54,00

Pascasarjana (Magister)	28,48
P2T	59,34
Yayasan (Klinik)	4,30

Tabel 7 Arus Harian Laboratorium

Nama Gedung	Arus Rata-Rata (A)
Laboratorium Elektro Bawah	12,48
Laboratrium Elektro Atas	16,16
Laboratorium Sipil Tanah	24,72
Laboratorium Sipil Bawah	16,96
Laboratrium Sipil Atas	8,68
Laboratrium Sipil Batu	20,48
Laboratorium Refri	21,24
Laboratorium Mesin Bawah	25,74
Laboratrium Mesin Atas	37,56
Gedung Welding	15,80
Hangar Aeronautika	32,72
Laboratorium Kimia Bawah	35,94
Laboratorium Kimia Atas	39,28
Laboratrium Energi Atas	19,10
Laboratrium Energi Bawah	9,82

Pada proteksi yang terpasang, *rating* nya masih sesuai dan pas karena dilihat dari penggunaan beban harian pun tidak ada yang melebihi *rating* pada proteksi tersebut. Itu artinya perubahan beban pada tiap gedung tidak perlu untuk dilakukan perubahan pada perangkat proteksi.

4.3. Penghantar yang Digunakan pada Instalasi

Data penghantar yang penulis didapat dari teknisi yang sering melakukan perawatan dan perbaikan pada jaringan listrik. Penghantar yang terpasang yaitu :

Tabel 8 Spesifikasi Penghantar Gedung Prioritas

Nama Gedung	Ukuran Penghantar	Jenis Penghantar
Direktorat	4x50	NYFGbY
Pascasarjana (Magister)	4x120	NYY
P2T	4x70	NYFGbY
Yayasan (Klinik)	4x25	NYY

Tabel 9 Spesifikasi Penghantar Laboratorium

Nama Gedung	Ukuran Penghantar	Jenis Penghantar
Laboratorium Elektro Bawah	4x90	NYFGbY
Laboratorium Elektro Atas	4x120	NYFGbY
Laboratorium Sipil Tanah	4x35	NYY
Laboratorium Sipil Bawah	4x35	NYY
Laboratorium Sipil Atas	4x120	NYFGbY
Laboratorium Sipil Batu	4x16	NYFGbY
Laboratorium Refri	4x120	NYFGbY
Laboratorium Mesin Bawah	4x120	NYFGbY
Laboratorium Mesin Atas	4x120	NYFGbY

Tabel 10 Spesifikasi Penghantar Laboratorium (Lanjutan)

Nama Gedung	Ukuran Penghantar	Jenis Penghantar
Gedung Welding	4x35	NYY
Hangar Aeronautika	4x50	NYFGbY
Laboratorium Kimia Bawah	4x120	NYFGbY

Laboratorium Kimia Atas	4x120	NYFGbY
Laboratorium Energi Atas	4x120	NYFGbY
Laboratorium Energi Bawah	4x120	NYFGbY

Jenis penghantar yang digunakan sebagian besar merupakan kabel tanah dengan 4 inti. Luas penampang yang digunakan sudah cukup besar jika dibandingkan dengan beban harian yang mengalir. Selain itu, penggunaan luas penampang yang besar juga dapat mengatasi tegangan jatuh pada konduktor.

4.4. Tegangan Jatuh Penghantar

Nilai tegangan jatuh ini didapat dari selisih antara tegangan di MDP dan SDP yang telah penulis lakukan pengukuran. Metode ini dipilih karena merupakan metode paling sederhana untuk mengetahui nilai tegangan jatuh pada suatu konduktor. Hasil dari pengukuran dan perhitungan, didapat tegangan jatuh yaitu :

Tabel 11 Tegangan Jatuh

Nama Gedung	Jatuh Tegangan (V)	Jatuh Tegangan (%)
Direktorat	5,5	1,39%
Pascasarjana (Magister)	5,7	1,42%
P2T	5,7	1,47%
Yayasan (Klinik)	3,5	0,91%

Berdasarkan PUIL 2011, tegangan jatuh maksimum yaitu 4% dari tegangan kerja. Maka untuk tegangan kerja 380 Volt, tegangan jatuh maksimumnya yaitu 15,2 Volt. Dari perhitungan, didapat nilai tegangan jatuh dibawah 6 Volt atau dibawah 2% sehingga masih dalam batas aman.

5. KESIMPULAN

Kapasitas daya yang diberikan oleh genset akan difokuskan dahulu kepada tiap gedung prioritas. Setelah gedung prioritas mendapat daya listrik yang cukup, maka selanjutnya akan diberikan kepada tiap laboratorium.

Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan beban harian dari gedung prioritas dan laboratorium tiap harinya mencapai 254,01kW. Nilai ini hanya 63,5% dari

kapasitas total pada genset. Untuk itu, jika terjadi gangguan pada sumber daya utama dari PLN, maka genset dapat memberikan daya yang cukup pada tiap laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yusniati and N. N. S. Matondang, "ANALISIS SISTEM PEMBEBANAN PADA GENERATOR DI PT. PLN (PERSERO) PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA DIESEL TITI KUNING," *SEMNAS TEK UISU*, pp. 59-64, 2020.
- [2] B. Saputro, "Analisis Kendalan Generator Set Sebagai Power Supply Darurat Apabila Power Supply dari PLN Mendadak Padam di Morodadi Poultry Shop Blitar," *Jurnal Qua Teknika*, Vol. 7 No. 2, pp. 17-25, 2017.
- [3] D. Candra, Analisis Konsumsi Energi Listrik Pada Gedung Balai Besar Pengembangan Latihan Kerja (BBPLK) Medan, 2017.
- [4] A. A. Pamungkas, Analisis Kebutuhan Daya Listrik di PT Asia Pasific Fibers pada Bagian Doubling Menggunakan Software Etap Power Station 12.6, 2018.
- [5] A. Winata, Electric Power Systems Design Workflow.
- [6] J. Sinaga, "PERANCANGAN INSTALASI LISTRIK PADA RUMAH TOKO TIGA LANTAI DENGAN DAYA 12 KW," *JURNAL TEKNOLOGI ENERGI UDA*, vol. VIII, no. 2, pp. 102-112, 2019.
- [7] H. T. Nugroho, A. Trihasto and S. Nisworo, "Proteksi Hubung Singkat Instalasi Listrik Rumah Tangga Menggunakan Paralel Elektroda Batang," *Prosiding Seminar Nasional Riset Teknologi Terapan*, 2021.
- [8] M. Agrimansyah, N. Amin and Muh.Sarjan, "PERANCANGAN INSTALASI LISTRIK PADA GEDUNG MARKAS KOMANDO DIREKTORAT KEPOLISIAN PERAIRAN DAN UDARA KEPOLISIAN DAERAH SULAWESI TENGAH DI DESA WANI," *Jurnal Ilmiah Foristek*, vol. X, no. 2, pp. 61-71, 2020.
- [9] H.R Maulana, A, Suandi and Helmizar, "PENGARUH PEMBEBANAN

- TERHADAP ARUS EKSITASI PADAGENERATOR,” *Rekayasa Mekanika*, 2022.
- [10] M. Noer, “ANALISA PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP EFISIENSI GENERATOR DI PLTG BORANG DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE”, 2017
- [11] Jumadi and J. M. Tambunan, “ANALISIS PENGARUH JENIS BEBAN LISTRIK TERHADAP KINERJA PEMUTUS DAYA LISTRIK DI GEDUNG CYBER JAKARTA”, *Jurnal Energi dan Kelistrikan*, 2015
- [12] P. Ayuningtyas, D. Tryanto, T. Rismawan, “PREDIKSI BEBAN LISTRIK PADA PT.PLN (PERSERO) MENGGUNAKAN REGRESI INTERVAL DENGAN NEURAL FUZZY”, *Jurnal Coding, Sistem Komputer UNTAN*, 2016.
- [13] Dwiyanto, M. D. Azhari, P. M. Sihombing, R. Padli, S. I. Rezkika and S. Novalinda, "EVALUASI KEBUTUHAN DAYA LISTRIK PADA GEDUNG DISTRIBUTOR KERTAS PT. X," *JURNAL VORTEKS*, 2023.
- [14] Sugianto and A. Muis, "INSTALASI LISTRIK PADA GEDUNG BERTINGKAT," *Sinusoida* Vol. XXIII No. 1, 2021.
- [15] A. Tanjung and Zulfahri, "Analisis Sistem Pengaman Gedung Rektorat," *Jurnal Elementer*, vol. VI, no. 2, pp. 42-52, 2020.