

Analisis Pemasangan Transformator Sisip Untuk Mengatasi Trafo PSG.039 Overload Penyulang MG.07 di ULP Matang Gelumpang Dua

Ikram Nawawi*), Eddy Sutejo, Beni Satria

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pembangunan Panca Budi
Jl. Jend. Gatot Subroto Km 4,5 Sei Sikambing, Medan-20122, Sumatera Utara, Indonesia
email: ikramnawawi55@gmail.com

Abstract — *The MG.07 Substation in Matang Gelumpang Dua is located in the PT. PLN (Persero) Customer Service Unit Matang Gelumpang Dua Area Bireun, supplied by the Bireun Main Substation with a feeder capacity of 280 A. The MG.07 feeder supplies transformer PSG.039, loaded at 103.4% of its 250 kVA capacity. The standard load for a transformer is 80% of its capacity. The solution to address this issue is to install an insert transformer to distribute the load from PSG.039. According to data from PT. PLN (Persero) Area Bireun in 2023, the annual increase in electricity usage in Matang Gelumpang Dua Bireun is 8.3%. Therefore, using a 250 kVA insert transformer with an initial loading percentage of 26.8%, it will be able to accommodate the increase in electricity usage for the next five years, with a total loading percentage after five years of 68.3%.*

Abstrak – *Penyulang MG.07 Matang Gelumpang Dua terletak di lingkungan PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Matang Gelumpang Dua Area Bireun yang disuplai oleh Gardu Induk Bireun dengan kapasitas penyulang 280 A. Penyulang MG.07 menyuplai trafo PSG.039 yang dibebani sebesar 103,4% dengan kapasitas 250 kVA. Beban standar suatu trafo adalah 80% dari kapasitas trafo. Solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan memasang trafo insert yang bertujuan untuk membagi beban dari trafo PSG.039. Berdasarkan data PT. PLN (Persero) Area Bireun pada tahun 2023 peningkatan penggunaan energi listrik di Matang Gelumpang Dua Bireun setiap tahunnya sebesar 8,3%. Maka dengan menggunakan trafo insert berkapasitas 250 kVA dimana persentase pembebanan awal sebesar 26,8% akan mampu melayani peningkatan penggunaan energi listrik selama lima tahun ke depan dengan total persentase pembebanan setelah lima tahun sebesar 68,3%*

Kata Kunci – Trafo Sisip, Overload.

***) penulis korespondensi: Ikram Nawawi**
Email: ikramnawawi55@gmail.com

I. PENDAHULUAN

Penyulang MG.07 Matang Gelumpang Dua disuplai oleh Gardu Induk Bireun. Penyulang MG.07 ini melayani distribusi listrik di wilayah Matang Gelumpang Dua Bireun, Peusangan. Penyulang MG.07 Matang Gelumpang Dua mempunyai 30 trafo distribusi, dengan kapasitas 100kVA, 160kVA, 250kVA dan 400kVA. Nilai standar untuk memuat transformator adalah 80%. Persentase pembebanan trafo distribusi PSG.039 sebesar 104,3%. Dengan demikian trafo PSG.039 dapat dikatakan mengalami beban lebih. Pada penelitian ini akan dibahas tentang penambahan dan penempatan trafo distribusi pada Penyulang MG.07 Matang Gelumpang Dua.

II. PENELITIAN YANG TERKAIT

Penelitian yang dilakukan oleh I Made Aditya Nugraha [1] berjudul Analisis Penempatan Optimal dan Pemilihan

Kapasitas Trafo Distribusi pada Penyulang Perumnas. Hasil akhir dari penelitian ini adalah trafo DB 257 direlokasi dari 250 kVA hingga 400 kVA. Persamaan Beban pada trafo DB 623 adalah 79 kVA dan penambahan trafo baru masing-masing berkapasitas 315 kVA pada sisipan trafo distribusi 1 dan 400 kVA pada sisipan trafo distribusi 2 dan 3. Sedangkan pada trafo Distribusi DB 645 dipindahkan trafo distribusi kapasitas 250 kVA hingga 160 kVA.

A. Pembebanan Transformator

Pemilihan kapasitas trafo distribusi sesuai beban konsumen akan menimbulkan efisiensi Bagus [2]. Persentase pembebanan transformator distribusi dapat ditemukan dengan perbandingan antara daya terpasang dan kapasitas trafo distribusi, yang bisa dinyatakan dalam persen (%) atau dengan persamaan sebagai berikut [1]

$$\% \text{Pembebanan} = \frac{LT}{PT} \times 100 \%$$

Informasi:

% Pemuatan = Persentase pemuatan trafo distribusi (%)

LT = Beban trafo (VA)

PT = Kapasitas trafo distribusi (VA)

Untuk menentukan kapasitas trafo yang akan digunakan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$PT = \frac{LT}{0.8}$$

Informasi:

P T = Kapasitas trafo distribusi (VA)

L T = Beban trafo (VA)

0,8 = Batas pembebanan transformator

Konstruksi instalasi trafo menggunakan konstruksi gardu portal.

B. Gardu Portal

Gardu portal merupakan salah satu jenis gardu listrik terbuka (*out-door*) dengan memakai konstruksi dua tiang atau lebih [3]. Umumnya konfigurasi gardu induk yang disuplai dari SUTM adalah bagian T dengan peralatan pengaman *Fuse Cut Out* (FCO) sebagai pengaman hubung singkat transformator dan *Lightning Arrester* (LA) sebagai sarananya pencegahan kenaikan tegangan trafo akibat sambaran petir [4].



Gbr. 1 Gardu Portal

Tiang-tiang yang digunakan untuk gardu induk Penyaluran jenis ini dapat berupa tiang-tiang besi atau tiang beton dengan kekuatan beban kerja setidaknya 500 daN, dengan Panjang 11 atau 12 meter [5].

III.METODE PENELITIAN

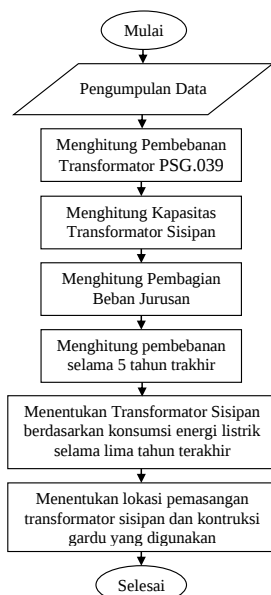
A. Analisa Data

Analisis dalam penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap sebagai berikut:

1. Menghitung pembebanan trafo PSG.039
2. Menghitung kapasitas trafo menyisipkan.
3. Menghitung distribusi beban departemen.
4. Hitung pembebanan untuk lima tahun lalu.
5. Tentukan trafo sisipan berdasarkan konsumsi energi listrik selama lima tahun terakhir.
6. Tentukan lokasi pemasangan sisipan dan konstruksi transformator gardu induk yang digunakan

B. Alur Penelitian

Alur penelitian pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gbr. 2 Alur Diagram Penelitian

IV.HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Penyulang MG.07 Matang Gelumpang Dua

Penyulang MG.07 Matang Gelumpang Dua disuplai oleh Gardu Induk Bireun dengan kapasitas feeder 280 A, menggunakan tiga sistem distribusi tenaga listrik yaitu Saluran

Kabel Tegangan Menengah (SKTM) dengan tipe konduktor NA2XSEBY 3 x 240 mm dengan, Saluran Kabel Udara Tegangan Menengah (SKUTM) dengan tipe konduktor MVTIC 3 x 150+1 x 50 mm, dan Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) dengan tipe konduktor AAACS 3x150mm. Ada 30 buah trafo yang disuplai oleh Feeder Sebelanga dengan kapasitas mulai dari 100 kVA, 160 kVA, 250 kVA dan 400 kVA dengan jumlah totalnya adalah 6170 kVA.

B. Kapasitas Penghantar Penyulang MG.07 Matang Gelumpang Dua

Spesifikasi penghantar pada penyulang MG.07 Matang Gelumpang Dua

TABEL I
SPESIFIKASI PENGHANTAR

No.	Jenis Penghantar	Diameter Penghantar	Kapasitas Hantar Arus
1	MVTIC (NFA2XSY)	3 x 150 mm + 50 mm	326A
2	AAACS	3 x 150 mm	423A
3	NA2XSEBY	3 x 240 mm	145A Open Air, 338 A Ground

Berdasarkan data yang diperoleh trafo distribusi PSG.039 dibagi menjadi 4 jurusan yaitu jurusan A Jurusan kawasan Blang Asan, jurusan B dengan kawasan Gampong Raya Dagang, jurusan C dengan kawasan Keude Matang Glumpang II Jurusan D yaitu dengan kawasan Matang Glumpang II Meunasah Dayah.

Data hasil pengukuran transformator PSG.039 pada tahun 2023 yang dilakukan oleh PT. PLN (Persero) Area Biruen : Tanggal Pengukuran : 12/6 / 2023, Jam Pengukuran : 19 : 52 Wib, IR , IS , IT ,IN: 526A , 326A , 312A , 172A. Jurusan A IR , IS , IT , IN : 286A , 136A , 175A , 91A. Jurusan B IR , IS , IT , IN : 97A , 99A , 76 , 36A . Jurusan C IR , IS , IT , IN : 31A , 55A , 27A , 38A. Jurusan D IR , IS , IT , IN : 123A , 31A , 31A , 73A . Kapasitas Transformator : 250 kVA 9. Pembebanan Transformator : 261 kVA 10.Tegangan Induk Fasa RS ,RT,ST : 387 V, 399 V,386 V.

C. Persentase pembebanan Transformator PSG.039

Data pembebanan transformator PSG.039 dari tahun 2018 sampai tahun 2023

TABEL II
PERSENTASE PEMBEBANAN TRANSFORMATOR PSG.039 TAHUN 2018 -2023

No.	Waktu Pengukuran	Dibebani
1	9 Mei 2018 Pukul 19.00 Wib	106.11
2	18 Juni 2019 Pukul 19.00 Wib	99.04
3	11 Mei 2020 Pukul 19.00 Wib	99.04
4	07 Mei 2021 Pukul 19.00 Wib	105.95
5	17 Juni 2022 Pukul 19.00 Wib	113.24
6	25 Mei 2023 Pukul 19.00 Wib	107.84

D. Perhitungan pembebanan Transformator PSG.039

Nilai pembebanan transformator dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\%Pembebanan = \frac{LT}{PT} \times 100\%$$

$$\%Pembebanan = \frac{I_{AV} \times V_{AV} \times \sqrt{3}}{PT} = x100\%$$

$$\%Pembebanan = \frac{388 \times 391 \times \sqrt{3}}{250.000} = x100\%$$

$$\%Pembebanan = 104.9\%$$

Keterangan:

%Pembebanan = Persentase pembebanan transformator distribusi (%)

LT = Load transformator (VA)

PT = Kapasitas transformator distribusi (VA)

IAV = Arus rata-rata (A)

VAV = Tegangan rata-rata (v)

E. Perhitungan Kapasitas Transformator Sisipan

Nilai persentase pembebanan setelah dilakukan pemasangan transformator sisipan 100 kVA dirumuskan dengan:

$$\%Pembebanan = \frac{LT}{PT} \times 100\%$$

$$\%Pembebanan = \frac{I_{AV} \times V_{AV} \times \sqrt{3}}{PT} = x100\%$$

$$\%Pembebanan = \frac{388 \times 391 \times \sqrt{3}}{250.000 + 100.000} = x100\%$$

$$\%Pembebanan = 74.9\%$$

Keterangan:

%Pembebanan = Persentase pembebanan transformator distribusi (%)

LT = Load transformator (VA)

PT = Kapasitas transformator distribusi (VA)

IAV = Arus rata-rata (A)

VAV = Tegangan rata-rata (v)

Dengan menggunakan rumus yang sama maka persentase pembebanan setelah dipasang trafo insert kapasitas 100 kVA, 160 kVA, 250 kVA, 400 kVA dapat dilihat pada tabel.

TABEL III
PERSENTASE PEMBEBANAN TRANSFORMATOR BERDASARKAN KAPASITAS TRANSFORMATOR SISIPAN

No.	Kapasitas Transformator PSG.039 (kVA)	pembebanan (%)	Kapasitas Transformator Sisipan (kVA)	pembebanan (%)
1	250	104.9	100	74.9
2	250	104.9	160	64.0
3	250	104.9	250	52.4
4	250	104.9	400	40.3

F. Pembagian Beban Jurusan

Perhitungan persentase beban setelah membagi beban departemen dengan beban departemen A dan B dirumuskan sebagai berikut:

$$\%Pembebanan = \frac{I_{AV} \times V_{AV} \times \sqrt{3}}{PT} = x100\%$$

$$\%Pembebanan = \frac{289.6 \times 391 \times \sqrt{3}}{250.000} = x100\%$$

$$\%Pembebanan = 78.3\%$$

Keterangan:

PT = Kapasitas transformator distribusi (VA)

IAV = Arus rata-rata (A)

VAV = Tegangan rata-rata (v)

Nilai persentase beban jurusan C dan D dengan transformator sisipan 100 kVA dirumuskan dengan

$$\%Pembebanan = \frac{I_{AV} \times V_{AV} \times \sqrt{3}}{PT} = x100\%$$

$$\%Pembebanan = \frac{99.3 \times 391 \times \sqrt{3}}{100.000} = x100\%$$

$$\%Pembebanan = 67.1\%$$

Dengan menggunakan rumus yang sama, persentase pembebanan trafo berdasarkan beban mayor dengan kapasitas 160 kVA, 250 kVA, 400 kVA dapat dilihat pada tabel.

TABEL IV
PERSENTASE PEMBEBANAN TRANSFORMATOR BERDASARKAN PEMBAGIAN JURUSAN

No.	Kapasitas (kVA)	Jurusan	pembebanan (%)
1	250	A+B	78.3
2	100	C+D	67.1
3	160	C+D	41.9
4	250	C+D	26.8
5	400	C+D	16.7

G. Penentuan Transformator Sisipan Berdasarkan Konsumsi Energi Listrik

Data penjualan energi listrik di wilayah Matang Gelumpang Dua selama lima tahun terakhir dapat dilihat pada tabel

TABEL V
KONSUMSI ENERGI LISTRIK DI MATANG GELUMPANG DUA

No.	Tahun	kWH Jual (kWH)
1	2019	A+B
2	2020	C+D
3	2021	C+D
4	2022	C+D
5	2023	C+D

Untuk menentukan persentase peningkatan penggunaan energi listrik dapat dirumuskan dengan

$$\%KEL = \frac{KEL_N - KEL_P}{KEL_P} \times 100\%$$

Keterangan:

% KEL = Persentase Konsumsi Energi Listrik (%)

KELN = Konsumsi Energi Listrik Akhir

KELP = Konsumsi Energi Listrik Awal

Persentase konsumsi energi listrik di Matang Gelumpang Dua tahun 2019-2023

$$\%KEL = \frac{2.069.912.879 - 1.914.581.169}{1.914.581.169} \times 100\%$$

$$\%KEL = 8.1\%$$

Dengan menggunakan rumus yang sama, hasil perhitungan konsumsi energi listrik di Kota Denpasar tahun 2019-2020, 2020-2021 dan 2021-2022 dapat dilihat pada tabel

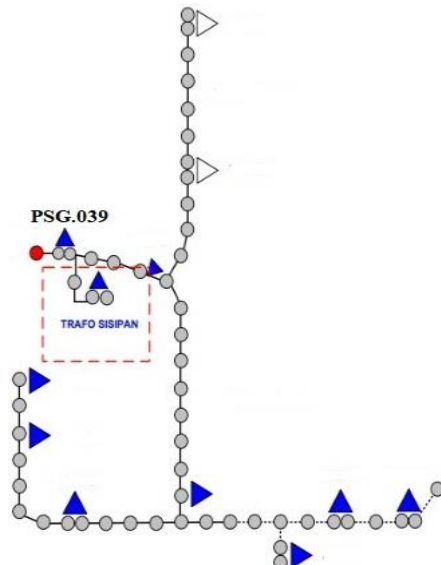
TABEL VI
PERSENTASE KONSUMSI ENERGI LISTRIK DI MATANG GELUMPANG DUA

No.	Tahun	Konsumsi Energi Listrik
1	2019 - 2020	8,1%
2	2020 - 2021	9,9%
3	2021- 2022	3,9%
4	2022 - 2023	11,1%

Jadi berdasarkan tabel diatas, penggunaan trafo *insert* berkapasitas 250 kVA dengan persentase pembebanan awal sebesar 26,8% akan mampu melayani peningkatan penggunaan energi listrik selama lima tahun ke depan dengan total pembebanan setelah lima tahun sebesar 68,3 %.

H. Penempatan Transformator Sisipan

Berdasarkan desain dan konstruksinya, trafo *insert* akan menggunakan desain gardu portal yaitu menggunakan konstruksi dua tiang beton dengan tinggi 13 meter dan beban kerja 350 dan per tiang. Untuk penempatan bilik, gunakan lemari panel (berlapis logam) tipe RMU/Modular. Kapasitas trafo yang digunakan sebesar 250 kVA yang akan dibagi menjadi dua departemen. Berdasarkan standar regulasi PLN, pemasangan gardu distribusi seperti tiang besi dan tiang beton harus mempunyai beban kerja minimal 500 dan, dengan panjang 11 atau 12 meter.



Gbr. 3 Lokasi Penempatan Transformator Sisipan

Lokasi untuk menempatkan transformator sisipan terletak dengan jarak kurang lebih seratus meter dari transformator PSG.039. Sehingga dengan menempatkan transformator sisipan maka tidak perlu dilakukan pemindahan jalur jurusan.

V.KESIMPULAN

Simpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

- Dengan menggunakan transformator sisipan 250 kVA, persentase pembebanan awal sebesar 26,8% atau 68,3%.selama lima tahun ke depan
- Transformator sisipan menggunakan perancangan gardu portal konstruksi dua buah tiang beton dengan tinggi 13 meter dan beban kerja 350 dan per tiang. Lokasi untuk menempatkan transformator sisipan terletak dengan jarak kurang lebih seratus meter dari transformator PSG.039.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. M. A. Nugraha and I. G. M. N. Desnanjaya, "Penempatan dan Pemilihan Kapasitas Transformator Distribusi Secara Optimal Pada Penyulang Perumnas," *J. Resist. (Rekayasa Sist. Komputer)*, vol. 4, no. 1, pp. 33–44, 2021.
- [2] H. Berahim, "Pengantar Teknik Tenaga Listrik Teori Ringkas dan Penyelesaian Soal," *Yogyakarta Andi Offset*, 1994.
- [3] E. Warman, "Pemilihan Dan Peningkatan Penggunaan/Pemakaian Serta Manajemen Trafo Distribusi," 2004.
- [4] M. Amin, "Gardu induk semester 3 kelas XI." Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah, 2014.
- [5] P. T. PLN, "Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik," *PT. PLN (Persero), Jalan Trunajoyo Blok M-1/kebayoran lama, Jakarta Selatan*, 2010.