

Perbandingan Daya Hubung Singkat Pada Penyulang 20 Kv Sisi Sekunder Tranformator Daya Ii Di Gardu Induk Bungaran

Chairunnisa Lubis¹, Amira Balqis², R. Ahmad Yani³, Dwi Pratiwi⁴,

1.2.3. Program Studi Teknik Elektro Universitas Palembang

email : chairunnisa.lubis1507@gmail.com

ABSTRAK

Pada pratiknya dilapangan mayoritas jaringan distribusi di PT. PLN (Persero) UID Palembang masih banyak menggunakan jenis konstruksi radial, dimana selain jenis konstruksi panjang jaringan distribusi mempengaruhi jenis-jenis gangguan dalam proses penyaluran energi listrik. Dengan pajangnya jaringan tersebut gangguan yang terjadi pada jaringan atau penyulang 20 KV dapat dipisahkan menjadi dua jenis gangguan yaitu gangguan yang bersifat simetris maupun gangguan bersifat asimetris. Atas dasar gangguan tersebut penulis tertarik untuk meneliti dan menganalisa perbandingan besar daya hubung singkat yang terjadi pada penyulang-penyulang dari sisi sekunder transformator daya II pada Gardu Induk Bungaran. Dari hasil penelitian yang dilakukan penulis menyimpulkan bahwa bila terjadi perbedaan besarnya daya hubung singkat pada penyulang-penyulang 20 KV dimana bila lihat dari perbedaan tersebut dapat diasumsikan bahwa besarnya daya hubung singkat pada penyulang distribusi berbanding terbalik dengan pajang saluran distribusi 20 kV, dimana semakin panjang saluran maka daya hubung singkat lebih kecil dan semakin pendek saluran distribusi 20 kV maka daya hubung singkat akan semakin besar.

Kata kunci : Transformator Daya, Daya Hubung Singkat, Penyulang 20 kV, GI Bungaran

Comparison Of Short Circuit Power On 20 Kv Refeiter On Secondary Side Of Power Transformer Ii At Bungaran Substation

ABSTRACT

In reality, most distribution networks at PT. PLN (Persero) UID Palembang continue to be built radially. In addition to the construction type, the length of the distribution network affects the kinds of disruptions that can occur during the distribution of electrical energy. Disturbances that arise in the 20 KV network or feeder can be classified into two categories based on the network length: symmetric disturbances and asymmetric disturbances. The author is interested in investigating and comparing the short circuit power that occurs in the feeders from the secondary side of power transformer II at the Bungaran Main Substation in light of this disturbance. Based on the findings of the investigation, the writer deduced that. Based on these variations, it can be inferred that the short circuit power in the distribution feeder is inversely related to the 20 kV distribution line's length, with the short circuit power being greater in the shorter 20 kV distribution channel and smaller in the longer line.

Keywords: Power Transformer II, Short Circuit Power, 20 kV Feeder, GI Bungaran.

Correspondence author : Chairunnisa Lubis, Unniversitas Palembang, Indonesia

E-Mail : chairunnisa.lubis1507@gmail.com

PENDAHULUAN

Seiring pertumbuhan pelanggan PT. PLN (Persero) dan bertambah luasnya perkembangan penduduk serta pusat-pusat beban maka untuk mengalirkan daya atau energi listrik diperlukan jaringan distribusi [1]. Pada prinsipnya jaringan distribusi yang berasal dari gardu induk terdapat berbagai jenis tegangan yang digunakan mulai dari tegangan distribusi 12 kV sampai yang saat ini familiar digunakan oleh PT. PLN (Persero) yaitu tegangan distribusi 20 KV [2-3]. Jaringan distribusi dibangun untuk mengalirkan listrik sampai ke pelanggan dengan beberapa jenis konstruksi penyaluran, ada konstruksi jenis spindel, radial dan jenis konstruksi lainnya yang disesuaikan dengan kebutuhan lapangan. Pada praktiknya lapangan mayoritas jaringan distribusi di PT. PLN (Persero) UID Palembang masih banyak menggunakan jenis konstruksi radial, dimana selain jenis konstruksi panjang jaringan distribusi mempengaruhi jenis-jenis gangguan dalam proses penyaluran energi listrik [4-5]. Dengan pajangnya jaringan tersebut gangguan yang terjadi pada jaringan atau penyulang 20 KV dapat dipisahkan menjadi dua jenis gangguan yaitu gangguan yang bersifat simetris maupun gangguan bersifat asimetris [4]. Atas dasar gangguan tersebut penulis tertarik untuk meneliti dan menganalisa perbandingan besar daya hubung singkat yang terjadi pada penyulang-penyulang dari sisi sekunder transformator daya II pada Gardu Induk Bungaran. Gardu Induk Bungaran yang terletak di Kecamatan Seberang Ulu I Kota Palembang, pada transformator daya II terdapat beberapa penyulang yang melayani untuk mengalirkan energi listrik sampai pada pengguna, adapun penyulang 20 kV yang berasal dari transformator daya II GI Bungaran yaitu penyulang unglan, penyulang meranti dan penyulang pule. Pada ketiga penyulang tersebut memiliki panjang yang berbeda-beda sehingga pada penelitian perbandingan ini akan menjadi acuan untuk menentukan kapasitas pemutus tenaga baik yang telah terpasang maupun rencana pemasangan kembali apabila terjadi pengantian material rele pemutus tenaga (PMT) [6-7]. Dari penjelasan masalah diatas penulis bermaksud untuk menganalisis besarnya daya hubung singkat pada ketiga penyulang 20 KV yang berasal dari Transformator Daya II pada Gardu Induk Bungaran.

METODE PENELITIAN

Dengan melakukan observasi lapangan disertai literature terkait dimana untuk mendukung penelitian, penulis melakukan analisa perbandingan daya hubung singkat pada penyulang 20 kV yakni penyulang unglan dan penyulang meranti yakni pada PT. PLN (Persero) ULP Ampera dan ULTG Gardu Induk Bungaran dengan langkah-langkah :

1. Menentukan Impedansi [8]

Impedansi pada sumber

$$\text{Total reaktansi (pu)} = \frac{\text{Daya Utama, MVA}}{\text{tingkat kesalahan}} \quad (1)$$

Impedansi pada transformator daya II GI Bungaran

$$X_{PU \text{ baru}} = X_{PU \text{ lama}} \times \left(\frac{kV_{\text{dasar lama}}}{kV_{\text{dasar baru}}} \right)^2 \times \left(\frac{kVA_{\text{dasar baru}}}{kVA_{\text{dasar lama}}} \right) \quad (2)$$

Impedansi saluran pada penyulang :

$$L = 2 \times 10^{-7} \ln \frac{GMD}{GMR} (H/km) \quad (3)$$

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L \text{ (ohm/km)} \quad (4)$$

Dimana :

GMD = Geometric Mean Distance (m)

GMR = Geometric Mean Radius (m)



F = Frekuensi (hertz)
L = Induktansi (henry)

Untuk menghitung besar nilai GMD menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$GMD = \sqrt[3]{D_{ab} \cdot D_{bc} \cdot D_{ac}} \quad (5)$$

Dimana :
 D_{ab} , D_{bc} , dan D_{ac} = Jarak antar penghantar (m)

Resistansi pada suatu saluran penghantar berubah untuk setiap perubahan temperatur, perubahan temperatur ini hampir linier untuk daerah temperatur yang jelas. Jika tahanan searah suatu penghantar diketahui pada temperatur tertentu, maka tahanan searah pada temperatur lain dapat ditentukan dengan persamaan :

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{T + t_2}{T + t_1} \quad (6)$$

Dimana :
 R_2 = adalah tahanan searah penghantar pada temperature t_2
 R_1 = adalah tahanan searah penghantar pada temperature t_1
T = adalah konstanta searah penghantar untuk jenis tertentu
T = 234,5 untuk tembaga dengan konduktivitas 100%
 t_1 = 241 untuk tembaga dengan konduktivitas 97,3%
 t_2 = 228 untuk aluminium dengan konduktivitas 61%

Impedansi saluran pada jaringan distribusi terdiri dari nilai resistansi dan induktansi sedangkan untuk nilai kapasitas pada jaringan diabaikan karena saluran dianggap sebagai saluran pendek. Dengan diperolehnya nilai resistansi dan induktansi saluran maka impedansi dari saluran distribusi dapat diperoleh dengan persamaan berikut :

$$Z = \sqrt{R^2 + jX_L^2} \quad (7)$$

Impedansi saluran = $(R + jX_L)$. (Panjang saluran)

2. Menentukan arus gangguan tiga phasa pada penyulang [9]

- Untuk gangguan simetris

$$I_{HS \text{ 3 phasa}} = \frac{V_f}{Z_{Total}} \quad (8)$$

$$I_{dasar} = \frac{\text{daya dasar}}{\sqrt{3} \times \text{tegangan dasar}} \quad (9)$$

$$I'_{HS} = I_{HS} \times I_{dasar} \quad (10)$$

- Untuk gangguan asimetris

$$I''_{HS} = I'_{HS} \times 1,6 \quad (11)$$

3. Menentukan besar daya hubung singkat pada penyulang 20 KV.

$$S_{HS} = \sqrt{3} \times V_{pf} \times I''_{HS} \quad (12)$$

Selain langkah-langkah diatas untuk menunjang penelitian ini penulis melakukan metode observasi lapangan dan literasi dari artikel terkait. Dari hasil obesrvasi lapangan didapat data pendukung diantaranya data besarnya hubung singkat.

A. Data Hubung Singkat

Adapun besarnya MVA atau arus hubung singkat pada bus 150 kV diperoleh dari pencatatan dokumentasi terekam yaitu hubung singkat tiga fasa sistem interkoneksi Sumbagsel interkoneksi GI Simpang Tiga dan GI Keramasan, GI Bungaran, pada tabel 1, berikut :

Tabel 1. Arus gannguan tercatat

Kapasitas	I _a	I _b	I _c
Arus Gangguan	10234,589 A	211,011 A	506,482 A
Daya Gangguan	1535,88 MVA	31,652 MVA	75,97 MVA

B. Data Transformator Daya

Name	Transformator Daya II
Merk/Type	Paulwels/96P0026
Installation	Out-Door
Year of Manufacture	2001
Rated Power	30 MVA
Standard	IEC 76
Fequency Hertz	50 Hz
Phases	3
Vector Group	YNyn0+d
Primary voltage	70 kV
Secondary voltage	20 kV
Short circuit	70 kV 40 kA
Short circuit	20 kV 25 kA
Rn	0,4 Ohm
Impedance	12,50%

C. Data Pemutus Tenaga

Data pemutus tenaga pada Gardu Induk Bungaran sisi 20 kV pada sisi sekunder transformator tenaga II yakni pada penyulang meranti dan penyulang unglen adalah sebagai berikut :

1. Penyulang Unglen
 - Instalasi : In Door
 - Rating Tegangan : 24 kV
 - Frekuensi : 50 Hz
 - Rating Arus : 1250 A



Arus Hubung Singkat : 25 kA
 Media Pemadam : VCB (Vacum Circuit Breaker)
 Merk : AREVA

2. Penyulang Meranti
 Instalasi : In Door
 Rating Tegangan : 24 kV
 Frekuensi : 50 Hz
 Rating Arus : 630 A
 Arus Hubung Singkat : 25 kA
 Media Pemadam : VCB (Vacum Circuit Breaker)
 Merk : AREVA

D. Data Penghantar

Data penghantar pada penyulang dapat dilihat pada tabel 2. sebagai berikut :

Tabel 2. Data Penghantar Penyulang Unglen dan Meranti

Penyulang 20 KV	Jenis Penghantar	Luas penampang (mm ²)	Jumlah Urat	GMR (mm)	Panjang Saluran (kms)	Resistansi 20 ⁰ C (Ω / km)
Unglen	AAAC	150	37	2,25	5,791	0,225
Meranti	AAAC	150	37	2,25	6,788	0,225

HASIL DAN PEMBAHASAN

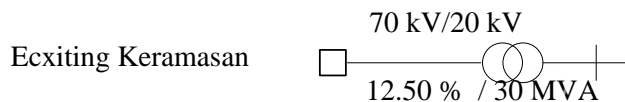
Dari data-data yang didapat dari hasil obeservasi, maka didapat perbandingan daya hubung singkat pada kedua penyulang 20 KV dengan rincian sebagai berikut :

Impedansi sumber pada busbar 70 kV dan Reaktansi Transformator

Pada Impedansi sumber Busbar 70 KV Gardu Induk Bungaran menggunakan persamaan 1 nilai reaktansi (pu) didapat :

Daya utama : 30 MVA
 Tingkat kesalahan (gangguan) : 1535,188 MVA.
 Reaktansi (pu) : $\frac{\text{daya utama MVA}}{\text{tingkat kesalahan}} = \frac{30}{1535,188} = j 0,01954$

Reaktansi transformator daya II dengan kapasitas 30 MVA Gardu Induk Bungaran adalah 12.50 %, dengan persamaan 2, yaitu :

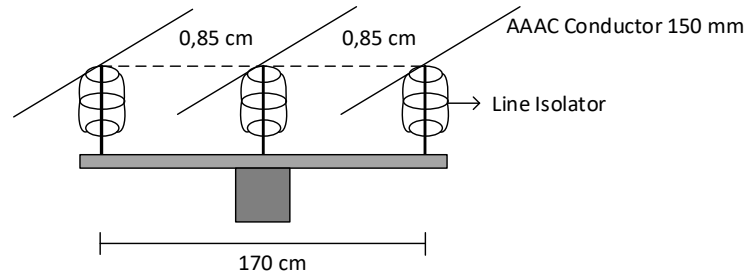


$$X_{pu \text{ baru}} = j 0,1250 \times \left(\frac{20}{20}\right)^2 \times \left(\frac{30.000}{30.000}\right)$$

$$X_{pu \text{ baru}} = j 0,1250 \text{ pu}$$

Impedansi Saluran 20 KV Penyulang Unglen

Berdasarkan dari visualisasi konstruksi dari jaringan pada tiang Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 kV dapat ditentukan besarnya nilai GMD (Geometric mean distance) dengan persamaan 5 adalah :



Gambar 2. Konstruksi TM 1 SUTM 20 KV Penyulang Unglen

$$GMD = \sqrt[3]{(0,85) \times (0,85) \times (1,7)} = 1,07093 \text{ m}$$

$$GMR = 2,25 \text{ mm} = 0,00225 \text{ m}$$

Induktansi (L) dan Reaktansi (X_L) menggunakan persamaan 3 dan persamaan 4.

$$L = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \ln \frac{1,07093}{0,00225}$$

$$L = 0,00123307 \text{ H/km}$$

Reaktansi (X_L) :

$$X_L = (2) \times (3,14) \times (50) \times (0,00123307) = 0,3872 \text{ ohm/km}$$

Resistansi (R) kabel AAAC, 150 mm² pada suhu 20°C adalah 0,225 ohm/km. Maka resistansi pada suhu 60° , dengan menggunakan persamaan 6 adalah :

$$R_{60} = \left(\frac{228 + 60}{228 + 20} \right) \times 0,225 = 0,261 \Omega/\text{km}$$

Impedansi Saluran ($Z_{saluran}$)

Impedansi Saluran ($Z_{saluran}$) dengan menggunakan persamaan 7 adalah:

$$Z_{saluran} = (0,261 + j \cdot 0,3872) \times (5,791)$$

$$Z_{saluran} = (1,511 + j \cdot 2,242) \text{ ohm}$$

Impedansi Dasar (Z_{dasar}) :

$$Z_{dasar} = \frac{(20 \text{ kV})^2}{30 \text{ MVA}} = 13,333 \text{ ohm}$$

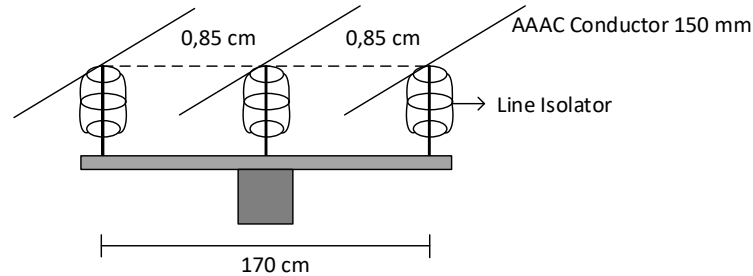
Impedansi per unit (Z_{pu}) :

$$Z_{pu} = \frac{(1,511 + j \cdot 2,242)}{13,333}$$

$$Z_{pu} = 0,113 + j \cdot 0,168 \text{ pu}$$

Impedansi Saluran 20 KV Penyulang Meranti

Berdasarkan dari visualisasi konstruksi dari jaringan pada tiang Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 kV dapat ditentukan besarnya nilai GMD (Geometric mean distance) adalah :



Gambar 3. Konstruksi TM 1 SUTM 20 KV Penyulang Meranti

$$GMD = \sqrt[3]{(0,85) \times (0,85) \times (1,7)} = 1,07093 \text{ m}$$

$$GMR = 2,25 \text{ mm} = 0,00225 \text{ m (standar umum pabrik kabel)}$$

Induktansi (L) dan Reaktansi (X_L)

$$L = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \ln \frac{1,07093}{0,00225}$$

$$L = 0,00123307 \text{ H/km}$$

Reaktansi (X_L) :

$$X_L = (2) \times (3,14) \times (50) \times (0,00123307) = 0,3872 \text{ ohm/km}$$

Resistansi (R) :

Resistansi kabel AAAC, 150 mm² pada suhu 20°C adalah 0,225 ohm/km. Maka resistansi pada suhu 60° :

$$R_{60} = \left(\frac{228 + 60}{228 + 20} \right) \times 0,225 = 0,261 \Omega/km$$

Impedansi Saluran ($Z_{saluran}$) adalah :

$$Z_{saluran} = (0,261 + j \cdot 0,3872) \times (6,788)$$

$$Z_{saluran} = (1,772 + j \cdot 2,628) \text{ ohm}$$

Impedansi Dasar (Z_{dasar}) :

$$Z_{dasar} = \frac{(20 \text{ kV})^2}{30 \text{ MVA}} = 13,333 \text{ ohm}$$

Impedansi per unit (Z_{pu}) :

$$Z_{pu} = \frac{(1,772 + j \cdot 2,628)}{13,333}$$

$$Z_{pu} = 0,133 + j \cdot 0,170 \text{ pu}$$

Arus Gangguan Hubung Singkat Penyulang Unglen

$$Z_{total} = j 0,0195 + j 0,125 + (0,113 + j 0,168)$$

$$Z_{total} = 0,113 + j 0,168$$

$$Z_{total} = 0,2025 \angle 56,074^\circ$$

Untuk gangguan simetris pada penyulang unglen :

$$V_f = 1 \text{ pu}$$

$$I_{HS} \text{ 3 phasa} = 4,9382 \approx 4,938 \text{ pu}$$

$$I_{dasar} = \frac{30 \text{ MVA}}{\sqrt{3} \times (20 \text{ kV})}$$

$$I_{dasar} = 866,0258 \text{ Ampere}$$

$$I'_{HS} = 4,938 \times 866,0258$$

$$I'_{HS} = 4,276 \text{ k. Amp}$$

Untuk Gangguan Asimetris pada penyulang Unglen :

$$I''_{HS} = 4,276 \times 1,6 = 6,842 \text{ k. Amp}$$

Arus Gangguan Hubung Singkat Penyulang Meranti

$$Z_{total} = j 0,0195 + j 0,125 + (0,133 + j 0,170)$$

$$Z_{total} = 0,133 + j 0,3145$$

$$Z_{total} = 0,3415 \angle 67,079^\circ$$

Untuk Gangguan Simetris pada Penyulang Meranti :

$$V_f = 1 \text{ pu}$$

$$I_{HS} \text{ 3 phasa} = \frac{1}{0,3415}$$

$$I_{HS} \text{ 3 phasa} = 2,9282 \approx 2,928 \text{ pu}$$

$$I_{dasar} = \frac{30 \text{ MVA}}{\sqrt{3} \times (20 \text{ kV})}$$

$$I_{dasar} = \frac{30.000 \text{ kVA}}{(1,732) \times (20 \text{ kV})} = 866,0258 \text{ Ampere}$$

$$I'_{HS} = 2,928 \times 866,0258 = 2,536 \text{ k. Amp}$$

Untuk Gangguan Asimetris pada penyulang Meranti

$$I''_{HS} = 2,536 \times 1,6 = 4,058 \text{ k. Amp}$$

Analisa Daya Hubung Singkat Penyulang Unglen dan Penyulang Meranti

Besar Daya Hubung Singkat Pada Penyulang Unglen

$$S_{HS} = \sqrt{3} \times (20) \times (6,842) = 236,733 \text{ MVA}$$

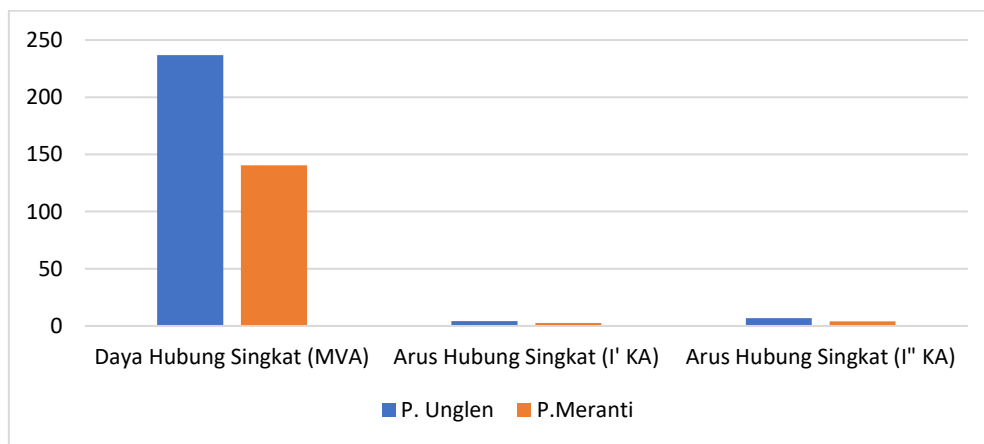
Besar Daya Hubung Singkat Pada Penyulang Meranti

$$S_{HS} = \sqrt{3} \times (20) \times (4,0576) = 140,392 \text{ MVA}$$

Dari hasil perhitungan arus gangguan hubung singkat dan daya hubung singkat pada penyulang Unglen dan penyulang Meranti dapat dibandingkan, dan ditampilkan pada tabel 3 sebagai berikut :

Tabel 3. Perbandingan arus gangguan dan daya hubung singkat penyulang 20 kV

Penyulang	Daya Hubung Singkat (MVA)	Arus Hubung Singkat	
		I _{HS} (kA)	I'' _{HS} (kA)
Unglen	236,733	4,276	6,842
Meranti	140,392	2,536	4,058



Gambar 4. Grafik perbandingan daya dan arus hubung singkat

Dari hasil pembahasan dan ditampilkan dengan grafik perbandingan maka dari penyulang 20 KV yang berasal dari sumber yaitu transformator daya II pada Gardu Induk Bungaran maka arus gangguan dan daya gangguan dari hubung singkat terbesar dihasilkan oleh penyulang unglen, peristiwa ini disebabkan oleh pajang saluran distribusi 20 kV yang berbeda, dimana daya hubung singkat yang terbesar didapat pada penyulang unglen, dimana daya hubung singkatnya sebesar 236,733 MVA. Sedangkan kan pada penylang meranti didapat daya hubung singkat sebesar 140,392 MVA. Dilihat dari perbedaan daya hubung singkat pada kedua penyulang 20 kV dimana daya hubung singkat yang besar dikarenakan memiliki panjang saluran yang lebih pendek yaitu pada saluran distribusi penyulang unglen dengan pajang saluran sepanjang 5,791 kms. Sedangkan pada saluran distribusi penyulang meranti daya hubung singkat yang didapat lebih kecil, dimana panjang saluran distribusi penyulang meranti lebih panjang dari penyulang unglen yaitu sepanjang 6,788 kms. Dilihat dari perbedaan tersebut dapat diasumsikan bahwa besarnya daya hubung singkat pada penyulang distribusi berbanding terbalik dengan pajang saluran distribusi 20 kV, dimana semakin panjang saluran maka daya hubung singkat lebih kecil dan semakin pendek saluran distribusi 20 kV maka daya hubung singkat akan semakin besar.

Bila dianalisis dengan kemampuan pemutus tenaga (PMT) terpasang sebesar 25 kA atau sebesar 866,025 MVA dari hasil perhitungan, maka daya hubung singkat pada penyulang unglen dan meranti masih tercover dari kapasitas PMT terpasang pada bus transformator daya II Gardu Induk Bungaran.

$$S_p = \sqrt{3} \times (20)kV \times (25)kA$$
$$S_p = (1,732) \times (20) \times (25) = 866,025 \text{ MVA}$$

Tabel 5. Perbandingan kapasitas PMT terpasang dengan hasil perhitungan

Penyulang	Daya Hubung Singkat (MVA)	Kemampuan PMT Terpasang (MVA)
Unglen	236,733	866,025
Meranti	140,392	866,025

KESIMPULAN

Walaupun dengan posisi pengontrolan dimmer yang sama tetap menghasilkan kecepatan putaran motor yang berbeda, yakni variasi 2 (dua) mata pisau hanya menghasilkan kecepatan putaran yang berbeda hal ini dikarenakan besarnya massa (Jumlah mata pisau) dalam mempengaruhi kecepatan putaran motor, juga pengaruh dari bentuk variasi 4 (empat) mata pisau yang bertingkat maju dan mundur, sehingga bagian mata pisau yang jaraknya maju akan menarik sendiri pada sela mata pisau sedangkan pada bagian mata pisau yang mundur berfungsi untuk langsung memotongnya. Meskipun terdapat variasi kecepatan putaran yang berbeda, motor DC tetap memiliki kemampuan menjaga kestabilan dalam menggerakkan mata pisau untuk mencacah pakan ternak hingga mampu menghasilkan hingga 200 Kg/jam, dengan variasi 4 mata pisau alat ini dapat menghasilkan cacahan 2-5 cm tertinggi yaitu 48%, sehingga pemilihan pisau dengan kecepatan putaran terbaik untuk menghasilkan ukuran cacahan sesuai standar SNI adalah variasi 4 mata pisau.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Putra, & Nova Andika. (2019). Unjuk Kerja Mesin Pencacah Seresah Biomassa Tipe Multiguna Berdasarkan Tingkatan Kecepatan Putaran. . *Universitas Lampung. Bandar Lampung*.
- [2] Uli Setiawan. (2019). Analisa Pengaruh Jumlah Pisau Potong Terhadap Produktifitas Mesin Pencacah Rumput Gajah . (*Doctoral Dissertation, Institut Teknologi Nasional Malang*).
- [3] R.Ramadani. (2019). Analisis Usahatani Rumput Gajah(Pennisetum Purpureum) Di Desa Kolam Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang. *Diss*.
- [4] Yulianto, R., Nurwidodo, N., Widianingrum, D. C., & Khasanah, H. (2022). Budidaya Rumput Odot Dan Teknologi Pengawetan Hijauan Pakan Ternak Sapi Didesa Kalibendo, Kecamatan Pasirian, Lumajang. *JPKMI*, 3(1), 27–37.
- [5] Ettah, E., Ekah, U., Oyom, E., & Akonjom, N. (2021). Performance Analysis Of Monocrystalline And Polycrystalline Solar Panels In A Semi-Arid Region. *International Journal Of Engineering Science Invention (IJESI)*, 10(7), 10–14.
- [6] Deny Poniman Kosasih. (2018). Pengaruh Variasi Larutan Elektrolite Pada Accumulator Terhadap Arus Dan Tegangan. *Teknik Material Jurusan Teknik Mesin Universitas Subang*, 33–45.
- [7] Pattiapon, D. R., Rikumahu, J. J., Jamlaay, M., Elektro, T., & Ambon, P. N. (2019). *PENGGUNAAN Motor Sinkron Tiga Phasa Tipe Salient Pole Sebagai Generator Sinkron*. 9(2).
- [8] Irfan Maulidin, Dyah Titisari, & Abd Kholiq. (2021). Tachometer Berbasis Mikrokontroler Dilengkapi Fitur Timer. *Teknik Elektromedik Poltekkes Kemenkes, Surabaya*, 214–219.

