

Analisa Pembangkit Pengatur Tegangan Pada Penyulang 20 kV (Aplikasi Gardu Induk PT PLN (Persero) Sei Rotan)

Indra Roza

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Harapan Medan
Jl. Imam Bonjol No. 35 Medan, Indonesia
Email : indraroz30@yahoo.co.id

Abstrak — Dengan semakin pesatnya kebutuhan daya listrik pada masyarakat yang tinggal dipertanian dan dipedesaan maka akan berdampak tidak baik pada mutu tegangan dalam pelayanan PLN yang nilainya dibawah standar yang ditentukan. Faktor yang mempengaruhi yakni dengan adanya impedansi pada saluran, maka akan terjadi tegangan jatuh, dimana tegangan yang merupakan perkalian arus dengan impedansi peralatan penyaluran tenaga listrik. Semakin besar harga resistansi dari penghantar, akan semakin besar jatuh tegangan pada system tenaga listrik. Maka perlu adanya perbaikan jatuh tegangan pada tegangan ujung yang diterima dapat dilakukan dengan menaikkan tegangan ujung kirim.. Untuk mengatasi tegangan jatuh dapat digunakan pengatur tegangan dengan syarat tegangan nominal distribusi tegangan menengah 20 kV (fase-fase) atau 11,57 kV (fase-netral) .Batas tegangan fase-netral minimal pelayanan = -10% dari tegangan nominal = 10,41 kV atau sebesar 18 kV (fase-fase). Batas tegangan fase-netral maksimum pelayanan = + 5% dari tegangan nominal = 12,15 kV atau sebesar 21 kV (fase-fase). Tegangan pelayanan fase-fase minimal yang dipilih sebagai dasar perhitungan adalah 18,5 KV (= - 7,5% x tegangan nominal). Kemampuan regulator menaikkan dan menurunkan tegangan pada titik pemasangan = ± 10 % (10% raise dan 10% lower). Dari hasil penelitian data tegangan keluaran pada penyulang masing – masing 10,4 – 27,25 % sehingga tidak memenuhi pengiriman melalui sebuah gardu induk. Setelah melewati pembangkit pengatur tegangan maka tegangan jatuhnya dibawah 5 % memenuhi syarat untuk disply dari gardu induk ke konsumen

Kata Kunci : Analisa, Pembangkit Pengatur Tegangan , Penyulang 20 KV

Abstract — *With the rapid power needs of the people living in urban and rural areas will not affect either the quality of the voltage in the value of PLN service under specified standards. Factors affecting namely the existence of the impedance on the channel, there will be a voltage drop, which is the product of current voltage with an impedance of electrical power distribution equipment. The greater the resistance of the conductor of the price, the greater the voltage drop across the electric power system. It is necessary to repair the voltage drop at the end of the received voltage can be done by raising the voltage of the tip tell .. To solve the voltage drop voltage regulator can be used on condition that the nominal voltage of 20 kV medium voltage distribution (phases) or 11.57 kV (-phase neutral) phase-neutral .Batas minimal service = -10% of nominal voltage = 10.41 kV or at 18 kV (phases). Limit the maximum phase-neutral service = + 5% of nominal voltage = 12.15 kV or at 21 kV (phases). The voltage phases of minimal services selected as the basis for calculation was 18.5 KV (= - 7.5% x the nominal voltage). The ability of raising and lowering the voltage regulator at the point of = ± 10% (10% raise and a 10% lower). From the research data is the output voltage at the feeder each - each 10.4 to 27.25% that do not meet the delivery via a substation. After passing through the generator voltage regulator's voltage fall below 5% eligible for disply from substations to consumers*

Key words: Analysis, Regulatory Pembangkit Voltage, 20 KV feeders

I. PENDAHULUAN

Tenaga listrik yang dibangkitkan dalam pusat-pusat listrik seperti Pusat Listrik Tenaga Air (PLTA), Pusat Listrik Tenaga Uap (PLTU), Pusat Listrik Tenaga Gas (PLTG), Pusat Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) dan Pusat Listrik Tenaga Diesel (PLTD) serta Pusat Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU), kemudian disalurkan melalui saluran transmisi setelah terlebih dahulu dinaikkan tegangannya oleh transformator penaik tegangan yang ada di pusat listrik. Kemudian disalurkan melalui transmisi dengan tegangan 500 kv sebagai Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET), sedangkan transmisi dengan

tegangan 150 kV disebut sebagai Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT).

Pada Gardu Induk tegangan transmisi tersebut diturunkan menjadi tegangan menengah distribusi, yang nilai tegangannya dipilih tegangan 20 kv yang biasa disebut sebagai Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) atau tegangan distribusi. Pada tempat tertentu tegangan menengah distribusi tersebut dengan menggunakan transformator distribusi diturunkan lagi menjadi tegangan rendah distribusi yang nilai tegangannya dipilih sebesar 220 volt.

Saluran untuk menyampaikan energi listrik ada yang berupa saluran udara dan ada pula yang

berupa saluran kabel tanah. Sarana yang dipakai untuk menyampaikan tenaga listrik tersebut, juga menggunakan daya yang merupakan rugi-rugi daya atau rugi-rugi teknis. Rugi-rugi daya dapat disebabkan oleh adanya resistansi pada penghantar dan resistansi pada transformator, atau kalau lebih lengkapnya adalah adanya impedansi dari peralatan penyalur tenaga listrik tersebut.

Rugi-rugi daya yang dinyatakan dalam satuan watt, merupakan perkalian kuadrat arus dengan impedansi dari peralatan listrik yang digunakan untuk menyalurkan energi listrik. Sehingga semakin besar arus yang dilewatkannya, rugi-rugi daya juga akan semakin besar, namun demikian besar arus yang lewat penghantar tersebut dibatasi oleh kemampuan hantar arus sesuai dengan spesifikasi penghantar. Dengan adanya impedansi pada saluran, maka tegangan juga akan jatuh, dimana tegangan yang dinyatakan dalam volt merupakan perkalian arus dengan impedansi peralatan penyaluran tenaga listrik. Semakin besar harga resistansi dari penghantar, akan semakin besar jatuh tegangan. Dalam tugas akhir ini akan menganalisa tentang jatuh tegangan pada penyulang 20 kV.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Tenaga Listrik

Untuk keperluan penyediaan tenaga listrik bagi para pelanggan diperlukan berbagai peralatan listrik. Berbagai peralatan listrik ini dihubungkan satu sama lain mempunyai interrelasi dan secara keseluruhan membentuk suatu sistem tenaga listrik. Sistem tenaga listrik disini adalah pusat tenaga listrik dan gardu induk yang satu sama lain dihubungkan oleh beban sehingga merupakan sebuah kesatuan interkoneksi.

Daya listrik yang dibangkitkan harus selalu sama dengan daya listrik yang dibutuhkan oleh konsumen maka manajemen operasi sistem tenaga listrik harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

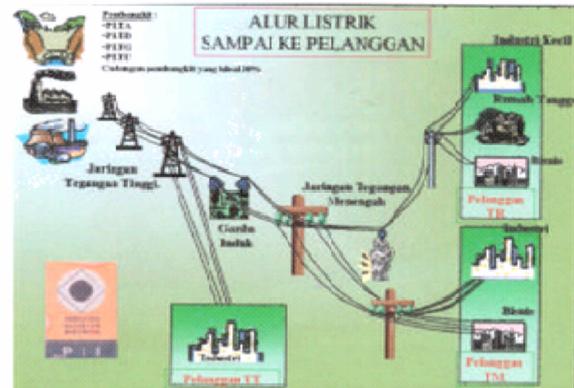
1. Perkiraan beban (Load Forecast)
2. Syarat-syarat pemeliharaan peralatan
3. Keandalan yang diinginkan
4. Lokasi beban dan produksi pembangkit yang ekonomis.

Dari keempat hal tersebut diatas seringkali masih harus dikaji terhadap beberapa kendala seperti:

- a. Aliran beban dalam jaringan
- b. Stabilitas sistem tenaga listrik
- c. Kualitas daya yang akan dipakai
- d. Lokasi atau tempat terjadinya jatuh tegangan

Dengan memperhatikan kendala-kendala ini maka sering kali harus dilakukan pengaturan kembali terhadap rencana pemeliharaan dan lokasi beban. Jaringan setelah keluar dari Gardu Induk (GI) biasa disebut jaringan distribusi, sedangkan jaringan antara pusat listrik dengan GI biasa disebut jaringan transmisi. Setelah tenaga listrik disalurkan melalui

jaringan distribusi primer maka kemudian tenaga listrik diturunkan tegangannya. Dalam gardu distribusi menjadi tegangan rendah dengan tegangan 380/220 volt atau 220/127 volt kemudian disalurkan melalui jaringan tegangan rendah untuk selanjutnya disalurkan kerumah-rumah pelanggan (konsumen) PLN melalui sambungan rumah, hal ini digambarkan oleh gambar II.1. Proses penyaluran tenaga listrik ini secara keseluruhan juga ditunjukkan oleh gambar II.1.



Gambar 1. Bagan Penyampaian Tenaga Listrik Ke Pelanggan.

Hal – hal yang harus diperhatikan didalam sistem Tenaga listrik pada umumnya

1. Perkembangan Sistem Tenaga Listrik
2. Persoalan-Persoalan Operasi Sistem Tenaga Listrik :
 - a. Pengaturan ferekuensi
 - b. Pemeliharaan Peralatan
 - c. Biaya operasi
 - d. Perkembangan sistem
 - e. Gangguan dalam sistem
 - f. Tegangan Dalam system

Gardu Induk

Gardu Induk merupakan sub sistem dari sistem penyaluran (transmisi) tenaga listrik, atau merupakan satu kesatuan dari sistem penyaluran (transmisi). Penyaluran (transmisi) merupakan sub sistem dari sistem tenaga listrik. Berarti, gardu induk merupakan sub-sub sistem dari sistem tenaga listrik. Sebagai sub sistem dari sistem penyaluran (transmisi), gardu induk mempunyai peranan penting, dalam pengoperasiannya tidak dapat dipisahkan dari sistem penyaluran (transmisi) secara keseluruhan.

Jenis-jenis gardu induk bisa dibedakan menjadi beberapa bagian yaitu :

1. Berdasarkan besaran tegangannya.
2. Berdasarkan pemasangan peralatan
3. Berdasarkan fungsinya.
4. Berdasarkan isolasi yang digunakan.
5. Berdasarkan sistem (busbar).

Fungsi gardu induk :

1. Mentransformasikan daya listrik :
 - Dari tegangan ekstra tinggi ke tegangan tinggi (500 kv/150 kv).
 - Dari tegangan tinggi ke tegangan yang lebih rendah (150 kv/70 kv).
 - Dari tegangan tinggi ke tegangan menengah (150 kv/20 kv, 70 kv/20 Kv).
 - Dengan frekuensi tetap (di Indonesia 50 Hertz).
2. Untuk pengukuran, pengawasan operasi serta pengamanan dari sistem tenaga listrik.
3. Untuk pengaturan pelayanan beban ke gardu induk-gardu induk lain melalui tegangan tinggi dan ke gardu distribusi-gardu distribusi, setelah melalui proses penurunan tegangan melalui penyulang-penyulang (feeder- feeder) tegangan menengah yang ada di gardu induk.
4. Untuk sarana telekomunikasi (pada umumnya untuk internal PLN).

Daerah Data Yang Sering Terjadi Jatuh Tegangan Pada Penyulang 20 Kv

Daerah yang sering terjadi jatuh tegangan pada penyulang 20 kv, yaitu:

- a. Penurunan tegangan yang cukup besar pada sistem daya sehingga dapat merugikan pelanggan atau mengganggu kerja peralatan listrik.
- b. Bahaya kerusakan pada peralatan yang diakibatkan oleh arcing (busur api listrik).
- c. Bahaya kerusakan pada peralatan akibat overheating (pemanasan berlebih) dan akibat tekanan mekanis (alat pecah dan sebagainya).
- d. Tergangguanya stabilitas sistem dan ini dapat menimbulkan pemadaman menyeluruh pada sistem tenaga listrik.
- e. Menyebabkan penurunan tegangan sehingga koil tegangan relai gagal bertahan.

2.4 Strategi Dan Solusi Untuk Mengurangi Jatuh Tegangan Pada Penyulang 20 kV

Dalam sistem perusahaan tenaga listrik, berbagai strategi dan solusi yang dilakukan untuk memperkecil nilai jatuh tegangan dan rugi-rugi daya yang terjadi pada saluran distribusi. Hal tersebut dilakukan karena selain merugikan perusahaan, juga merugikan pihak pelanggan sebagai pengguna jasa listrik yang selalu menuntut jasa layanan dengan kualitas yang baik. Beberapa langkah strategi dan solusi mengurangi jatuh pada penyulang 20 kV yang harus dilakukan adalah :

1. Membangun Pembangkit Pengatur Tegangan.
 Dalam sistem tenaga listrik yang dilayani langsung oleh sumber pembangkit, maka penurunan tegangan secara mudah dapat diatasi dengan mengatur eksitasi generator. Dalam praktek banyak terjadi bahwa pada suatu sistem yang mempunyai jaringan distribusi yang sangat panjang akan mengakibatkan tegangan pada ujung

penerima mengalami penurunan yang cukup rendah dibawah standar. Hal ini dapat diatasi dengan jalan membangun suatu pembangkit baru pada daerah dimana tegangan sudah dibawah standar pelayanan.

Namun demikian perlu dipertimbangkan dari segi daya guna dan hasil guna, mengingat bahwa investasi suatu pembangkit sangat mahal. Pertimbangan teknis antara lain kurva pendapatan operasi dan kecuraman perbedaan tegangan siang dan malam.

2. Membangun Gardu Induk Baru Atau Jaringan Baru.
 Metode perbaikan tegangan dengan cara membangun gardu induk ataupun penyulang baru ini pada dasarnya sama dengan memindahkan beban ke sumber yang baru. Dengan penambahan jaringan baru maka kemampuan penyaluran arus akan lebih besar, sehingga susut tegangan dapat diperkecil.
3. Merubah Jaringan 1Ø Menjadi 3Ø.
 Perbandingan susut tegangan antara sistem satu fasa menjadi tiga fasa adalah dengan persamaan berikut :

$$VD_{(1\phi)} = 2 \cdot I_{(1\phi)} \cdot |Z| \dots\dots\dots (1)$$

$$\% VD = \frac{2 \cdot I_{(1\phi)} \cdot |Z|}{E} (100) \dots\dots (2)$$

$$VD_{(3\phi)} = I_{(3\phi)} \cdot |Z| \dots\dots\dots (3)$$

$$\% VD_{(3\phi)} = \frac{I_{(3\phi)} \cdot |Z|}{E} (100) \dots\dots (4)$$

Dimana :

VD = jatuh tegangan per satuan panjang

I = arus pada saluran

Z = impedansi saluran per satuan panjang

E = tegangan fasa ke neral

$$\text{Dalam sistem seimbang } I_{3\phi} = \frac{I_{1\phi}}{3} \dots\dots\dots (5)$$

Persentase jatuh tegangan antara pelayanan dengan sistem satu fasa dibanding dengan pelayanan sistem tiga fasa adalah :

$$\frac{\%VD_{(1\phi)}}{\%VD_{(3\phi)}} = \frac{\frac{2I_{(1\phi)} \cdot |Z|}{E} (100)}{\frac{I_{(3\phi)} \cdot |Z|}{E} (100)} = \frac{2I_{(1\phi)}}{I_{(3\phi)}} = \frac{2I_{(1\phi)}}{\frac{I_{(1\phi)}}{3}} = 6 \dots\dots (6)$$

Jatuh (Drop) Tegangan Pada Jaringan Distribusi

Jatuh tegangan adalah selisih antara tegangan ujung pengiriman dan tegangan ujung penerimaan, jatuh tegangan disebabkan oleh

hambatan dan arus pada saluran bolak-balik besarnya tergantung dari impedansi dan admittansi saluran serta pada beban dan factor daya.

Saluran daya umumnya melayani beban yang memiliki factor daya tertinggal. Faktor-faktor yang mendasari bervariasi tegangan sistem distribusi adalah :

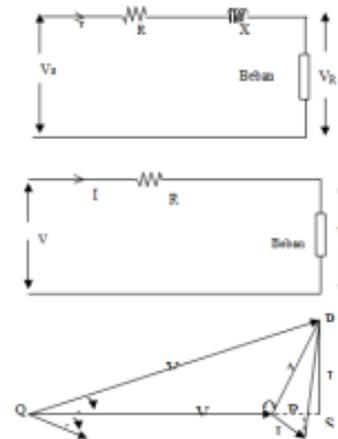
1. Konsumen pada umumnya memakai peralatan yang memerlukan tegangan tertentu.
2. Letak konsumen tersebar, sehingga jarak tiap konsumen dengan titik pelayanan tidak sama.
3. Pusat pelayanan tidak dapat diletakkan secara merata atau tersebar.
4. Terjadi jatuh tegangan.
5. Penerapan regulator tegangan otomatis dalam gardu induk disribusi.
6. Pemasangan kapasitor dalam gardu induk
7. Penerapan regulator tegangan otomatis dalam saluran distribusi primer.
8. Pemasangan kapasitor paralel dan kapasitor seri dalam saluran distribusi primer.
9. Pemakaian transformator berupa sadapan (tap changing transformator).
10. Faktor 2,3, dan 4 menyebabkan tegangan diterima konsumen tidak selalu sama. Konsumen yang letaknya jauh dari titik pelayanan akan cenderung menerima tagangan relatif lebih rendah dibandingkan dengan konsumen yang letaknya dekat dengan pusat pelayanan.

Pada jaringan distribusi, baik primer maupun sekunder dikatakan kondisi teganannya jelek, apabila tegangan pada jaringan tersebut harganya turun dan naik lebih tinggi dari suatu harga yang diizinkan, sehingga dapat mempengaruhi peralatan listrik yang digunakan.

Tegangan jatuh di dalam suatu sistem distribusi di batasi menurut standar SPLN berkisar antara 5-10 % dari tegangan nomilnya. Besarnya tegangan jatuh pada jaringan didefinisikan adanya selisih tegangan antara pengirim (V_s) dan tegangan pada ujung pengirim (V_r), atau dapat ditulis :

$$\Delta V (\%) = \frac{V_s - V_r}{V_s} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (7)$$

Untuk suatu sistem arus bolak-balik, besarnya tegangan jatuh dapat ditentukan menurut cara seperti gambar dibawah ini (R dan X) tahanan dan reaktansi.



Gambar 2 Diagram Tegangan Jatuh Dari Jaringan Distribusi

Maka di dapat $O_P = O_Q + O_R + R_s \dots\dots\dots (8)$

Dan $O_P = V_s$
 $O_Q = V_r$

$O_R = I \cdot R \cdot \cos \varphi \dots\dots\dots (9)$

$R_s = I \cdot R \cdot \cos \varphi \dots\dots\dots (10)$

Sehingga di dapat hubungan,

$$\Delta V = V_s - V_r = I \cdot R \cdot \cos \varphi + I \cdot X \cdot \sin \varphi$$

$$= I (R \cos \varphi + X \sin \varphi) \dots\dots\dots (11)$$

Persen tegangan jatuh di defenisikan sebagai persentase tegangan jatuh pada jaringan, dengan mengambil referensi pada tegangan pengirim (V_s), sehingga di dapat :

$$\Delta V (\%) = \frac{V_s - V_r}{V_s} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (12)$$

Dimana :

- $\Delta V (\%)$ = persentase tegangan jatuh
- V_s = tegangan pada sisi pengirim
- V_r = tegangan pada sisi penerima

Dari rumus terlihat bahwa, arus yang besar akan menyebabkan jatuh tegangan yang besar pula, jadi dengan memperkecil arus jaringan, maka tengangan jatuh akan menjadi kecil pula. Salah satu cara untuk memperkecil arus dengan menaikkan tegangan, sebab untuk daya tertentu dan faktor daya yang tertentu, arus dalam jaringan berbanding terbalik dengan tegangan.

$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi \quad (KW) \dots\dots\dots (13)$

$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} \quad (Amp) \dots\dots\dots (14)$

Pada jaringan distribusi, reaktansinya sangat kecil, sehingga dapat diabaikan, maka bentuk rangkaiannya :

$\Delta V = V_s - V_r = I \cdot R \cdot \cos \varphi \dots\dots\dots (15)$

$$R = \rho \frac{l}{A} \dots\dots\dots (16)$$

Dimana :

R = Tahanan (Ω)

ρ = Tahanan jenis penghantar (Ωm)

L = panjang kawat penghantar (m)

A = luas penampang kawat (m²)

Tegangan jatuh (ΔV) 1 fasa :

$$\Delta V = I \cdot R \cdot \cos \varphi \dots\dots\dots (17)$$

$$\Delta V = I \cdot \rho \frac{l}{A} \cos \varphi \dots\dots\dots (18)$$

Tegangan jatuh (ΔV) 3 fasa :

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot I \cdot R \cdot \cos \varphi \dots\dots\dots (19)$$

Dimana : ΔV = tegangan jatuh (voltage drop)

I = arus yang mengalir

cos φ = faktor kerja

III. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang telah digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Tempat Penelitian

Adapun tempat dilakukannya penelitian adalah di PT.PLN (Persero) (Aplikasi Gardu Induk Sei Rotan).

2. Data

Data yang akan dianalisis adalah data jatuh tegangan yang berada pada naungan PT.PLN (Persero) gardu Induk Sei Rotan. Adapun teknik pengumpulan data yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Data Primer

Yaitu yang diperoleh dan melalui kegiatan langsung kelokasi penelitian guna untuk mendapatkan data yang lengkap dan berkaitan dengan masalah yang akan diteliti. Kegiatan yang dilakukan dengan cara :

- Pengamatan (Observasi)

Yaitu dengan mengadakan pengamatan langsung pada objek penelitian untuk mengamati secara dekat tentang masalah yang dihadapi.

- Dokumentasi

Yaitu data yang dikumpulkan melalui dokumen-dokumen perusahaan.

b. Data Sekunder

Yaitu dengan melakukan studi keperustakaan, dimana dalam studi ini dimaksudkan untuk mendapatkan data dengan membahas buku-buku yang berkaitan dengan masalah penelitian.

3. Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data yang dilakukan dengan cara tanya jawab.

4. Jadwal Penelitian

Adapun jadwal dalam penulisan yang telah diselesaikan selama 4 bulan yang dimulai dari bulan April 2015.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah diadakan penelitian yang berlangsung di Gardu Induk PT.PLN (Persero) Sei Rotan, maka diperoleh berbagai data mengenai keadaan jatuh tegangan pada penyulang 20 kv. Data-data ini akan disajikan dalam bentuk analisis data. Pembahasan dalam tugas akhir ini diambil dari rangkuman beban tertinggi tiap jamnya dari data laporan harian beban tertinggi trafo daya. Sampai saat ini PT.PLN (Persero) Sei Rotan memiliki daya terpasang 91,5 MVA dengan kemampuan pembangkit sebesar 31,5 MVA pada trafo daya 2 dan 60 MVA pada trafo daya 3. Dengan perincian sebagai berikut :

Tabel 1. Kemampuan Pembangkit Sei Rotan

No	Pembangkit	Unit	Kemampuan (MVA)	Ω
1.	Sei Rotan	Trafo Daya 2	31,5	11,47
		Trafo Daya 3	60	6,02
Jumlah			91,5	

Tabel 2. Perhitungan Regulator Pada Penyulang Keluar Dan Bustie 20 Kv Bulan Januari S/D Maret 2015

No	Penyulang	Arus (I)	ρ	L (km)	A (m ²)	xL (Ω)
1.	Penyulang Bustie SR.1	300	0,017241 Ω-mm ² /m	2,5	3x300	12
2	Penyulang Bustie SR.3 dan SN.1	385	0,017241 Ω-mm ² /m	2,5	3x300	12
3.	Bustie SR.5, SR.6, Dan SN.2	385	0,017241 Ω-mm ² /m	2,5	3x300	12
4.	Bustie SN.3	437	0,017241 Ω-mm ² /m	2,5	3x300	12
5.	Bustie ST.1, ST.2, Dan ST.4	437	0,017241 Ω-mm ² /m	2,5	3x300	12
6.	Bustie ST-SR	800	0,017241 Ω-mm ² /m	2,5	3x300	12

Tabel 3. Sfesifikasi Pada Penyulang Keluar Dan Bustie 20 kV

No	Penyulang	R(Ω)	S(VA)	Z	V _D (kV)	%
1.	Penyulang Bustie SR.1	0,05	13.500	12	2,08	10.4%
2	Penyulang Bustie SR.3 dan SN.1	0,05	22.233	12	2.67	13.35 %
3.	Bustie SR.5, SR.6, Dan SN.2	0,06	26.679	12	3.03	15.15 %
4.	Bustie SN.3	0,06	11.458	12	3.03	15.15

No	Penyulang	R(Ω)	S(VA)	Z	V _D (kV)	%
5.	Bustie ST.1, ST.2, Dan ST.4	0.05	28.465	12	3.03	15.15 %
6.	Bustie ST-SR	0,03	57.600	12	5.55	27.75 %

1. Pada Penyulang Keluar Dan Bustie SR.1

Data : I = 300 Ampere

$$\rho = 0,017241 \Omega\text{-mm}^2/\text{m}$$

$$l = 2,5 \text{ km} = 2500 \text{ m}$$

$$A = 3 \times 300 \text{ mm}^2$$

$$X_L = 12 \Omega$$

Dit : R, P, dan V_D =?

Penyelesaian :

$$R = \rho \frac{l}{A} = 0,017241 \frac{2500}{3 \times 300} = 0,05 \Omega$$

$$S = 3 \cdot I^2 \cdot R = 3 \cdot (300)^2 \cdot 0,05 = 13.500 \text{ VA}$$

$$V_D = I (R_L \cos \theta + X_L \sin \theta) = I \cdot Z \text{ Volt}$$

$$Z = R + j X_L = 0,05 + j 12 = \sqrt{(0,05)^2 + (12)^2} \angle \arctan \frac{12}{0,05} = 12 \angle 85^\circ \Omega$$

$$V_D = I \cdot Z = 300 \cdot 12 = 3.600 \text{ V} = 3.6 \text{ kV} / \sqrt{3} = 2.08 \text{ kV}$$

2. Pada Penyulang Keluar Dan Bustie SR.3 Dan SN.1

Data: I = 385 Ampere

$$\rho = 0,017241 \Omega\text{-mm}^2/\text{m}$$

$$L = 2,5 \text{ km} = 2500 \text{ m}$$

$$A = 3 \times 300 \text{ mm}^2$$

$$X_L = 12 \Omega$$

Dit : R, P, dan V_D =?

Penyelesaian :

$$R = \rho \frac{l}{A} = 0,017241 \frac{2500}{3 \times 300} = 0,05 \Omega$$

$$S = 3 \cdot I^2 \cdot R = 3 \cdot (385)^2 \cdot 0,05 = 22.233 \text{ VA}$$

$$V_D = I (R_L \cos \theta + X_L \sin \theta) = I \cdot Z$$

$$Z = R + j X_L = 0,05 + j 12 = \sqrt{(0,05)^2 + (12)^2} \angle \arctan \frac{12}{0,05} = 12 \angle 85^\circ \Omega$$

$$V_D = I \cdot Z = 385 \cdot 12 = 4620 \text{ V} = 4.62 \text{ kV} / \sqrt{3} = 2.67 \text{ kV}$$

3. Pada Penyulang Keluar Dan Bustie SR.5, SR.6, Dan SN.2

Data : I = 385 Ampere

$$\rho = 0,017241 \Omega\text{-mm}^2/\text{m}$$

$$l = 2,5 \text{ km} = 2500 \text{ m}$$

$$A = 3 \times 240 \text{ mm}^2$$

$$X_L = 12 \Omega$$

Dit : R, P, dan V_D =?

Penyelesaian :

$$R = \rho \frac{l}{A} = 0,017241 \frac{2500}{3 \times 240} = 0,06 \Omega$$

$$P = 3 \cdot I^2 \cdot R = 3 \cdot (385)^2 \cdot 0,06 = 26.679 \text{ VA}$$

$$V_D = I (R_L \cos \theta + X_L \sin \theta) = I \cdot Z$$

$$Z = R + j X_L = 0,06 + j 12 = \sqrt{(0,06)^2 + (12)^2} \angle \arctan \frac{12}{0,06} = 12 \angle 85^\circ \Omega$$

$$V_D = I \cdot Z = 385 \cdot 12 = 4620 \text{ V} = 4.6 \text{ kV} / \sqrt{3} = 2.66 \text{ kV}$$

4. Pada Penyulang Keluar Dan Bustie SN.3

Data: I = 437 Ampere

$$\rho = 0,017241 \Omega\text{-mm}^2/\text{m}$$

$$l = 2,5 \text{ km} = 2500 \text{ m}$$

$$A = 3 \times 240 \text{ mm}^2$$

$$X_L = 12 \Omega$$

Dit : R, P, dan V_D =?

Penyelesaian :

$$R = \rho \frac{l}{A} = 0,017241 \frac{2500}{3 \times 240} = 0,06 \Omega$$

$$S = I^2 \cdot R = (437)^2 \cdot 0,06 = 11.458 \text{ VA}$$

$$V_D = I (R_L \cos \theta + X_L \sin \theta) = I \cdot Z \text{ Volt}$$

$$Z = R + j X_L = 0,06 + j 12 = \sqrt{(0,06)^2 + (12)^2} \angle \arctan \frac{12}{0,06} = 12 \angle 85^\circ \Omega$$

$$V_D = I \cdot Z = 437 \cdot 12 = 5244 \text{ V} = 5.244 \text{ kV} / \sqrt{3} = 3,03 \text{ kV}$$

5. Pada Penyulang Keluar Dan Bustie ST.1, ST.2, Dan ST.4

Data :

$$I = 437 \text{ Ampere}$$

$$\rho = 0,017241 \Omega\text{-mm}^2/\text{m}$$

$$l = 2,5 \text{ km} = 2500 \text{ m}$$

$$A = 3 \times 300 \text{ mm}^2$$

$$X_L = 12 \Omega$$

Dit : R, P, dan V_D =?

Penyelesaian :

$$R = \rho \frac{l}{A} = 0,017241 \frac{2500}{3 \times 300} = 0,05 \Omega$$

$$S = 3 \cdot I^2 \cdot R = 3 \cdot (437)^2 \cdot 0,05 = 28.645 \text{ VA}$$

$$V_D = I (R_L \cos \phi + X_L \sin \phi) = I \cdot Z$$

$$Z = R + j X_L = 0,05 + j 12$$

$$= \sqrt{(0,05)^2 + (12)^2} \angle \arctan \frac{12}{0,05}$$

$$= 12 \angle 85^\circ$$

$$V_D = I \cdot Z = 437 \cdot 12 = 5244 \text{ V} = 5.244 \text{ kV} / \sqrt{3} = 3.03 \text{ kV}$$

6. Pada Penyulang Keluar Dan Bustie ST-SR

- Data :
- I = 800 Ampere
 - $\rho = 0,017241 \Omega\text{-mm}^2/\text{m}$
 - l = 2,5 km = 2500 m
 - A = $3 \times 2 \times 240 \text{ mm}^2$
 - $X_L = 12 \Omega$

Dit : R, P, dan $V_D = \dots\dots\dots?$

Penyelesaian :

$$R = \rho \frac{l}{A} = 0,017241 \frac{2500}{3 \times 2 \times 300} = 0,03 \Omega$$

$$S = 3 \cdot I^2 \cdot R = 3 \cdot (800)^2 \cdot 0,03 = 57.600 \text{ VA}$$

$$V_D = I (R_L \cos \phi + X_L \sin \phi) = I \cdot Z$$

$$Z = R + j X_L = 0,03 + j 12$$

$$= \sqrt{(0,03)^2 + (12)^2} \angle \arctan \frac{12}{0,03}$$

$$= 12 \angle 85^\circ$$

$$V_D = I \cdot Z = 800 \cdot 12 = 9.600 \text{ V} = 9.6 \text{ kV} / \sqrt{3} = 5.55 \text{ kV}$$

Penggunaan Regulator Tegangan Pada Penyulang 20 Kv

1. Besarnya tahanan dan reaktansi konduktor dengan menganggap bahwa semua kontruksi tiang adalah sama.
2. Nilai tegangan, arus dan impedansi yang dipergunakan dalam setiap perhitungan adalah berdasarkan harga mutlak.
3. Dengan pertimbangan terbatasnya data pengukuran lapangan ,maka arus yang dipergunakan sebagai dasar menghitung jatuh tegangan adalah arus yang diukur pada sisi sumber pada masing masing seksi, kecuali bila didapatkan hasil pengukuran lain maka hasil pengukuran tersebut yang dipergunakan.
4. Perhitungan jatuh tegangan hanya berdasarkan impedansi saluran, sedangkan impedansi akibat pengaruh faktor yang lain

(misalnya konektor, kenaikan suhu dan sebagainya) diabaikan.

5. Tegangan nominal distribusi tegangan menengah adalah = 20 KV (fase-fase) atau 11,57 KV (fase-netral) .
6. Batas tegangan fase-netral minimal pelayanan = -10% dari tegangan nominal = 10,41 KV atau sebesar 18 KV (fase-fase).
7. Batas tegangan fase-netral maksimum pelayanan = + 5% dari tegangan nominal = 12,15 KV atau sebesar 21 KV (fase-fase).
8. Tegangan pelayanan fase-fase minimal yang dipilih sebagai dasar perhitungan adalah 18,5 KV (= - 7,5% x tegangan nominal).
9. Disebabkan karena dan keterbatasan jumlah alat ukur yang sama presisinya, maka pengukuran arus pada beberapa titik pada penyulang saat beban puncak terpaksa dilakukan pada hari yang berbeda namun jam pengukuran mendekati sama.
10. Kemampuan regulator menaikkan dan menurunkan tegangan pada titik pemasangan = $\pm 10 \%$ (10% raise dan 10% lower)

Berikut analisa hasil perhitungan % jatuh tegangan 3 fasa pada laporan harian beban tertinggi Trafo Daya 2 dan Trafo Daya 3 dari bulan januari s/d maret 2015 :

Tabel 4.4. Perhitungan % Jatuh Tegangan 3 Fasa Bulan Januari 2015

Tgl	Trafo Daya 2									
	Siang					Malam				
	Daya (A/W)	°C	Tegangan (KV)	I (A)	% Jatuh Tegangan	Daya (A/W)	°C	Tegangan (KV)	I (A)	% Jatuh Tegangan
1.	13	54	19,01	448	4,95 %	17	54	19,01	544	4,95 %
2.	13	54	19,01	416	4,95 %	17	54	19,01	544	4,95 %
3.	13	54	19,01	416	4,95 %	18	56	19,01	576	4,95 %
4.	13:5	54	19,01	432	4,95 %	17,5	54	19,01	560	4,95 %
5.	13:5	56	19,01	432	4,95 %	17	54	19,01	544	4,95 %
6.	13	54	19,01	384	4,95 %	17,5	55	19,01	560	4,95 %
7.	13:5	54	19,01	432	4,95 %	18	56	19,01	576	4,95 %
8.	13	54	19,01	448	4,95 %	17,5	54	19,01	560	4,95 %
9.	13:5	55	19,01	432	4,95 %	17,5	54	19,01	560	4,95 %
10.	13	54	19,01	416	4,95 %	18	56	19,01	576	4,95 %
11.	13:5	54	19,01	432	4,95 %	17,5	54	19,01	560	3,95 %
12.	13:5	56	19,01	432	4,95 %	17	54	19,01	544	4,97 %
13.	13	54	19,01	384	4,95 %	17,5	55	19,01	560	4,95 %
14.	13:5	54	19,01	432	4,95 %	18	56	19,01	576	4,95 %
15.	14	54	19,01	448	4,95 %	17,5	54	19,01	560	4,95 %
16.	13:5	54	19,01	400	4,95 %	16,5	54	19,01	528	4,95 %
17.	13	54	19,01	416	4,95 %	18	56	19,01	576	4,95 %
18.	13:5	54	19,01	432	4,95 %	17,5	54	19,01	560	4,95 %
19.	13:5	56	19,01	432	4,95 %	17	54	19,01	544	4,95 %
20.	13	54	19,01	384	4,95 %	17,5	55	19,01	560	4,95 %
21.	13	54	19,01	416	4,95 %	18	56	19,01	576	3,95 %
22.	13:5	54	19,01	432	4,95 %	17,5	54	19,01	560	4,95 %
23.	13	54	19,01	448	4,95 %	17	54	19,01	544	4,95 %
24.	13	54	19,01	416	4,95 %	17	54	19,01	544	4,95 %
25.	13	54	19,01	416	4,95 %	18	56	19,01	576	4,95 %
26.	13:5	54	19,01	432	4,95 %	17,5	54	19,01	560	3,95 %
27.	14	54	19,01	448	4,95 %	17	54	19,01	544	4,95 %
28.	13	54	19,01	416	4,95 %	17	54	19,01	544	4,95 %
29.	13	54	19,01	384	4,95 %	17,5	55	19,01	560	4,95 %
30.	13	54	19,01	384	4,95 %	17,5	55	19,01	560	4,95 %
31.	13:5	56	19,01	432	4,95 %	17,5	56	19,01	560	3,95 %

Tabel 4.3.
 Perhitungan % Jatuh Tegangan 3 Fasa
 Bulan Januari 2015

Tgl	Trafo Daya 3									
	Siang					Malam				
	Daya (MW)	°C	Tegangan (KV)	I (A)	% Jatuh Tegangan	Daya (MW)	°C	Tegangan (KV)	I (A)	% Jatuh Tegangan
1.	30	54	19,01	1024	4,95 %	38	55	19,01	1216	4,95 %
2.	30	54	19,01	960	4,95 %	36	54	19,01	1156	4,95 %
3.	30	54	19,01	960	4,95 %	35	54	19,01	1120	5,42 %
4.	25	54	19,01	800	4,95 %	32	54	19,01	1024	4,95 %
5.	30	54	19,01	960	4,95 %	40	55	19,01	1280	4,95 %
6.	30	54	19,01	960	4,95 %	38,5	54	19,01	1232	4,95 %
7.	30	54	19,01	960	4,95 %	38	55	19,01	1216	4,95 %
8.	30	54	19,01	960	4,95 %	37	54	19,01	1184	4,95 %
9.	30	54	19,01	960	4,95 %	39	55	19,01	1248	4,95 %
10.	30	54	19,01	960	4,95 %	34	54	19,01	1088	4,95 %
11.	25	54	19,01	800	4,95 %	34,5	54	19,01	1104	4,95 %
12.	30	54	19,01	960	4,95 %	38	54	19,01	1216	4,95 %
13.	28	54	19,01	896	4,95 %	37,5	55	19,01	1200	4,95 %
14.	31,5	56	19,01	1008	4,95 %	42,5	55	19,01	1360	4,95 %
15.	34	55	19,01	1088	4,95 %	42	55	19,01	1344	4,95 %
16.	37	56	19,01	1184	4,95 %	44	55	19,01	1408	4,95 %
17.	35	54	19,01	1120	4,95 %	41,5	56	19,01	1328	3,95 %
18.	28	54	19,01	896	4,95 %	37,5	55	19,01	1200	4,95 %
19.	31,5	56	19,01	1008	4,95 %	42,5	55	19,01	1360	5,42 %
20.	33	55	19,01	1056	3,99 %	42	56	19,01	1344	4,95 %
21.	34	55	19,01	1088	4,95 %	40,5	56	19,01	1296	4,95 %
22.	34	55	19,01	1088	4,95 %	42	55	19,01	1344	4,95 %
23.	30	56	19,01	960	4,95 %	38	55	19,01	1216	4,95 %
24.	30	54	19,01	960	4,95 %	40	55	19,01	1280	4,95 %
25.	30	54	19,01	960	4,95 %	38,5	54	19,01	1232	3,01 %
26.	30	54	19,01	960	4,95 %	38	55	19,01	1216	3,95 %
27.	30	54	19,01	960	4,95 %	37	54	19,01	1184	4,95 %
28.	31,5	56	19,01	1008	4,95 %	42,5	55	19,01	1360	4,95 %
29.	34	55	19,01	1088	4,95 %	42	55	19,01	1344	4,95 %
30.	37	56	19,01	1184	4,95 %	44	55	19,01	1408	4,95 %
31.	35	54	19,01	1120	4,95 %	41,5	56	19,01	1328	3,95 %

1. Perhitungan Trafo Daya 2 Pada Tabel 4.2
 a. Daya Terpakai Pada Siang Hari Tanggal 1 Januari 2015

$$P = 14 \text{ MW} = 14 \cdot 10^6 \text{ W}$$

$$I = 448 \text{ Ampere}$$

$$\cos \phi = 0.95$$

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \phi$$

$$V_R = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot I \cdot \cos \phi} = \frac{14 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 448 \cdot 0,95}$$

$$= \frac{14 \cdot 10^6}{736,288} = 19014,29 \text{ V}$$

$$= 19,01 \text{ KV}$$

$$\Delta V = \frac{V_S - V_R}{V_S} \cdot 100 \%$$

$$= \frac{20 \cdot 10^3 - 19,01 \cdot 10^3}{20 \cdot 10^3} \cdot 100 \%$$

$$= 0,0495 \cdot 100\% = 4,95 \%$$

- b. Daya Terpakai Pada Malam Hari Tanggal 1 Januari 2015

$$P = 17 \text{ MW} = 17 \cdot 10^6 \text{ W}$$

$$I = 544 \text{ Ampere}$$

$$\cos \phi = 0.95$$

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \phi$$

$$V_R = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot I \cdot \cos \phi} = \frac{17 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 544 \cdot 0,95}$$

$$= \frac{17 \cdot 10^6}{894,064} = 19014,29 \text{ Volt}$$

$$= 19,01 \text{ kV}$$

$$\Delta V = \frac{V_S - V_R}{V_S} \cdot 100\%$$

$$= \frac{20 \cdot 10^3 - 19,01 \cdot 10^3}{20 \cdot 10^3} \cdot 100 \%$$

$$= 0,0495 \cdot 100\% = 4,95 \%$$

1. Perhitungan Trafo Daya 3 Pada Tabel 4.3
 a. Daya Terpakai Pada Siang Hari Tanggal 1 Januari 2015

$$P = 32 \text{ MW} = 32 \cdot 10^6 \text{ W}$$

$$I = 1024 \text{ Ampere}$$

$$\cos \phi = 0.95$$

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \phi$$

$$V_R = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot I \cdot \cos \phi} = \frac{32 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 1024 \cdot 0,95}$$

$$= \frac{32 \cdot 10^6}{1682,944} = 19014,29 \text{ V}$$

$$= 19,01 \text{ kV}$$

$$\Delta V = \frac{V_S - V_R}{V_S} \cdot 100\%$$

$$= \frac{20 \cdot 10^3 - 19,01 \cdot 10^3}{20 \cdot 10^3} \cdot 100 \%$$

$$= 0,0495 \cdot 100\% = 4,95 \%$$

- b. Daya Terpakai Pada Malam Hari Tanggal 1 Januari 2015

$$P = 38 \text{ MW} = 38 \cdot 10^6 \text{ W}$$

$$I = 1216 \text{ Ampere}$$

$$\cos \phi = 0.95$$

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \phi$$

$$V_R = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot I \cdot \cos \phi} = \frac{38 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 1216 \cdot 0,95}$$

$$= \frac{38 \cdot 10^6}{1998,496} = 19014,29 \text{ V} = 19,01 \text{ kV}$$

$$\Delta V = \frac{V_S - V_R}{V_S} \cdot 100 \%$$

$$= \frac{20 \cdot 10^3 - 19,01 \cdot 10^3}{20 \cdot 10^3} \cdot 100 \%$$

$$= 0,0495 \cdot 100 \% = 4,95 \%$$

Tabel 4.6. Perhitungan % Jatuh Tegangan 3 Fase Bulan Februari 2015

Tgl	Trafo Daya 2									
	Siang					Malam				
	Daya (MW)	*C	Tegangan (KV)	I (A)	% Jatuh Tegangan	Daya (MW)	*C	Tegangan (KV)	I (A)	% Jatuh Tegangan
1.	13	54	19,01	416	4,95 %	18	56	19,01	576	4,95 %
2.	13	54	19,01	416	4,95 %	17	54	19,01	544	4,95 %
3.	13,5	56	19,01	432	4,95 %	17	54	19,01	544	4,95 %
4.	13	54	19,01	416	4,95 %	17,5	56	19,01	560	4,95 %
5.	13	54	19,01	416	4,95 %	17,5	56	19,01	560	4,95 %
6.	13	54	19,01	416	4,95 %	17,5	56	19,01	560	4,95 %
7.	13	54	19,01	416	4,95 %	17,5	56	19,01	560	4,95 %
8.	13	54	19,01	416	4,95 %	17,5	56	19,01	560	4,95 %
9.	13	54	19,01	384	4,95 %	17,5	55	19,01	560	4,95 %
10.	13,5	54	19,01	432	4,95 %	17	54	19,01	544	3,95 %
11.	13	54	19,01	416	4,95 %	17	54	19,01	544	4,95 %
12.	13,5	54	19,01	432	4,95 %	17	54	19,01	544	4,95 %
13.	13,5	54	19,01	432	4,95 %	18	56	19,01	576	4,95 %
14.	14	54	19,01	448	4,95 %	17,5	54	19,01	560	4,95 %
15.	13,5	54	19,01	432	4,95 %	18	56	19,01	576	4,95 %
16.	13	54	19,01	416	4,95 %	18	54	19,01	576	4,95 %
17.	12,5	54	19,01	400	4,95 %	17	55	19,01	544	3,95 %
18.	13	55	19,01	416	4,95 %	17	54	19,01	544	3,95 %
19.	13	54	19,01	384	4,95 %	18	54	19,01	576	4,95 %
20.	13	54	19,01	384	3,95 %	17,5	55	19,01	560	4,95 %
21.	13,5	54	19,01	432	4,95 %	18	56	19,01	576	4,95 %
22.	14	54	19,01	448	4,95 %	17,5	54	19,01	560	4,95 %
23.	13,5	55	19,01	432	4,95 %	17,5	54	19,01	560	4,95 %
24.	13	54	19,01	384	4,95 %	17	54	19,01	544	4,95 %
25.	13	54	19,01	416	4,95 %	17,5	56	19,01	560	4,95 %
26.	13	54	19,01	416	4,95 %	17,5	56	19,01	560	4,95 %
27.	13	54	19,01	416	3,01 %	17,5	56	19,01	560	4,95 %
28.	13	54	19,01	416	4,95 %	17,5	54	19,01	560	3,95 %
29.	13,5	54	19,01	432	4,95 %	18	56	19,01	576	4,95 %

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

$$= \frac{20 \times 10^3 - 19,01 \times 10^3}{20 \times 10^3} \times 100 \%$$

$$= 0,0495 \times 100\% = 4,95 \%$$

b. Daya Terpakai Pada Malam Hari Tanggal 1 Februari 2012

$$P = 18 \text{ MW} = 18.10^6 \text{ W}$$

$$I = 576 \text{ Ampere}$$

$$\text{Cos } \phi = 0.95$$

$$P = \sqrt{3} \cdot V.I. \text{Cos } \phi$$

$$V_R = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot I \cdot \text{Cos } \phi} = \frac{18 \times 10^6}{\sqrt{3} \cdot 576 \times 0,95}$$

$$= \frac{18 \cdot 10^6}{946,656} = 19014,29 \text{ Volt}$$

$$= 19,01 \text{ kV}$$

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

$$= \frac{20 \times 10^3 - 19,01 \times 10^3}{20 \times 10^3} \times 100 \%$$

$$= 0,0495 \times 100\% = 4,95 \%$$

Tabel 4.7. Perhitungan % Jatuh Tegangan 3 Fase Bulan Februari 2015

Tgl	Trafo Daya 3									
	Siang					Malam				
	Daya (MW)	*C	Tegangan (KV)	I (A)	% Jatuh Tegangan	Daya (MW)	*C	Tegangan (KV)	I (A)	% Jatuh Tegangan
1.	25	54	19,01	800	4,95 %	35	54	19,01	1120	4,95 %
2.	30	54	19,01	960	4,95 %	36	54	19,01	1156	5,42 %
3.	30	54	19,01	960	4,95 %	35	54	19,01	1120	4,95 %
4.	25	54	19,01	800	4,95 %	32	54	19,01	1024	4,95 %
5.	30	54	19,01	960	4,95 %	38	54	19,01	1216	4,95 %
6.	30	54	19,01	1024	4,95 %	39	55	19,01	1248	4,95 %
7.	30	54	19,01	960	4,95 %	37	54	19,01	1184	4,95 %
8.	30	54	19,01	960	4,95 %	39	56	19,01	1248	4,95 %
9.	30	54	19,01	960	4,95 %	37,5	54	19,01	1200	4,95 %
10.	30	54	19,01	960	4,95 %	37,5	54	19,01	1200	4,95 %
11.	30	54	19,01	960	4,95 %	39,5	56	19,01	1264	4,95 %
12.	30	55	19,01	960	4,95 %	35	55	19,01	1120	4,95 %
13.	34	54	19,01	1088	4,95 %	42	54	19,01	1344	4,95 %
14.	35	55	19,01	1056	4,95 %	42	56	19,01	1344	4,95 %
15.	34	55	19,01	1088	4,95 %	40,5	56	19,01	1296	4,95 %
16.	30	54	19,01	960	4,95 %	37	54	19,01	1184	3,95 %
17.	30	54	19,01	960	4,95 %	39	56	19,01	1248	4,95 %
18.	30	54	19,01	960	3,99 %	37	54	19,01	1184	4,95 %
19.	30	54	19,01	960	4,95 %	39	56	19,01	1248	4,95 %
20.	30	54	19,01	960	4,95 %	37	54	19,01	1184	4,95 %
21.	30	54	19,01	960	4,95 %	39	56	19,01	1248	4,95 %
22.	34	55	19,01	1088	4,95 %	42	55	19,01	1344	4,95 %
23.	30	56	19,01	960	4,95 %	38	55	19,01	1216	4,95 %
24.	31	55	19,01	992	4,95 %	39	53	19,01	1248	5,42 %
25.	28	54	19,01	896	4,95 %	37,5	55	19,01	1200	4,95 %
26.	31,5	56	19,01	1008	4,95 %	42,5	55	19,01	1360	4,95 %
27.	30	54	19,01	960	4,95 %	37	54	19,01	1184	3,95 %
28.	30	54	19,01	960	4,95 %	39	56	19,01	1248	4,95 %
29.	30	54	19,01	960	4,95 %	37	54	19,01	1184	4,95 %

1. Perhitungan Trafo Daya 2 Pada Tabel 4.6

a. Daya Terpakai Pada Siang Hari Tanggal 1 Februari 2015

$$P = 13 \text{ MW} = 13.10^6 \text{ W}$$

$$I = 416 \text{ Ampere}$$

$$\text{Cos } \phi = 0.95$$

$$P = \sqrt{3} \cdot V.I. \text{Cos } \phi$$

$$V_R = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot I \cdot \text{Cos } \phi} = \frac{13 \times 10^6}{\sqrt{3} \cdot 416 \times 0,95}$$

$$= \frac{13 \cdot 10^6}{683,696} = 19014,29 \text{ Volt}$$

$$= 19,01 \text{ kV}$$

2. Perhitungan Trafo Daya 3 Pada Tabel 4.7

a. Daya Terpakai Pada Siang Hari Tanggal 1 Februari 2015

$$P = 25 \text{ MW} = 25.10^6 \text{ W}$$

$$I = 800 \text{ Ampere}$$

$$\text{Cos } \phi = 0.95$$

$$P = \sqrt{3} \cdot V.I. \text{Cos } \phi$$

$$V_R = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot I \cdot \text{Cos } \phi} = \frac{25 \times 10^6}{\sqrt{3} \cdot 800 \cdot 0,95}$$

$$= \frac{25 \cdot 10^6}{1314,8}$$

$$= 19014,29 \text{ Volt} = 19,01 \text{ kV}$$

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

$$= \frac{20 \times 10^3 - 19,01 \times 10^3}{20 \times 10^3} \times 100 \%$$

$$= 0,0495 \times 100\% = 4,95 \%$$

b. Daya Terpakai Pada Malam Hari Tanggal 1 Februari 2012

$$P = 35 \text{ MW} = 35.10^6 \text{ W}$$

$$I = 1120 \text{ Ampere}$$

$$\text{Cos } \phi = 0.95$$

$$P = \sqrt{3} \cdot V.I. \text{Cos } \phi$$

$$V_R = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot I \cdot \text{Cos } \phi} = \frac{35 \times 10^6}{\sqrt{3} \cdot 1120 \cdot 0,95}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{35 \cdot 10^6}{1840,72} = 19014,29 \text{ Volt} \\
 &= 19,01 \text{ kV} \\
 \Delta V &= \frac{V_S - V_R}{V_S} \times 100\% \\
 &= \frac{20 \times 10^3 - 19,01 \times 10^3}{20 \times 10^3} \times 100\% \\
 &= 0,0495 \times 100\% = 4,95\%
 \end{aligned}$$

V. KESIMPULAN

1. Perbaikan jatuh tegangan pada tegangan ujung yang diterima dapat dilakukan dengan menaikkan tegangan ujung kirim.
2. Semakin panjang jarak penyulang maka semakin besar pula jatuh tegangan.
3. Jatuh tegangan masing-masing penyulang masih dalam batas Kualitas jatuh tegangan yang digunakan pada jaringan distribusi Gardu Induk PT.PLN.
4. Faktor daya yang rendah dari suatu sistem tegangan menengah yang disebabkan karena pemakaian beban-beban induktif pada sistem dapat diperbaiki dengan memasang regulator pada sistem tegangan menengah.
5. Kapasitas dan penempatan regulator sangat dipengaruhi oleh bentuk jaringan, arus beban dan impedansi saluran utama maupun percabangannya.
6. Setiap penambahan tegangan keluaran regulator akan memberikan dampak penambahan arus disisi beban. Hal ini akan menambah besarnya jatuh tegangan yang akhirnya akan mempengaruhi besarnya tegangan pelayanan seluruh titik

pelayanan dari ujung sumber sampai dengan beban.

7. Besar tegangan jatuh pada tegangan ujung pengirim 10,4 – 27,25 % pada tiap – tiap penyulang
8. Setelah melewati pembangkit pengatur tegangan maka tegangan jatuh dibawah 5 %

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Alexander Simanjuntak, “Perhitungan Jatuh Tegangan Pada Jaringan Distribusi Menggunakan Matlab 2000 Profesional”, Jakarta, 2004.
- [2]. Kadir, A, “Pembangkit Tenaga Listrik”, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta, 1996
- [3]. Kadir, A, “Transmisi Tenaga Listrik”, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta, 1998.
- [4]. Kasyanto, “Pengaruh Regulator Tegangan Terhadap Perbaikan Tegangan Pada Jaringan Tegangan Menengah Penyulang 20 Kv”, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [5]. Pabla AS dan Abdul Hadi, “Sistem Distribusi Daya Listrik”, Erlangga, Jakarta, 1994.
- [6]. Peter L Toruan. “Menghitung Jatuh Tegangan Pada Penyulang Jaringan Distribusi 20 kV , Jakarta”, 2004.
- [7]. Tjahjono, Hendro.”Modul Kuliah Analisa Sistem Tenaga Listrik”. Universitas Jaya Baya. Jakarta”, 2000.
- [8]. William D. Stevenson, Jr. edisi ke-4. “Analisis Sistem Tenaga Listrik”, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1984.