

## MEMPERKECIL PERSENTASE JATUH TEGANGAN PADA PENYULANG 20 KV GARDU INDUK PT.PLN (PERSERO)

Indra Roza<sup>1)</sup>, Lisa Adriana Siregar<sup>2)</sup>, Agus Almi Nasution<sup>3)</sup>

Staf Pengajar Prodi Teknik Elektro Universitas Harapan Medan

[indraroza.ir@gmail.com](mailto:indraroza.ir@gmail.com); [lisaadrianasiregar@gmail.com](mailto:lisaadrianasiregar@gmail.com); [Agusalmi@yahoo.co.id](mailto:Agusalmi@yahoo.co.id)

### Abstrak

*Kebutuhan daya listrik pada masyarakat baik yang tinggal di pedesaan dan perkotaan dapat berdampak kepada mutu tegangan pelayanan yang nilainya dibawah standar. Faktor yang mempengaruhi masalah tegangan dianggap lebih penting dibanding dengan kualitas listrik yang lain. Dampak tegangan yang tidak memenuhi standar akan merugikan kedua belah pihak, baik penyedia maupun pemakai tenaga listrik bahkan juga produsen alat listrik. Sarana yang dipakai untuk menyampaikan tenaga listrik. Rugi-rugi daya dapat disebabkan oleh adanya resistansi pada penghantar dan resistansi pada transformator. Strategi dan solusi untuk mengurangi jatuh tegangan pada penyulang 20 kV, membangun Pembangkit Pengatur Tegangan, membangun Gardu Induk Baru Atau Jaringan Baru, dan merubah Jaringan 1Ø Menjadi 3Ø. Memperkecil persentase jatuh tegangan pada penyulang 20 kV PT.PLN (Persero) Sei Rotan dan usaha untuk memperkecil jatuh tegangan pada penyulang 20 kV pada pelayanan tersebut sehingga memenuhi standar pelayanan. 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. Dari analisa data hasil perhitungan jatuh tegangan 3 phasa pada laporan beban tertinggi Trafo Daya 2 Januari 2020 diatas daya yang digunakan 14 MW s/d 12 MW, tegangan 19,01 kV, suhu 54/56 °C Arus 488 s/d 384 dan jatuh tegangan 4,95 % pada saat siang hari. Pada malam hari daya yang digunakan 18 s/d 17 MW, tegangan 19,01, Arus 576 s/d 528 dan jatuh tegangan 4,95 s/d 3,01, bahwa jatuh tegangan pada penyulang 20 kV adalah sebesar 3,01 % s/d 5,42 %. Trafo Daya 3 Bulan Januari dengan kapasitas daya 60 MVA data siang hari daya yang digunakan 25 s/d 37 MW, tegangan 19,01 kV, 54/56 °C, arus 800 s/d 1184 A, dan jatuh tegangan 4,95 % pada siang hari. Pada malam daya yang digunakan 32 s/d 42,5 MW, suhu 54 °C s/d 56 °C, tegangan 19,001 kV, 1104 s/d 1408 A dan tegangan jatuh 4,95 %.*

**Kata-Kata Kunci :** *Memperkecil, Jatuh Tegangan, Penyulang 20kV, Gardu Induk*

### I. PENDAHULUAN

Saluran transmisi berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik bertegangan tinggi kepusat-pusat beban dalam jumlah besar, sedangkan saluran distribusi berfungsi untuk membagikan tenaga listrik yang dibangkitkan oleh pusat tenaga, industri dan komersil. Namun yang sangat erat berhubungan kebeban adalah bagian distribusi. Perkembangan sistem kelistrikan saat ini telah mengarah pada peningkatan efisiensi dalam penyaluran energi listrik. Salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi yaitu dengan mengurangi rugi daya dan menimalkan drop tegangan pada Jaringan Tegangan Menengah (JTM), Transformator Distribusi, Jaringan Tegangan Rendah (JTR) dan Saluran Rumah (SR).

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.

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.

## II. LANDASAN TEORI

### 2.1 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.

Dalam pembahasan ini difokuskan pada masalah gardu induk yang pada umumnya terpasang di Indonesia, pembahasannya bersifat praktis (terapan) sesuai konstruksi yang terpasang di lapangan.

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).

### 2.2. Jenis-Jenis Gardu Induk

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).

Dilihat dari jenis komponen yang digunakan, secara umum antara GITET dengan GI mempunyai banyak kesamaan. Perbedaan mendasar adalah pada GITET transformator daya yang digunakan berupa 3 buah transformator daya masing – masing 1 fasa (bank transformer) dan dilengkapi peralatan reaktor yang berfungsi mengkompensasikan daya reaktif jaringan. Sedangkan pada GI (150 kV, 70 kV) menggunakan Transformator daya 3 fasa dan tidak ada peralatan reaktor.

#### 2.2.1. Berdasarkan Besaran Tegangannya

Berdasarkan besaran tegangannya, terdiri dari :

- Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi (GITET) 275 kV, 500 kV.
- Gardu Induk Tegangan Tinggi (GI) 150 kV dan 70 kV.

#### 2.2.2. Berdasarkan Pemasangan Peralatan

##### a. Gardu Induk Pasangan Luar

Gardu induk yang sebagian besar komponennya di tempatkan di luar gedung, kecuali komponen kontrol, sistem proteksi dan sistem kendali serta komponen bantu lainnya, ada di dalam gedung. Gardu Induk semacam ini biasa disebut dengan gardu induk konvensional. Sebagian besar gardu induk di Indonesia adalah gardu induk konvensional. Untuk daerah-daerah yang padat pemukiman dan di kota-kota besar di Pulau Jawa, sebagian menggunakan gardu induk pasangan dalam, yang disebut Gas Insulated Substation atau Gas Insulated Switchgear (GIS).

##### b. Gardu Induk Pasangan Dalam

Gardu induk yang hampir semua komponennya (switchgear, busbar, isolator, komponen kontrol, komponen kendali, cubicle, dan lain-lain) dipasang di dalam gedung. Kecuali transformator daya, pada umumnya dipasang di luar gedung. Gardu Induk semacam ini biasa disebut Gas Insulated Substation (GIS). GIS merupakan bentuk pengembangan gardu induk, yang pada umumnya dibangun di daerah perkotaan atau padat pemukiman yang sulit untuk mendapatkan lahan.

##### c. Gardu Induk Kombinasi Pasangan Luar Dan Pasangan Dalam

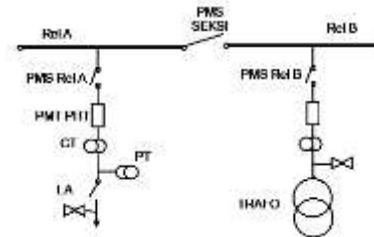
Gardu induk yang komponen switchgear-nya ditempatkan di dalam gedung dan sebagian komponen switchgear ditempatkan di luar gedung, misalnya gantry (tie line) dan Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) sebelum masuk ke dalam switchgear. Transformator daya juga ditempatkan di luar gedung.

#### 2.2.3. Berdasarkan Fungsinya

##### a. Gardu Induk Penaik Tegangan :

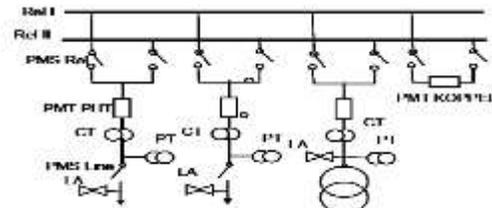
Gardu induk yang berfungsi untuk menaikkan tegangan, yaitu tegangan pembangkit (generator) dinaikkan menjadi tegangan sistem. Gardu Induk ini berada di lokasi pembangkit tenaga listrik. Karena output voltage yang dihasilkan pembangkit listrik kecil dan harus disalurkan pada jarak yang jauh, maka dengan pertimbangan efisiensi, tegangannya dinaikkan menjadi tegangan ekstra tinggi atau tegangan tinggi.

- b. Gardu Induk Penurun Tegangan :  
Gardu induk yang berfungsi untuk menurunkan tegangan, dari tegangan tinggi menjadi tegangan tinggi yang lebih rendah dan menengah atau tegangan distribusi. Gardu Induk terletak di daerah pusat-pusat beban, karena di gardu induk inilah pelanggan (beban) dilayani.
- c. Gardu Induk Pengatur Tegangan :  
Pada umumnya gardu induk jenis ini terletak jauh dari pembangkit tenaga listrik. Karena listrik disalurkan sangat jauh, maka terjadi tegangan jatuh (voltage drop) transmisi yang cukup besar. Oleh karena diperlukan alat penaik tegangan, seperti bank capacitor, sehingga tegangan kembali dalam keadaan normal.
- d. Gardu Induk Pengatur Beban  
Berfungsi untuk mengatur beban. Pada gardu induk ini terpasang beban motor, yang pada saat tertentu menjadi pembangkit tenaga listrik, motor berubah menjadi generator dan suatu saat generator menjadi motor atau menjadi beban, dengan generator berubah menjadi motor yang memompakan air kembali ke kolam utama.
- e. Gardu Induk Distribusi  
Gardu induk yang menyalurkan tenaga listrik dari tegangan sistem ke tegangan distribusi. Gardu induk ini terletak di dekat pusat-pusat beban.



Gambar 1. Single Line Diagram Gardu Induk Single Busbar .

- c. Gardu Induk Sistem Double Busbar :  
Gardu induk yang mempunyai dua (double) busbar. Gardu induk sistem double busbar sangat efektif untuk mengurangi terjadinya pemadaman beban, khususnya pada saat melakukan perubahan sistem (manuver sistem). Jenis gardu induk ini pada umumnya yang banyak digunakan. Single line diagram gardu induk sistem double busbar, lihat Gambar 2.



Gambar 2. Single Line Diagram Gardu Induk Sistem Double Busbar

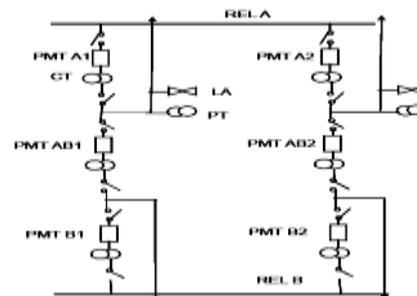
#### 2.2.4. Berdasarkan Sistem Rel (Busbar)

Rel (busbar) merupakan titik hubungan pertemuan (connecting) antara transformator daya, SUTT atau SKTT dengan komponen listrik lainnya, untuk menerima dan menyalurkan tenaga listrik. Berdasarkan sistem rel (busbar), gardu induk dibagi menjadi beberapa jenis, sebagaimana tersebut di bawah ini :

- a. Gardu Induk Sistem Ring Busbar  
Gardu induk yang busbarnya berbentuk ring. Pada gardu induk jenis ini, semua rel (busbar) yang ada, tersambung (terhubung) satu dengan lainnya dan membentuk ring (cincin).
- b. Gardu Induk Sistem Single Busbar :  
Gardu induk yang mempunyai satu (single) busbar. Pada umumnya gardu dengan sistem ini adalah gardu induk yang berada pada ujung (akhir) dari suatu sistem transmisi. Single line diagram gardu sistem single busbar, lihat gambar 2.2.

- d. Gardu Induk Sistem Satu Setengah (On Half Busbar

Gardu induk yang mempunyai dua (double) busbar. Pada umumnya gardu induk jenis ini dipasang pada gardu induk di pembangkit tenaga listrik atau gardu induk yang berkapasitas besar. Dalam segi operasional, gardu induk ini sangat efektif, karena dapat mengurangi pemadaman beban pada saat dilakukan perubahan sistem (manuver system). Sistem ini menggunakan 3 buah PMT dalam satu diagonal yang terpasang secara deret (seri). Single line diagram, lihat Gambar 3.



Gambar 3. Single Line Diagram Gardu Induk Satu Setengah Busbar

Besarnya tegangan jatuh pada jaringan didefinisikan adanya selisih tegangan antara pengirim ( $V_s$ ) dan tegangan pada ujung pengirim ( $V_r$ ) :

$$\Delta V(\%) = \frac{V_s - V_r}{V_s} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

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.

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \phi \text{ (KW)} \quad \dots\dots (2.2)$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi} \text{ (Amp)} \quad \dots\dots (2.3)$$

$$\Delta V = V_s - V_r = I \cdot R \cdot \cos \phi \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :  $R$  = Tahanan ( $\Omega$ )  
 $\rho$  = Tahanan jenis penghantar ( $\Omega m$ )  
 $l$  = panjang kawat penghantar (m)  
 $A$  = luas penampang kawat ( $m^2$ )

Tegangan jatuh ( $\Delta V$ ) 1 fasa :

$$\Delta V = I \cdot R \cdot \cos \phi \quad \dots\dots\dots (2.6)$$

$$\Delta V = I \cdot \rho \frac{l}{A} \cos \phi \quad \dots\dots\dots (2.7)$$

Tegangan jatuh ( $\Delta V$ ) 3 fasa :

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot I \cdot R \cdot \cos \phi \quad \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :  $\Delta V$  = tegangan jatuh (voltage drop)  
 $I$  = arus yang mengalir  
 $\cos \phi$  = faktor kerja

Impedansi beban bersifat induktif, maka vektor arus ( $I$ ) terbelakang dari vektor tegangan ( $V$ ), kondisi tersebut disebut faktor daya tertinggal (lagging power factor), Sedangkan untuk impedansi beban yang bersifat kapasitif, vektor arus ( $I$ ) mendahului vektor tegangan ( $V$ ), keadaan tersebut dinamakan faktor daya mendahului (leading power factor).

Faktor Daya = Daya Aktif ( $P$ ) / Daya Nyata ( $S$ )  
 = KW / KVA  
 =  $V \cdot I \cos \phi / V \cdot I$   
 =  $\cos \phi \quad \dots\dots\dots (2.9)$

Faktor daya mempunyai nilai range antara 0 – 1 dan dapat juga dinyatakan dalam persen. Faktor daya yang bagus apabila bernilai mendekati satu.

$\tan \phi = \text{Daya Reaktif (Q)} / \text{Daya Aktif (P)}$   
 = KVAR / KW  $\dots\dots\dots (2.10)$

Karena komponen daya aktif umumnya konstan (komponen kva dan kvar berubah sesuai dengan Faktor daya), maka dapat ditulis seperti berikut :

Daya Reaktif (Q) = Daya Aktif (P) x  $\tan \phi \dots (2.11)$

**III. METODOLOGI PENELITIAN**

Metode penelitian yang telah dilakukan dalam penelitian , 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
    - Pengamatan (Observasi)
    - Dokumentasi
  - b. Data Sekunder
3. Metode Pengambilan Data  
 Metode pengambilan data yang dilakukan dengan cara tanya jawab.

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

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)
1.	Sei Rotan	Trafo Daya 2	31,5
		Trafo Daya 3	60
	Jumlah		91,5

**Tabel 2. Perhitungan % Jatuh Tegangan 3 Fasa Bulan Januari 2020**

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	14	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	12	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	14	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	3,01 %
12	13,5	56	19,01	432	4,95 %	17	54	19,01	544	4,47 %
13	12	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	12,5	54	19,01	400	4,95 %	18,5	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	4,91 %
19	13,5	56	19,01	432	4,95 %	17	54	19,01	544	4,95 %
20	12	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	3,50 %
22	13,5	54	19,01	432	4,95 %	17,5	54	19,01	560	4,95 %
23	14	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	3,99 %
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	12	54	19,01	384	4,95 %	17,5	55	19,01	560	4,95 %
30	12	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	3,50 %

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	32	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	3,50 %
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	3,50 %
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	3,99 %

**Tabel 3. Perhitungan % Jatuh Tegangan 3 Fasa Bulan Februari 2020**

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	32	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	33	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	3,50 %
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	55	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	3,50 %
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 %

**Tabel 4. Perhitungan % Jatuh Tegangan 3 Fasa Bulan Maret 2020**

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	14	54	19,01	448	4,95 %	17,5	55	19,01	560	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	12,5	54	19,01	400	4,95 %	16,5	54	19,01	528	4,95 %
5	13	54	19,01	416	4,95 %	18	56	19,01	576	4,95 %
6	13,5	54	19,01	432	4,95 %	17,5	54	19,01	560	4,95 %
7	13	54	19,01	416	4,95 %	17	55	19,01	544	4,95 %
8	13	55	19,01	416	4,95 %	17	54	19,01	544	4,95 %
9	12	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	4,95 %
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	54	19,01	416	3,50 %	17,5	56	19,01	560	4,95 %
14	13,5	54	19,01	432	4,95 %	17,5	54	19,01	560	4,95 %
15	14	56	19,01	448	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	4,95 %
18	13	55	19,01	416	4,95 %	17	54	19,01	544	4,95 %
19	12	54	19,01	384	4,95 %	18	54	19,01	576	4,95 %
20	12	54	19,01	384	4,95 %	17,5	55	19,01	560	4,95 %
21	13,5	54	19,01	432	3,50 %	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	12	54	19,01	384	4,95 %	17	54	19,01	544	4,95 %
25	12	54	19,01	384	4,95 %	16,5	54			

Tgl	Trafo Daya 3									
	Siang					Malam				
	Daya (kW)	°C	Tegangan (KV)	I (A)	% Jatuh Tegangan	Daya (kW)	°C	Tegangan (KV)	I (A)	% Jatuh Tegangan
1.	30	54	19,01	960	4,95 %	38,5	55	19,01	1232	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	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 %	40	55	19,01	1280	5,42 %
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.	32	54	19,01	1024	4,95 %	39	55	19,01	1248	4,95 %
14.	30	54	19,01	960	4,95 %	37	54	19,01	1184	4,95 %
15.	30	54	19,01	960	4,95 %	39	56	19,01	1248	4,95 %
16.	30	54	19,01	960	4,95 %	37,5	54	19,01	1200	4,95 %
17.	30	54	19,01	960	4,95 %	39,5	56	19,01	1264	4,95 %
18.	30	55	19,01	960	4,95 %	35	55	19,01	1120	4,95 %
19.	34	54	19,01	1088	4,95 %	42	54	19,01	1344	3,01 %
20.	33	55	19,01	1056	4,95 %	42	56	19,01	1344	3,99 %
21.	34	55	19,01	1088	4,95 %	40,5	56	19,01	1296	5,42 %
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	4,95 %
25.	28	54	19,01	896	4,95 %	37,5	55	19,01	1200	4,95 %
26.	31,5	56	19,01	1088	4,95 %	42,5	55	19,01	1360	4,95 %
27.	34	55	19,01	1088	4,95 %	42	55	19,01	1344	4,95 %
28.	37	56	19,01	1184	4,95 %	44	55	19,01	1408	4,95 %
29.	35	54	19,01	1120	4,95 %	41,5	56	19,01	1328	4,95 %
30.	30	54	19,01	960	4,95 %	40	54	19,01	1280	3,50 %
31.	30	54	19,01	960	4,95 %	38	53	19,01	1216	3,99 %

Dari analisa data hasil perhitungan jatuh tegangan 3 phasa pada laporan beban tertinggi Trafo Daya 2 dan Trafo Daya 3 bulan Januari s/d Maret 2012 diatas, bahwa jatuh tegangan pada penyulang 20 Kv adalah sebesar 3,01 % s/d 5,42 %.

## V. KESIMPULAN

1. Kemampuan pemangkit Sei Rotan Trafo 2 yakni 31,5 MVA dan trafo 3 yakni 60 MVA
2. Pada bulan Januari s/d Maret saat siang hari Suhu Pada Trafo 2 dan suhu trafo 3 yakni 54<sup>0</sup>C s/d 56<sup>0</sup>C
3. Tegangan pada saat siang dan malam 19,01 pada bulan Januari s/d Maret.
4. Penggunaan Daya pada Trafo 2 dan 3 bervariasi antara 12/14 MW dan 25/37 MW pada saat siang hari
5. Tegangan jatuh pada trafo 2 dan 3 pada saat siang dan malam 4,95 %.
6. Besar arus sebanding dengan pembebanan 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.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Alexander Simanjuntak. 2004. *Perhitungan Jatuh Tegangan Pada Jaringan Distribusi Menggunakan Matlab 2000 Profesional*, Jakarta.
- [2]. Indra Roza, 2019/5/10,2/1 Hal 133-135 “Analisa Perbaikan Drop Voltage dengan Trafo Sisip Sistem Distribusi JTR di PT. PLN (persero) Rayon perbaungan dengan Aplikasi Program Etap,” Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU
- [3]. Indra Roza, 2018/8, 1/ hal,1-9 “Analisis Tegangan Jatuh Lokasi Penempatan Trafo Distribusi 20 kV Untuk Penyaluran Energi” *Journal of Electrical and System Control Engineering Medan*: Penerbit Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro/ terbitan:1
- [4]. Indra Roza, 2018, *Analisa Pembangkit Pengatur Tegangan Pada Penyulang 20 kV (Aplikasi Gardu Induk PT PLN (Persero) Sei Rotan)*”*Rekayasa Elektrikal dan Energi (RELE)*, Penerbit Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro, Penerbit: ttpjurnal.umsu.ac.id/index.php/REL EissuecurrentshowToc 2018
- [5]. Kadir, A, *Pembangkit Tenaga Listrik*, Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia, 1996
- [6]. Kadir, A, 1998, *Transmisi Tenaga Listrik*, Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- [7]. Kasyanto, Pengaruh Regulator Tegangan Terhadap Perbaikan Tegangan Pada Jaringan Tegangan Menengah Penyulang 20 kV, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [8]. Pabla AS dan Abdul Hadi, *Sistem Distribusi Daya Listrik*, Erlangga, Jakarta, 1994.
- [9]. Peter L Toruan. 2004. *Menghitung Jatuh Tegangan Pada Penyulang Jaringan Distribusi 20 kV*, Jakarta.
- [10]. Tjahjono, Hendro. 2000. “*Modul Kuliah Analisa Sistem Tenaga Listrik*”. Universitas Jaya Baya. Jakarta.
- [11]. William D. Stevenson, Jr. 1984, edisi ke-4. *Analisis Sistem Tenaga Listrik*. Jakarta: Penerbit Erlangga.