

# Analisa Perhitungan Drop Voltage Penyulang Jepara 10 Dengan Pelimpahan Jaringan Ke Penyulang Jepara 05 Menggunakan ETAP 12.6

**Muhammad Syaifudin<sup>1</sup>, DR. Ir. H. Muhamad Haddin, M.T.<sup>2</sup>, Ir. H. Sukarno Budi Utomo, M. T.<sup>3</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup> Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang

<sup>1, 2, 3</sup> Jl. Kaligawe Km 4, Terboyo Kulon, Kecamatan Genuk, Kota Semarang, Jawa Tengah 50112, Indonesia

[muhammadsyaifudin.musa@gmail.com](mailto:muhammadsyaifudin.musa@gmail.com).

**Abstrak** – Proses penyaluran energi listrik dari Gardu Induk ke konsumen listrik dilakukan melalui penyulang (*feeder*). Semakin panjang jaringan penyulang dan semakin besar beban akan berpengaruh pada kualitas tegangan. Jatuh tegangan yang tidak sesuai dengan standar mengakibatkan suatu kondisi abnormal yang berujung terhadap kerusakan pada peralatan elektronik yang terpasang di pelanggan atau konsumen. Solusi permasalahan tersebut dilakukan jointing penyulang, yang bertujuan melimpahkan beban penyulang dengan kualitas tegangan buruk ke penyulang lain sehingga dengan berkurangnya beban dapat memperbaiki kualitas tegangan.

Penelitian ini membahas tentang perhitungan drop voltage penyulang Jepara 10 sebelum dan setelah dilakukan jointing dengan penyulang Jepara 05. Seiring dengan perkembangan software engineering dipilih ETAP untuk mengeksekusi permasalahan jatuh tegangan pada suatu feeder atau penyulang. Dengan menggunakan software ETAP ini akan dijelaskan secara terperinci mulai dari gambaran model penyulang hingga analisa perhitungan jatuh tegangan pada suatu feeder atau penyulang.

Hasil menunjukkan bahwa drop voltage pada penyulang Jepara 10 dengan nilai terbesar terdapat pada section K1-320/85 s/d ujung atau Line 178 sebesar 14,00% dan section K1-320/64/69 s/d ujung atau Line 194 sebesar 13,05% yang dikarenakan terdapat pada ujung jaringan penyulang. Setelah dilakukan jointing penyulang Jepara 10 dengan penyulang Jepara 05 dan pelimpahan beban, nilai drop voltage menjadi lebih baik yaitu masing-masing menjadi 11,35% dan 10,26% walaupun masih diluar toleransi wajar sesuai dengan SPLN 72:1987 yaitu lebih dari (-10%).

**Kata kunci:** jatuh tegangan, jointing penyulang, Jepara 10, ETAP 12.6.

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar belakang

Jatuh tegangan sudah menjadi permasalahan umum dalam sistem penyaluran energi listrik baik itu dari pembangkit menuju transmisi juga dari transmisi menuju distribusi. Proses penyaluran energi listrik dari Gardu Induk ke konsumen listrik dilakukan melalui penyulang (*feeder*). Semakin panjang jaringan penyulang akan berpengaruh pada kualitas tegangan begitu juga dengan semakin besar beban penyulang akan berpengaruh pada kualitas tegangan penyulang yang menurun. Standar tegangan pada Jaringan Tegangan Menengah (JTM) sudah ditentukan yaitu sebesar lebih tinggi 21kV (+5%) dan lebih rendah 18kV (-10%) dari tegangan nominal 20kV [1].

Jatuh tegangan (*drop voltage*) yang tidak sesuai dengan standar mengakibatkan suatu kondisi abnormal yang berujung terhadap kerusakan pada peralatan elektronik yang terpasang di pelanggan atau konsumen listrik. Solusi perbaikan *drop voltage* yaitu dengan dilakukan jointing penyulang (*feeder*). Jointing penyulang bertujuan untuk perubahan konfigurasi penyulang dan juga pelimpahan beban penyulang yang mengalami *drop voltage* ke penyulang lain dengan tegangan yang lebih baik. Dengan berkurangnya beban setelah pelimpahan dan juga perubahan konfigurasi panjang jaringan penyulang (*feeder*) maka akan memperbaiki nilai tegangan suatu penyulang.

### 1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang menjadi pembahasan dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Berapa nilai *drop voltage* pada penyulang Jepara 10 sebelum dilakukan jointing dengan penyulang Jepara 05.
2. Bagaimana mengidentifikasi parameter yang mempengaruhi *drop voltage* penyulang Jepara 10 sebelum dan sesudah *jointing* dengan penyulang Jepara 05.
3. Bagaimana menghitung *drop voltage* pada penyulang Jepara 10 sesudah dilakukan *jointing* dengan penyulang Jepara 05.
4. Bagaimana ETAP membantu simulasi dalam perhitungan *drop voltage* pada penyulang Jepara 10 pada kondisi sebelum dan sesudah dilakukan *jointing* dengan penyulang Jepara 05.

### 1.3. Pembatasan Masalah

Adapun batasan masalah dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Permasalahan yang dibahas dibatasi hanya pada nilai tegangan ujung sebelum dan sesudah dilakukan *jointing* penyulang.
2. Perhitungan jatuh tegangan ujung pada jaringan distribusi sistem 20 kV dengan menyimulasikan pada *software* ETAP 12.6.
3. Data pengukuran yang dipergunakan untuk disimulasikan pada *software* ETAP 12.6 adalah data tahun 2017.
4. Data pengukuran tahun 2017 diperoleh dari PT. PLN (Persero) Area Kudus.
5. Hanya menyimulasikan *SLD (Single Line Diagram)* pada penyulang Jepara 05 dan Jepara 10 pada GI Jepara.

### 1.4. Tujuan Penelitian

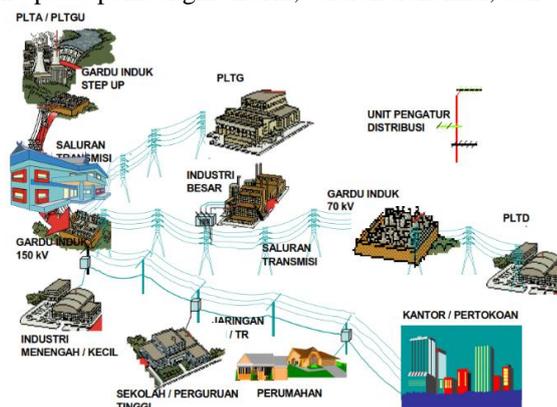
Tujuan dari penulisan skripsi ini antara lain :

1. Mengetahui sistem pembebanan masing-masing *feeder* atau penyulang sebelum dan sesudah dilakukan pembangunan *joint feeder*.
2. Mengetahui besar nilai jatuh tegangan ujung *feeder* atau penyulang Jepara 10 sebelum dan sesudah dilakukan pembangunan *joint feeder* dengan penyulang Jepara 05.

Pendahuluan berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian yang dilakukan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA/ LANDASAN TEORI

Sistem tenaga listrik merupakan sekumpulan pusat listrik dan gardu induk (pusat beban) yang satu dengan yang lain dihubungkan oleh jaringan transmisi dan distribusi sehingga menjadi satu kesatuan yang terinterkoneksi. Sistem tenaga listrik terdiri dari 3 bagian : pusat pembangkit listrik, saluran transmisi, dan sistem distribusi [2].



Gambar 1. Ruang Lingkup Sistem Tenaga Listrik

### 2.1. Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem distribusi merupakan sistem penyaluran tenaga listrik yang berada pada hulu atau akhir dari sistem penyaluran tenaga listrik karena langsung berhubungan dan dapat dinikmati oleh konsumen listrik. Tenaga listrik yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik dengan tegangan dari 11 kV sampai 24 kV dinaikkan dengan *transformator* penaik atau *step up* tegangan menjadi 70 kV, 154 kV, 220 kV atau 500 kV kemudian disalurkan menggunakan saluran transmisi. Tujuan dari menaikkan tegangan atau *step up* tegangan adalah untuk memperkecil kerugian daya listrik pada saluran transmisi.

Dari saluran transmisi tegangan diturunkan lagi menjadi 20 kV dengan *transformator* penurun tegangan pada gardu induk distribusi, lalu sistem penyaluran tenaga listrik dilakukan oleh saluran distribusi primer. Dari saluran distribusi primer ini tegangan diturunkan dengan trafo distribusi menjadi sistem tegangan rendah, sebesar 220/380 Volt selanjutnya disalurkan oleh saluran distribusi sekunder ke konsumen-konsumen.

### 2.2. Deskripsi Jaringan Distribusi Tegangan Menengah

Lingkup Jaringan Tegangan Menengah pada sistem distribusi di Indonesia dimulai dari terminal keluar (*out-going*) pemutus tenaga dari *transformator* penurun tegangan Gardu Induk (GI), hingga peralatan pemisah/proteksi sisi masuk (*in-coming*) *transformator* distribusi 20kV - 231/400V. Konstruksi jaringan Tenaga Listrik Tegangan Menengah dapat dikelompokkan menjadi 3 macam konstruksi sebagai berikut :

- a) Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) yaitu sebagai konstruksi termurah untuk penyaluran tenaga listrik. Ciri utama jaringan ini adalah penggunaan penghantar telanjang yang ditopang dengan isolator pada tiang besi/beton.

- b) SKUTM merupakan konstruksi penghantar berisolasi penuh yang dipilin. Isolasi penghantar tiap fasa tidak perlu di lindungi dengan pelindung mekanis.
- c) SKTM adalah konstruksi yang aman dan andal untuk mendistribusikan tenaga listrik tegangan menengah, tetapi relatif lebih mahal untuk penyaluran daya yang sama. Keadaan ini dimungkinkan dengan konstruksi isolasi penghantar per fasa dan pelindung mekanis yang diprasyaratkan. Dibandingkan dengan SUTM, penggunaan SKTM akan memperkecil risiko kegagalan operasi akibat faktor eksternal dan lebih meningkatkan keamanan ketenagalistrikan [3].

### 2.3. Jatuh Tegangan

Tegangan atau beda potensial adalah kerja yang dilakukan untuk menggerakkan satu muatan (sebesar satu coulomb) pada elemen atau komponen dari satu terminal/kutub ke terminal/kutub lainnya [4]. Jatuh tegangan merupakan tegangan yang hilang pada suatu penghantar jaringan listrik. Jatuh tegangan berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar. Besar jatuh tegangan dinyatakan dalam % atau dalam besaran Volt (V) [5]. Rumus untuk mencari jatuh tegangan adalah sebagai berikut:

$$\Delta V = V_s - V_r \quad (1)$$

$$V_{reg} = \frac{\Delta V}{V_s} \times 100\% \quad (2)$$

$$\Delta V(\%) = \% V_s - \% V_r \quad (3)$$

$V_s$  = Tegangan kirim

$V_r$  = Tegangan terima

$V_{reg}$  atau  $\Delta V(\%)$  = Regulasi tegangan (tegangan jatuh relatif) [6]

### 2.4. Kemampuan Hantar Arus

Kemampuan Hantar Arus atau Kuat Hantar Arus suatu penghantar ditentukan berdasarkan batasan-batasan dari aspek lingkungan, teknis material serta batasan pada konstruksi penghantar [7]. Beberapa faktor yang mempengaruhi tersebut diantaranya yaitu :

1. Temperatur lingkungan
2. Jenis penghantar
3. Temperatur lingkungan awal
4. Temperatur penghantar akhir
5. Batas kemampuan termis isolasi
6. Faktor tiupan angin
7. Faktor disipasi panas media lingkungan

Apabila terjadi penyimpangan pada ketentuan batasan tersebut diatas maka Kemampuan Hantar Arus/Kuat Hantar Arus (KHA) pada penghantar harus dikoreksi [8].

### 2.5. Jointing Penyulang

Penyulang atau *feeder* dalam jaringan distribusi merupakan saluran yang menghubungkan gardu induk (GI) dengan gardu distribusi (trafo) [9]. Jointing penyulang adalah penghubungan 2 penyulang atau *feeder* pada sistem jaringan distribusi dengan maksud setelah terhubung akan terjadi perubahan konfigurasi jaringan dengan pergeseran / perpindahan letak switching pada jaringan distribusi tegangan menengah. Switching pada jaringan distribusi tegangan menengah ini sendiri dapat berupa ABSW (*Air Break Switch*), LBS (*Load Break Switch*), dan juga Recloser.

*Air Break Switch* merupakan salah satu komponen jaringan distribusi dengan fungsi sebagai pemisah antar jaringan, ABSW mempunyai peredam busur api berupa hembusan udara jika beban pada section outnya tinggi, kemudian pisau pada ABSW ini sebagai kontak gerak pemasukan, dengan di tumpu pada isolator di bawahnya. Dilengkapi juga stang ABSW yang berguna sebagai pembuka ataupun penutup dalam pengoperasiannya (*open/close*).

LBS adalah alat proteksi yang berguna untuk memutus ataupun memisah beban pada jaringan distribusi, dalam keadaan tidak terjadi gangguan LBS bisa di operasikan secara remot tetapi bilamana ada suatu gangguan LBS di operasikan secara lokal dengan stick dan bisa di lihat dengan mata telanjang proses pengoperasiannya.

Recloser merupakan peralatan proteksi JTM yang berfungsi sebagai pemutus tenaga yang dilengkapi dengan peralatan kontrol dengan relai penutup balik, dengan penutup balik yang dapat mendeteksi arus gangguan yang berada di depannya tersebut dan memerintahkan untuk menutup dan membuka kembali. Penyulang Jepara 10 dengan panjang 28,145 kms memiliki jenis penampang AAAC. Penampang *All Aluminium Alloy Conductor* yaitu jenis kawat yang terdiri dari pilinan kabel berbahan aluminium-magnesium-silikon yang merupakan bahan logam campuran. Kabel AAAC dirancang sebagai kabel yang memiliki konstruksi kuat dan anti karat.

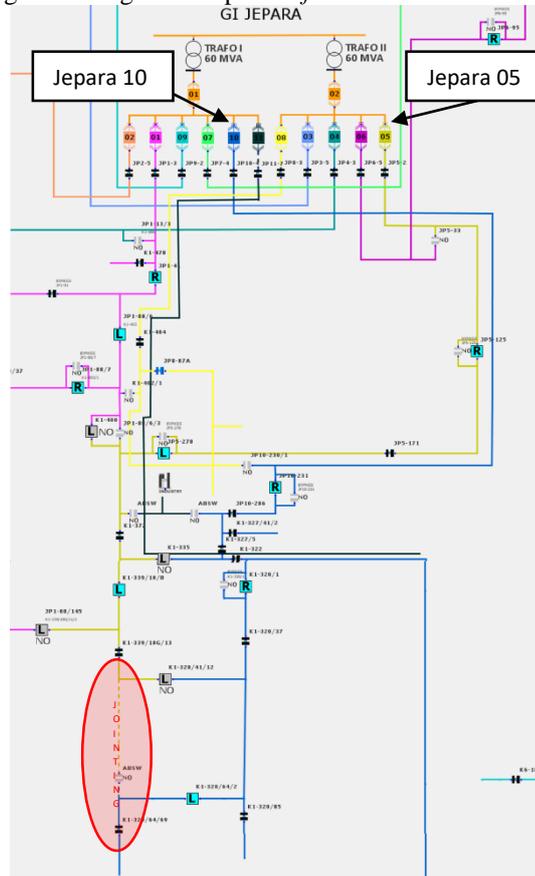
### 2.6. Deskripsi ETAP

ETAP (*Electric Transient and Analysis Program*) merupakan suatu perangkat lunak yang mendukung sistem tenaga listrik. Perangkat ini dapat bekerja dalam keadaan *offline* untuk simulasi tenaga listrik dan *online* untuk pengelolaan data dan kendali sistem secara *real-time*. Fitur yang terdapat di dalamnya antara lain fitur untuk menganalisa pembangkit tenaga listrik, sistem transmisi, dan sistem distribusi tenaga listrik [10].

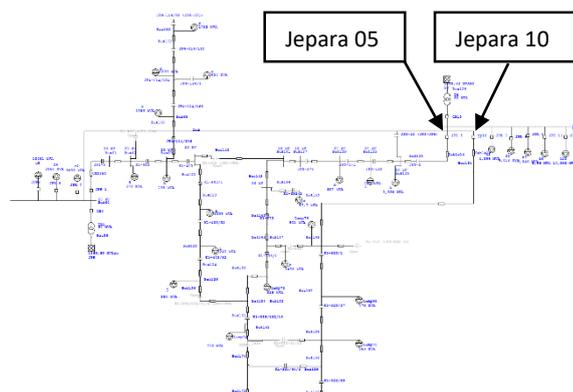
### III. METODE PENELITIAN/EKSPERIMEN

#### 3.1 Model Penelitian

Untuk memudahkan dalam meneliti dan menganalisa suatu sistem jaringan listrik maka diperlukan suatu model yang menjelaskan tentang suatu sistem tersebut. Gambar 2 dan 3 menjelaskan model objek penelitian penyulang Jepara 10 dan penyulang Jepara 05 dalam single line diagram dan pada *software* ETAP.



Gambar 2. Single Line Diagram Penyulang PLN Rayon Jepara



Gambar 3. ETAP Penyulang PLN Rayon Jepara

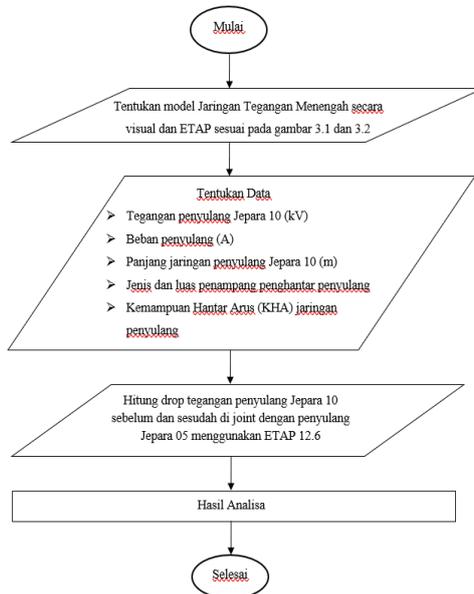
#### 3.2 Alat dan Bahan

Dalam penelitian tugas akhir ini, penulis menggunakan beberapa peralatan dan *software* untuk mengerjakannya. Adapun peralatan yang digunakan penulis pada pembuatan tugas akhir ini diantaranya adalah:

- PC atau Laptop
- Software* ETAP 12.6
- Sistem Operasi Windows 10
- Software* Ms office word 2010.

### 3.3 Tahapan Penelitian

Objek dari penelitian ini adalah penyulang yang mengalami jatuh tegangan pada jaringan tegangan menengah 20 kV yaitu pada penyulang Jepara 10 Rayon Jepara Area Kudus. Adapun metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan penelitian ini dapat dilihat seperti pada Gambar *flowchat* 3.8 berikut:



Gambar 4. *Flowchart* metodologi penelitian

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Perhitungan *Drop Voltage*

#### 4.1.1. Sebelum dilakukan jointing

Berdasarkan dari hasil pengukuran diketahui nilai besar tegangan pada tiap-tiap section penyulang Jepara 10 sebelum dilakukan jointing dengan penyulang Jepara 05 seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Tegangan Penyulang Jepara 10 Sebelum Jointing Jepara 05

NO	NO TIANG	ID	TEGANGAN JEPARA 10
			SEBELUM JOINTING JPR05
1	PMT JPR10	Cable16	19,754
2	JP10-231	Line188	18,24
3	K1-320/1	Line172	17,908
4	K1-320/37	Line174	17,877
5	K1-320/85	Line178	17,319
6	K1-320/64/69	Line194	17,49

Dengan merujuk tegangan pada data Tabel 1 diatas maka dihitung nilai jatuh tegangan atau *drop voltage* tiap tiap section pada titik tiang seperti dalam tabel menggunakan rumus jatuh tegangan.

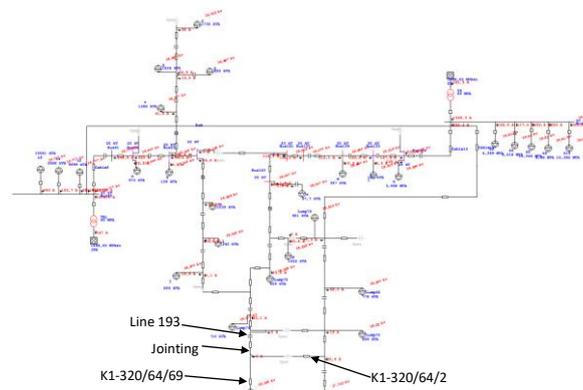
Tabel 2. *Drop Voltage* Jepara 10 Sebelum Jointing Jepara 05

NO	NO TIANG	ID	DROP VOLTAGE
			SEBELUM JOINTING JPR05
1	PMT JPR10 s/d JP10-231	Cable16	1,23%
2	PMT JPR10 s/d K1-320/1	Line188	8,89%
3	PMT JPR10 s/d K1-320/37	Line172	10,71%
4	PMT JPR10 s/d K1-320/85 & K1-320/64/69	Line174	10,88%
5	PMT JPR10 s/d UJUNG K1-320/85	Line178	14,00%
6	PMT JPR10 s/d UJUNG K1-320/64/69	Line194	13,05%

#### 4.1.2. Setelah dilakukan jointing

Jointing penyulang Jepara 10 dengan Jepara 05 pada penelitian tugas akhir ini yaitu terdapat pada line 193 s/d K1-320/64/69. Dimana sebelumnya pada penyulang Jepara 05 hanya terdapat jaringan 1 fasa dan tidak tersambung dengan jaringan Jepara 10, terbuka (*open*) pada line 193 dan tertutup (*close*) pada ABSW K1-320/64/2. Setelah

dilakukan jointing dengan meng-*upgrade* jaringan 1 fasa menjadi 3 fasa pada penyulang Jepara 05 dan tersambung dengan penyulang Jepara 10 pada line 193 s/d K1-320/64/69 maka terjadi perubahan konfigurasi jaringan dimana tertutup (*close*) pada line 193 dan terbuka (*open*) pada ABSW K1-320/64/2 sehingga beban penyulang Jepara 10 terlimpahkan sebagian ke penyulang Jepara 05.



Gambar 5. Run Load Flow ETAP Jepara 10 setelah jointing

Dengan terlimpahkan sebagian beban Jepara 10 ke Jepara 05 membuat nilai tegangan Jepara 10 berubah.

Tabel 3. Tegangan Penyulang Jepara 10 Setelah Jointing Jepara 05

NO	NO TIANG	ID	TEGANGAN JEPARA 10 SETELAH JOINTING JPR05
1	PMT JPR10	Cable16	19,777
2	JP10-231	Line188	18,513
3	K1-320/1	Line172	18,244
4	K1-320/37	Line174	18,22
5	K1-320/85	Line178	17,742
6	K1-320/64/69	Line194	18,006

Maka dihitung nilai *drop voltage* tersebut dengan menggunakan rumus sehingga didapat seperti tabel 4.

Tabel 4. *Drop Voltage* Jepara 10 Setelah Jointing Jepara 05

NO	NO TIANG	ID	DROP VOLTAGE SETELAH JOINTING JPR05
1	PMT JPR10 s/d JP10-231	Cable16	1,12%
2	PMT JPR10 s/d K1-320/1	Line188	7,51%
3	PMT JPR10 s/d K1-320/37	Line172	8,96%
4	PMT JPR10 s/d K1-320/85 & K1-320/64/69	Line174	9,09%
5	PMT JPR10 s/d WJUNG K1-320/85	Line178	11,35%
6	PMT JPR10 s/d WJUNG K1-320/64/69	Line194	10,26%

#### 4.1.3. Perhitungan ETAP

Hasil perhitungan *drop voltage* setelah dilakukan jointing penyulang Jepara 10 dengan Jepara 05 selain menggunakan rumus juga dengan analisa pada simulasi ETAP.

Tabel 5. Tabel analisa losses ETAP setelah jointing

CKT / Branch	From-To Bus Flow		To-From Bus Flow		Losses		% Bus Voltage		Vd % Drop in Vring	
	ID	MW	Mvar	MW	Mvar	kW	kvar	From		To
Line169		1.255	0.772	-1.254	-0.771	1.2	0.6	91.1	91.0	0.10
Line166		-1.253	-0.771	1.254	0.771	1.7	0.9	90.9	91.0	0.14
Line167		0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	-0.1	90.9	90.9	0.00
Line170		1.253	0.771	-1.252	-0.771	0.3	0.2	90.9	90.9	0.03
Line174		2.676	1.666	-2.673	-1.663	3.1	2.6	91.2	91.1	0.12
Line176		2.164	1.349	-2.142	-1.331	22.2	17.5	91.1	90.0	1.06
Line182		0.000	-0.001	0.000	0.000	0.0	-0.9	91.1	91.1	0.00
Line178		2.142	1.332	-2.114	-1.310	27.8	22.1	90.6	88.7	1.33
Line180		0.714	0.437	-0.712	-0.438	2.2	-0.8	90.8	90.5	0.32
Line193		0.712	0.438	-0.711	-0.438	0.5	-0.2	90.5	90.5	0.07
Line186		4.194	2.886	-4.092	-2.625	102.3	261.0	98.9	94.2	4.65
Line190		0.000	-0.001	0.000	0.000	0.0	-0.9	90.6	90.0	0.00
Line194		-0.708	-0.439	0.711	0.438	3.0	-1.0	90.0	90.5	0.44

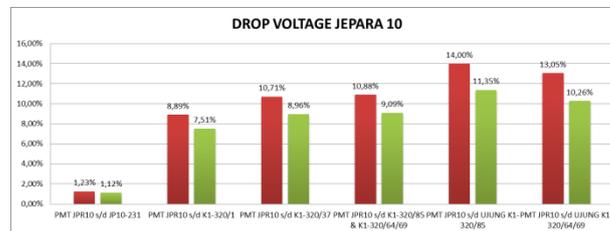
Dari Tabel 4 dengan perhitungan rumus diketahui bahwa drop voltage  $\Delta V(\%)$  pada section K1-320/85 s/d ujung dengan ID line 178 setelah dilakukan jointing adalah sebesar 11,35% dan pada section K1-320/64/69 dengan ID line 194 adalah sebesar 10,26%. Sedang perhitungan pada ETAP sesuai dengan Tabel 5 diketahui untuk line 178 memiliki % Vr sebesar 88,7% dan line 194 memiliki % Vr sebesar 90,5%. Sehingga drop voltage pada kedua section tersebut dengan % Vs sebesar 100% didapat seperti tabel 6.

Tabel 6. *Drop Voltage* analisa losses ETAP Jepara 10 setelah jointing

NO	NO TIANG	ID	DROP VOLTAGE SETELAH JOINTING JPR05
1	PMT JPR10 s/d UJUNG K1-320/85	Line178	11,30%
2	PMT JPR10 s/d UJUNG K1-320/64/69	Line194	9,50%

#### 4.2. Hasil Analisa

Pada section K1-320/85 (line 178) dari perhitungan rumus *drop voltage* didapat nilai 11,35% sedangkan perhitungan dengan % Vr dari data *looses* ETAP didapat nilai 11,3%, dan pada section K1-320/64/69 (line 194) dari perhitungan rumus didapat nilai 10,26% sedangkan perhitungan dengan % Vr dari data *looses* ETAP didapat nilai 9,5%. Dari 2 hasil nilai perhitungan rumus dan ETAP didapati nilai yang hampir mendekati yang menunjukkan nilai drop tegangan pada kedua section ujung tersebut. Setelah dilakukan jointing penyulang Jepara 10 dengan penyulang Jepara 05 didapat nilai tegangan ujung lebih baik dengan prosentase *drop voltage* lebih kecil dibandingkan dengan sebelum dilakukan jointing.



Gambar 6. Grafik *Drop Voltage* Jepara 10



Gambar 7. Grafik Tegangan Jepara 10

Nilai tegangan penyulang Jepara 10 mulai dari pangkal (Gardu Induk) sampai dengan ujung jaringan didapati nilai tegangan yang semakin menurun seiring dengan bertambahnya panjang jaringan penyulang. Dengan dilakukan jointing penyulang Jepara 10 dengan Jepara 05 terjadi perbaikan tegangan menjadi lebih besar dibandingkan dengan tegangan sebelum dilakukan joint. Dengan berkurangnya beban pada penyulang Jepara 10 dan juga perubahan konfigurasi, membuat nilai tegangan penyulang Jepara 10 terutama tegangan pada section ujung penyulang tersebut yang memiliki nilai tegangan paling rendah menjadi lebih baik dan lebih besar nilai tegangannya dibandingkan dengan sebelum dilakukan jointing dengan penyulang Jepara 05.

Perbedaan hasil nilai *drop voltage* penyulang Jepara 10 setelah dilakukan jointing dengan penyulang Jepara 05 antara perhitungan rumus dengan hasil analisa ETAP disebabkan karena faktor perbedaan data pada input *software* ETAP yang tidak sama dengan kondisi jaringan *real* di lapangan. Perbedaan tersebut seperti pada *software* ETAP yang tidak terdapat jenis dan luas penampang yang sama dengan kondisi fisik pada jaringan terpasang.

## V. SIMPULAN

### 5.1. Kesimpulan

1. *Drop voltage* dengan nilai terbesar pada penyulang Jepara 10 terdapat pada section K1-320/85 s/d ujung atau Line 178 sebesar 14,00% dan section K1-320/64/69 s/d ujung atau Line 194 sebesar 13,05% yang dikarenakan terdapat pada ujung jaringan penyulang.
2. Parameter terjadinya *drop voltage* pada penyulang Jepara 10 dipengaruhi oleh tegangan, beban, panjang jaringan, luas dan jenis penampang, serta kemampuan hantar arus penampang.
3. Perhitungan *drop voltage* pada penyulang Jepara 10 setelah dilakukan jointing dengan penyulang Jepara 05 pada section K1-320/85 s/d ujung atau Line 178 menjadi 11,35% dan section K1-320/64/69 s/d ujung atau Line 194 menjadi 10,26%.
4. Adanya selisih nilai *drop voltage* penyulang Jepara 10 antara perhitungan rumus dan ETAP karena perbedaan jenis dan luas penampang jaringan pada kondisi di lapangan yang tidak tersedia dalam *software* ETAP.

### 5.2. Saran

1. Dengan dilakukannya jointing penyulang Jepara 10 dengan penyulang Jepara 05, pelimpahan beban penyulang Jepara 10 ke penyulang Jepara 05 harus lebih maksimal.
2. Perlu dilakukan jointing lagi antara penyulang Jepara 10 dengan penyulang lain dalam jarak yang dekat untuk memperbaiki nilai tegangan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada Lembaga dan perseorangan yang telah membantu dalam penelitian Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. PT. PLN (Persero), UP3 Kudus ULP Jepara.
2. Seluruh Staf JAR UP3 Kudus.
3. Seluruh Staf ULP Jepara.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] SPLN, 72, PLN, 1987.
- [2] S. T. Wrahatnolo, TEKNIK DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK, Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2008.
- [3] Kelompok Kerja Standar Kontruksi Disribusi Jaringan Tenaga Listrik, "PLN BUKU 5," dalam *STANDAR KONSTRUKSI JARINGAN TEGANGAN MENENGAH TENAGALISTRIK*, Jakarta Selatan, PT PLN (PERSERO), 2010, pp. 3-4.
- [4] M. RAMDHANI, Rangkaian Listrik, Bandung: Sekolah Tinggi Teknologi Telkom, 2005.
- [5] Kelompok Kerja Standar Kontruksi Jaringan Disribusi Tenaga Listrik, "PLN BUKU 1," dalam *Kriteria Disain Enjinering Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik*, Jakarta Selatan, PT PLN (PERSERO), 2010, p. 1.
- [6] Suprianto, "Analisa Tegangan Jatuh pada Jaringan Distribusi 20 kV," *Journal of Electrical Technology*, vol. 3, p. 2, 03 November 2018.
- [7] SPLN, 70-4, PLN, 1992.
- [8] Kelompok Kerja Standar Kontruksi Jaringan Disribusi Tenaga Listrik, "PLN BUKU 1," dalam *Kriteria Desain Enjiniring Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik*, Jakarta Selatan, PT PLN (Persero), 2010, p. 11.
- [9] Syafriyudin, "PERHITUNGAN LAMA WAKTU PAKAI TRANSFORMATOR JARINGAN DISTRIBUSI 20kV DI APJ YOGYAKARTA," *Jurnal Teknologi*, vol. 4, pp. 88-95, 2011.
- [10] L. Multa P, S.T., MODUL PELATIHAN ETAP, YOGYAKARTA: MAGATRIKA, 2013.