

PERBAIKAN KUALITAS TEGANGAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER 20 kV DI KOTA TERNATE

Jeremy Andrew Kumambow, Glanny Ch. Mangindaan, ST., MT., Ph.D, Ir. Hans Tumalangi, MT Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu, 95115, alamat e-mail, jerkumambow@yahoo.com Diterima: tgl; direvisi: tgl; disetujui: tgl

Abstrak – Kota Ternate merupakan pusat pengembangan masyarakat dimana seiring berjalannya waktu semakin banyak pembangunan gedung dan lainnya sehingga mengakibatkan meningkatnya kebutuhan energi listrik di kota Ternate. Ketersediaan energi listrik di kota Ternate harus dapat memenuhi kebutuhan seluruh konsumen, dan energi listrik harus dapat digunakan secara optimal oleh pelanggan agar tidak mengalami penyusutan energi dalam sistem jaringan listrik mulai dari pembangkit sampai ke konsumen. Beban listrik di kota Ternate melebihi standart SPLN yang disediakan yaitu 10%. Untuk itu harus dilakukan perbaikan kualitas tegangan di kota Ternate. Beberapa penyulang di kota Ternate memiliki jatuh tegangan yang melebihi standar SPLN maka dilakukan perbaikan kualitas tegangan. Perbaikan kualitas tegangan dengan menggunakan metode kapasitor bank menghasilkan nilai jatuh tegangan pada penyulang-penyulang yang melebihi standar menjadi sesuai standar yaitu 10%.

Kata kunci : Kapasitor Bank, Kualitas tegangan, Jatuh tegangan.

Abstract – Ternate City is the center of community development where over time more and more buildings and other developments have resulted in increasing demand for electrical energy in the city of Ternate. The availability of electrical energy in the city of Ternate must be able to meet the needs of all consumers, and electrical energy must be used optimally by customers so as not to experience energy depreciation in the power grid system from generators to consumers. The electricity load in the city of Ternate exceeds the standard SPLN provided, which is 10%. Therefore, it is necessary to improve the stress quality in the city of Ternate. Some of the feeders in the city of Ternate have a stress drop that exceeds the SPLN standard so that the stress quality is improved. Improving the quality of the voltage using the capacitor bank method resulted in a voltage drop in the feeders that exceeded the standard to be according to the standard, namely 10%.

Keywords: Capacitor Bank, Voltage Quality, Voltage Drop

I. PENDAHULUAN

Sistem distribusi merupakan semua bagian peralatan sistem tenaga listrik yang mendistribusikan tenaga listrik dari gardu induk ke kWh konsumen melalui jaringan tegangan menengah dan jaringan tegangan rendah dalam jumlah daya yang cukup dan waktu penggunaan yang tidak beraturan namun harus dapat diandalkan kualitas serta keamanan penyaluran. Distribusi primer sendiri adalah jaringan distribusi dengan tegangan menengah 20 kV yang berasal dari gardu induk sampai dimana titik tegangan diturunkan oleh trafo penurun tegangan ke tingkat tegangan konsumen.

Kota Ternate merupakan pusat pengembangan masyarakat dimana seiring berjalannya waktu semakin banyak pembangunan gedung dan lainnya sehingga mengakibatkan meningkatnya kebutuhan energi listrik di kota Ternate. Ketersediaan energi listrik di kota Ternate harus dapat memenuhi kebutuhan seluruh konsumen, dan energi listrik harus dapat digunakan secara optimal oleh pelanggan agar tidak mengalami penyusutan energi dalam sistem jaringan listrik mulai dari pembangkit sampai ke konsumen.

Perlu diketahui bahwa penyusutan energi listrik tidak dapat dihindari karena peralatan pada sistem tidak semua memiliki tingkat efisiensi yang baik. Penyusutan energi listrik ini dapat mempengaruhi kualitas tegangan pada kota Ternate. Untuk itu perlu dilakukan peninjauan atau analisa kemampuan sistem jaringan listrik kembali, maka penulis mengambil judul “Perbaikan Kualitas Tegangan pada Jaringan Distribusi Primer 20 kV di Kota Ternate”

A. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka permasalahan yang akan dibahas adalah :

1. Apakah jatuh tegangan pada tahun 2019 di kota Ternate masih sesuai dengan standar yang ada ?
2. Bagaimana perbaikan jatuh tegangan pada jaringan distribusi primer 20 kV di kota Ternate ?

B. Batasan Masalah

Dalam penyusunan penelitian ini maka penulis Batasan masalah yaitu :

1. Jaringan distribusi 20 kV di kota Ternate
2. Perbaikan kualitas tegangan menggunakan metode penggunaan kapasitor bank.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penyusunan penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui besar jatuh tegangan yang terjadi pada tahun 2019 berdasarkan data dan perkiraan yang dilakukan apakah memenuhi standar
2. Memperbaiki kualitas tegangan pada jaringan distribusi 20 kV di kota Ternate.

D. Manfaat Penulisan

Manfaat dari penulisan ini adalah :

1. Sebagai bahan informasi guna mengetahui jatuh tegangan yang terjadi pada kota Ternate.
2. Menambah ilmu pengetahuan dalam bidang Teknik.

- Sebagai bahan informasi guna mengetahui perkiraan beban pada 10 tahun mendatang untuk kota Ternate.

E. Metodologi Penulisan

Metodologi penulisan yaitu dengan :

- Melakukan studi literatur serta Pustaka yang dapat membantu menunjang penelitian ini
- Melakukan observasi lapangan guna mendapatkan data yang dibutuhkan
- Mengumpulkan data-data yang diperlukan
- Melakukan analisa data berdasarkan data yang didapatkan.

II. LANDASAN TEORI

A. Pengertian Sistem Tenaga Listrik

Sistem Tenaga Listrik adalah suatu sistem kesatuan dari tenaga listrik yang terdiri dari mulai sistem pembangkitan tenaga listrik, sistem transmisi tenaga listrik, sistem distribusi tenaga listrik hingga sampai kepada konsumen tenaga listrik, yang saling terinterkoneksi.

Pada umumnya sistem tenaga listrik mengandung 4 unsur, diantaranya :

- Pembangkit Tenaga Listrik
- Sistem Transmisi
- Sistem Distribusi
- Konsumen

B. Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (Bulk Power Source) sampai ke konsumen. Distribusi tenaga listrik berfungsi untuk membagikan atau menyalurkan tenaga listrik ke beberapa tempat (pelanggan) dan merupakan sub sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan, karena catu daya pada pusat-pusat beban (pelanggan) dilayani langsung melalui jaringan distribusi.^[1]

C. Bagian-bagian Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem distribusi tenaga listrik terbagi menjadi beberapa bagian yaitu :

- Jaringan Subtransmisi
- Gardu Induk Distribusi
- Jaringan Distribusi Primer / Jaringan Tegangan Menengah (JTM)
- Gardu Distribusi (GD)
- Jaringan Distribusi Sekunder / Jaringan Tegangan Rendah (JTR)
- Sambungan Rumah



Gambar 2.1 Sederhana Sistem Tenaga Listrik^[2]

D. Pengelompokan Jaringan Distribusi Tenaga Listrik

Untuk kemudahan dan penyederhanaan, lalu diadakan pembagian serta pembatasan-pembatasan sebagai berikut:

- Daerah I : Bagian pembangkitan (*Generation*)
- Daerah II : Bagian penyaluran (Transmission), bertegangan tinggi (HV,UHV,EHV)
- Daerah III : Bagian Distribusi Primer, bertegangan menengah (6 atau 20kV).
- Daerah IV : (Di dalam bangunan pada beban/konsumen), Instalasi bertegangan rendah.

Berdasarkan pembatasan-pembatasan tersebut, maka diketahui bahwa porsi materi Sistem Distribusi adalah Daerah III dan IV, yang pada dasarnya dapat dikelompokkan menurut beberapa cara, bergantung dari segi apa klasifikasi itu dibuat^[3].

Klasifikasi jaringan distribusi tegangan menengah berdasarkan konfigurasi jaringan primer. Konfigurasi jaringan distribusi primer pada suatu sistem jaringan distribusi sangat menentukan mutu pelayanan yang akan diperoleh khususnya mengenai kontinuitas pelayanannya. Adapun jenis jaringan primer yang biasa digunakan adalah

1. Jaringan distribusi pola *radial*

Pola radial adalah jaringan yang setiap saluran primernya hanya mampu menyalurkan daya dalam satu arah aliran daya. Jaringan ini biasa dipakai untuk melayani daerah dengan tingkat kerapatan beban yang rendah. Keuntungannya ada pada kesederhanaan dari segi teknis dan biaya investasi yang rendah. Adapun kerugiannya apabila terjadi gangguan dekat dengan sumber, maka semua beban saluran tersebut akan ikut padam sampai gangguan tersebut dapat diatasi.

2. Jaringan distribusi pola *loop*

Jaringan pola loop adalah jaringan yang dimulai dari suatu titik pada rel daya yang berkeliling di daerah beban kemudian kembali ke titik rel daya semula. Pola ini ditandai pula dengan adanya dua sumber pengisian yaitu sumber utama dan sebuah sumber cadangan. Jika salah satu sumber pengisian (saluran utama) mengalami gangguan, akan dapat digantikan oleh sumber pengisian yang lain (saluran cadangan). Jaringan dengan pola ini biasa dipakai pada sistem distribusi yang melayani beban dengan kebutuhan kontinuitas pelayanan yang baik (lebih baik dari pola radial).

3. Jaringan distribusi pola *grid*

Pola jaringan ini mempunyai beberapa rel daya dan antara rel-rel tersebut dihubungkan oleh satu ran penghubung yang disebut *tie feeder*. Dengan demikian setiap gardu distribusi dapat menerima atau mengirim daya dari atau ke rel lain.

4. Jaringan distribusi pola *spindle*

Jaringan primer pola *spindel* merupakan pengembangan dari pola *radial* dan *loop* terpisah. Beberapa saluran yang keluar dari gardu induk diarahkan menuju suatu tempat yang disebut gardu hubung (GH), kemudian antara GI dan GH tersebut dihubungkan dengan satu saluran yang disebut *express feeder*. Sistem gardu distribusi ini terdapat disepanjang saluran kerja dan terhubung secara seri. Saluran kerja yang masuk ke gardu dihubungkan oleh saklar pemisah, sedangkan saluran yang keluar dari gardu dihubungkan oleh sebuah saklar beban. Jadi sistem ini dalam keadaan normal bekerja secara radial dan

dalam keadaan darurat bekerja secara loop melalui saluran cadangan dan GH.

E. Ruang Lingkup Jaringan Distribusi

Berdasarkan penjelasan yang telah dijelaskan sebelumnya, ruang lingkup dari jaringan distribusi adalah sebagai berikut:^[4]

- SUTM (Saluran Udara Tegangan Menengah), terdiri dari : Tiang dan peralatan kelengkapannya, konduktor dan peralatan per-lengkapannya, serta peralatan pengaman dan pemutus.
- SKTM (Saluran Kabel Tegangan Menengah), terdiri dari : Kabel tanah, indoor dan outdoor termination, batu bata, pasir dan lain-lain.
- Gardu trafo, terdiri dari : Transformator, tiang, pondasi tiang, rangka tempat trafo, LV panel, pipa-pipa pelindung, Arrester, kabel-kabel, transformer band, peralatan grounding, dan lain-lain.
- SUTR (Saluran Udara Tegangan Rendah) dan SKTR (Saluran Kabel Tegangan Rendah), terdiri dari: sama dengan perlengkapan/ material pada SUTM dan SKTM yang membedakan hanya dimensinya.

F. Daya

Pada sistem tenaga listrik terdapat perbedaan antara daya atau kekuatan (*power*) dan energi; energi adalah daya dikalikan waktu sedangkan daya listrik merupakan hasil perkalian tegangan dan arusnya, dengan satuan daya listrik yaitu *Watt* yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir per satuan waktu (*joule/s*). Daya listrik (*P*) yang dihasilkan oleh arus listrik (*I*) pada tegangan (*V*) dinyatakan dalam persamaan (2) :

$$P = I \cdot V \quad (2.1)$$

Dimana:

P = daya (Watt)

I = arus (Amper)

V = tegangan (Volt)

Dalam system listrik bolak-balik (AC) di kenal dengan adanya tiga jenis Daya untuk beban yang memiliki impedansi (*Z*) yaitu:

1. Daya Aktif (*P*)

Daya aktif adalah daya nyata yaitu daya yang dibutuhkan oleh beban. Satuan daya aktif adalah Watt.

$$P = V \cdot I \cdot \cos \phi \quad (\text{persamaan satu fase})$$

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \phi \quad (\text{persamaan tiga fase}) \quad (2.2)$$

2. Daya Reaktif (*Q*)

Daya reaktif adalah daya yang timbul karna akibat adanya efek induksi elektromagnetik oleh beban yang mempunyai nilai induktif. Satuan daya reaktif adalah Var.

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \phi \quad (\text{persamaan satu fase})$$

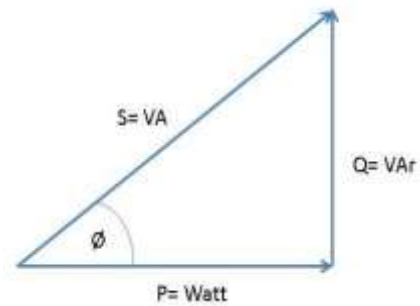
$$Q = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \sin \phi \quad (\text{persamaan tiga fase}) \quad (2.3)$$

3. Daya Semu (*S*)

Pada beban impedansi (*Z*), daya semu adalah daya yang terukur atau yang terbaca pada alat ukur. Daya semu adalah penjumlahan dari daya aktif dan daya reaktif. satuan daya ini adalah VA.

$$S = V \cdot I \quad (\text{persamaan satu fase}) \quad (2.4)$$

Hubungan dari ketiga daya di atas (*P*, *Q*, *S*) di sebut segitiga daya. Berikut ini gambar dari segitiga daya.



Gambar 2.2 Segitiga Daya^[5]

Dari gambar di atas terlihat bahwa semakin besar nilai daya reaktif (*Q*) akan meningkatkan sudut antara daya nyata dan daya semu atau bisa di sebut *power factor/ Cosφ*. Sehingga daya yang terbaca pada alat ukur lebih besar dari pada daya yang sesungguhnya di butuhkan oleh beban.

G. Induktansi dan Reaktansi

Dalam menganalisa suatu sistem, induktansi dan reaktansi induktif dari saluran merupakan salah satu parameter yang sangat menentukan^[6]. Harga-harga induktansi reaktansi induktif tergantung dari material, jarak dan bentuk dari konfigurasi jarring. Seperti diketahui bahwa bentuk konfigurasi dari jarring terdiri dari konfigurasi simetris dan tidak simetris.

H. Jatuh Tegangan

Jatuh tegangan merupakan besarnya tegangan yang hilang pada suatu penghantar. Jatuh tegangan pada saluran tenaga listrik secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar. Besarnya jatuh tegangan dinyatakan baik dalam persen atau dalam besaran Volt.

Tegangan jatuh secara umum adalah tegangan yang digunakan pada beban. Tegangan jatuh ditimbulkan oleh arus yang mengalir melalui tahanan kawat. Tegangan jatuh *V* pada penghantar semakin besar jika arus *I* di dalam penghantar semakin besar dan jika tahanan penghantar *R_l* semakin besar pula. Tegangan jatuh merupakan penanggung jawab terjadinya kerugian pada penghantar karena dapat menurunkan tegangan pada beban. Akibatnya hingga berada di bawah tegangan nominal yang dibutuhkan. Atas dasar hal tersebut maka tegangan jatuh yang diijinkan untuk instalasi arus kuat hingga 1.000 V yang ditetapkan dalam persen dari tegangan kerjanya. Sesuai dengan standar tegangan yang ditentukan oleh PLN (SPLN), perancangan jaringan dibuat agar jatuh tegangan di ujung diterima 10%. Tegangan jatuh pada jaringan disebabkan adanya rugi tegangan akibat hambatan listrik (*R*) dan reaktansi (*X*).

I. Perhitungan Jatuh Tegangan

Perhitungan jatuh tegangan pada jaringan distribusi adalah selisih antara tegangan pangkal pengirim (*sending end*) dengan tegangan pada ujung penerima (*receiving end*). Jatuh tegangan terjadi karena ada pengaruh dari tahanan dan reaktansi saluran, perbedaan sudut fasa antara arus dan tegangan serta besar arus beban, jatuh tegangan pada arus bolak-balik tergantung pada impedansi, beban dan jarak. Suatu sistem arus bolak-balik,

besar jatuh tegangan dapat dihitung berdasarkan pada gambar diagram fasor tegangan jaringan distribusi sekunder.

Untuk menghitung jatuh tegangan diperhitungkan reaktansinya, maupun faktor dayanya yang tidak sama dengan 1, maka berikut akan diuraikan cara perhitungannya. Dalam penyederhanaan perhitungan, diasumsikan beban-bebannya merupakan beban fasa 3 yang seimbang dan faktor dayanya. Tegangan dapat dihitung dengan rumus pendekatan hubungan sebagai berikut :

$$\Delta V = 100 \frac{(R \cdot \cos \omega) + (X \cdot \sin \omega \cdot R)}{V S^2} SI \cdot LI \quad (2.5)$$

Ket:

- ΔV : Jatuh Tegangan Dalam (%)
- R : Resistansi Saluran (\square /Km)
- X : Reaktansi Saluran (\square /Km)
- $V S^2$: Besar Tegangan Yang Di Salurkan (V)
- SI : Daya Yang Di Salurkan (VA)
- LI : Panjang Penghantar (Km)

J. Kapasitor

Fungsi Kapasitor terbagi atas 2 kelompok yaitu kapasitor yang memiliki kapasitas yang tetap dan kapasitor yang memiliki kapasitas yang dapat diubah-ubah atau dengan kata lain kapasitor variabel. Sifat dasar dalam sebuah kapasitor adalah dapat menyimpan muatan listrik, dan Untuk arus DC kapasitor berfungsi sebagai isolator/pemahan arus listrik, sedangkan untuk arus AC Kapasitor berfungsi sebagai konduktor/melewatkan arus listrik.^[7]

K. Kapasitor Bank

Kapasitor Bank adalah kumpulan dari beberapa kapasitor yang biasanya memiliki spesifikasi yang sama dan dihubungkan secara rangkaian seri atau paralel supaya didapatkan suatu nilai kapasitas tertentu^[8]. Kapasitor Bank paling banyak digunakan untuk memperbaiki faktor daya atau *power factor* pada arus listrik AC, sedangkan apada arus DC khususnya *power supply* untuk meningkatkan arus riak catu daya serta meningkatkan jumlah energi yang tersimpan karena fungsi utama kapasitor memang sebagai komponen yang dapat menyimpan arus listrik. Satuan untuk kapasitor bank adalah KVAR (*Kilovolt Ampere Reaktif*).

Jenis-jenis beban peralatan listrik berupa :

1. Beban Induktif (L) misalnya motor listrik, *freezer*, kulkas, *compressor AC*
2. Beban Resistif (R) misalnya lampu pijar, setrika listrik
3. Beban Kapasitif (C) misalnya kapasitor itu sendiri.



Gambar 2.3 Kapasitor Bank^[9]

L. Perbaikan Kualitas Tegangan dengan Metode Kapasitor Bank

Pemasangan kapasitor daya pada jaringan sistem tenaga listrik dapat dilakukan secara paralel (*shunt*) dan seri. Kapasitor daya yang dipasang secara paralel disebut kapasitor daya *shunt* sedangkan yang dipasang seri disebut kapasitor daya seri^[10]. Kapasitor daya adalah suatu alat yang apabila dihubungkan dengan sumber arus bolak-balik maka akan membangkitkan besar daya reaktif yang besarnya sebanding dengan kapasitas daya tersebut.

Kejatuhan tegangan yang disebabkan reaktansi induktif dapat dinetralisirkan, bila kapasitor daya dibuat cukup besar sehingga arus kapasitor daya membesar.^[10]

Perhitungan besar kapasitor yang dibutuhkan, digunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q_c = \frac{10 \cdot (\%VR) V^2}{XL} \quad (2.8)$$

Dimana :

- Q_c : Kapasitansi Kapasitor Daya (kVAr)
- %VR : Persentase Kenaikan Tegangan yang Diinginkan (%)
- VL-L : Tegangan Saluran (kV)
- XL : Reaktansi Induktif (kV)

Perhitungan pengaruh besar tegangan yang terjadi setelah pemasangan kapasitor dapat dilakukan dengan persamaan berikut ini :

$$(\%VR) = \frac{Q_c \cdot XL}{10 \cdot V^2} \quad (2.9)$$

$$\Delta V_{(sesudah)} = [\%V_{(sebelum)}] - \%VR \quad (2.10)$$

Dimana :

- Q_c : Kapasitansi Kapasitor Daya (kVAr)
- %VR : Persentase Kenaikan Tegangan yang Diinginkan (%)
- VL-L : Tegangan Saluran (kV)
- XL : Reaktansi Induktif (kV)
- $\Delta V(\%)(sesudah)$: Tegangan Sesudah Pemasangan Kapasitor
- $V(\%)(sebelum)$: Tegangan Sebelum Pemasangan Kapasitor

M. Sistem Jaringan 20 kV Pulau Ternate

Pada sistem jaringan 20 kV di Pulau Ternate, ini terdapat 6 penyulang di kota Ternate yaitu :

- Penyulang Jambula
- Penyulang Sulamadaha
- Penyulang Stadion
- Penyulang Express
- Penyulang Kota
- Penyulang Mangga Dua

Pada sistem jaringan 20 kV Ternate terdapat 4 Gardu

Hubung (GH), yaitu :

- Gardu hubung 01
- Gardu hubung 02
- Gardu hubung 03
- Gardu hubung Bandara

Pada sistem kelistrikan ternate ini terdapat satu pembangkit yang telah beroperasi lama yaitu PLTD kayu merah, dan satu lagi pembangkit yang masih dalam proses penyelesaian pembangunan yaitu PLTMG MPP (Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas) Mobile power plan. Dan nantinya kedua pembangkit ini akan terinterkoneksi.

III. DATA DAN PERHITUNGAN

A. Data Sistem Distribusi Primer Kota Ternate

Tabel 1. Data Sistem Distribusi Primer 20 kV di Kota Ternate

NO	NAMA PENYULANG	Panjang (Kms)			Jumlah Gardu Dist	Total KVA Gardu Dist	Panjang JTR (kms)	NAMA SISTEM	JAM NYALA
		SUTM	SKTM	TOTAL					
1	ULP TERNATE	60,21		60,21	183	58.725	199,68	TERNATE	24 Jam
	Stadion	16,18		16,18	50	13.030	44,78		
	Jambula	20,39		20,39	57	8.500	43,66		
	Sulamadaha	11,36		11,36	41	18.680	82,15		
	Kota	8,02		8,02	27	8.555	19,09		
	Mangga Dua	4,27		4,27	8	9.960	10,00		

B. Perhitungan Jatuh Tegangan Pada Penyulang

Perhitungan Jatuh Tegangan Untuk Penyulang Stadion Segment Stadion-LBS Himo-Himo dengan menggunakan persamaan (2.5) ^[12]

$$\Delta V\% = 100 \frac{(R \cdot \cos\omega) + (X \cdot \sin\omega)}{VS^2} \text{ SI. LI}$$

Diketahui :

- Jenis penghantar : AAAC 70mm²
- Panjang penghantar : 0,390 km
- Beban : 250 kVA
- Tegangan : 20kV

$$\begin{aligned} \Delta V\% &= 100 \frac{(R \cdot \cos\omega) + (X \cdot \sin\omega)}{VS^2} \text{ SI. LI} \\ &= 100 \frac{(0,4608 \times 0,8) + (0,3572 \times 0,6)}{20^2} \times 250 \times 0,390 \\ &= 100 \frac{(0,36864) + (0,21432)}{20^2} \times 97,5 \\ &= 100 \frac{400}{(27,648) + (0,21432)} \\ &= 0,14574 \times 97,5 \\ &= 14,21 \% \\ \Delta V &= 14,21 \frac{20.000}{100} = 2,842 \text{ Volt} \end{aligned}$$

A. Perbaikan Kualitas Tegangan

a. Perhitungan Besar Kapasitas Kapasitor

$$Q_c = \frac{10.(\%VR)V^2}{XL}$$

Perhitungan besar kapasitas kapasitor daya pada penyulang Stadion

• SEGMENT STADION - LBS HIMO-HIMO

$$Q_c = \frac{10.(\%VR)V^2}{XL} = \frac{10.4,21.(17,15)^2}{0.3572} = 34.663 \text{ kVAr}$$

Perhitungan besar kapasitas kapasitor daya pada penyulang Jambula

• SEGMENT JAMBULA - LBS NGADE

$$Q_c = \frac{10.(\%VR)V^2}{XL} = \frac{10.8,29.(16,34)^2}{0.3572} = 61.967 \text{ kVAr}$$

Perhitungan besar kapasitas kapasitor daya pada penyulang Kota

• SEGMENT KOTA - LBS FERİ

$$Q_c = \frac{10.(\%VR)V^2}{XL} = \frac{10.0,07.(17,98)^2}{0.3572} = 665 \text{ kVAr}$$

Table 2. Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan Pada Penyulang Stadion

NO	KODE HANTAR	PENYULANG	DAYA YANG DIKIRIM (KVA)	DAYA YANG TERPAKA I (KVA)	UKURAN PENGHANTAR (mm ²)	JENIS PENGHANTAR	JARAK PENGHANTAR (km)	ΔV (%)	ΔV (volt)
1	TTE 129	SEGMENT STADION - LBS HIMO-HIMO	250	163.48	70	A3C	0,390	14,21	2.842
2	TTE 135	SEGMENT STADION - LBS HIMO-HIMO	200	98.63	70	A3C	0,362	10,55	2.110
3	TTE 168	SEGMENT STADION - LBS HIMO-HIMO	100	35.97	70	A3C	0,154	2,24	449
4	TTE 212	SEGMENT STADION - LBS HIMO-HIMO	100	42.92	70	A3C	0,200	2,91	583
5	TTE 196	SEGMENT FCO PENGAYOMAN - UIJUNG JARING JTM	50	25.75	70	A3C	0,106	0,77	154
6	TTE 155	SEGMENT NGADE - LBS JAMBULA	25	0	70	A3C	0	-	-
7	TTE 286	SEGMENT FCO PENGAYOMAN - UIJUNG JARING JTM	200	101.46	70	A3C	0,281	8,19	1.638
8	TTE 286	SEGMENT FCO PENGAYOMAN - UIJUNG JARING JTM	200	101.46	70	A3C	0,210	6,12	1.224
9	TTE 173	SEGMENT STADION - LBS HIMO-HIMO	200	103.58	70	A3C	0,380	11,08	2.215
10	TTE 92	SEGMENT LBS HIMO2 - LBS JATI	250	121.13	70	A3C	0,520	18,95	3.789
11	TTE 117	SEGMENT LBS HIMO2 - LBS JATI	160	136.60	70	A3C	0,201	4,69	937
12	TTE 211	SEGMENT FCO JAN - UIJUNG JTM	100	52.39	70	A3C	0,120	1,75	350
13	TTE 153	SEGMENT FCO JAN - UIJUNG JTM	100	45.56	70	A3C	0,181	2,64	528
14	TTE 105	SEGMENT LBS BENTENG ORANGE - UIJUNG JTM	100	46.50	70	A3C	0,153	2,23	446
15	TTE 239	SEGMENT FCO JAN - UIJUNG JTM	100	29.92	70	A3C	0,150	2,19	437
16	TTE 218	SEGMENT LBS HIMO2 - LBS JATI	200	39.08	70	A3C	0,213	6,21	1.242
17	TTE 42	SEGMENT LBS HIMO2 - LBS JATI	315	63.27	70	A3C	0,495	22,72	4.545
18	TTE 74	SEGMENT FCO PERUMNAS - UIJUNG JTM	250	43.40	70	A3C	0,391	14,25	2.849
19	TTE 75	SEGMENT FCO PERUMNAS - UIJUNG JTM	200	135.76	70	A3C	0,251	7,32	1.463
20	TTE 227	SEGMENT FCO PERUMNAS - UIJUNG JTM	160	0	70	A3C	0,81	18,89	3.778
21	TTE 115	SEGMENT FCO LAMPU MERAH JATI - LBS JATI METRO	200	99.64	70	A3C	0,300	8,74	1.749
22	TTE 219	SEGMENT LBS JATI METRO - UIJUNG JTM	160	132.65	70	A3C	0,210	4,90	979
23	TTE 273	SEGMENT LBS JATI METRO - UIJUNG JTM	200	87.14	70	A3C	0,191	5,57	1.113
24	TTE 272	SEGMENT LBS JATI METRO - UIJUNG JTM	160	91.68	70	A3C	0,182	4,24	849
25	TTE 137	SEGMENT LBS JATI METRO - UIJUNG JTM	50	17.32	70	A3C	0,121	0,88	176
26	TTE 267	SEGMENT LBS JATI METRO - UIJUNG JTM	50	19.64	70	A3C	0,78	5,68	1.137
27	TTE 45	SEGMENT LBS JATI - LBS AMARA	200	145.45	70	A3C	0,211	6,15	1.230
28	TTE 230	SEGMENT LBS JATI - LBS AMARA	160	164.66	70	A3C	0,170	3,96	793
29	TTE 136	SEGMENT FCO BTS JATI - UIJUNG JTM	160	131.56	70	A3C	0,171	3,99	797
30	TTE 233	SEGMENT FCO BTS JATI - UIJUNG JTM	25	3.68	70	A3C	0,87	3,17	634
31	TTE 144	SEGMENT LBS DUFU-DUFU - UIJUNG JTM	200	44.40	70	A3C	0,253	7,37	1.475
32	TTE 18	SEGMENT LBS AMARA - LBS BI	200	142.04	70	A3C	0,294	8,57	1.714
33	TTE 268	SEGMENT FCO RSU - UIJUNG JTM	250	164.08	70	A3C	0,291	10,60	2.121
34	TTE 56	SEGMENT LBS AMARA - LBS BI	200	0	70	A3C	0,208	6,06	1.213
35	TTE 209	SEGMENT LBS AMARA - LBS BI	100	0.09	70	A3C	0,97	14,14	2.827
36	TTE 170	SEGMENT LBS AMARA - LBS BI	25	3.19	70	A3C	0,50	1,82	364
37	TTE 223	SEGMENT LBS AMARA - LBS BI	160	72.00	70	A3C	0,120	2,80	560
38	TTE 82	SEGMENT LBS AMARA - LBS BI	250	82.74	70	A3C	0,300	10,93	2.186
39	TTE 130	SEGMENT LBS MALIKRUBU - LBS TAMAN MALIKRUBU	160	111.83	70	A3C	0,208	4,85	970
40	TTE 41	SEGMENT FCO BTN - UIJUNG JTM	160	111.69	70	A3C	0,229	5,34	1.068
41	TTE 71	SEGMENT LBS MALIKRUBU - LBS TAMAN MALIKRUBU	160	92.75	70	A3C	0,198	4,62	923
42	TTE 125	SEGMENT LBS KAMP BAMBUI - UIJUNG JTM	50	5.08	70	A3C	0,49	3,57	714
43	TTE 238	SEGMENT LBS KAMP BAMBUI - UIJUNG JTM	100	47.55	70	A3C	0,182	2,65	530
44	TTE 249	SEGMENT LBS MALIKRUBU - LBS TAMAN MALIKRUBU	100	36.91	70	A3C	0,191	2,78	557
45	TTE 172	SEGMENT LBS MALIKRUBU - LBS TAMAN MALIKRUBU	250	62.57	70	A3C	0,373	13,59	2.718
46	TTE 226	SEGMENT LBS TAMAN MALIKRUBU - UIJUNG JARING	160	107.81	70	A3C	0,304	7,09	1.418
47	TTE 22	SEGMENT LBS TAMAN MALIKRUBU - UIJUNG JARING	100	32.66	70	A3C	0,310	4,52	904
48	TTE 244	SEGMENT LBS TAMAN MALIKRUBU - UIJUNG JARING	100	32.61	70	A3C	0,92	13,41	2.682
49	TTE 85	SEGMENT LBS TAMAN MALIKRUBU - UIJUNG JARING	50	37.46	70	A3C	0,78	5,68	1.137
50	TTE 86	SEGMENT LBS MALIKRUBU - LBS TAMAN MALIKRUBU	100	12.98	70	A3C	0,281	4,10	819

B. Perbaikan Kualitas Tegangan

a. Perhitungan Besar Kapasitas Kapasitor

$$Q_c = \frac{10.(\%VR)V^2}{XL}$$

Perhitungan besar kapasitas kapasitor daya pada penyulang Stadion

• SEGMENT STADION - LBS HIMO-HIMO

$$Q_c = \frac{10.(\%VR)V^2}{XL} = \frac{10.4,21.(17,15)^2}{0.3572} = 34.663 \text{ kVAr}$$

Perhitungan besar kapasitas kapasitor daya pada penyulang Jambula

• SEGMENT JAMBULA - LBS NGADE

$$Q_c = \frac{10.(\%VR)V^2}{XL} = \frac{10.8,29.(16,34)^2}{0.3572} = 61.967 \text{ kVAr}$$

Perhitungan besar kapasitas kapasitor daya pada penyulang Kota

• SEGMENT KOTA - LBS FERİ

$$Q_c = \frac{10.(%VR)V^2}{XL} = \frac{10.0,07.(17,98)^2}{0.3572} = 665 \text{ kVAr}$$

Perhitungan besar kapasitas kapasitor daya pada penyulang Mangga Dua

• SEGMENT LBS FERI – LBS BASTIONG

$$Q_c = \frac{10.(%VR)V^2}{XL} = \frac{10.7,40.(16,52)^2}{0.3572} = 56.531 \text{ kVAr}$$

Perhitungan besar kapasitas kapasitor daya pada penyulang Sulamadaha

• SEGMENT FCO GRAND DAFAM – UJUNG JTM

$$Q_c = \frac{10.(%VR)V^2}{XL} = \frac{10.1,66.(17,66)^2}{0.3572} = 14.487 \text{ kVAr}$$

Table 3. Hasil Perhitungan Kapasitas Kapasitor Yang Akan Dipasang Pada Penyulang Stadion

NO	KODE HANTAR	PENYULANG	2019		
			ΔV (%)	ΔV (volt)	Qc (kVAr)
1	TTE. 129	SEGMENT STADION - LBS HIMO-HIMO	14,21	2842	34663
2	TTE. 135	SEGMENT STADION - LBS HIMO-HIMO	7,64	1527	-
3	TTE. 168	SEGMENT STADION - LBS HIMO-HIMO	6,62	1323	-
4	TTE. 212	SEGMENT STADION - LBS HIMO-HIMO	2,91	583	-
5	TTE. 196	SEGMENT FCO PENGAYOMAN - UJUNG JARING JTM	1,50	300	-
6	TTE. 155	SEGMENT NGADE - LBS JAMBULA	0,24	47	-
7	TTE. 286	SEGMENT FCO PENGAYOMAN - UJUNG JARING JTM	8,19	1638	-
8	TTE. 286	SEGMENT FCO PENGAYOMAN - UJUNG JARING JTM	6,12	1224	-
9	TTE. 173	SEGMENT STADION - LBS HIMO-HIMO	11,08	2215	9525
10	TTE. 92	SEGMENT LBS HIMO2 - LBS JATI	18,95	3789	65810
11	TTE. 117	SEGMENT LBS HIMO2 - LBS JATI	4,69	937	-
12	TTE. 211	SEGMENT FCO JAN - UJUNG JTM	4,66	933	-
13	TTE. 153	SEGMENT FCO JAN - UJUNG JTM	4,10	819	-
14	TTE. 105	SEGMENT LBS BENTENG ORANGE - UJUNG JTM	6,60	1320	-
15	TTE. 239	SEGMENT FCO JAN - UJUNG JTM	5,10	1020	-
16	TTE. 218	SEGMENT LBS HIMO2 - LBS JATI	6,21	1242	-
17	TTE. 42	SEGMENT LBS HIMO2 - LBS JATI	31,91	6381	113598
18	TTE. 74	SEGMENT FCO PERUMNAS - UJUNG JTM	14,25	2849	34963
19	TTE. 75	SEGMENT FCO PERUMNAS - UJUNG JTM	10,23	2046	2083
20	TTE. 227	SEGMENT FCO PERUMNAS - UJUNG JTM	6,55	1310	-
21	TTE. 115	SEGMENT FCO LAMPU MERAH JATI - LBS JATI METRO	8,92	1784	-
22	TTE. 219	SEGMENT LBS JATI METRO - UJUNG JTM	7,23	1446	-
23	TTE. 273	SEGMENT LBS JATI METRO - UJUNG JTM	11,40	2279	12279
24	TTE. 272	SEGMENT LBS JATI METRO - UJUNG JTM	8,91	1782	-
25	TTE. 137	SEGMENT LBS JATI METRO - UJUNG JTM	1,61	322	-
26	TTE. 267	SEGMENT LBS JATI METRO - UJUNG JTM	2,03	405	-
27	TTE. 45	SEGMENT LBS JATI - LBS AMARA	6,15	1230	-
28	TTE. 230	SEGMENT LBS JATI - LBS AMARA	10,96	2192	8512
29	TTE. 136	SEGMENT FCO BTS JATI - UJUNG JTM	8,65	1730	-
30	TTE. 233	SEGMENT FCO BTS JATI - UJUNG JTM	0,32	63	-
31	TTE. 144	SEGMENT LBS DUFA-DUFA - UJUNG JTM	7,37	1475	-
32	TTE. 18	SEGMENT LBS AMARA - LBS BI	8,57	1714	-
33	TTE. 268	SEGMENT FCO RSU - UJUNG JTM	17,89	3578	59551
34	TTE. 56	SEGMENT LBS AMARA - LBS BI	6,06	1213	-
35	TTE. 209	SEGMENT LBS AMARA - LBS BI	4,33	866	-
36	TTE. 170	SEGMENT LBS AMARA - LBS BI	0,18	36	-
37	TTE. 223	SEGMENT LBS AMARA - LBS BI	9,79	1959	-
38	TTE. 82	SEGMENT LBS AMARA - LBS BI	11,66	2332	14487
39	TTE. 130	SEGMENT LBS MALIKRUBU - LBS TAMAN MALIKRUBU	9,75	1949	-
40	TTE. 41	SEGMENT FCO BTN - UJUNG JTM	8,14	1628	-
41	TTE. 71	SEGMENT LBS MALIKRUBU - LBS TAMAN MALIKRUBU	11,61	2323	14095
42	TTE. 125	SEGMENT LBS KAMP BAMBUI - UJUNG JTM	2,11	421	-
43	TTE. 238	SEGMENT LBS KAMP BAMBUI - UJUNG JTM	5,57	1113	-
44	TTE. 249	SEGMENT LBS MALIKRUBU - LBS TAMAN MALIKRUBU	4,24	848	-
45	TTE. 172	SEGMENT LBS MALIKRUBU - LBS TAMAN MALIKRUBU	13,59	2718	30012
46	TTE. 226	SEGMENT LBS TAMAN MALIKRUBU - UJUNG JARING	7,09	1418	-
47	TTE. 22	SEGMENT LBS TAMAN MALIKRUBU - UJUNG JARING	6,70	1341	-
48	TTE. 244	SEGMENT LBS TAMAN MALIKRUBU - UJUNG JARING	5,71	1143	-
49	TTE. 85	SEGMENT LBS TAMAN MALIKRUBU - UJUNG JARING	1,30	259	-
50	TTE. 86	SEGMENT LBS MALIKRUBU - LBS TAMAN MALIKRUBU	5,55	1111	-
Total			385,15	77025	399578

Table 4. Hasil Perhitungan Kapasitas Kapasitor Yang Akan Dipasang Pada Penyulang Mangga Dua

NO	KODE HANTAR	KODE HANTAR	2019		
			ΔV (%)	ΔV (volt)	Qc (kVAr)
1	TTE. 325	SEGMENT MANGGA DUA - GH 01	7,71	1543	-
2	TTE. 16 A	SEGMENT LBS FERI - LBS BASTIONG	8,13	1625	-
3	TTE. 16 B	SEGMENT LBS FERI - LBS BASTIONG	17,40	3480	56532
4	TTE. 16 C	SEGMENT LBS FERI - LBS BASTIONG	12,21	2442	19070
5	TTE. 309	SEGMENT MANGGA DUA - GH 01	17,82	3564	63876
6	TTE. 387	SEGMENT GH 03 AIRPORT - LBS LANAL	8,65	1730	-
7	TTE. 294	SEGMENT MANGGA DUA - GH 01	10,28	2055	2692
8	TTE. 295	SEGMENT MANGGA DUA - GH 01	8,82	1764	-
Total			91,02	18204	142170

Table 5. Hasil Perhitungan Kapasitas Kapasitor Yang Akan Dipasang Pada Penyulang Jambula

NO	KODE HANTAR	PENYULANG	2019		
			ΔV (%)	ΔV (volt)	Qc (kVAr)
1	TTE. 26 A	SEGMENT JAMBULA - LBS NGADE	18,29	3658	61967
2	TTE. 95 B	SEGMENT JAMBULA - LBS NGADE	21,86	4372	81016
3	TTE. 157 A	SEGMENT FCO KALUMATA KOA - UJUNG JTM	4,37	874	-
4	TTE. 116 B	SEGMENT FCO KALUMATA KOA - UJUNG JTM	19,71	3942	70035
5	TTE. 262 C	SEGMENT FCO KALUMATA KOA - UJUNG JTM	12,15	2430	18571
6	TTE. 257 A	SEGMENT JAMBULA - LBS NGADE	15,51	3101	43978
7	TTE. 28 B	SEGMENT JAMBULA - LBS NGADE	1,40	280	-
8	TTE. 140	SEGMENT LBS MASJID NGADE - UJUNG JTM	2,35	469	-
9	TTE. 296	SEGMENT LBS MASJID NGADE - UJUNG JTM	8,72	1743	-
10	TTE. 174	SEGMENT LBS MASJID NGADE - UJUNG JTM	15,86	3171	46385
11	TTE. 182	SEGMENT LBS MASJID NGADE - UJUNG JTM	1,18	236	-
12	TTE. 29	SEGMENT LBS NGADE - LBS GAMBESI	1,28	257	-
13	TTE. 183	SEGMENT AUTOLINK FITU - UJUNG JTM	4,52	904	-
14	TTE. 343	SEGMENT LBS NGADE - LBS GAMBESI	1,76	353	-
15	TTE. 30	SEGMENT LBS GAMBESI - PMCB JAMBULA	8,74	1749	-
16	TTE. 255	SEGMENT LBS NGADE - LBS GAMBESI	2,24	449	-
17	TTE. 330	SEGMENT LBS NGADE - LBS GAMBESI	6,18	1236	-
18	TTE. 281	SEGMENT AUTOLINK UNKHAIR - UJUNG JTM	11,66	2332	14486
19	TTE. 134	SEGMENT AUTOLINK UNKHAIR - UJUNG JTM	4,59	918	-
20	TTE. 185	SEGMENT AUTOLINK UNKHAIR - UJUNG JTM	13,29	2658	27706
21	TTE. 313	SEGMENT LBS GAMBESI - PMCB JAMBULA	9,07	1813	-
22	TTE. 213	SEGMENT LBS GAMBESI - PMCB JAMBULA	6,28	1256	-
23	TTE. 31	SEGMENT LBS GAMBESI - PMCB JAMBULA	10,70	2141	6272
24	TTE. 160	SEGMENT LBS UMMU - UJUNG JTM	3,12	624	-
25	TTE. 279	SEGMENT LBS UMMU - UJUNG JTM	5,28	1055	-
26	TTE. 186	SEGMENT LBS UMMU - UJUNG JTM	0,63	126	-
27	TTE. 187	SEGMENT LBS UMMU - UJUNG JTM	4,96	991	-
28	TTE. 274	SEGMENT LBS GAMBESI - PMCB JAMBULA	12,27	2454	19562
29	TTE. 124	SEGMENT AUTOLINK STIKIP - UJUNG JTM	14,43	2886	36292
30	TTE. 175	SEGMENT AUTOLINK STIKIP - UJUNG JTM	1,59	318	-
31	TTE. 280	SEGMENT LBS GAMBESI - PMCB JAMBULA	6,18	1236	-
32	TTE. 328	SEGMENT FCO LAPAS - UJUNG JARINGAN	4,49	898	-
33	TTE. 178	SEGMENT FCO LAPAS - UJUNG JARINGAN	1,93	388	-
34	TTE. 188	SEGMENT FCO LAPAS - UJUNG JARINGAN	2,78	557	-
35	TTE. 118	SEGMENT FCO FORA MADIHAH - UJUNG JTM	10,64	2128	5712
36	TTE. 154	SEGMENT FCO PENGAYOMAN - UJUNG JARING JTM	2,66	532	-
37	TTE. 256	SEGMENT NGADE - LBS JAMBULA	5,16	1032	-
38	TTE. 59	SEGMENT NGADE - LBS JAMBULA	1,13	226	-
39	TTE. 60	SEGMENT NGADE - LBS JAMBULA	2,18	436	-
40	TTE. 311	SEGMENT AFTADOR - LBS MONGE	7,35	1469	-
41	TTE. 344	SEGMENT AFTADOR - LBS MONGE	6,56	1312	-
42	TTE. 240	SEGMENT AFTADOR - LBS MONGE	1,24	248	-
43	TTE. 61	SEGMENT AFTADOR - LBS MONGE	1,18	236	-
44	TTE. 62 A	SEGMENT LBS MONGE - LBS TOLIRE	0,62	123	-
45	TTE. 220 B	SEGMENT LBS MONGE - LBS TOLIRE	2,75	549	-
46	TTE. 63 C	SEGMENT LBS MONGE - LBS TOLIRE	2,05	410	-
47	TTE. 64 D	SEGMENT LBS MONGE - LBS TOLIRE	5,02	1041	-
48	TTE. 65 E	SEGMENT LBS MONGE - LBS TOLIRE	6,51	1303	-
49	TTE. 229 F	SEGMENT LBS MONGE - LBS TOLIRE	16,02	3204	47508
50	TTE. 83 G	SEGMENT LBS MONGE - LBS TOLIRE	2,09	418	-
51	TTE. 248 H	SEGMENT LBS MONGE - LBS TOLIRE	6,00	1201	-
52	TTE. 159 I	SEGMENT LBS MONGE - LBS TOLIRE	1,97	395	-
53	TTE. 96 J	SEGMENT LBS MONGE - LBS TOLIRE	0,59	117	-
54	TTE. 123	SEGMENT LBS TOLIRE - LBS SULAMADAH	2,70	539	-
55	TTE. 97	SEGMENT LBS TOLIRE - LBS SULAMADAH	2,32	463	-
56	TTE. 234	SEGMENT LBS MONGE - LBS TOLIRE	0,64	128	-
57	TTE. 242	SEGMENT LBS TOLIRE - LBS SULAMADAH	2,78	555	-
Total			341,56	69938	479490

b. Perhitungan Besar Jatuh Tegangan Setelah Pemasangan Kapasitor

$$(%VR) = \frac{Q_c \cdot XL}{10 \cdot V^2}$$

$$\Delta V_{(sesudah)} = [\%V_{(sebelum)}] - \%VR$$

Perhitungan Besar Jatuh Tegangan Setelah Pemasangan Kapasitor pada Penyulang Stadion

• SEGMENT STADION - LBS HIMO-HIMO

$$(%VR) = \frac{Q_c \cdot XL}{10 \cdot V^2} = \frac{34.663 \cdot 0,3572}{10 \cdot (17,15)^2} = 4,21\%$$

$$\Delta V_{(sesudah)} = [\%V_{(sebelum)}] - \%VR = 14,21\% - 4,21\% = 10\%$$

$$\Delta V(\%) = 10\%$$

$$\Delta V = 10 \times \frac{20.000}{100} = 2000 \text{ V}$$

Table 6. Hasil Perhitungan Kapasitas Kapasitor Yang Akan Dipasang Pada Penyulang Kota

NO	KODE HANTAR	PENYULANG	2019		
			ΔV (%)	ΔV (volt)	Qc (kVAr)
1	TTE. 50	SEGMENT KOTA - LBS FERI	10,07	2015	666
2	TTE. 17	SEGMENT FCO RRI - UJUNG JTM	9,12	1823	-
3	TTE. 251	SEGMENT KOTA - LBS FERI	29,38	5876	108178
4	TTE. 171	SEGMENT KOTA - LBS FERI	2,93	586	-
5	TTE. 112	SEGMENT KOTA - LBS FERI	7,32	1465	-
6	TTE. 275	SEGMENT KOTA - LBS FERI	8,82	1763	-
7	TTE. 13	SEGMENT KOTA - LBS FERI	8,48	1696	-
8	TTE. 260	SEGMENT LBS MALIKRUBU - LBS TAMAN MALIKRUBU	4,92	984	-
9	TTE. 68	SEGMENT LBS FERI - LBS BASTIONG	4,66	933	-
10	TTE. 72	SEGMENT LBS FERI - LBS BASTIONG	7,29	1457	-
11	TTE. 127	SEGMENT LBS FERI - LBS BASTIONG	6,94	1387	-
12	TTE. 205	SEGMENT LBS BASTIONG - LBS KELAPA PENDEK	6,81	1362	-
13	TTE. 147	SEGMENT LBS BASTIONG - LBS KELAPA PENDEK	0,63	127	-
14	TTE. 46	SEGMENT LBS BASTIONG - LBS KELAPA PENDEK	13,99	2798	32366
15	TTE. 202	SEGMENT LBS BASTIONG - LBS KELAPA PENDEK	5,90	1180	-
16	TTE. 139	SEGMENT FCO HI. AMIN - UJUNG JTM	8,65	1730	-
17	TTE. 259	SEGMENT LBS BASTIONG - LBS KELAPA PENDEK	7,72	1545	-
18	TTE. 6	SEGMENT LBS KELAPA PENDEK - GH 01	11,62	2325	14185
19	TTE. 260	SEGMENT LBS MALIKRUBU - LBS TAMAN MALIKRUBU	7,18	1436	-
20	TTE. 207	SEGMENT GH 01 MONONUTU - GH 02	3,80	761	-
21	TTE. 80	SEGMENT FCO TANAH TINGGI - UJUNG JTM	13,85	2769	31959
22	TTE. 104	SEGMENT LBS KELAPA PENDEK - GH 01	9,41	1883	-
23	TTE. 10	SEGMENT LBS KELAPA PENDEK - GH 01	11,69	2338	14741
24	TTE. 247	SEGMENT LBS KELAPA PENDEK - GH 01	5,86	1172	-
25	TTE. 146	SEGMENT LBS KELAPA PENDEK - GH 01	1,47	294	-
26	TTE. 89	SEGMENT LBS KELAPA PENDEK - GH 01	10,93	2186	8263
27	TTE. 128	SEGMENT LBS KELAPA PENDEK - GH 01	4,53	907	-
Total			223,97	44799,019	210357

Table 7. Hasil Perhitungan Kapasitas Kapasitor Yang Akan Dipasang Pada Penyulang Sulamadaha

NO	KODE HANTAR	PENYULANG	2019		
			ΔV (%)	ΔV (volt)	Qc (kVAr)
1	TTE. 206	SEGMENT SULAMADAHA - LBS PERUMNAS	9,91	1982	-
2	TTE. 169	SEGMENT LBS PERUMNAS - LBS ADVEN	9,17	1833	-
3	TTE. 200	SEGMENT LBS HIMO2 - LBS JATI	5,15	1031	-
4	TTE. 152	SEGMENT FCO GRAND DAFAM - UJUNG JTM	7,75	1551	-
5	TTE. 81	SEGMENT FCO KAMAR MAYAT - LBS 3WAY RSU	11,66	2332	14486
6	TTE. 184	SEGMENT LBS AMARA - LBS BI	11,73	2346	15071
7	TTE. 287	SEGMENT LBS ADVEN - LBS SKEP	4,47	895	-
8	TTE. 158	SEGMENT LBS ADVEN - LBS SKEP	5,42	1084	-
9	TTE. 44	SEGMENT LBS ADVEN - LBS SKEP	9,72	1944	-
10	TTE. 20	SEGMENT LBS ADVEN - LBS SKEP	9,54	1907	-
11	TTE. 245	SEGMENT FCO POLDA - UJUNG JTM	5,95	1189	-
12	TTE. 285	SEGMENT LBS ADVEN - LBS SKEP	2,97	594	-
13	TTE. 100	SEGMENT LBS ADVEN - LBS SKEP	5,25	1051	-
14	TTE. 203	SEGMENT LBS KIPAN - UJUNG JTM	16,16	3232	54391
15	TTE. 88	SEGMENT LBS KIPAN - UJUNG JTM	4,69	937	-
16	TTE. 191	SEGMENT LBS KIPAN - UJUNG JTM	5,71	1143	-
17	TTE. 40	SEGMENT LBS KIPAN - UJUNG JTM	4,78	956	-
18	TTE. 110	SEGMENT LBS KIPAN - UJUNG JTM	1,66	332	-
19	TTE. 111	SEGMENT LBS KIPAN - UJUNG JTM	7,04	1408	-
20	TTE. 49	SEGMENT LBS KIPAN - UJUNG JTM	0,94	188	-
21	TTE. 27	SEGMENT LBS ADVEN - LBS SKEP	5,96	1192	-
22	TTE. 288	SEGMENT FCO SKEP AMO - UJUNG JTM	7,30	1460	-
23	TTE. 47	SEGMENT FCO SKEP AMO - UJUNG JTM	14,87	2973	39457
24	TTE. 103	SEGMENT LBS SKEP - LBS SOA	9,72	1944	-
25	TTE. 151	SEGMENT FCO GAMAYOU 2 - UJUNG JTM	3,02	603	-
26	TTE. 289	SEGMENT FCO GAMAYOU 2 - UJUNG JTM	4,90	979	-
27	TTE. 133	SEGMENT FCO GAMAYOU 2 - UJUNG JTM	0,87	173	-
28	TTE. 84	SEGMENT LBS SKEP - LBS KUBUR ISLAM	2,84	568	-
29	TTE. 76	SEGMENT FCO AKEBOCA - UJUNG JTM	0,73	146	-
30	TTE. 163	SEGMENT FCO TSEL SOA - UJUNG JTM	4,11	822	-
31	TTE. 43	SEGMENT LBS SKEP - LBS SOA	6,24	1247	-
32	TTE. 263	SEGMENT FCO SOA 2 - UJUNG JTM	7,70	1539	-
33	TTE. 58	SEGMENT FCO TOBENGA - UJUNG JTM	1,40	280	-
34	TTE. 204	SEGMENT FCO TOBENGA - UJUNG JTM	0,95	189	-
35	TTE. 264	SEGMENT LBS SOA - GH 03	7,35	1470	-
36	TTE. 179	SEGMENT LBS SOA - GH 03	1,35	269	-
37	TTE. 78	SEGMENT FCO MASJID KASTURIAN - UJUNG JTM	4,18	837	-
38	TTE. 290	SEGMENT LBS SOA - GH 03	5,90	1179	-
39	TTE. 119	SEGMENT FCO LOKA MONITOR	4,11	822	-
40	TTE. 164	SEGMENT LBS SOA - GH 03	5,59	1117	-
41	TTE. 237	SEGMENT LBS SOA - GH 03	7,28	1455	-
Total			246,01	49202	123405

b. Perhitungan Besar Jatuh Tegangan Setelah Pemasangan Kapasitor

$$(\% VR) = \frac{Q_c \cdot XL}{10 \cdot V^2}$$

$$\Delta V_{(sesudah)} = [\% V_{(sebelum)}] - \% VR$$

Perhitungan Besar Jatuh Tegangan Setelah Pemasangan Kapasitor pada Penyulang Stadion

• SEGMENT STADION - LBS HIMO-HIMO

$$(\% VR) = \frac{Q_c \cdot XL}{10 \cdot V^2} = \frac{34.663,0,3572}{10 \cdot (17,15)^2} = 4,21\%$$

$$\Delta V_{(sesudah)} = [\% V_{(sebelum)}] - \% VR$$

$$= 14,21\% - 4,21\% = 10\%$$

$$\Delta V(\%) = 10\%$$

$$\Delta V = 10 \times \frac{20.000}{100} = 2000 \text{ V}$$

Perhitungan Besar Jatuh Tegangan Setelah Pemasangan Kapasitor pada Penyulang Jambula

• SEGMENT JAMBULA - LBS NGADE

$$(\% VR) = \frac{Q_c \cdot XL}{10 \cdot V^2} = \frac{61.967,0,3572}{10 \cdot (16,34)^2} = 8,29\%$$

$$\Delta V_{(sesudah)} = [\% V_{(sebelum)}] - \% VR$$

$$= 18,29\% - 8,29\% = 10\%$$

$$\Delta V(\%) = 10\%$$

$$\Delta V = 10 \times \frac{20.000}{100} = 2000 \text{ V}$$

Perhitungan Besar Jatuh Tegangan Setelah Pemasangan Kapasitor pada Penyulang Kota

• SEGMENT KOTA - LBS FERI

$$(\% VR) = \frac{Q_c \cdot XL}{10 \cdot V^2} = \frac{665,0,3572}{10 \cdot (17,98)^2} = 0,07\%$$

$$\Delta V_{(sesudah)} = [\% V_{(sebelum)}] - \% VR$$

$$= 10,07\% - 0,07\% = 10\%$$

$$\Delta V(\%) = 10\%$$

$$\Delta V = 10 \times \frac{20.000}{100} = 2000 \text{ V}$$

Perhitungan Besar Jatuh Tegangan Setelah Pemasangan Kapasitor pada Penyulang Mangga Dua

• SEGMENT LBS FERI - LBS BASTIONG

$$(\% VR) = \frac{Q_c \cdot XL}{10 \cdot V^2} = \frac{56.531,0,3572}{10 \cdot (16,52)^2} = 7,40\%$$

$$\Delta V_{(sesudah)} = [\% V_{(sebelum)}] - \% VR$$

$$= 17,40\% - 7,40\% = 10\%$$

$$\Delta V(\%) = 10\%$$

$$\Delta V = 10 \times \frac{20.000}{100} = 2000 \text{ V}$$

Perhitungan Besar Jatuh Tegangan Setelah Pemasangan Kapasitor pada Penyulang Sulamadaha

• SEGMENT FCO GRAND DAFAM - UJUNG JTM

$$(\% VR) = \frac{Q_c \cdot XL}{10 \cdot V^2} = \frac{14.487,0,3572}{10 \cdot (17,66)^2} = 1,66\%$$

$$\Delta V_{(sesudah)} = [\% V_{(sebelum)}] - \% VR$$

$$= 11,66\% - 1,66\% = 10\%$$

$$\Delta V(\%) = 10\%$$

$$\Delta V = 10 \times \frac{20.000}{100} = 2000 \text{ V}$$

Table 8. Hasil Perhitungan Kapasitas Kapasitor Setelah Dipasang Kapasitor Pada Penyulang Stadion

NO	KODE HANTAR	PENYULANG	2019				
			Sebelum pemasangan Kapasitor		Setelah Pemasangan Kapasitor		
			ΔV (%)	ΔV (volt)	ΔV (%)	ΔV (volt)	Qc (kVAr)
1	TTE. 129	SEGMENT STADION - LBS HIMO-HIMO	14,21	2842	10	2000	34663
2	TTE. 135	SEGMENT STADION - LBS HIMO-HIMO	7,64	1527	7,64	1527	-
3	TTE. 168	SEGMENT STADION - LBS HIMO-HIMO	6,62	1323	6,62	1323	-
4	TTE. 212	SEGMENT STADION - LBS HIMO-HIMO	2,91	583	2,91	583	-
5	TTE. 196	SEGMENT FCO PENGAYOMAN - UJUNG JARING JTM	1,50	300	1,50	300	-
6	TTE. 155	SEGMENT NGADE - LBS JAMBULA	0,24	47	0,24	47	-
7	TTE. 286	SEGMENT FCO PENGAYOMAN - UJUNG JARING JTM	8,19	1638	8,19	1638	-
8	TTE. 286	SEGMENT FCO PENGAYOMAN - UJUNG JARING JTM	6,12	1224	6,12	1224	-
9	TTE. 173	SEGMENT STADION - LBS HIMO-HIMO	11,08	2215	10,00	2000	9525
10	TTE. 92	SEGMENT LBS HIMO2 - LBS JATI	18,95	3789	10,00	2000	65810
11	TTE. 117	SEGMENT LBS HIMO2 - LBS JATI	4,69	937	4,69	937	-
12	TTE. 211	SEGMENT FCO JAN - UJUNG JTM	4,66	933	4,66	933	-
13	TTE. 153	SEGMENT FCO JAN - UJUNG JTM	4,10	819	4,10	819	-
14	TTE. 205	SEGMENT LBS BENTENG ORANGE - UJUNG JTM	6,60	1320	6,60	1320	-
15	TTE. 239	SEGMENT FCO JAN - UJUNG JTM	5,10	1020	5,10	1020	-
16	TTE. 218	SEGMENT LBS HIMO2 - LBS JATI	6,21	1242	6,21	1242	-
17	TTE. 42	SEGMENT LBS HIMO2 - LBS JATI	31,91	6381	10,00	2000	113598
18	TTE. 74	SEGMENT FCO PERUMNAS - UJUNG JTM	14,25	2849	10,00	2000	34963
19	TTE. 75	SEGMENT FCO PERUMNAS - UJUNG JTM	10,23	2046	10,00	2000	2083
20	TTE. 227	SEGMENT FCO PERUMNAS - UJUNG JTM	6,55	1310	6,55	1310	-
21	TTE. 115	SEGMENT FCO LAMPU MERAH JATI - LBS JATI METRO	8,92	1784	8,92	1784	-
22	TTE. 219	SEGMENT LBS JATI METRO - UJUNG JTM	7,23	1446	7,23	1446	-
23	TTE. 273	SEGMENT LBS JATI METRO - UJUNG JTM	11,40	2279	10,00	2000	12279
24	TTE. 272	SEGMENT LBS JATI METRO - UJUNG JTM	8,91	1782	8,91	1782	-
25	TTE. 137	SEGMENT LBS JATI METRO - UJUNG JTM	1,61	322	1,61	322	-
26	TTE. 267	SEGMENT LBS JATI METRO - UJUNG JTM	2,03	405	2,03	405	-
27	TTE. 45	SEGMENT LBS JATI - LBS AMARA	6,15	1230	6,15	1230	-
28	TTE. 230	SEGMENT LBS JATI - LBS AMARA	10,96	2192	10,00	2000	8512
29	TTE. 136	SEGMENT FCO BTS JATI - UJUNG JTM	8,65	1730	8,65	1730	-
30	TTE. 233	SEGMENT FCO BTS JATI - UJUNG JTM	0,32	63	0,32	63	-
31	TTE. 144	SEGMENT LBS DIFA-DIFA - UJUNG JTM	7,37	1475	7,37	1475	-
32	TTE. 18	SEGMENT LBS AMARA - LBS BI	8,57	1714	8,57	1714	-
33	TTE. 268	SEGMENT FCO RSU - UJUNG JTM	17,89	3578	10,00	2000	59551
34	TTE. 56	SEGMENT LBS AMARA - LBS BI	6,06	1213	6,06	1213	-
35	TTE. 209	SEGMENT LBS AMARA - LBS BI	4,33	866	4,33	866	-
36	TTE. 170	SEGMENT LBS AMARA - LBS BI	0,18	36	0,18	36	-
37	TTE. 223	SEGMENT LBS AMARA - LBS BI	9,79	1959	9,79	1959	-
38	TTE. 82	SEGMENT LBS AMARA - LBS BI	11,66	2332	10,00	2000	14487
39	TTE. 130	SEGMENT LBS MALIKRUBU - LBS TAMAN MALIKRUBU	9,75	1949	9,75	1949	-
40	TTE. 41	SEGMENT FCO BTN - UJUNG JTM	8,14	1628	8,14	1628	-
41	TTE. 71	SEGMENT LBS MALIKRUBU - LBS TAMAN MALIKRUBU	11,61	2323	10,00	2000	14095
42	TTE. 125	SEGMENT LBS KAMP BAMBU - UJUNG JTM	2,11	421	2,11	421	-
43	TTE. 238	SEGMENT LBS KAMP BAMBU - UJUNG JTM	5,57	1113	5,57	1113	-
44	TTE. 249	SEGMENT LBS MALIKRUBU - LBS TAMAN MALIKRUBU	4,24	848	4,24	848	-
45	TTE. 172	SEGMENT LBS MALIKRUBU - LBS TAMAN MALIKRUBU	13,59	2718	10,00	2000	30012
46	TTE. 226	SEGMENT LBS TAMAN MALIKRUBU - UJUNG JARING	7,09	1418	7,09	1418	-
47	TTE. 22	SEGMENT LBS TAMAN MALIKRUBU - UJUNG JARING	6,70	1341	6,70	1341	-
48	TTE. 244	SEGMENT LBS TAMAN MALIKRUBU - UJUNG JARING	5,71	1143	5,71	1143	-
49	TTE. 85	SEGMENT LBS TAMAN MALIKRUBU - UJUNG JARING	1,30	259	1,30	259	-
50	TTE. 86	SEGMENT LBS MALIKRUBU - LBS TAMAN MALIKRUBU	5,55	1111	5,55	1111	-
Total			385,15	77025	329,02	65481	399578

Table 9. Hasil Perhitungan Kapasitas Kapasitor Setelah Dipasang Kapasitor Pada Penyulang Mangga Dua

NO	KODE HANTAR	KODE HANTAR	2019				
			Sebelum pemasangan kapasitor		Setelah pemasangan kapasitor		
			ΔV (%)	ΔV (volt)	ΔV (%)	ΔV (volt)	Qc (kVAr)
1	TTE. 325	SEGMENT MANGGA DUA - GH 01	7,71	1543	7,71	1543	-
2	TTE. 16 A	SEGMENT LBS FERI - LBS BASTIONG	8,13	1625	8,13	1625	-
3	TTE. 16 B	SEGMENT LBS FERI - LBS BASTIONG	17,40	3480	10,00	2000	56532
4	TTE. 16 C	SEGMENT LBS FERI - LBS BASTIONG	12,21	2442	10,00	2000	19070
5	TTE. 309	SEGMENT MANGGA DUA - GH 01	17,82	3564	10,00	2000	63876
6	TTE. 387	SEGMENT GH 03 AIRPORT - LBS LANAL	8,65	1730	8,65	1730	-
7	TTE. 294	SEGMENT MANGGA DUA - GH 01	10,28	2055	10,00	2000	2692
8	TTE. 295	SEGMENT MANGGA DUA - GH 01	8,82	1764	8,82	1764	-
Total			91,02	18204	73,59	14662	142170

Table 10. Hasil Perhitungan Kapasitas Kapasitor Setelah Dipasang Kapasitor Pada Penyulang Jambula

NO	KODE HANTAR	PENYULANG	2019				
			Sebelum Pemasangan Kapasitor		Setelah Pemasangan Kapasitor		
			ΔV (%)	ΔV (volt)	ΔV (%)	ΔV (volt)	Qc (kVAr)
1	TTE. 26 A	SEGMENT JAMBULA - LBS NGADE	18,29	3658	10,00	2000	61967
2	TTE. 95 B	SEGMENT JAMBULA - LBS NGADE	21,86	4372	10,00	2000	81016
3	TTE. 157 A	SEGMENT FCO KALUMATA KOA - UJUNG JTM	4,37	874	4,37	874	-
4	TTE. 116 B	SEGMENT FCO KALUMATA KOA - UJUNG JTM	19,71	3942	10,00	2000	70035
5	TTE. 262 C	SEGMENT FCO KALUMATA KOA - UJUNG JTM	12,15	2430	10,00	2000	18571
6	TTE. 257 A	SEGMENT JAMBULA - LBS NGADE	15,51	3101	10,00	2000	43978
7	TTE. 28 B	SEGMENT JAMBULA - LBS NGADE	1,40	280	1,40	280	-
8	TTE. 140	SEGMENT LBS MASJID NGADE - UJUNG JTM	2,35	469	2,35	469	-
9	TTE. 296	SEGMENT LBS MASJID NGADE - UJUNG JTM	8,72	1743	8,72	1743	-
10	TTE. 174	SEGMENT LBS MASJID NGADE - UJUNG JTM	15,86	3171	10,00	2000	46385
11	TTE. 182	SEGMENT LBS MASJID NGADE - UJUNG JTM	1,18	236	1,18	236	-
12	TTE. 29	SEGMENT LBS NGADE - LBS GAMBESI	1,28	257	1,28	257	-
13	TTE. 183	SEGMENT AUTOLINK FITU - UJUNG JTM	4,52	904	4,52	904	-
14	TTE. 343	SEGMENT LBS NGADE - LBS GAMBESI	1,76	353	1,76	353	-
15	TTE. 30	SEGMENT LBS GAMBESI - PMCB JAMBULA	8,74	1749	8,74	1749	-
16	TTE. 255	SEGMENT LBS NGADE - LBS GAMBESI	2,24	449	2,24	449	-
17	TTE. 330	SEGMENT LBS NGADE - LBS GAMBESI	6,18	1236	6,18	1236	-
18	TTE. 281	SEGMENT AUTOLINK UNKHAIR - UJUNG JTM	11,66	2332	10,00	2000	14486
19	TTE. 134	SEGMENT AUTOLINK UNKHAIR - UJUNG JTM	4,59	918	4,59	918	-
20	TTE. 185	SEGMENT AUTOLINK UNKHAIR - UJUNG JTM	13,29	2658	10,00	2000	27706
21	TTE. 313	SEGMENT LBS GAMBESI - PMCB JAMBULA	9,07	1813	9,07	1813	-
22	TTE. 213	SEGMENT LBS GAMBESI - PMCB JAMBULA	6,28	1256	6,28	1256	-
23	TTE. 31	SEGMENT LBS GAMBESI - PMCB JAMBULA	10,70	2141	10,00	2000	6272
24	TTE. 160	SEGMENT LBS UMMU - UJUNG JTM	3,12	624	3,12	624	-
25	TTE. 279	SEGMENT LBS UMMU - UJUNG JTM	5,28	1055	5,28	1055	-
26	TTE. 186	SEGMENT LBS UMMU - UJUNG JTM	0,63	126	0,63	126	-
27	TTE. 187	SEGMENT LBS UMMU - UJUNG JTM	4,96	991	4,96	991	-
28	TTE. 274	SEGMENT LBS GAMBESI - PMCB JAMBULA	12,27	2454	10,00	2000	19562
29	TTE. 124	SEGMENT AUTOLINK STIKIP - UJUNG JTM	14,43	2886	10,00	2000	36292
30	TTE. 175	SEGMENT AUTOLINK STIKIP - UJUNG JTM	1,59	318	1,59	318	-
31	TTE. 280	SEGMENT LBS GAMBESI - PMCB JAMBULA	6,18	1236	6,18	1236	-
32	TTE. 328	SEGMENT FCO LAPAS - UJUNG JARINGAN	4,49	898	4,49	898	-
33	TTE. 178	SEGMENT FCO LAPAS - UJUNG JARINGAN	1,93	388	1,93	388	-
34	TTE. 188	SEGMENT FCO LAPAS - UJUNG JARINGAN	2,78	557	2,78	557	-
35	TTE. 118	SEGMENT FCO FORA MADIHAH - UJUNG JTM	10,64	2128	10,00	2000	5712
36	TTE. 154	SEGMENT FCO PENGAYOMAN - UJUNG JARING JTM	2,66	532	2,66	532	-
37	TTE. 256	SEGMENT NGADE - LBS JAMBULA	5,16	1032	5,16	1032	-
38	TTE. 59	SEGMENT NGADE - LBS JAMBULA	1,13	226	1,13	226	-
39	TTE. 60	SEGMENT NGADE - LBS JAMBULA	2,18	436	2,18	436	-
40	TTE. 311	SEGMENT AFTADOR - LBS MONGE	7,35	1469	7,35	1469	-
41	TTE. 344	SEGMENT AFTADOR - LBS MONGE	6,56	1312	6,56	1312	-
42	TTE. 240	SEGMENT AFTADOR - LBS MONGE	1,24	248	1,24	248	-
43	TTE. 61	SEGMENT AFTADOR - LBS MONGE	1,18	236	1,18	236	-
44	TTE. 62 A	SEGMENT LBS MONGE - LBS TOURE	0,62	123	0,62	123	-
45	TTE. 220 B	SEGMENT LBS MONGE - LBS TOURE	2,75	549	2,75	549	-
46	TTE. 63 C	SEGMENT LBS MONGE - LBS TOURE	2,05	410	2,05	410	-
47	TTE. 64 D	SEGMENT LBS MONGE - LBS TOURE	5,02	1041	5,02	1041	-
48	TTE. 65 E	SEGMENT LBS MONGE - LBS TOURE	6,51	1303	6,51	1303	-
49	TTE. 229 F	SEGMENT LBS MONGE - LBS TOURE	16,02	3204	10,00	2000	47508
50	TTE. 83 G	SEGMENT LBS MONGE - LBS TOURE	2,09	418	2,09	418	-
51	TTE. 248 H	SEGMENT LBS MONGE - LBS TOURE	6,00	1201	6,00	1201	-
52	TTE. 159 I	SEGMENT LBS MONGE - LBS TOURE	1,97	395	1,97	395	-
53	TTE. 96 J	SEGMENT LBS MONGE - LBS TOURE	0,59	117	0,59	117	-
54	TTE. 123	SEGMENT LBS TOURE - LBS SULAMADAH	2,70	539	2,70	539	-
55	TTE. 97	SEGMENT LBS TOURE - LBS SULAMADAH	2,32	463	2,32	463	-
56	TTE. 234	SEGMENT LBS MONGE - LBS TOURE	0,64	128	0,64	128	-
57	TTE. 242	SEGMENT LBS TOURE - LBS SULAMADAH	2,78	555	2,78	555	-
Total			341,56	69938	282,46	57460,9	479490

Table 11. Hasil Perhitungan Kapasitas Kapasitor Setelah Dipasang Kapasitor Pada Penyulang Kota

NO	KODE HANTAR	PENYULANG	2019				
			Sebelum pemasangan kapasitor		Setelah pemasangan kapasitor		
			ΔV (%)	ΔV (volt)	ΔV (%)	ΔV (volt)	Qc (kVar)
1	TTE. 50	SEGMENT KOTA - LBS FERI	10,07	2015	10,00	2000	666
2	TTE. 17	SEGMENT FCO RRI - UJUNG JTM	9,12	1823	9,12	1823	-
3	TTE. 251	SEGMENT KOTA - LBS FERI	29,38	5876	10,00	2000	108178
4	TTE. 171	SEGMENT KOTA - LBS FERI	2,93	586	2,93	586	-
5	TTE. 112	SEGMENT KOTA - LBS FERI	7,32	1465	7,32	1465	-
6	TTE. 275	SEGMENT KOTA - LBS FERI	8,82	1763	8,82	1763	-
7	TTE. 13	SEGMENT KOTA - LBS FERI	8,48	1696	8,48	1696	-
8	TTE. 260	SEGMENT LBS MALIKRUBU - LBS TAMAN MALIKRUBU	4,92	984	4,92	984	-
9	TTE. 68	SEGMENT LBS FERI - LBS BASTIONG	4,66	933	4,66	933	-
10	TTE. 72	SEGMENT LBS FERI - LBS BASTIONG	7,29	1457	7,29	1457	-
11	TTE. 127	SEGMENT LBS FERI - LBS BASTIONG	6,94	1387	6,94	1387	-
12	TTE. 205	SEGMENT LBS BASTIONG - LBS KELAPA PENDEK	6,81	1362	6,81	1362	-
13	TTE. 147	SEGMENT LBS BASTIONG - LBS KELAPA PENDEK	0,63	127	0,63	127	-
14	TTE. 46	SEGMENT LBS BASTIONG - LBS KELAPA PENDEK	13,99	2798	10,00	2000	32366
15	TTE. 202	SEGMENT LBS BASTIONG - LBS KELAPA PENDEK	5,90	1180	5,90	1180	-
16	TTE. 139	SEGMENT FCO HI.AMIN - UJUNG JTM	8,65	1730	8,65	1730	-
17	TTE. 259	SEGMENT LBS BASTIONG - LBS KELAPA PENDEK	7,72	1545	7,72	1545	-
18	TTE. 6	SEGMENT LBS KELAPA PENDEK - GH 01	11,62	2325	10,00	2000	14185
19	TTE. 260	SEGMENT LBS MALIKRUBU - LBS TAMAN MALIKRUBU	7,18	1436	7,18	1436	-
20	TTE. 207	SEGMENT GH 01 MONONUTU - GH 02	3,80	761	3,80	761	-
21	TTE. 80	SEGMENT FCO TANAH TINGGI - UJUNG JTM	13,85	2769	13,85	2000	31959
22	TTE. 104	SEGMENT LBS KELAPA PENDEK - GH 01	9,41	1883	9,41	1883	-
23	TTE. 10	SEGMENT LBS KELAPA PENDEK - GH 01	11,69	2338	10,00	2000	14741
24	TTE. 247	SEGMENT LBS KELAPA PENDEK - GH 01	5,86	1172	5,86	1172	-
25	TTE. 146	SEGMENT LBS KELAPA PENDEK - GH 01	1,47	294	1,47	294	-
26	TTE. 89	SEGMENT LBS KELAPA PENDEK - GH 01	10,93	2186	10,00	2000	8263
27	TTE. 128	SEGMENT LBS KELAPA PENDEK - GH 01	4,53	907	4,53	907	-
Total			223,97	44799	192,44	38492	210957

Table 12. Hasil Perhitungan Kapasitas Kapasitor Setelah Dipasang Kapasitor Pada Penyulang Sulamadaha

NO	KODE HANTAR	PENYULANG	2019				
			Sebelum Pemasangan Kapasitor		Setelah pemasangan kapasitor		
			ΔV (%)	ΔV (volt)	ΔV (%)	ΔV (volt)	Qc (kVar)
1	TTE. 206	SEGMENT SULAMADAHA - LBS PERUMNAS	9,91	1982	9,91	1982	-
2	TTE. 169	SEGMENT LBS PERUMNAS - LBS ADVEN	9,17	1833	9,17	1833	-
3	TTE. 200	SEGMENT LBS HIMO2 - LBS JATI	5,15	1031	5,15	1031	-
4	TTE. 152	SEGMENT FCO GRAND DAFAM - UJUNG JTM	7,75	1551	7,75	1551	-
5	TTE. 81	SEGMENT FCO KAMAR MAYAT - LBS 3WAY RSU	11,66	2332	10,00	2000	14486
6	TTE. 184	SEGMENT LBS AMAARA - LBS BI	11,73	2346	10,00	2000	15071
7	TTE. 287	SEGMENT LBS ADVEN - LBS SKEP	4,47	895	4,47	895	-
8	TTE. 158	SEGMENT LBS ADVEN - LBS SKEP	5,42	1084	5,42	1084	-
9	TTE. 44	SEGMENT LBS ADVEN - LBS SKEP	9,72	1944	9,72	1944	-
10	TTE. 20	SEGMENT LBS ADVEN - LBS SKEP	9,54	1907	9,54	1907	-
11	TTE. 245	SEGMENT FCO POLDA - UJUNG JTM	5,95	1189	5,95	1189	-
12	TTE. 285	SEGMENT LBS ADVEN - LBS SKEP	2,97	594	2,97	594	-
13	TTE. 100	SEGMENT LBS ADVEN - LBS SKEP	5,25	1051	5,25	1051	-
14	TTE. 203	SEGMENT LBS KIPAN - UJUNG JTM	16,16	3232	10,00	2000	54391
15	TTE. 88	SEGMENT LBS KIPAN - UJUNG JTM	4,69	937	4,69	937	-
16	TTE. 191	SEGMENT LBS KIPAN - UJUNG JTM	5,71	1143	5,71	1143	-
17	TTE. 40	SEGMENT LBS KIPAN - UJUNG JTM	4,78	956	4,78	956	-
18	TTE. 110	SEGMENT LBS KIPAN - UJUNG JTM	1,66	332	1,66	332	-
19	TTE. 111	SEGMENT LBS KIPAN - UJUNG JTM	7,04	1408	7,04	1408	-
20	TTE. 49	SEGMENT LBS KIPAN - UJUNG JTM	0,94	188	0,94	188	-
21	TTE. 27	SEGMENT LBS ADVEN - LBS SKEP	5,96	1192	5,96	1192	-
22	TTE. 288	SEGMENT FCO SKEP AMO - UJUNG JTM	7,30	1460	7,30	1460	-
23	TTE. 47	SEGMENT FCO SKEP AMO - UJUNG JTM	14,87	2973	10,00	2000	39457
24	TTE. 103	SEGMENT LBS SKEP - LBS SOA	9,72	1944	9,72	1944	-
25	TTE. 151	SEGMENT FCO GAMAYOU 2 - UJUNG JTM	3,02	603	3,02	603	-
26	TTE. 289	SEGMENT FCO GAMAYOU 2 - UJUNG JTM	4,90	979	4,90	979	-
27	TTE. 133	SEGMENT FCO GAMAYOU 2 - UJUNG JTM	0,87	173	0,87	173	-
28	TTE. 84	SEGMENT LBS SKEP - LBS KUBUR ISLAM	2,84	568	2,84	568	-
29	TTE. 76	SEGMENT FCO AKEBOCA - UJUNG JTM	0,73	146	0,73	146	-
30	TTE. 163	SEGMENT FCO TSEL SOA - UJUNG JTM	4,11	822	4,11	822	-
31	TTE. 43	SEGMENT LBS SKEP - LBS SOA	6,24	1247	6,24	1247	-
32	TTE. 263	SEGMENT FCO SOA 2 - UJUNG JTM	7,70	1539	7,70	1539	-
33	TTE. 58	SEGMENT FCO TOBENGA - UJUNG JTM	1,40	280	1,40	280	-
34	TTE. 204	SEGMENT FCO TOBENGA - UJUNG JTM	0,95	189	0,95	189	-
35	TTE. 264	SEGMENT LBS SOA - GH 03	7,35	1470	7,35	1470	-
36	TTE. 179	SEGMENT LBS SOA - GH 03	1,35	269	1,35	269	-
37	TTE. 78	SEGMENT FCO MASIID KASTURIAN - UJUNG JTM	4,18	837	4,18	837	-
38	TTE. 290	SEGMENT LBS SOA - GH 03	5,90	1179	5,90	1179	-
39	TTE. 119	SEGMENT FCO LOKA MONITOR	4,11	822	4,11	822	-
40	TTE. 164	SEGMENT LBS SOA - GH 03	5,59	1117	5,59	1117	-
41	TTE. 237	SEGMENT LBS SOA - GH 03	7,28	1455	7,28	1455	-
Total			246,01	49202	231,59	46319	123405

BAB IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Jatuh tegangan terbesar terjadi pada penyulang Stadion dengan besar jatuh tegangan yang terjadi 77.025 Volt, hal ini terjadi karena penyulang stadion memiliki banyak segment yang mengalami jatuh tegangan terbanyak. Dengan melakukan perbaikan tegangan sehingga membuat jatuh tegangan yang terjadi pada penyulang stadion tidak melebihi standar SPLN maka kapasitor yang digunakan adalah sebesar 399.578 kVar.
2. Besar kapasitas kapasitor yang terdapat pada penyulang Jambula merupakan kapasitas kapasitor terbesar diantara penyulang lain yaitu dengan awal jatuh tegangan sebesar 69.938 volt menjadi 57.460,9 volt dengan menggunakan kapasitor sebesar 479.490 kVar.
3. Penyulang Sulamadaha merupakan penyulang dengan pergantian kapasitansi kapasitor terkecil diantara penyulang lain yaitu dengan besar jatuh tegangan 49.202 volt menjadi 46.319 volt dengan menggunakan kapasitor sebesar 123.405 kVar.

B. Saran

1. Panjang saluran harus diseimbangkan atau dibagi secara merata, atau luas penampang saluran lebih diperbesar agar menghasilkan kerugian yang lebih kecil, atau dengan kata lain meminimalisir kerugian daya dan energi.
2. Melakukan pemeliharaan secara rutin maupun berkala.
3. Untuk mendapatkan nilai yang akurat dapat dihitung menggunakan beberapa metode lainnya.

BAB V DAFTAR PUSTAKA

1. Suhadi Tri Wrahatnolo. Jakarta. 2008 SMKTeknik-Distribusi-Tenaga-Listrik-Jilid-I Suhadi
2. Abdul Kadir. Ir. 1984. " Pengantar Teknik Tenaga Listrik " Penerbit LP3ES. Jakarta.
3. Laginda, Richard B. 2018. Perbaikan Kualitas Tegangan Pada Jaringan Distribusi 20 kV di Kota Tahuna. Manado : Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi.
4. Arismanandar A. dan Kuwahara S. 1993. Teknik Tenaga Listrik, Jilid II. PT. Pradnya Paramitha. Jakarta.
5. Suhadi Tri Wrahatnolo. Jakarta 2008 SMKTeknik-Distribusi-Tenaga-Listrik-Jilid-II Suhadi
6. Hilal, Hamzah. 2006. Analisa Sistem Tenaga Listrik II. Pusat Pengembangan Bahan Ajar UMB. Universitas Mercu Buana
7. Darusman, Marzuki. Analisa Kelayakan Pemasangan Kapasitor Bank Pada Gardu Distribusi Untuk Kemampuan Layanan di PT. EPI (Energi Pelabuhan Indonesia) Cabang Pontianak. Pontianak : Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura
8. Sulistyono, Danang. Penentuan Letak dan Kapasitas Bank Kapasitor Secara Optimal Menggunakan *Bee Colony Algorithm*. Surabaya: Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember
9. Suhadi Tri Wrahatnolo. Jakarta 2008 SMKTeknik-Distribusi-Tenaga-Listrik-Jilid-III Suhadi.
10. Ngakan, Putu Satriya Utama. 2008. Memperbaiki Profil Tegangan Di Sistem Distribusi Primer Dengan Kapasitor *Shunt*. Mataram : Jurusan Teknik Elektro Universitas Mataram
11. Cahyanto, Restu Dwi. 2008. Studi Perbaikan Kualitas Tegangan Dan Rugi-Rugi Daya Pada Penyulang Pupur dan Bedak Menggunakan Bank Kapasitor, Trafo Pengubah Tap dan Penggantian Kabel Penyulang. Jakarta: Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia
12. Putra, Ryan A. 2020. Analisa Rgi-Rugi Daya Distribusi Primer 20 kV Di Kota Ternate. Manado : Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi

TENTANG PENULIS

Penulis bernama lengkap Jeremy Andrew Kumambow, lahir sebagai anak pertama dari tiga bersaudara. Lahir di Langowan pada tanggal 12 April 1997. Merupakan anak pertama dari Hanny Kumambow dan Sonya Tengker. Pendidikan secara berturut-turut di TK GMIM Anugerah Langowan (2001-2002), SD GMIM I Langowan (2002-2008), SMP Negeri I Langowan (2008-2011), dan SMA Negeri 1 Langowan (2011-2014). Pada tahun

2014, penulis melanjutkan studi di Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi dan mengambil jurusan Teknik Elektro. Pada Tahun 2016 memilih konsentrasi minat Tenaga Listrik. Penulis melaksanakan kerja praktek di PT.Adi Karya selama 2 bulan dan mengikuti Kuliah Kerja Terpadu angkatan 120 di kkelurahan Walian II, Kecamatan Tomohon Selatan, Kota Tomohon Provinsi Sulawesi Utara.