

NASKAH PUBLIKASI

**ANALISIS PERFORMA JARINGAN DISTRIBUSI SISTEM TENAGA
LISTRIK DI PT. PLN PERSERO GARDU INDUK BANTUL DAN AREA
YOGYAKARTA**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro
Pada Program Strata-1 Pada Program Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik



Disusun Oleh:

Ikbal Maulana

20170120003

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

YOGYAKARTA

2018

INTISARI

Pada perkembangan zaman listrik sangatlah dibutuhkan bagi kehidupan. PT.PLN (Persero) berusaha untuk menyuplai energi listrik seoptimal mungkin seiring dengan semakin meningkatnya konsumen energi listrik. Dalam proses penyaluran energi listrik mulai dari pembangkit sampai ke konsumen terdapat banyak gangguan – gangguan. Meningkatnya jumlah beban dalam suatu sistem tenaga listrik tentu akan menyebabkan naiknya presentasi terjadinya gangguan. Salah satu bentuk gangguan yang dapat terjadi pada sistem tenaga listrik adalah hubung singkat (*short circuit*), yang menyebabkan lonjakan arus yang disebut arus hubung singkat. Sehingga hal tersebut yang tidak dapat dihindari.

Meningkatnya pertumbuhan industri berdampak pada bertambahnya pertumbuhan beban dalam sistem tenaga listrik. Pertumbuhan beban tersebut diikuti dengan meningkatnya daya reaktif akibat beban induktif pada bus beban maupun pada saluran yang menyebabkan meningkatnya pemakaian daya reaktif. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis *study* dalam perencanaan pemasangan kapasitor *bank* untuk menanggulangi beban induktif. Pada sistem distribusi, jika suatu jaringan tidak memiliki sumber daya reaktif di daerah sekitar beban maka semua kebutuhan beban reaktifn dipikul oleh gardu induk yang disuplai dari generator pada pembangkit listrik, sehingga akan mengalir arus reaktif pada jaringan yang mengakibatkan faktor daya menurun, *drop* tegangan, dan bertambahnya rugi-rugi daya.

Kata Kunci : Faktor Daya, *Drop* Tegangan, Rugi-Rugi, ETAP 12.6, Kapasitor *Bank*

ABSTRACT

In the development of the era of electricity, it was needed for life. PT. PLN (Persero) strives to supply electrical energy as optimally as possible with the increase in electricity consumers. In the process of distributing electrical energy from the generator to the consumer there are many disturbances. Increasing the amount of load in a power system will certainly cause an increase in the presentation of disturbances. One form of interference that can occur in an electric power system is a short circuit, which causes a surge in current called short circuit current. So that it cannot be avoided.

Increasing industrial growth has an impact on increasing load growth in the electric power system. The load growth is followed by increasing reactive power due to inductive loads on the load bus as well as on the channel which causes increased reactive power usage. Therefore, it is necessary to analyze the study in planning the installation of bank capacitors to overcome inductive loads. In a distribution system, if a network does not have a reactive source in the area around the load, all reactive load needs are borne by the substation supplied from the generator at the power plant, so that the reactive current flows to the network resulting in decreased power factor, voltage drop, and increasing power losses.

Keywords: Power Factor, Voltage Drop, Loss-Loss, ETAP 12.6, Capacitor Bank

A. PENDAHULUAN

Di dalam penggunaan daya listrik, mutlak dibutuhkan sistem distribusi. Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar sampai ke konsumen. Semakin berkembangnya dunia teknologi baik di bidang industri, usaha maupun rumah tangga yang mana semua kebutuhan tersebut membutuhkan adanya daya listrik, maka PLN sebagai operator dan pemasok utama energi listrik tentunya harus dapat memenuhi penyediaan tenaga listrik yang mempunyai tingkat keandalan sistem distribusi yang handal.

Sejalan dengan berkembangnya teknologi yang semakin meningkat dari tahun ke tahun, peralatan pada jaringan distribusi mengalami modernisasi dan otomatisasi. Hal ini dimaksudkan untuk meningkatkan keandalan dalam proses penyaluran tenaga listrik. Penyaluran tenaga listrik merupakan suatu hal yang penting, karena energi listrik yang dibangkitkan harus disalurkan melalui saluran transmisi. Saluran ini membawa tenaga listrik dari pusat tenaga listrik melalui saluran penghubung, gardu-gardu induk (*substation*), gardu distribusi dan gardu-gardu relay (*relay substations*), dari tegangan 150KV, 70KV, 20KV, sampai tegangan untuk konsumen, yaitu 220 Volt, kenaikan dan penurunan tegangan ini dilakukan dengan transformator.

Di jaringan distribusi terjadi masalah-masalah yang tidak terduga. Masalah-masalah tersebut seperti terjadi gangguan-gangguan. Gangguan tersebut terjadi akibat dari faktor tertentu. Faktor tersebut bisa datang dari dalam maupun luar. Gangguan tersebut seperti gempa bumi, hujan lebat, angin kencang atau seperti terjadi kerusakan dari peralatan yang ada di jaringan distribusi itu sendiri. Hal ini akan berdampak kepada para konsumen yang terganggu karena setiap waktu atau aktivitas menggunakan energi listrik dan akan mengurangi tingkat kepuasan

Keandalan sistem distribusi berkaitan dengan ketersediaan dan kualitas pasokan listrik di setiap jaringan pelanggan. Analisa dari statistik kegagalan pelanggan telah menunjukkannya, kegagalan sistem distribusi berkontribusi sebanyak 90% terhadap tersedianya pasokan ke beban. Hal ini menunjukkan suatu sistem tenaga listrik diuntut keandalannya sehingga mungkin dengan meminimalisir kemungkinan terjadinya gangguan. Dari segi sirkuit listrik, gangguan tersebut umumnya berupa hubung singkat (*short sirkuit*), akibat dari kegagalan isolasi. Hubung singkat menyebabkan arus yang mengalir besarnya berlipat-lipat arus normal dan mungkin pula timbulnya busur api listrik

(*arcing*). keduanya akan merusak peralatan listrik yang bersangkutan apabila terlambat dihentikan.

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah untuk menganalisa pengaruh pemasangan Kapasitor Bank terhadap kualitas listrik (*power factor*) agar dapat menekan biaya operasional pada Jaringan distribusi 20 KV. Sehingga, dapat disimpulkan langkah-langkah untuk meminimalisir keadaan tersebut berdasarkan hasil simulasi dan analisa.

B. TINJAUAN PUSTAKA

Performa sistem distribusi tenaga listrik sangat berperan penting terhadap kenyamanan dan keamanan bagi konsumen perusahaan maupun rumah tangga. Indeks peningkatan performa merupakan suatu metode penevaluasian parameter peningkatan suatu peralatan distribusi tenaga listrik terhadap kualitas dan mutu pelayanan kepada pelanggan, agar tidak terjadi beban lebih

Berikut ini adalah beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk menjadikan sebagai bahan penulisan skripsi antara berikut:

1. Laksono, 2016) melakukan penelitian mengenai Analisis peningkatan Sistem Distribusi Listrik Di PT. PLN (Persero) UPJ Bantul, menjelaskan di mana pada setiap penyulang di Gardu Induk Sewon akan dilihat nilai peningkatan untuk mengetahui tingkat performa yang dimiliki oleh Gardu Induk Sewon di masing-masing penyulangnya dan keamanan kinerja Rayon.
2. Aji Setiyawan (2017) melakukan penelitian mengenai Analisis Koordinasi Proteksi Pada PT. PLN (PERSERO) Gardu Induk Wonosobo Menggunakan Software Aplikasi ETAP. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pada arus hubung singkat, panjangnya jarak akan berpengaruh terhadap nilai arus hubung singkat tersebut. Jika semakin panjang jarak maka akan semakin kecil pula nilai arus hubung singkat yang terjadi pada titik tersebut dan juga sebaliknya.

Affandi, 2015) melakukan penelitian mengenai Analisis load flow Sistem Distribusi Tenaga Listrik Di Gardu Induk Indramayu, menjelaskan tentang perhitungan nilai hubung singkat pada 7 penyulang untuk mengetahui tingkat keamanan yang dimiliki oleh Gardu Induk Indramayu di masing-masing bus.

C. METODOLOGI

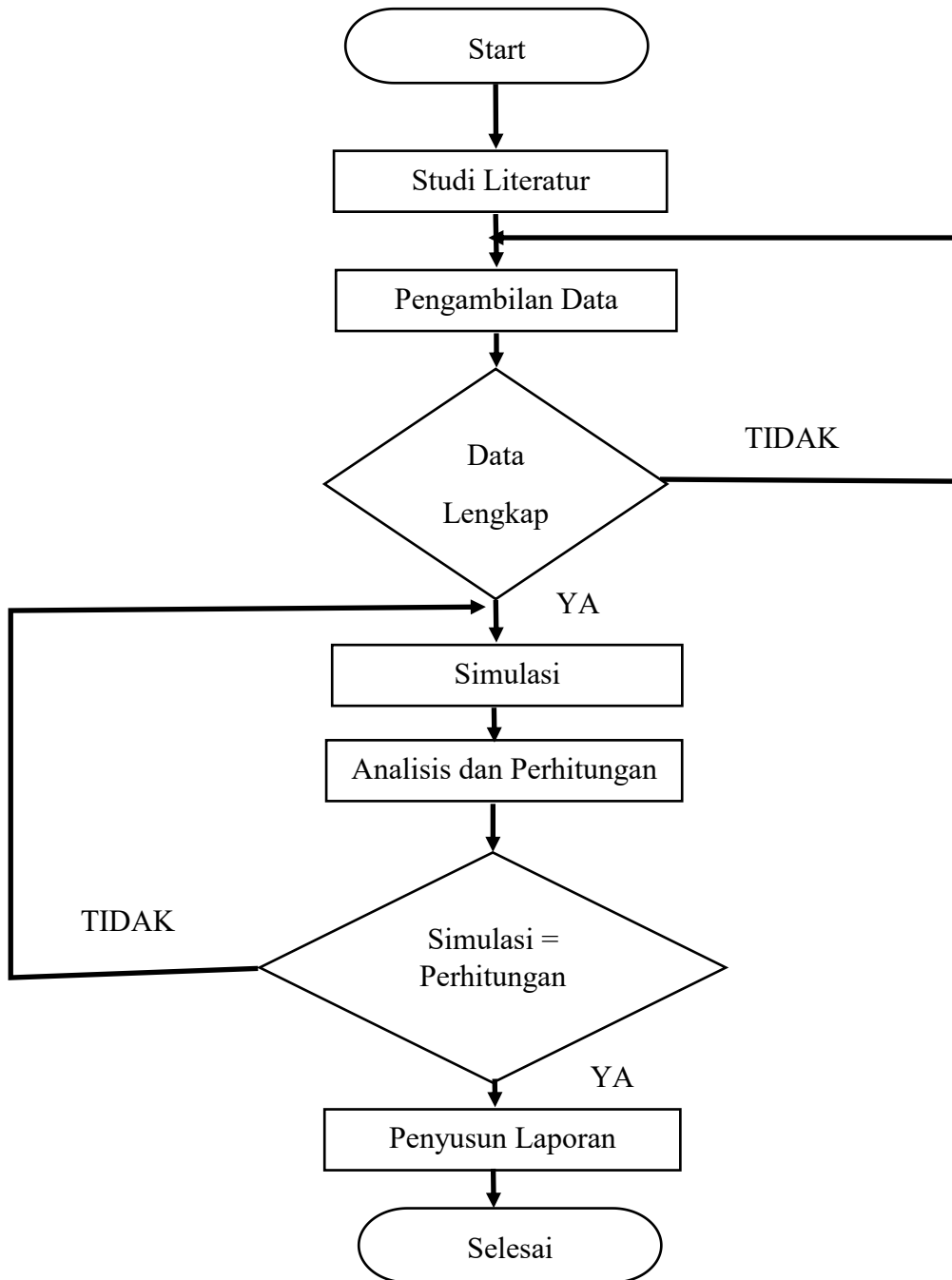
Metodologi merupakan suatu cara subyektif dan obyektif yang digunakan untuk memperoleh data seakurat mungkin, dengan metode pengumpulan data. Data-data yang dikumpulkan adalah data-data panjang dan jenis kanel, besar nilai resistansi dan reaktansi serta pembebanan trafo distribusi dari masing-masing penyulang gardu induk Bantul dan PLN distribusi Gedong Kuning..

Sistem distribusi daya listrik yang diambil untuk studi kasus dalam penelitian ini adalah penyulang-penyulang Gardu Induk Bantul. Sistem distribusi ini dimodelkan dengan menggunakan data-data yang didapat dari lapangan dan data PLN distribusi Gedong Kuning, APP Salatiga. Gambar pemodelan sistem distribusi disimulasikan dengan bantuan software etap dengan memasukan data-data yang telah didapat dari unit penyulang Gardu Induk Bantul, Jogja. Setelah itu Melakukan implementasi dengan program etap dengan input data yang didapat kemudian mengumpulkan hasilnya untuk dianalisis.

Menganalisis data yang didapatkan, dan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor. Dari data-data yang didapatkan dari PLN distribusi APP Salatiga dimasukan ke dalam program, maka dari hasil running program nantinya akan terlihat adanya tingkat perubahan daya tersalurkan pada penyulang setelah pemasangan kapasitor. Sehingga nantinya akan dilihat perbandingan sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor pada masing-masing penyulang. Dimana nantinya akan terlihat perubahan hubungan antara:

1. Pengaruh pemasangan kapasitor bank terhadap nilai faktor daya dan rugi-rugi daya total.

2. Pengaruh pemasangan kapasitor bank terhadap biaya total.



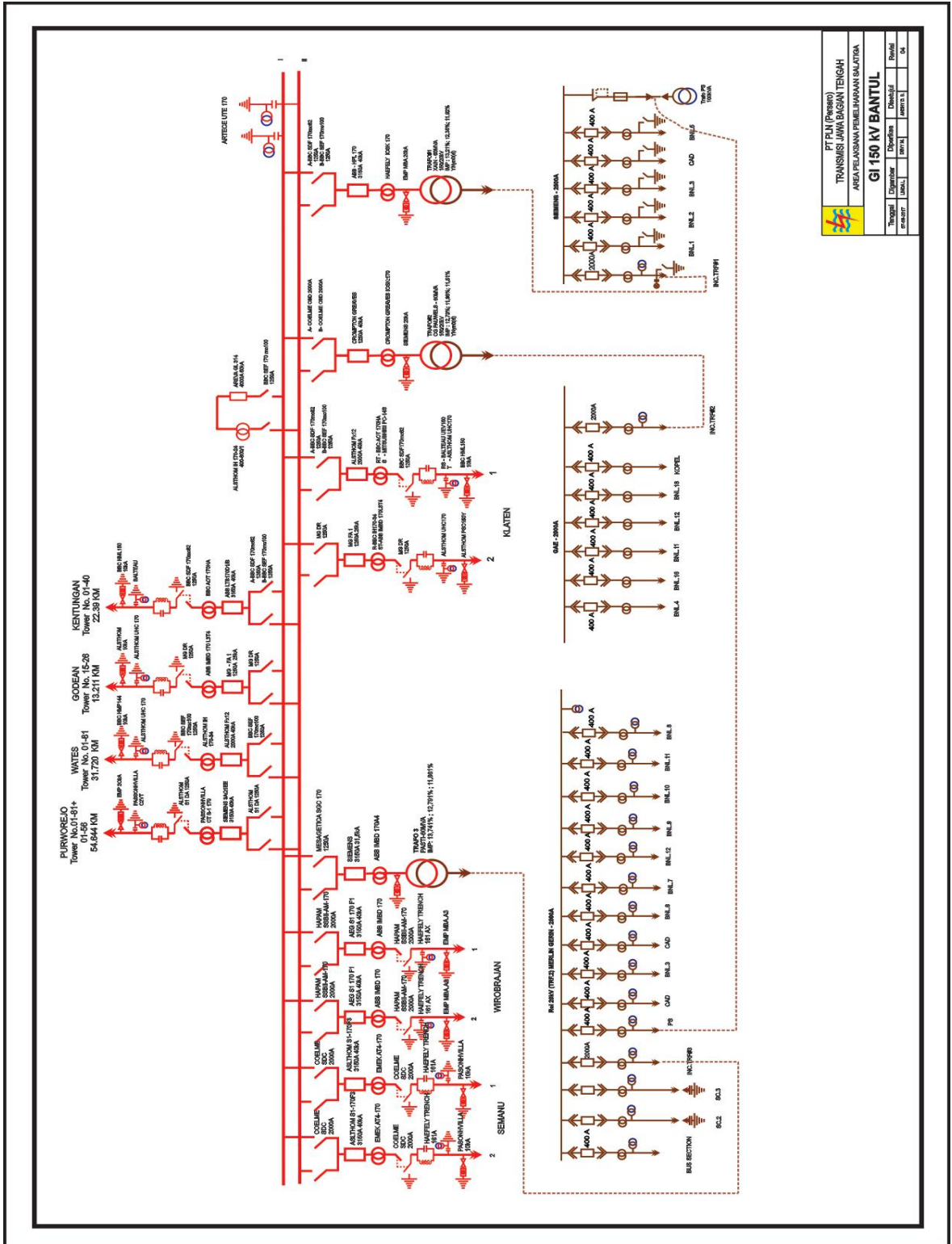
D. HASIL PEMBAHASAN

1. Gardu Induk Bantul 150 KV

Gardu Induk Bantul 150 KV terletak di Jogja, Yogyakarta merupakan salah satu gardu induk pasangan luar dengan tegangan 150/20 KV dimana tegangan sisi primer sebesar 150 kV dan tegangan sisi sekunder sebesar 20 kV dengan pembagian konsumsi daya yaitu besar besar tegangan ini akan disalurkan ke konsumen. Disebut gardu induk pasangan luar karena peralatan berada diluar ruangan atau terbuka.

Pada Gardu Induk Bantul 150 KV dilengkapi 3 buah transformator daya untuk memenuhi kebutuhan konsumsi energi listrik pada daerah tersebut, dimana kapasitas daya trafo pada ketiga trafo yaitu trafo I, trafo II dan trafo III tersebut masing-masing memiliki spesifikasi daya trafo adalah 60 MVA pada masing-masing trafo yang terpasang pada Gardu Induk Bantul 150 KV.

Gardu Induk Bantul 150 KV di trafo II dengan 8 penyulang dimana 8 penyulang tersebut yang dioperasikan mempunyai sebuah koordinasi sistem proteksi terhadap relay yang digunakan, bermacam dan jenis relay yang terpasang tiap penyulang dan relay-relay yang terpasang di sebuah jaringan.



PT PLN (Persero)
TRANSISI JAWA BAGIAN TENGAH
AREA PELAYANAN PEMELIHARAAN SALATIGA
GI 150 KV BANTUL

Thruping	Disipliner	Disiplin	Disiplin	Disiplin
Emasari	UML	UML	UML	UML

Revisi

01	02	03	04
----	----	----	----

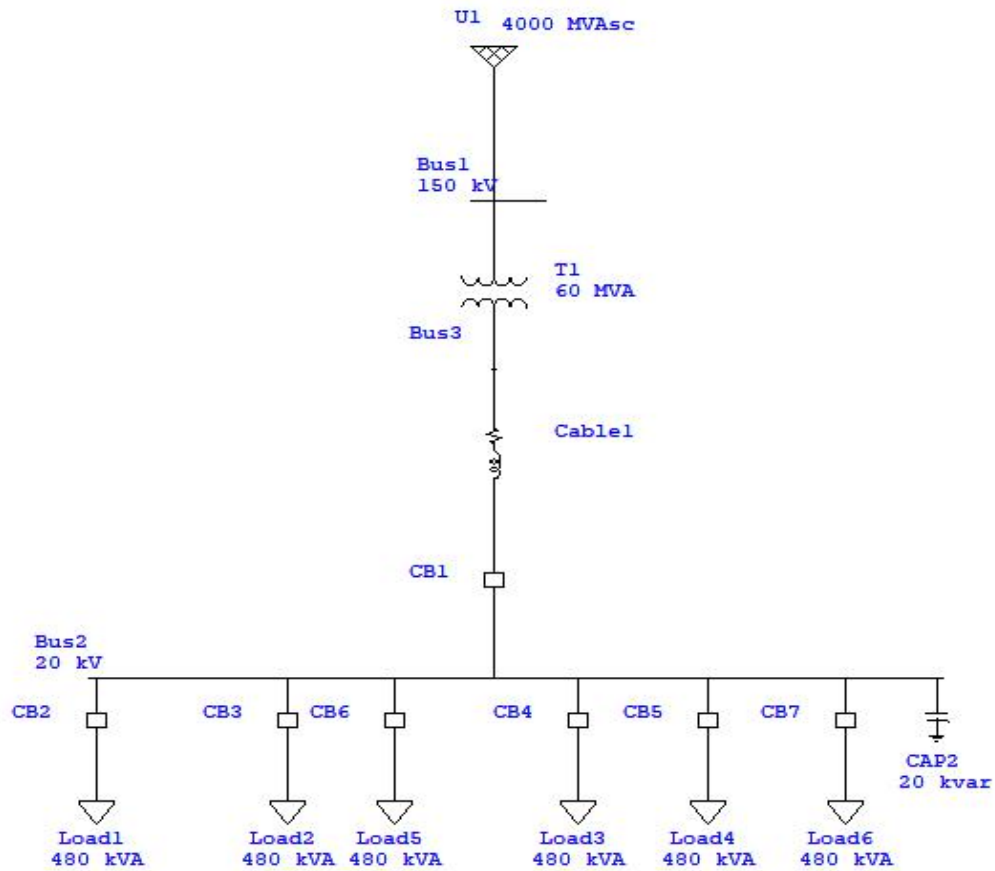
Gambar 4.1 Single Diagram di Gardu Induk Bantul.

2. Transformator Daya

Pada Gardu Induk Bantul 150 KV memiliki 3 transformator dengan spesifikasi trafo dengan kapasitas yang sama, dimana trafo I, II, dan III memiliki spesifikasi sama yang disesuaikan dengan kebutuhannya. Dibawah ini merupakan spesifikasi trafo II yang digunakan di Gardu Induk Bantul 150 KV antara lain:

Tabel 4.1 Spesifikasi Transformator II

Transformator II – 60 MVA	
Merk	Pauwels Trafo
Serial Number	3011120090
Tahun	2013
Nominal Rating	36/60 MVA
Frekuensi	50 Hz
Short Circuit 150 kV	31,5 kA
Short Circuit 20 kV	16 kV
Impedansi	12,73 %
Tegangan Primer	150 kV / 230,9 A
Tegangan Sekunder	20 kV / 1732 A
Vector Grup	YNyn0 (d)
Nilai Rn	0,3



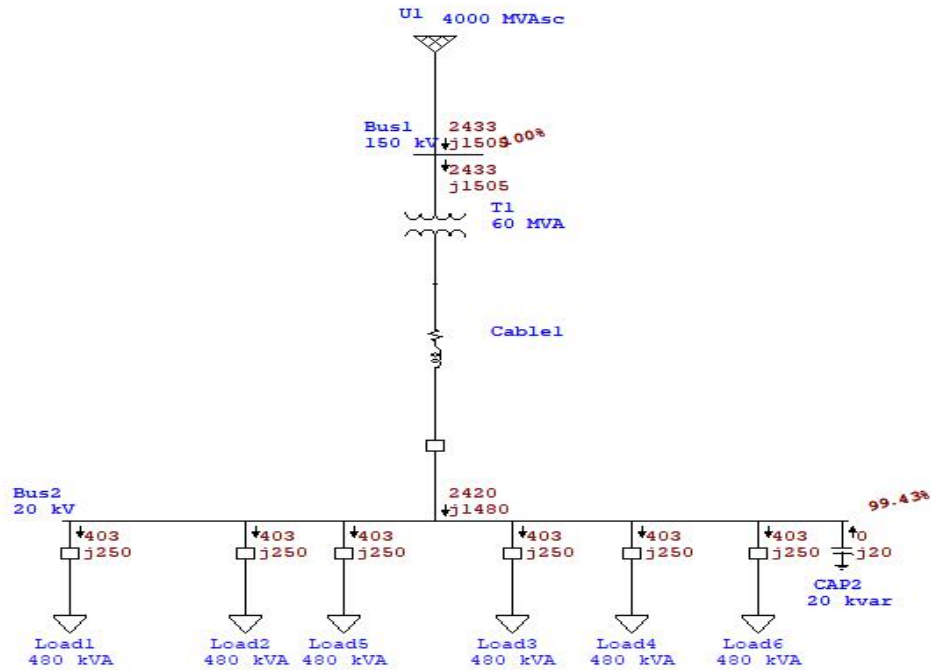
Gambar 4.3 Penyulang Gardu Induk Bantul

Adapun beberapa gangguan hubung singkat arus lebih pada suatu jaringan dapat berupa:

1. Gangguan hubung singkat 3 fasa
2. Gangguan hubung singkat 2 fasa
3. Gangguan hubung singkat 1 fasa - ground

Pada perhitungan gangguan hubung singkat berdasarkan dari panjang penyulang, dimisalkan ketika terjadi gangguan hubung singkat terjadi pada bagian

penyulang KNT 02 di area titik 25%, 50%, 75%, dan 100% dengan panjang penyulang 6,49 KM.



Gambar 4.4 Single Line Diagram Beban Tambah Capacitor

4. Menghitung Impedansi Sumber

Data hubung singkat di bagian bus primer (150 kV) pada Gardu Induk Bantul adalah sebesar 4156,92 MVA, dimana nilai ini didapat dari perhitungan di bawah ini:

Yaitu :

$$P_{sc} = \sqrt{3} \times I_{sc} \times V$$

Keterangan :

I_{sc} : Arus hubung singkat 20 kV (kA)

V : Tegangan pada sisi primer (kV)

I : Arus hubung singkat 20kV (kA)

V : Tegangan pada sisi primer (kV)

Sehingga didapat perhitungan di bawah ini:

Sehingga diperoleh perhitungan sebagai berikut :

$$P_{sc} = \sqrt{3} \times I_{sc} \times V$$

$$P_{sc} = \sqrt{3} \times 16 \text{ kA} \times 150 \text{ kV}$$

$$P_{sc} = 4156,92 \text{ MVA}$$

Dari perhitungan diatas maka diperoleh nilai impedansi sumber sebesar 8183,94 MVA. Dan cara menghitung untuk memperoleh hasil nilai impedansi sumber (150 kV) sebagai berikut :

$$Z_s = \frac{Kv(Sisi Primer Trafo)^2}{SC(Short Circuit)MVA}$$

$$Z_s = \frac{150^2}{4156,92}$$

$$Z_s = 5,41 \text{ Ohm}$$

Untuk menghitung nilai impedansi sisi sekunder (20 kV) sebagai berikut :

$$Z_s = \frac{kV(Sisi Sekunder Trafo)^2}{SC(Short Circuit)} \times Z_s \text{ Primer}$$

$$Z_s = \frac{20^2}{150^2} \times 5,41$$

$$Z_s = 0,097\Omega$$

5. Menghitung Reaktansi Pada Trafo 2

Untuk memperoleh nilai dari reaktansi di transformator II dengan kapasitas 60 MVA, di gardu induk Bantul 150 kV dengan nilai impedansi transformator II sebesar 12,73 %, maka akan dibuat perhitungan dengan nilai ohm dalam skala 100 %. Jadi perhitungannya sebagai berikut :

$$Z_t = \frac{kV(\text{sisibus})^2}{MVA\text{trafo}} \times Z_{pu}$$

$$Z_t = \frac{20^2}{60} \times 12,37\%$$

$$Z_t = 0,849 \text{ Ohm}$$

Di gardu induk Bantul transformator dayanya menggunakan hubungan YNyn0, sehingga nilai dari Z_{t0} memiliki nilai antara 9 sampai 14. Z_{t1} . Didalam perhitungan dengan menggunakan nilai Z_{t0} lebih kurang 10. Z_{t1} . Sehingga perhitungannya untuk mendapatkan nilai reaktansi urutan nol sebagai berikut :

$$Z_{t0} = 10 \times 0,849 = 8,49 \Omega$$

6. Menghitung Impedansi Pada Penyulang

Dari penelitian yang telah dilakukan di gardu induk Bantul 150 kV maka diperoleh data penghantar konduktor dengan menggunakan penghantar jenis AAAC. Dengan diameter penghantar konduktor jenis AAAC sebesar 240 mm². Dan panjang penghantar yang digunakan di gardu induk Bantul di sisi penyulang BNT 4 yaitu 6,13 km dan panjang penghantar yang digunakan di sisi penyulang BNT 16 yaitu 10,45 km. Sehingga untuk mencari nilai impedansi pada penyulang maka nilai di penyulang untuk lokasi dengan gangguan dibagi dengan jarak 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%, dengan panjang jaringan 6,13 km pada penyulang BNT 4 dan 10,45 pada penyulang BNT 16. Sehingga perhitungannya dapat dihitung sebagai berikut :

a. Urutan Positif dan Negatif

Tabel 4.7 Nilai Impedansi pada Penyulang BNT 4 Urutan Positif dan Negatif

Panjang Jaringan	Jarak (km)	Perhitungan	Impedansi Z_1 dan Z_2 (Ω)
0%	0	$0 \times (0,1344 + j 0,3158)$	0
25%	1,5325	$1,5325 \times (0,1344 + j 0,3158)$	$0,2060 + j 0,4840$
50%	3,065	$3,065 \times (0,1344 + j 0,3158)$	$0,4119 + j 0,9679$
75%	4,5975	$4,5975 \times (0,1344 + j 0,3158)$	$0,6179 + j 1,4519$
100%	6,13	$6,13 \times (0,1344 + j 0,3158)$	$0,8239 + j 1,9359$

Tabel 4.8 Nilai Impedansi pada Penyulang BNT 16 Urutan Positif dan Negatif

Panjang Jaringan	Jarak (km)	Perhitungan	Impedansi Z_1 dan Z_2 (Ω)
0%	0	$0 \times (0,1344 + j 0,3158)$	0
25%	2,613	$2,613 \times (0,1344 + j 0,3158)$	$0,3512 + j 0,825$
50%	5,225	$5,225 \times (0,1344 + j 0,3158)$	$0,7022 + j 1,65$
75%	7,838	$7,838 \times (0,1344 + j 0,3158)$	$1,0534 + j 2,475$
100%	10,45	$10,45 \times (0,1344 + j 0,3158)$	$1,4045 + j 3,3$

b. Urutan Nol

Tabel 4.9 Nilai Impedansi pada Penyulang BNT 4 Urutan Nol

Panjang Jaringan	Jarak (km)	Perhitungan	Impedansi Z_1 dan Z_2 (Ω)
0%	0	$0 \times (0,2824 + j 1,6034)$	0
25%	1,5325	$1,5325 \times (0,2824 + j 1,6034)$	$0,4328 + j 2,4572$
50%	3,065	$3,065 \times (0,2824 + j 1,6034)$	$0,8656 + j 4,9144$

75%	4,5975	$4,5975 \times (0,2824 + j 1,6034)$	$1,2983 + j 7,3716$
100%	6,13	$6,13 \times (0,2824 + j 1,6034)$	$1,7311 + j 9,8288$

Tabel 4.10 Nilai Impedansi pada Penyulang BNT 16 Urutan Nol

Panjang Jaringan	Jarak (km)	Perhitungan	Impedansi Z_1 dan Z_2 (Ω)
0%	0	$0 \times (0,2824 + j 1,6034)$	0
25%	2,613	$2,613 \times (0,2824 + j 1,6034)$	$0,7379 + j 4,1897$
50%	5,225	$5,225 \times (0,2824 + j 1,6034)$	$1,4755 + j 8,3778$
75%	7,838	$7,838 \times (0,2824 + j 1,6034)$	$2,2134 + j 12,5674$
100%	10,45	$10,45 \times (0,2824 + j 1,6034)$	$2,951 + j 16,7555$

7. Aliran Daya tanpa Kapasitor Bank

Simulasi ini dilakukan untuk mengetahui dan mengevaluasi masing-masing profil jaringan distribusi 20 KV penyulang-penyulang Gardu Induk Bantul yaitu nilai faktor daya, rugi-rugi jaringan serta serta performansinya. Sebelum melakukan simulasi maka diperlukan pengumpulan data teknis dari sistem distribusi tenaga listrik penyulang-penyulang tersebut antara lain data single line diagram, kabel, transformator distribusi dan pembebanannya. Pola operasi yang digunakan adalah operasi beban penuh. Dari pemodelan single line diagram jaringan distribusi, didapat hasil studi aliran daya (*load flow analysis*) seperti pada tabel 4.19

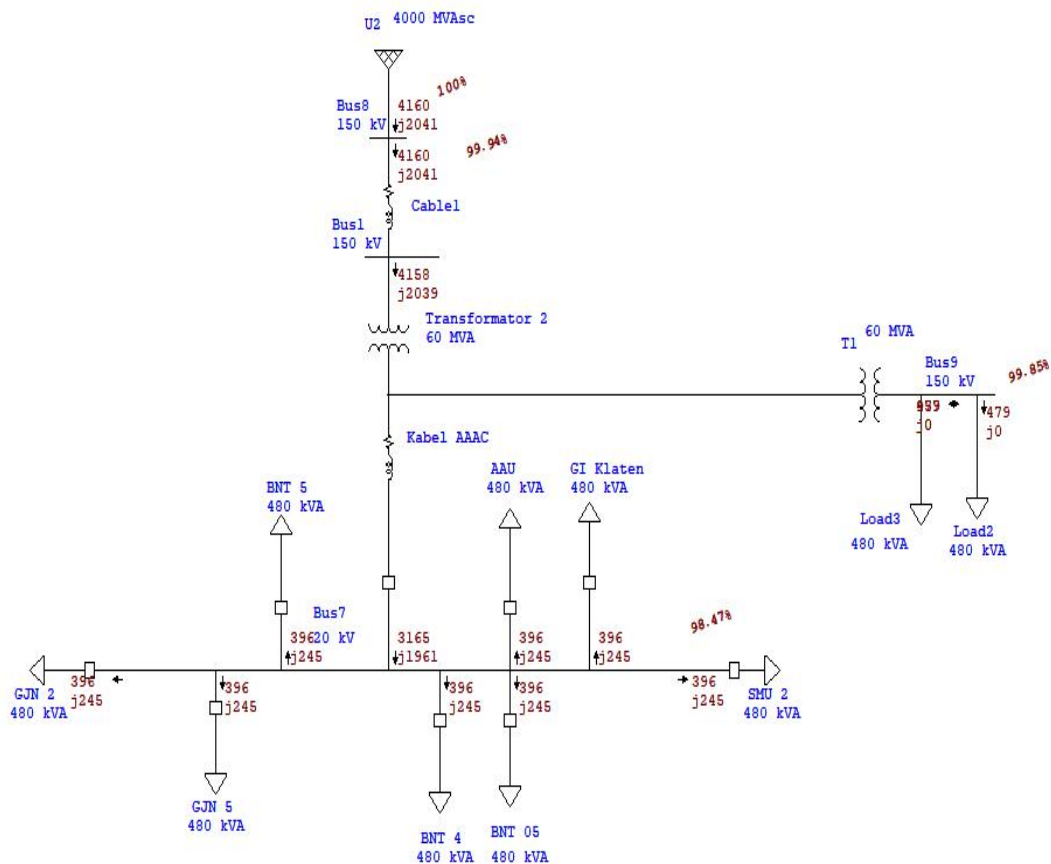
Tabel 4.19 Nilai Faktor Daya dan Rugi-Rugi Daya

PENYULANG	POWER FACTOR	RUGI - RUGI	
		KW	KVar

BNL01 PANGGUNGHARJO	0,841	52	143
BNL02 KEPATIHAN	0,80	23	63
BNL03 GONDOMANAN	0,846	11	63
BNL06 JETIS SELOPAMIORO	0,837	172	372

Simulasi ini dilakukan untuk mengetahui dan mengevaluasi masing-masing profil jaringan distribusi 20 KV penyulang-penyulang Gardu Induk Bantul yaitu nilai faktor daya, rugi-rugi jaringan serta performanya. Sebelum melakukan simulasi maka diperlukan pengumpulan data teknis dari sistem distribusi tenaga listrik penyulang-penyulang tersebut antara lain data single line diagram, kabel, transformator distribusi dan pembebanannya. Pola operasi yang digunakan adalah operasi beban penuh. Dari pemodelan single line diagram jaringan distribusi, didapat hasil studi aliran daya (load flow analysis) seperti pada gambar 4.3

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa nilai faktor daya pada penyulang-penyulang rata-rata berada dibawah 85%. Dengan nilai power faktor yang rendah akan menyebabkan meningkatnya losses pada jaringan serta nilai tegangan jatuh di ujung jaringan yang cukup besar. Maka untuk mengoptimalkan jaringan penyulang-penyulang tersebut harus dipasang kapasitor bank agar dapat memperbaiki nilai faktor daya menjadi diatas 90% sehingga rugi-rugi losses di jaringan juga akan berkurang.



Gambar 4.5 load flow analysis

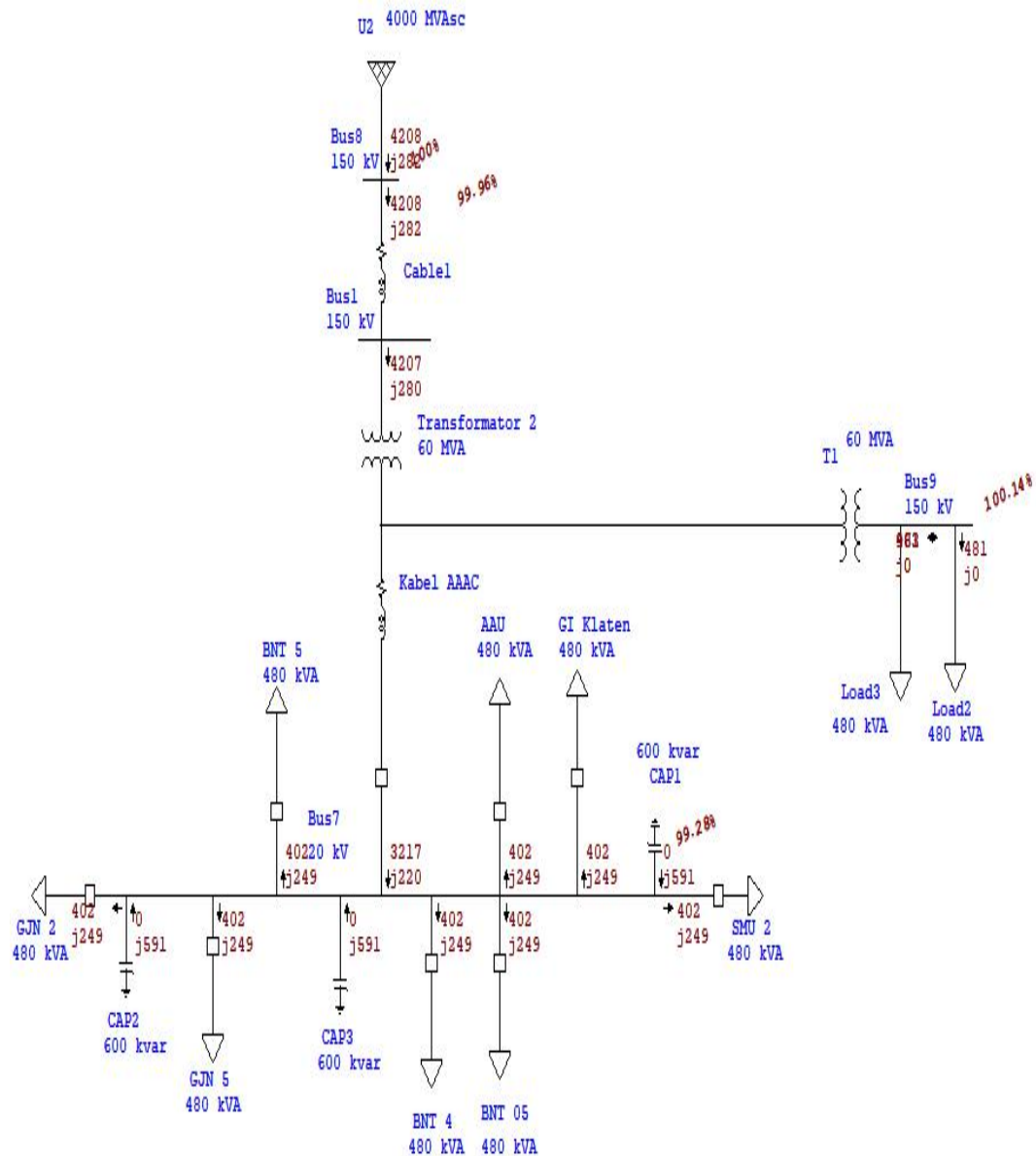
8. Pemasangan Kapasitor pada Penyulang Gardu Induk Bantul.

Dengan adanya perbaikan faktor daya, akan timbul pengurangan kVA yang mengalir pada jaringan. Sehingga pada jaringan tersebut dapat ditambahkan sejumlah kVA sebesar pengurangan kVA yang terjadi. Tambahan kVA ini merupakan selisih antara kVA sebelum dipasang kapasitor dengan kVA setelah dipasang kapasitor. Hasil runing program Etap menunjukkan bahwa pengaruh pemasangan kapasitor Bank pada Bus di penyulang-penyulang dapat memperbaiki faktor daya dan menekan rugi-rugi total dan memperbaiki tegangan jatuh pada ujung jaringan.

Tabel 4.20 Perbandingan rugi-rugi daya

PENYULANG	SEBELUM PEMASANGAN			SESUDAH PEMASANGAN		
	PF %	RUGI KW	RUGI KVar	PF %	RUGI KW	RUGI KVar
BNL01 PANGGUNG HARJO						
BNL02 KEPATIHAN	0,841	52	143	90,8	48	138
BNL03 GONDOMAN AN	0,80	23	63	90,7	20	62
BNL06 JETIS SELOPAMIO RO	0,846	11	63	91	9	62
BNL01 PANGGUNG HARJO	0,837	172	372	90,1	154	350

9. Analisis penempatan kapasitor pada PT.PLN Jogja



Gambar 4.6 Single Line Diagram Etap

Berdasarkan data kawat AAAC 150 mm² dan 70 mm, maka dapat dilakukan perhitungan impedansi saluran pada masing-masing feeder GI bantu dan distribusi Gedong kuning sebagai berikut :

- Untuk luas penampang AAAC 70 mm² Untuk saluran 1 pada feeder Sebang (GH-DRI037)

- Panjang Saluran = 0.4 km
- R = 0.4608 ohm
- X = 0.3572 ohm

Maka impedansinya adalah:

$$\begin{aligned}
 Z &= R + jX \\
 &= \sqrt{R^2 + X^2} \text{ (Panjang Saluran)} \\
 &= \sqrt{0,4608^2 + 0,3572^2} (0,4) \text{ km} \\
 &= 0,2332 \text{ Ohm}
 \end{aligned}$$

Untuk luas penampang AAAC 70 mm² Untuk saluran 1 pada feeder Jetis (BNL 05)

- Panjang Saluran = 1.95 km
- R = 0.4608 ohm
- X = 0.3572 ohm

Maka impedansinya adalah:

$$\begin{aligned}
 Z &= R + jX \\
 &= \sqrt{R^2 + X^2} \text{ (Panjang Saluran)} \\
 &= \sqrt{0,4608^2 + 0,3572^2} (1,95) \\
 &= 1,1369 \text{ Ohm}
 \end{aligned}$$

c. Untuk luas penampang AAAC 150 mm² Untuk saluran 1 pada feeder Distribusi Gedong Kunng, area bantul (GH-DRI220)

- Panjang Saluran = 0.65 km
- R = 0.2162 ohm

$$- X = 0.3305 \text{ ohm}$$

Maka impedansinya adalah

$$\begin{aligned} Z &= R + jX \\ &= \sqrt{R^2 + X^2} (\text{Panjang Saluran}) \\ &= \sqrt{0,2162^2 + 0,3305^2} (0,65) \text{ km} \\ &= 0,2567 \text{ Ohm} \end{aligned}$$

E. PENUTUP

1. Kesimpulan

Berdasarkan simulasi dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Hasil optimasi daya reaktif pada penelitian ini mampu mengurangi total rugi-rugi daya aktif dan reaktif hingga 20%. sehingga berdampak pada keandalan sistem yang lebih baik.
2. Nilai faktor daya pada jaringan 20 KV penyulang-penyulang Gardu Induk Bantul dan Distribusi PLN Gedong Kuning rata-rata berada di bawah 85%.
3. Dengan rendahnya nilai faktor daya akan mengakibatkan besarnya rugi-rugi di jaringan dan nilai jatuh tegangan pada ujung penyulang. sehingga untuk mengatasinya harus dilakukan pemasangan kapasitor bank pada penyulang-penyulang di Gardu Induk Bantul, Yogyakarta
4. Perbaikan faktor daya pada sistem tegangan menengah dengan pemasangan kapasitor bank akan menyebabkan berkurangnya pasokan KVA sumber dan KVAR pada sistem. Sehingga bagi PLN sebagai pemasok daya listrik, hal tersebut merupakan peningkatan pelayanan terhadap pelanggan yaitu dalam hal peningkatan mutu daya yang disalurkan.

5. Perbaiki faktor daya menggunakan kapasitor daya sangat efektif dalam meningkatkan faktor daya dan mengurangi rugi-rugi pada jaringan.

2. Saran

1. Perlu adanya software pembanding sebagai acuan dalam pengkoreksian hasil simulasi dengan beberapa persamaan dan metode
2. Pemasangan kapasitor bank pada penyulang-penyulang di Gardu Induk Bantul dan PLN Distribusi Gedong Kuning Jogja perlu dioptimalkan karena rendahnya nilai faktor daya pada masing-masing penyulang. Sehingga dengan pemasangan kapasitor bank tersebut diharapkan peningkatan mutu daya yang disalurkan oleh PLN dapat tercapai.

DAFTAR PUSTAKA

- Wardhana, Nandi. 2006. *Penerapan Bank Kapasitor di PT Ulam Tiba Halim*.
Teknik Elektro : Universitas Diponegoro
- Sitorus, Rinaldo Jaya, and Warman, Eddy. 2013. *Study Kualitas Listrik dan Perbaikan Faktor Daya pada Beban Listrik Rumah Tangga Menggunakan Kapasitor*.
- Hakim, Muhammad Fahmi. 2014. *Analisis Kebutuhan Capacitor Bank Beserta Implementasinya untuk Memperbaiki Faktor Daya Listrik di Politeknik Kota Malang*. Jurnal ELTEK Vol 12 Nomor 01 ISSN 1693-4024
- Basri Hasan, *Sistem Distribusi Daya Listrik*, ISTN, Jakarta, 1997
- Abdurahman, 2016. *Analisis Pengaruh Kesalahan Wiring Terhadap Hasil Pengukuran Energi Listrik pada Kwh Meter dan KVARH Meter*.
Jurusan Teknik Elektro: Universitas Lampung
- Dewi, Rani Kusuma, 2016. *Studi Aliran Daya Tiga Fasa dengan Mempertimbangkan Transformator Distribusi Hubung Belitan Delta-Wye pada Peyulang Katu Gardu Induk Menggala*. Jurusan Teknik Elektro: Universitas Lampung
- Jamal, A., Syahputra, R. 2016. *Heat Exchanger Control Based on Artificial Intelligence Approach*. *International Journal of Applied Engineering Research (IJAER)*, 11(16), pp. 9063-9069.
- Pandjaitan, Bonar.2012. *Praktik-Praktik Proteksi Sistem Tenaga Listrik*.
Yogyakarta : Penarbit ANDI.
- Setiyawan, A. 2017. *Analisis Koordinasi Proteksi Pada PT. PLN (PERSERO) Gardu Induk Wonosobo Menggunakan Software Aplikasi ETAP*. Tugas Akhir Pada Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

- Supanggih, Y. 2017. *Analisis Koordinasi Proteksi Rele OCR Pada Sistem Kelistrikan Plant 8 PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk.* Tugas Akhir Pada Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Supriyadi, Edy. 2000. *Sistem Proteksi Tenaga Listrik*. Yogyakarta: Adi Cita.
- Syahputra, R. 2010. *Fault Distance Estimation of Two-Terminal Transmission Lines. Proceedings of International Seminar on Applied Technology, Science, and Arts (2nd APTECS)*, Surabaya, 21-22 Dec. 2010, pp. 419-423.
- Syahputra, R. 2012. “*Distributed Generation: State of the Arts dalam Penyediaan Energi Listrik*”. LP3M UMY, Yogyakarta.
- Syahputra, R. 2012. “Fuzzy Multi-Objective Approach for the Improvement of Distribution Network Efficiency by Considering DG”. *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)*, Vol. 4, No. 2, pp. 57-68.
- Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. 2012. “Reconfiguration of Distribution Network with DG Using Fuzzy Multi-objective Method”. *International Conference on Innovation, Management and Technology Research (ICIMTR)*, May 21-22, 2012, Melacca, Malaysia.
- Syahputra, R. 2013. “A Neuro-Fuzzy Approach For the Fault Location Estimation of Unsynchronized Two-Terminal Transmission Lines”. *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)*, Vol. 5, No. 1, pp. 23-37.
- Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. 2013. “Distribution Network Efficiency Improvement Based on Fuzzy Multi-objective Method”. *International Seminar on Applied Technology, Science and Arts (APTECS)*. 2013; pp. 224-229.
- Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. 2014. Optimization of Distribution Network Configuration with Integration of Distributed Energy Resources

- Using Extended Fuzzy Multi-objective Method. *International Review of Electrical Engineering (IREE)*, 9(3), pp. 629-639.
- Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. 2014. Performance Analysis of Wind Turbine as a Distributed Generation Unit in Distribution System. *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)*, Vol. 6, No. 3, pp. 39-56.
- Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. 2014. "Optimal Distribution Network Reconfiguration with Penetration of Distributed Energy Resources". *Proceeding of 2014 1st International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE) 2014*. UNDIP Semarang, pp. 388 - 393.
- Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. 2015. Performance Improvement of Radial Distribution Network with Distributed Generation Integration Using Extended Particle Swarm Optimization Algorithm. *International Review of Electrical Engineering (IREE)*, 10(2). pp. 293-304.
- Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. 2015. Reconfiguration of Distribution Network with DER Integration Using PSO Algorithm. *TELKOMNIKA*, 13(3). pp. 759-766.
- Syahputra, R. 2015. "*Teknologi dan Aplikasi Elektromagnetik*". LP3M UMY, Yogyakarta.
- Syahputra, R., Soesanti, I. 2015. "Control of Synchronous Generator in Wind Power Systems Using Neuro-Fuzzy Approach". *Proceeding of International Conference on Vocational Education and Electrical Engineering (ICVEE) 2015*, UNESA Surabaya, pp. 187-193.
- Syahputra, R., Soesanti, I. 2015. Power System Stabilizer model based on Fuzzy-PSO for improving power system stability. *2015 International Conference on Advanced Mechatronics, Intelligent Manufacture, and*