

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Dalam penelitian “*Optimasi penempatan Transformator distribusi berdasarkan jatuh tegangan pada penyulang Cemara di PT. PLN (Persero) Rayon Pekanbaru Kota Timur*”, penulis menggunakan jenis penelitian pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Kuantitatif adalah melakukan pengumpulan data berdasarkan pengukuran yang dilakukan dalam penelitian ini.

3.2 Karakteristik Penyulang Cemara

Penyulang Cemara ini disuplai dari Gardu Induk Teluk Lembu Pekanbaru, dengan luas penyulang 79,25 kms dan total pelanggan 3.101. Penyulang Cemara adalah Busbar 1 dari trafo TD 1 60 MVA. Penyulang ini memiliki 73 trafo dengan variasi beban di *load point* berupa beban industri dan rumah tangga.

Untuk melakukan penelitian ini maka dibutuhkan beberapa data yang didapat dari PT. PLN (Persero) Rayon Pekanbaru Kota Timur seperti :

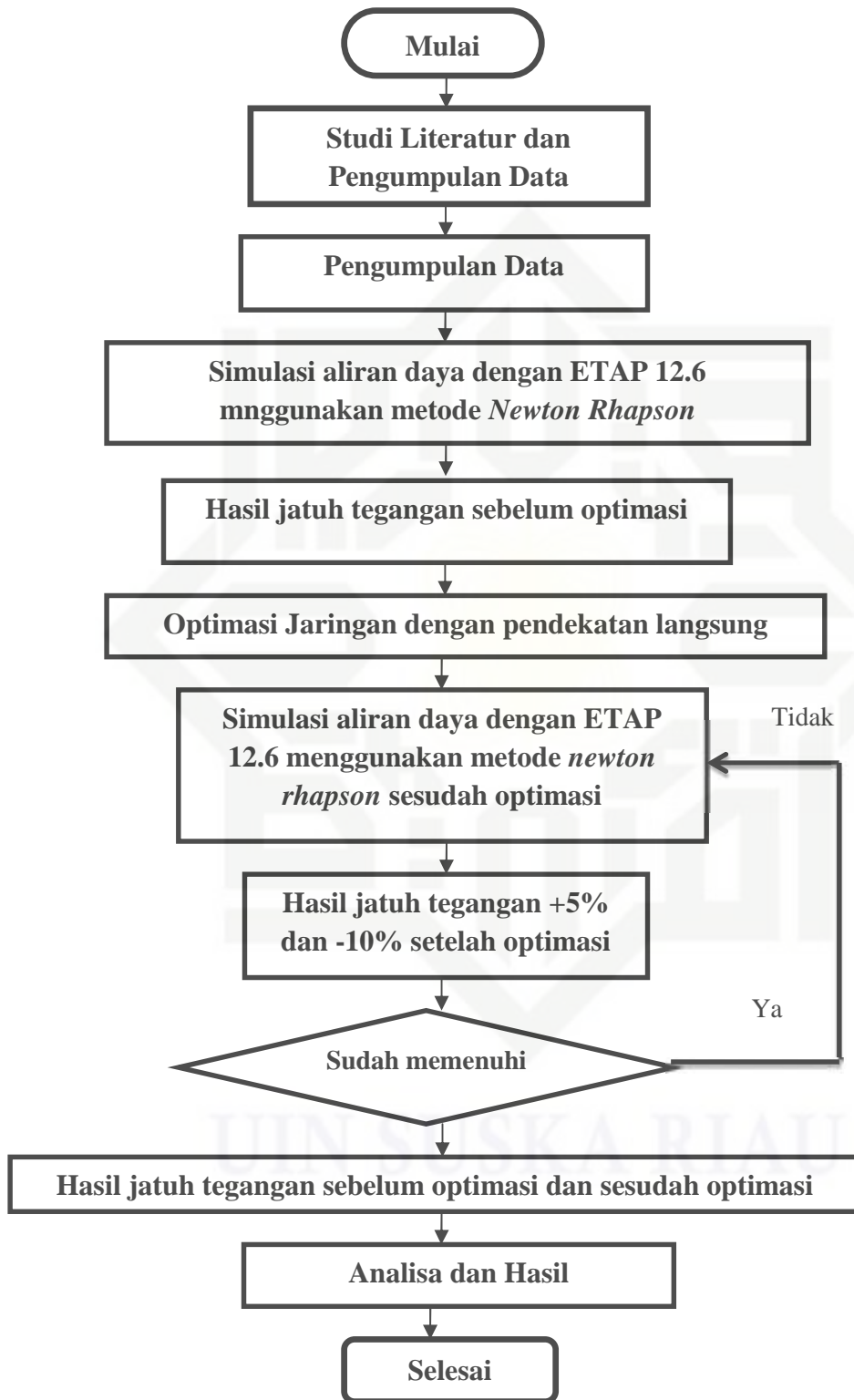
1. Data jaringan penyulang cemara

- Panjang lintasan penyulang = 79,25 kms
- Luas penampang penghantar = 150 mm²
- Jenis kawat penghantar = NYAFGBY / AAAC
- Jumlah trafo = 125

2. Data trafo (lihat lampiran TA 4)

- Merk = Unindo
- Tipe = TTH – VB 150/60000
- Daya = 60 MVA
- Tegangan = 150/20 KV
- Impedansi = 10, 995 %
- Teg Primer = 150 KV
- Teg Sekunder = 20 KV
- Arus Nominal Trafo = 250 A

3.3 Tahapan Penelitian



Gambar 3.1 Flow Chart Penelitian

3.4 Studi Literatur

Studi literatur yang mendukung dalam penelitian ini adalah teori yang berkaitan dengan optimasi penempatan transformator distribusi berdasarkan jatuh tegangan, dan studi aliran daya dengan metode newton raphson.

3.5 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, penulis melakukan pengumpulan data di PT.PLN (Persero) Rayon Pekanbaru Kota Timur. Pengumpulan data dilakukan dengan meminta data yang sudah ada pada PT. PLN (Persero) tersebut. Data yang akan diambil adalah :

1. Single line diagram penyulang Cemara
2. Data Jaringan Distribusi pada penyulang Cemara meliputi :
 - a. Panjang Lintasan Penyulang

PEMBANGKITAN SISTEM GRID	NAMA UNIT / PENYULANG	Jumlah	Panjang	Jenis Kabel
		Pemalang	Penyalang	
1	3	4	5	6
RAYON KOTA TIMUR		298,56		
Grid C/ Tolak Lemau	1 D. S. KIAN		8,90	NYAFGHV / AAAC
Grid C/ Tolak Lemau	2 F. CEMARA		78,25	NYAFGBY / AAAC
Grid C/ Tolak Lemau	3 D. JADI		17,92	NYAFGHV / AAAC
Grid C/ Tolak Lemau	4 E. PINANG		25,50	NYAFGBY / AAAC
Grid C/ Tolak Lemau	5 D. CUNYANA		12,93	NYAFGHV / AAAC
Grid C/ Tolak Lemau	6 E. BASSAU	11	9,61	NYAFGBY / AAAC
Grid C/ Tolak Lemau	7 D. KURAN		22,74	NYAFGHV / AAAC
Grid C/ Tolak Lemau	8 E. SERONG		20,71	NYAFGBY / AAAC
Grid C/ Tolak Lemau	9 D. RAMIN		18,00	NYAFGHV / AAAC
Grid C/ Tolak Lemau	10 E. KULIM		58,7	NYAFGBY / AAAC
Grid C/ Tolak Lemau	11 D. HUSYAN		17,50	NYAFGHV / AAAC

Gambar 3.2 Data panjang lintasan penyulan Cemara [1]

- b. Panjang Kawat Penghantar

PEMBANGKITAN SISTEM GRID	NAMA UNIT / PENYULANG	Jumlah	Panjang	Jumlah	Jenis Kawat				
					Penyalang	Penyalang	Penyalang	Penyalang	Penyalang
1	3	4	5	6	7	8	9	10	11
RAYON KOTA TIMUR		300,9			10	120	20,00	10,28	20,60
Grid C/ Tolak Lemau	1 F. SERANG		8,90	NYAFGBY / AAAC					
Grid C/ Tolak Lemau	2 F. CEMARA		78,25	NYAFGBY / AAAC					
Grid C/ Tolak Lemau	3 D. JADI		17,92	NYAFGHV / AAAC					
Grid C/ Tolak Lemau	4 E. PINANG		25,50	NYAFGBY / AAAC					
Grid C/ Tolak Lemau	5 D. CUNYANA		12,93	NYAFGHV / AAAC					
Grid C/ Tolak Lemau	6 E. BASSAU	11	9,61	NYAFGBY / AAAC					
Grid C/ Tolak Lemau	7 D. KURAN		22,74	NYAFGHV / AAAC					
Grid C/ Tolak Lemau	8 E. SERONG		20,71	NYAFGBY / AAAC					
Grid C/ Tolak Lemau	9 D. RAMIN		18,00	NYAFGHV / AAAC					
Grid C/ Tolak Lemau	10 E. KULIM		58,7	NYAFGBY / AAAC					
Grid C/ Tolak Lemau	11 D. HUSYAN		17,50	NYAFGHV / AAAC					

Gambar 3.3 Data panjang kawat penghantar penyulang Cemara [1]

c. Jumlah Trafo

Jumlah Trafo / Penyulang												Jumlah Total
800 (buah)	670 (buah)	500 (buah)	400 (buah)	315 (buah)	250 (buah)	200 (buah)	160 (buah)	100 (buah)	50 (buah)	25 (buah)	15 (buah)	
14	15	18	14	14	14	15	16	17	18	15	10	31
2	4	1	14	7	66	118	250	137	82	10	11	697
1,00	2,00	1,00		1,00	8,00	3,00	14,00	5,00				37,00
			3,00		1,00	30,00	17,00	28,00	49,00	5,00		125,00
			1,00		13,00	24,00	46,00	27,00	13,00			118,00
	1,00		5,00		3,00	14,00	17,00	8,00	1,00			53,00
					2,00	7,00	5,00	2,00	2,00			12,00
			2,00	3,00	12,00	27,00	13,00	16,00	5,00			108,00
1,00	2,00		1,00	1,00	3,00	9,00	7,00	5,00	2,00			33,00
		1,00	1,00	1,00	9,00	8,00	11,00	6,00	3,00			40,00
			1,00	1,00	12,00	25,00	75,00	5,00	17,00	5,00		181,00

Gambar 3.4 Data Jumlah trafo pada penyulang Cemara [1]

3. Data Beban meliputi :
 - a. Beban Penyulang
 - b. Daya Aktif
 - c. Daya Reaktif

3.6 Simulasi Aliran Daya Dengan Metode Newton Rhapsion

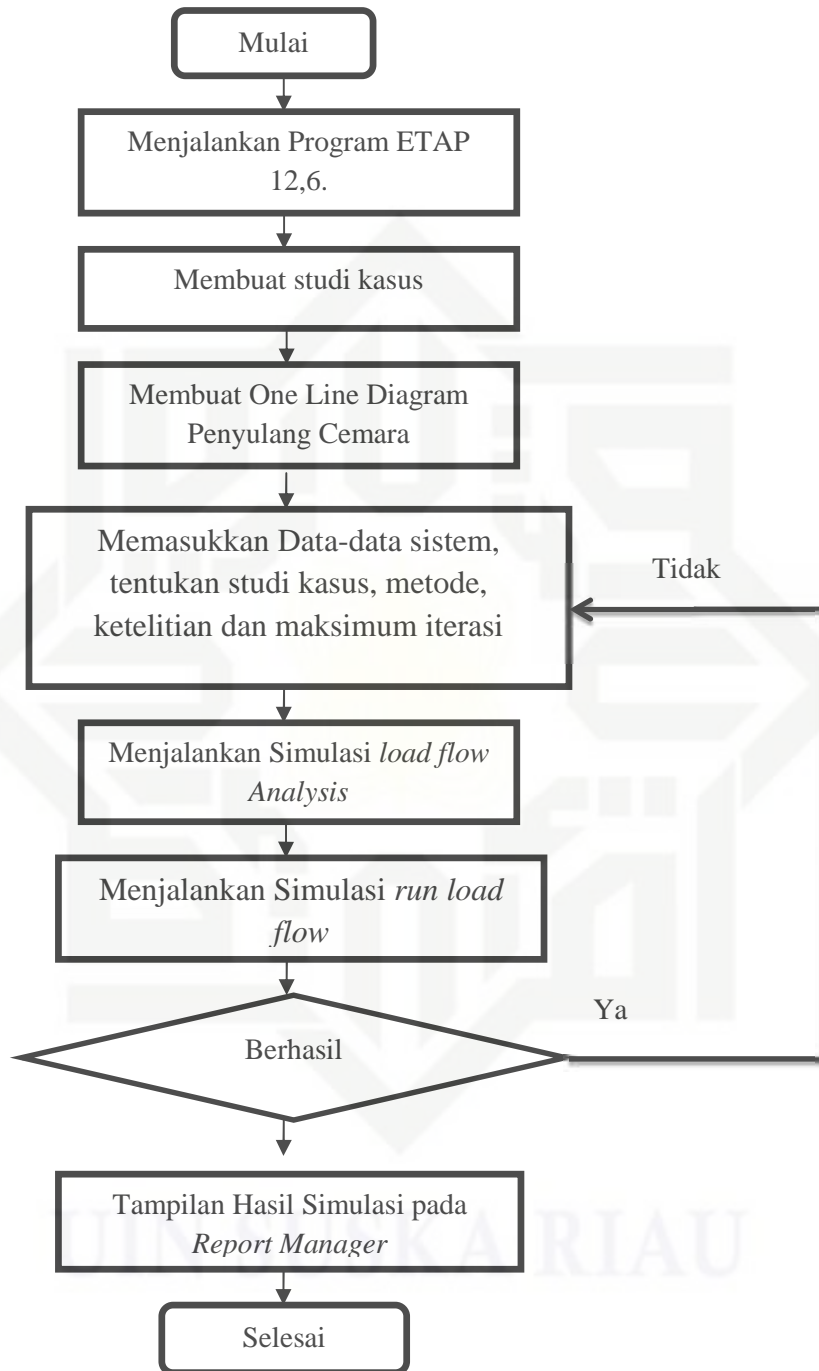
Penelitian pada tahap ini menghitung aliran daya dengan data-data dari penyulang Cemara. Selanjutnya mensimulasikan aliran daya tersebut dengan menggunakan perangkat lunak ETAP 12.6. Pada penelitian ini penyelesaian aliran daya dengan menggunakan metode *newton rhapsion*. Langkah-langkah penyelesaian aliran daya dengan metode *newton rhapsion* sebagai berikut:[9][10]

1. Menjalankan Program ETAP Program ETAP 12.6 dapat digunakan setelah diinstall kedalam komputer. Program dijalankan dengan cara mengklik program ETAP. Setelah program dijalankan maka akan tampak kotak dialog
2. Membuat studi kasus Klik *file, new project* akan muncul kotak dialog. Setelah itu tulis *name project* dengan penyulang Cemara, dan pilih *unit system* dan *required password* sesuai dengan kebutuhan. Kemudian klik *OK*. Masukan *user name; full name; description; password*(jika ingin menggunakan password) kemudian klik *OK*.
3. Membuat one-line diagram dimulai dari supply berupa :
 - a. Nama Busbar Untuk mengidentifikasi bus yang terinterkoneksi

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

b. Tipe Busbar



Gambar3.2 Flowchart Simulasi aliran daya Menggunakan ETAP 12.6

- Bus referensi/slack/swing bus Dalam penelitian ini, bus referensi adalah sistem Minahasa yang terinterkoneksi dengan sistem Cemara melalui Gardu Teluk Lembu.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Bus beban Pada bus beban, data yang dimasukkan adalah daya semu, yakni beban yang tersambung atau dilayani pada bus beban dalam satuan MVA, % power faktor, rating kV, dan faktor pembebanan.
- c. Bus generator Pada bus generator data yang harus dimasukkan adalah daya aktif dalam MW yang dibangkitkan pada setiap bus Generator. Rating kV, %PF, Effisiensi Generator, Desain *setting* daya (MW) ini mengacu pada.
 - d. Data Jaringan Transmisi Pada jaringan transmisi data yang harus dimasukkan adalah: panjang jaringan, konfigurasi jaringan, dan data impedansi jaringan: R, X, dan Y. Baik urutan positif maupun urutan nol.
 - e. Data Transformator Data yang perlu dimasukkan pada kotak dialog transformator adalah: rating daya trafo, impedans baik urutan positif maupun urutan nol, rating kV, hubungan belitan transformator.
 - f. Studi Kasus Aliran Daya Setelah semua data sistem dimasukkan, maka langkah terakhir adalah memasukkan data setingan studi kasus. Data yang harus dimasukkan ke dalam kotak dialog adalah: Studi Kasus ID, Metode yang digunakan (dalam penelitian ini dipilih metode *Newton-Rhapson*), maksimum iterasi (99 iterasi), ketelitian (0,0001), kategori pembebanan (dipilih *design*), *bus voltage* (dalam kV), dan *initial condition* (digunakan tegangan bus). Untuk jelasnya, kotak dialog studi kasus aliran daya
4. Memasukkan ke Mode Simulasi Aliran Daya, dengan menekan tombol Load Flow Analysis sehingga tampilan toolbar editing berubah menjadi Toolbar Simulasi Load Flow Analysis.
 5. Menekan tombol 'Run Load Flow, setelah dilakukan maka jika tidak ada error pada one-line diagram maka akan ditampilkan aliran daya di setiap cabang & bus.

3.7 Optimasi jaringan

Pada tahap ini akan dilakukan desain sistem menggunakan perangkat lunak ETAP 12.6 untuk simulasi beserta analisis teknis, dan Perbandingan serta

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

penentuan spesifikasi sistem. Agar didapatkan optimasi sistem yang diinginkan sehingga penempatan pada trafo tersebut dapat sesuai dengan standar dari sistem distribusi tersebut.

Optimasi pada penelitian ini dilakukan dengan pendekatan langsung. Karena seringkali terjadi beban berlebih pada penyulang Cemara yang mengakibatkan besarnya jatuh tegangan. Maka dari itu untuk meminimalisir jatuh tegangan pada penelitian ini perlu dilakukan optimasi dengan cara penyeimbangan beban[18].

Langkah-langkah untuk melakukan optimasi adalah:[1][7]

- a. Menghitung aliran daya pada penyulang Cemara yang akan dioptimasi. Untuk itu bisa dilakukan dengan *software* yang mendukung. Dalam penelitian ini menggunakan *software* ETAP versi 12.6
- b. Optimasi pada penyulang Cemara dilakukan dengan melihat jatuh tegangan dengan melakukan penyeimbangan beban dengan cara melihat keadaan *realtime* beban.
- c. Mengoptimasi jaringan pada penyulang Cemara dengan cara menyeimbangkan beban dengan langkah-langkah pada bab 2 halaman II-23.
- d. Membandingkan kondisi penyulang Cemara setelah optimasi dengan kondisi sebelum optimasi.
- e. Analisis setiap jaringan yang telah dioptimasi dengan menghitung kembali jatuh tegangan sehingga didapat nantinya konstruksi jaringan dan penempatan transformator distribusi yang lebih optimal.

3.8 Hasil Jatuh Tegangan Setelah Optimasi

Pada tahap ini setelah dilakukan optimasi maka didapatlah hasil jatuh tegangan, jika hasil jatuh tegangan yang didapat setelah optimasi tidak sesuai dengan batas toleransi SPLN no. 72 tahun 1987 +5% dan -10% maka perlu dilakukan kembali simulasi aliran daya menggunakan metode *Newton Raphson* hingga didapat hasil jatuh tegangan yang +5% dan -10%.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3.9 Hasil Jatuh Tegangan Sebelum Optimasi dan Sesudah Optimasi

setelah didapat hasil jatuh tegangan +5% dan -10%, maka selanjutnya didapatlah hasil jatuh tegangan yang terjadi sebelum dilakukan optimasi dan setelah dilakukan optimasi. Tahap ini dilakukan untuk mengetahui berapa jatuh tegangan yang terjadi pada penyulang Cemara.

3.10 Analisis dan Hasil

Analisis pada penelitian ini mengenai optimasi jaringan yang dipilih dan perhitungan beban untuk mengetahui jatuh tegangan. Analisis optimasi jaringan yang akan dipilih yaitu dengan melakukan analisis berdasarkan aliran daya metode *Newton-Raphson*, kemudian membuat simulasi menggunakan perangkat lunak ETAP 12.6. analisis yang akan dilakukan pada penelitian ini, yaitu analisis trafo yang mengalami jatuh tegangan lebih dari batas toleransi yang telah ditetapkan PLN sebelum dilakukan optimasi. Selanjutnya menganalisis hasil penempatan transformator distribusi berdasarkan jatuh tegangan. setelah dilakukan optimasi harus didapat jatuh tegangan +5% dan -10%, jika tidak maka akan dilakukan simulasi ulang dengan metode *Newton-Raphson* menggunakan ETAP 12.6. Setelah didapatkan hasil analisa jatuh tegangan pada jaringan sebelum optimasi dan setelah optimasi, maka didapatlah jatuh tegangan sebelum dilakukan optimasi dan sesudah dilakukan optimasi. kemudian dari hasil tersebut didapat nilai jarak penempatan transformator distribusi yang optimal.