

ANALISIS GANGGUAN HUBUNG SINGKAT PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV DI GARDU INDUK PANAKKUKANG

Ahmad Gaffar, Agussalim¹⁾, Dedi Arisandi²⁾

Abstrak: Gangguan hubung singkat merupakan suatu hubungan abnormal pada impedansi yang terjadi antara dua titik atau lebih yang mempunyai potensial yang berbeda. Gangguan hubung singkat adalah gangguan yang sering terjadi pada penyaluran energi listrik, untuk meningkatkan keandalan sistem pada sistem proteksi maka perlu menganalisis arus gangguan hubung singkat yang terjadi pada jaringan distribusi 20 KV dan menganalisis perbandingan nilai arus hubung singkat antara metode perhitungan dan simulasi. Pengumpulan data menggunakan metode observasi, wawancara dan dokumentasi. Kemudian dilakukan analisis data dengan metode perhitungan dan simulasi menggunakan software DigSilent Power Factory 14.1.3. Dari hasil penelitian diketahui bahwa besarnya arus gangguan hubung singkat dipengaruhi oleh jarak titik gangguan, semakin jauh jarak titik gangguan maka semakin kecil arus gangguan hubung singkat yang terjadi begitupun sebaliknya, semakin dekat jarak titik gangguan maka semakin besar arus gangguan hubung singkat yang terjadi. Hasil perhitungan arus gangguan hubung singkat $I_{3\text{fasa}} = 1954 \text{ A}$, $I_{2\text{fasa}} = 1692 \text{ A}$, $I_{2\text{fasa-tanah}} = 1837 \text{ A}$ dan $I_{1\text{fasa-tanah}} = 260 \text{ A}$. Dari hasil simulasi diperoleh nilai arus hubung singkat $I_{3\text{fasa}} = 1956 \text{ A}$, $I_{2\text{fasa}} = 1694 \text{ A}$, $I_{2\text{fasa-tanah}} = 1747 \text{ A}$ dan $I_{1\text{fasa-tanah}} = 244 \text{ A}$. Nilai arus gangguan hubung singkat terbesar terjadi pada gangguan hubung singkat 3 fasa sedangkan gangguan hubung singkat terkecil terjadi pada gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah.

Kata Kunci : arus gangguan, hubung singkat, jaringan distribusi, simulasi.

PENDAHULUAN

Dalam penyaluran energi listrik sering terjadi gangguan – gangguan yang dapat menghambat penyaluran energi listrik ke konsumen. Dari berbagai jenis gangguan yang terjadi, gangguan hubung singkat adalah gangguan yang paling sering terjadi pada penyaluran energi listrik.

Khususnya di Gardu Induk Panakkukang yang mempunyai 3 buah trafo yang memasok beberapa penyulang. Salah satunya penyulang IKIP, oleh sebab itu, diperlukan suatu analisis terhadap hubung singkat yang bertujuan untuk mengetahui gangguan hubung singkat 3 fasa, 2 fasa, 2 fasa ke tanah dan 1 fasa ke tanah. Sehingga besarnya arus gangguan

hubung singkat yang mungkin terjadi didalam suatu sistem kelistrikan perlu diketahui sebelum gangguan yang sesungguhnya terjadi.

GANGGUAN HUBUNG SINGKAT

1. Pengertian Gangguan Hubung Singkat

Gangguan adalah suatu ketidaknormalan (interferes) dalam sistem tenaga listrik yang mengakibatkan mengalirnya arus yang tidak seimbang dalam sistem tiga fasa. Gangguan dapat juga didefinisikan sebagai semua kecacatan yang mengganggu aliran normal arus ke beban (Mardensyah, 2008).

Hubung singkat merupakan suatu hubungan abnormal (termasuk busur api)

pada impedansi yang relatif rendah terjadi secara kebetulan atau disengaja antara dua titik yang mempunyai potensial yang berbeda. Istilah gangguan atau gangguan hubung singkat digunakan untuk menjelaskan suatu hubungan singkat.

2. Analisis Gangguan Hubung Singkat

Perhitungan hubung singkat adalah suatu analisa kelakuan suatu sistem tenaga listrik pada keadaan gangguan hubung singkat, dimana dengan cara ini diperoleh nilai besaran-besaran listrik yang dihasilkan sebagai akibat gangguan hubung singkat tersebut.

Menurut Stevenson (1996), Secara umum untuk suatu gangguan pada rel *k*, dan dengan mengabaikan arus-arus pragangguan, yaitu :

$$I_f = \frac{V}{Z} \dots\dots\dots (1)$$

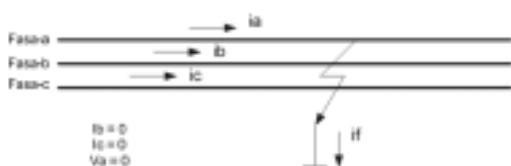
Dimana :

I_f = Arus gangguan yang mengalir (A)

V = Tegangan Sumber (V)

Z = Impedansi jaringan, nilai ekuivalen dari seluruh impedansi di dalam jaringan (ohm).

a. Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah



Gambar 1. Gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah (Sumber : Studi Perencanaan Kordinasi Literatur, Mardensyah)

$$I_f = \frac{V_f}{Z_1+Z_2+Z_0} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

I_f = Arus gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah (A)

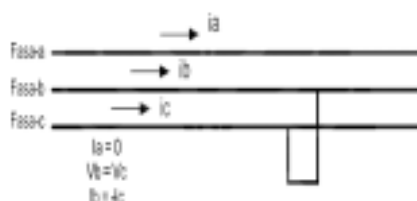
V_f = Tegangan pragangguan (V)

Z_1 = Impedansi urutan positif (ohm)

Z_2 = Impedansi urutan negatif (ohm)

Z_0 = Impedansi urutan nol (ohm)

b. Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa



Gambar 2. . Gangguan hubung singkat 2 fasa (Sumber : Studi Perencanaan Kordinasi Literatur, Mardensyah)

$$I_f = \frac{V_f}{Z_1+Z_2} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

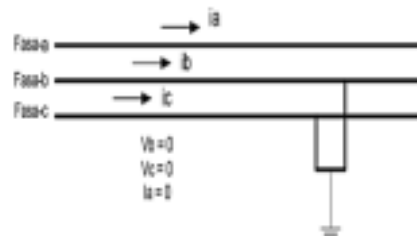
I_f = Arus gangguan hubung singkat dua fasa (A)

V_f = Tegangan pragangguan (V)

Z_1 = Impedansi urutan positif (ohm)

Z_2 = Impedansi urutan negatif (ohm)

c. Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa ke Tanah



Gambar 3.. Gangguan hubung singkat 2 fasa ke tanah

(Sumber : Studi Perencanaan Kordinasi Literatur, Mardensyah)

$$I_f = \frac{V_f}{Z_1 + Z_2 Z_0 / (Z_2 + Z_0)} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

I_f = Arus gangguan hubung singkat dua fasa ke tanah (A)

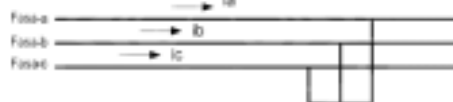
V_f = Tegangan pragangguan (V)

Z_1 = Impedansi urutan positif (ohm)

Z_2 = Impedansi urutan negatif (ohm)

Z_0 = Impedansi urutan negatif (ohm)

d. Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa



Gambar 2.4. Gangguan hubung singkat 3 fasa (Sumber : Studi Perencanaan Kordinasi Literatur, Mardensyah)

Gangguan hubung singkat tiga fasa termasuk dalam klasifikasi gangguan simetris, dimana arus maupun tegangan setiap fasanya tetap seimbang setelah gangguan terjadi. Sehingga pada sistem seperti ini dapat dianalisa hanya dengan menggunakan komponen urutan positif saja yaitu :

$$I_f = \frac{V_f}{Z_1} \dots \dots \dots (5)$$

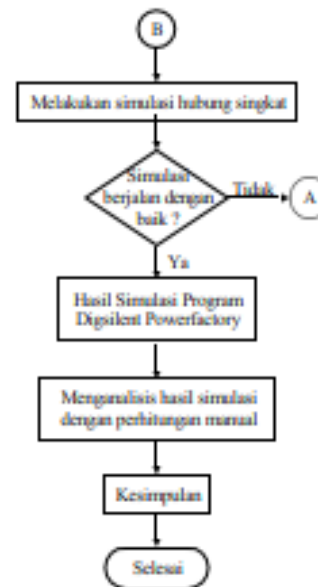
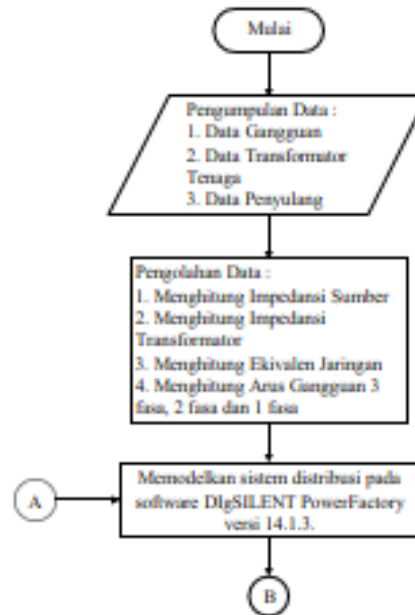
Dimana :

I_f = Arus gangguan hubung singkat tiga fasa (A)

V_f = Tegangan pragangguan (V)

Z_1 = Impedansi urutan positif (ohm)

METODE PENELITIAN



Gambar 4 Diagram Alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Perhitungan Gangguan Hubung Singkat

a. Menghitung Impedansi Sumber

$$X_1(\text{ini } 20 \text{ kV}) = \frac{20^2}{150^2} \times X_1(\text{ini } 150 \text{ kV})$$

$$X_s (\text{di } 20 \text{ kV}) = \frac{20^2}{150^2} \times 12,93 = 0,229 \Omega$$

b. Menghitung Impedansi Transformator

$$X_i (\text{pada } 100\%) = \frac{(\text{Tegangan LV Trafo})^2}{\text{Kapaitas Trafo}(20)^2}$$

$$X_i (\text{pada } 100\%) = \frac{60}{\dots}$$

$$X_i (\text{pada } 100\%) = 6,667 \Omega$$

1. Reaktansi urutan positif dan negatif ($X_{t1} = X_{t2}$)

$$X_{t1} = X_{t2} = 12,391 \% \times 6,667 = 0,826 \Omega$$

Sehingga nilai $Z_{t1} = Z_{t2} = j 0,826 \Omega$

2. Reaktansi Urutan Nol (X_{t0})

$$X_{t0} = 3 \times 0,826 = 2,478 \Omega$$

Sehingga nilai $Z_{t0} = j 2,478 \Omega$

c. Menghitung Impedansi Penyulang

$$Z_1 = Z_2 = 0,1344 + j 0,3158 \Omega/\text{km}$$

$$Z_0 = 0,2824 + j 1,6033 \Omega/\text{km}$$

Sehingga nilai impedansi total penyulang

dengan panjang 14,35 km adalah :

$$Z = Z_1 = Z_2 = (0,1344 + j 0,3158) \times 14,35$$

$$= 1,928 + j 4,531 \Omega$$

$$Z_0 = (0,2824 + j 1,6033) \times 14,35$$

$$= 4,052 + j 23,007 \Omega$$

d. Menghitung Impedansi Ekuivalen Jaringan

Nilai impedansi urutan positif dan negatif sebagai berikut :

$$Z_{1eq} = Z_{2eq} = Z_{s1} + Z_{t1} + Z_1(\text{penyulang})$$

$$Z_{1eq} = Z_{2eq} = j0,229 + j0,826 + Z_1(\text{penyulang})$$

$$Z_{1eq} = Z_{2eq} = j1,055 + 1,928 + j 4,531$$

$$= 1,928 + j5,586 \Omega$$

Nilai impedansi urutan nol sebagai berikut :

$$Z_{0eq} = Z_{t0} + 3RN + Z_0 (\text{penyulang})$$

$$Z_{0eq} = j2,478 + (3 \times 40) + Z_0 (\text{penyulang})$$

$$Z_{0eq} = j2,478 + 120 + 4,052 + j 23,007$$

$$= 124,052 + j25,458 \Omega$$

4.2 Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat

Setelah mendapatkan impedansi ekuivalen jaringannya sesuai dengan lokasi gangguan, selanjutnya arus gangguan hubung singkat dapat dihitung dengan menggunakan rumus dasar (persamaan 2.1). Untuk nilai impedansinya menggunakan impedansi ekuivalen jaringan dan juga tergantung pada jenis gangguan hubung singkatnya yaitu 3 fasa, 2 fasa, 2 fasa ke tanah dan 1 fasa ke tanah.

a. Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa

$$I_f = \frac{20.000/\sqrt{3}}{1,928 + j5,586} = \frac{11547}{\sqrt{1,928^2 + 5,586^2}} = 1.954 \text{ A}$$

2. Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa

$$I_f = \frac{20000}{2 \times (1,928 + j5,586)} = \frac{20000}{\sqrt{3,856^2 + 11,172^2}}$$

$$= 1.692,2 \text{ A}$$

b. Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa ke Tanah

$$I_f = \frac{20000}{\sqrt{1,928^2 + j5,586^2 + 1,928^2 + j5,586^2 \times 124,052 + j25,458}} = \frac{20000}{\sqrt{3,734^2 + 10,222^2}} = 1837,78 \text{ A}$$

c. Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah

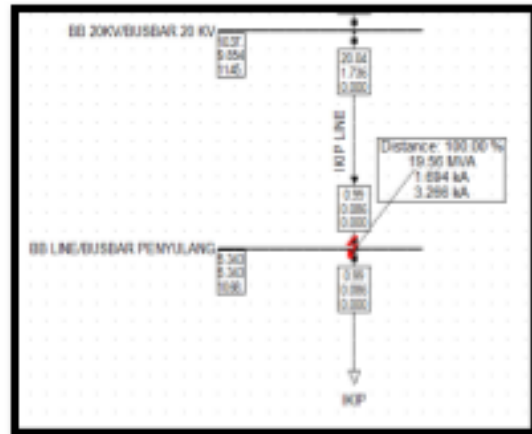
$$I_f = \frac{3 \times 20.000 / \sqrt{3}}{2 \times (1,928 + j 5,586) + (124,052 + j 25,458)}$$

$$= \frac{34641}{\sqrt{(2 \times 1,928 + 124,052)^2 + (2 \times 5,586 + 25,458)^2}}$$

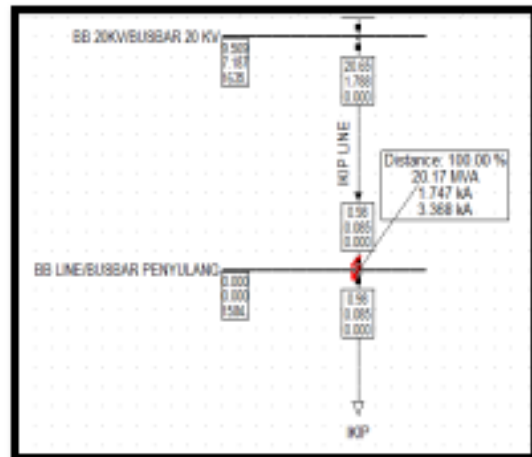
$$= 260,36 \text{ A}$$

4.3 Simulasi Gangguan Hubung Singkat

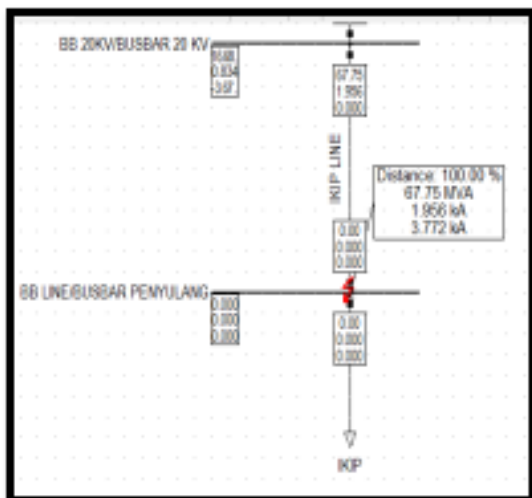
Pada simulasi ini yang akan dilihat besarnya arus gangguan hubung singkat yang terjadi pada penyulang 20 kV, yaitu gangguan hubung singkat 3 fasa, 2 fasa, 2 fasa ke tanah dan 1 fasa ke tanah. Pada simulasi ini akan menunjukkan kondisi normal jaringan dan ketika terjadi ketiga gangguan tersebut diatas. Simulasi ini dibuat dengan software DigSILENT Power Factory 14.1.3. Berikut gambar simulasi single line yang di buat pada software dalam keadaan gangguan :



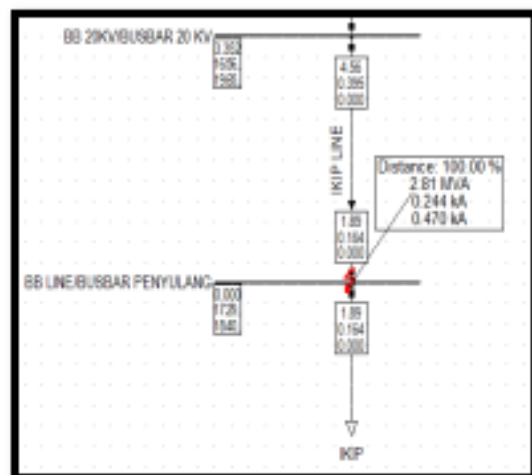
Gambar 5. Simulasi Hubung Singkat 2 Fasa



Gambar 6. Simulasi Hubung Singkat 2 Fasa ke Tanah



Gambar 7. Simulasi Hubung Singkat 3 Fasa



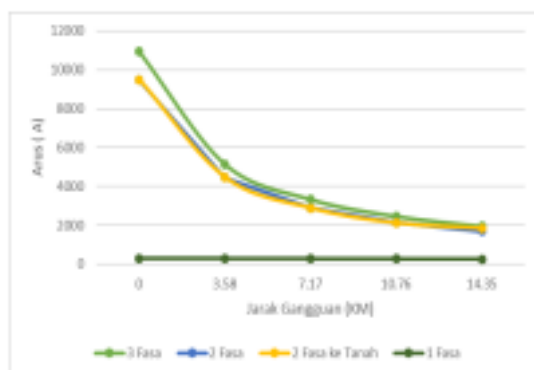
Gambar 8. Simulasi Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah

Tabel 1. Hasil Simulasi Gangguan Hubung Singkat

Panjang (%)	Jarak (Km)	Arus Hubung Singkat (kA)			
		3 Fasa	2 Fasa	2 Fasa ke Tanah	1 Fasa ke Tanah
0	0	10,9	9,47	9,48	0,30
25	3,58	5,15	4,46	4,47	0,29
50	7,17	3,34	2,89	2,88	0,28
75	10,76	2,46	2,13	2,15	0,26
100	14,35	1,95	1,69	1,83	0,25

4.4 Analisis

Setelah dilakukan perhitungan dan simulasi yang hasilnya dapat dilihat pada table diatas, maka dapat dibuat grafik arus gangguan hubung singkat terhadap jarak titik gangguan sebagai berikut :



Gambar 49. Grafik arus gangguan hubung singkat terhadap jarak titik gangguan

Dari grafik diatas menunjukkan perbandingan nilai arus gangguan hubung singkat 3 fasa, 2 fasa, 2 fasa ke tanah dan 1 fasa ke tanah terhadap jarak titik gangguan maka dapat diketahui besarnya arus gangguan hubung singkat yang terjadi pada penyulang 20 kV dipengaruhi oleh jarak

titik gangguan, semakin jauh jarak titik gangguan maka semakin kecil arus gangguan hubung singkat yang terjadi begitupun sebaliknya, semakin dekat jarak titik gangguan maka semakin besar arus gangguan hubung singkat yang terjadi.

Hal ini membuktikan bahwa besarnya arus gangguan tergantung pada panjang saluran. Hal ini karena besarnya impedansi saluran bergantung pada panjang kabel, jenis kabel, dan diameter kabel yang digunakan. Dapat diketahui besarnya arus gangguan hubung singkat terbesar terjadi pada gangguan hubung singkat 3 fasa sedangkan gangguan hubung singkat terkecil terjadi pada gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah.

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan pada tugas akhir ini, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Besarnya arus gangguan hubung singkat yang terjadi pada penyulang 20 kV dipengaruhi oleh jarak titik gangguan, semakin jauh jarak titik gangguan maka semakin kecil arus gangguan hubung singkat yang terjadi begitupun sebaliknya, semakin dekat jarak titik gangguan maka semakin besar arus gangguan hubung singkat yang terjadi. Hal ini membuktikan bahwa besarnya arus gangguan tergantung pada panjang saluran. Hal ini karena besarnya impedansi saluran bergantung

pada panjang kabel, jenis kabel, dan diameter kabel yang digunakan.

2. Hasil perhitungan arus gangguan hubung singkat pada penyulang IKIP dengan panjang saluran 14,35 km, yaitu I3fasa = 1954 A, I2fasa = 1692 A, I2fasa-tanah = 1837 A dan I1fasa-tanah = 260 A. Dari hasil simulasi diperoleh nilai arus hubung singkat I3fasa = 1956 A, I2fasa = 1694 A, I2fasa-tanah = 1747 A dan I1fasa-tanah = 244 A. Diketahui besarnya arus gangguan hubung singkat terbesar terjadi pada gangguan hubung singkat 3 fasa sedangkan gangguan hubung singkat terkecil terjadi pada gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah. Dari perbandingan hasil perhitungan dengan hasil simulasi terlihat bahwa nilai arus gangguan hubung singkat tidak berbeda jauh. Hal ini berarti bahwa perhitungan yang telah dilakukan telah benar dan dapat dijadikan referensi bagi PLN.

SARAN

Berdasarkan pembahasan tugas akhir ini, terdapat beberapa saran sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan dan simulasi, nilai arus gangguan hubung singkat yang terjadi penting untuk diketahui oleh pihak PT.PLN (Persero) sebagai referensi untuk digunakan pada pemasangan dan penyetelan relai proteksi yang tepat agar meningkatnya keandalan sistem pada pendistribusian tenaga listrik.

2. Bagi mahasiswa yang ingin melakukan analisis hubung singkat, perlu menambahkan data arus gangguan hubung singkat yang terjadi dilapangan agar dapat dilihat perbandingan antara hasil perhitungan, hasil simulasi dan data arus gangguan yang terjadi dilapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, Irfan. 2009. "Analisa Setting Relai Arus Lebih dan Relai Gangguan Tanah pada Penyulang Sadewa di GI Cawang". Skripsi. Depok: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- DIgSILENT GmbH. 2010. "Power Factory 14.0 User's Manual".
- Mardensyah, A. 2008. Studi Perencanaan Kordinasi Literatur. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- PLN. 2014. "Single Line Diagram Gardu Induk Panakkukang". Makassar: PT PLN (Persero) Tragi Panakkukang.
- PLN. 2014. "Laporan Evaluasi September 2014". Makassar: PT PLN (Persero) Tragi Panakkukang.
- Politeknik Negeri Ujung Pandang. 2011. Pedoman Penulisan Tugas Akhir, Makassar.
- Saadat, Hadi. 1999. "Power System Analysis". New York : WCB McGraw-Hil.
- Stevenson, W.D. 1996. Analisis Sistem Tenaga Listrik. Dialihbahasakan oleh Ir. Kamal Idris. Jakarta: Erlangga.
- Suswanto, Daman. 2009. Bahan Ajar Sistem Distribusi Tenaga Listrik. Padang: Fakultas Teknik Institut Teknologi Padang.
- Widianto, F. (2010). Analisis Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa pada Sistem Distribusi Standar IEEE 13 Bus Surakarta: Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.