

Rancang Bangun Modul Simulasi Line Fault Detector pada Jaringan Distribusi Berbasis Mikrokontroler

Rifki Insani Taufik¹, Budi Setiadi²

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

¹E-mail : rifki.insani.tlis18@polban.ac.id

²E-mail : budi.setiadi@polban.ac.id

ABSTRAK

Pada saluran jaringan distribusi permasalahan atau gangguan yang sering terjadi salah satunya adalah gangguan hubung singkat. Gangguan ini sering kali terlambat diatasi karena sulit untuk mendeteksi lokasi gangguan pada jaringan distribusi, sehingga memperlambat proses penanganan gangguan yang terjadi. Waktu pemulihan gangguan pada jaringan distribusi sudah seharusnya andal dikarenakan jaringan distribusi terhubung langsung ke beban atau konsumen. Sebuah sistem deteksi yang dapat menentukan lokasi gangguan diperlukan untuk bisa menangani gangguan dengan cepat dan akurat. Pembuatan modul simulator ini bertujuan untuk menentukan lokasi gangguan hubung singkat pada panjang saluran 60 km dengan metode penentuan lokasi gangguan berdasarkan nilai SIR (source impedance ratio) dan nilai tegangan gangguan terhadap tegangan sumber untuk mengetahui jarak gangguan pada jaringan distribusi. Hasil Perhitungan tegangan gangguan diimplementasikan dengan mikrokontroler untuk menampilkan jarak gangguan pada saluran jaringan distribusi. Dengan menggunakan metode persentase tegangan gangguan terhadap tegangan sumber lokasi gangguan dapat diketahui dengan rata-rata nilai error pada pengujian yang dilakukan pada simulator adalah 0,27 %.

Kata Kunci

Distribusi, Gangguan Hubung Singkat, deteksi gangguan

1. PENDAHULUAN

Sistem distribusi tenaga listrik merupakan bagian dari sistem tenaga listrik, dimana sistem distribusi ini berfungsi untuk menyalurkan energi listrik dari pembangkit sampai ke konsumen. Sistem distribusi tenaga memiliki peran dan fungsi yang vital dalam proses penyaluran energi listrik ke konsumen, hal ini dikarenakan jaringan distribusi yang terhubung langsung ke konsumen. Dalam penyaluran tenaga listrik tidak terlepas dari terjadinya sebuah gangguan (*fault*) yang menyebabkan bekerjanya relai dan jatuhnya pemutus tenaga, yang membuat sistem saluran distribusi mengalami gangguan, salah satu jenis gangguan yang terjadi pada saluran distribusi adalah gangguan hubung singkat.

Waktu pemulihan yang cepat dan andal ketika terjadi gangguan pada saluran distribusi diperlukan guna meminimalisir kerusakan pada alat dan juga karena jaringan distribusi yang terhubung ke beban. Menentukan lokasi gangguan dengan akurasi yang tinggi dan waktu yang cepat merupakan hal yang penting dalam sistem distribusi tenaga listrik agar sebuah gangguan bisa cepat untuk diperbaiki dan menghemat waktu untuk melakukan pemeriksaan dan perbaikan.

Pada penelitian [1] Thoriq Aziz Al Qoyyimi, Ontoseno Penangsang, Ni Ketut Aryani (2017). Penentuan Lokasi Gangguan Hubung Singkat Pada Jaringan Distribusi

20kV Penyulang Tegalsari Surabaya Dengan Metode Impedansi Berbasis GIS : Menunjukkan bahwa dari hasil pengujian dan analisis bahwa dengan identifikasi lokasi gangguan dengan menggunakan metode impedansi dapat digunakan untuk menentukan estimasi lokasi jarak gangguan hubung singkat. Perhitungan lokasi gangguan hubung singkat tergantung dari nilai pembagi nilai impedansi urutan positif, impedansi urutan negatif dan impedansi urutan nol saat terjadi gangguan.

Pada penelitian Hendri Agustina Sibarani, Firdaus (2019). Sistem penentuan lokasi gangguan pada jaringan distribusi 20 KV GI GARUDA SAKTI penyulang panam dengan metode impedansi : Penentuan jarak lokasi gangguan hubung singkat pada jaringan distribusi dapat dilakukan dengan metode impedansi di mana metode penelitian adalah dengan mensimulasikan gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah, fasa ke fasa dan tiga fasa pada single line diagram jaringan distribusi penyulang panam menggunakan software ETAP 12.6 [2].

Input yang digunakan dalam penentuan lokasi gangguan yaitu gangguan hubung singkat impedansi urutan positif, impedansi urutan negatif dan impedansi urutan nol dan juga tegangan sistem tiap bus yang mengalami gangguan [3].

Pada penelitian Andi Sofian, M.T (2017). Analisa Perhitungan Titik Gangguan pada Saluran Transmisi Menggunakan Metode Takagi Aplikasi PT.CHEVRON PACIFIC Indonesia. Dalam menentukan lokasi gangguan pada saluran transmisi saat menggunakan

metode takagi yang dibutuhkan adalah data sebelum gangguan dan data sebelum gangguan .Serta hasil analisa melalui tools fault locator didapat ketepatan rata-rata sebesar 97,5% yang dapat menentukan lokasi gangguan secara cepat, tepat, dan juga akurat [4].

Perangkat fault detector yang terpasang hingga kini belum dapat secara akurat mendeteksi lokasi terjadinya gangguan, sehingga masih membutuhkan waktu untuk menemukannya. Perangkat manual yang masih dipakai untuk mendeteksi arus gangguan hubung singkat saat ini diantaranya adalah Thermovisio dan HV-Test/Cable Fault Locater. Thermovisio bekerja atas dasar suhu panas dari suatu objek [5].

Penelitian yang akan ditampilkan dalam paper ini adalah menentukan lokasi gangguan pada jaringan distribusi saat terjadi gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah, dua fasa ke tanah dan tiga fasa ke tanah berdasarkan persentase tegangan gangguan terhadap tegangan sumber untuk bisa menentukan lokasi gangguan secara cepat dan akurat.

2. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

2.1 Gangguan Hubung Singkat

Gangguan hubung singkat adalah gangguan yang terjadi karena adanya kesalahan antara bagian-bagian yang bertegangan sehingga menyebabkan terjadinya arus yang sangat besar, hal ini terjadi karena adanya isolasi yang rusak karena tegangan lebih dimana suatu penghantar terhubung dengan penghantar lain atau ke tanah dan dapat menyebabkan terjadi arus yang sangat besar yang dapat merusak peralatan di sekitar titik gangguan (Suswanto, 2009) sehingga dapat merusak peralatan listrik yang ada di sekitar titik gangguan. Gangguan hubung singkat memiliki dua jenis tipe gangguan yaitu gangguan simetris yaitu gangguan tiga fasa dan gangguan tiga fasa ke tanah, jenis tipe gangguan yang kedua yaitu gangguan asimetris (gangguan satu fasa ke tanah, gangguan dua fasa ke tanah dan gangguan antar fasa)

2.2 Perhitungan Impedansi penyulang

Nilai impedansi dari sebuah penyulang atau saluran tergantung dari jenis penghantar, dengan mengetahui jenis penghantar yang digunakan pada penyulang dapat diketahui besarnya nilai impedansi per km dari penyulang yang akan dihitung. Hal lain yang mempengaruhi nilai impedansi sebuah penyulang yaitu perubahan temperature pada penyulang dan konfigurasi yang digunakan pada penyulang.

2.3 Source Impedance Ratio (SIR)

Source Impedance Ratio adalah nilai perbandingan dari nilai impedansi sumber terhadap nilai impedansi saluran, SIR merupakan sebuah metode yang direkomendasikan untuk mengklasifikasikan panjang

dari sebuah saluran. Nilai SIR dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 1

$$SIR = \frac{ZS}{ZL} \quad (1)$$

Dimana:

ZS = Impedansi saluran dibelakang rele

ZL = Impedansi Saluran

2.4 Perhitungan Lokasi Gangguan Berdasarkan Persentase Tegangan Gangguan

Penentuan titik lokasi gangguan didapat dari persentase tegangan gangguan terhadap tegangan sumber berdasarkan nilai SIR (source impedance ratio) Dengan rumus yang dipakai adalah sebagai berikut :

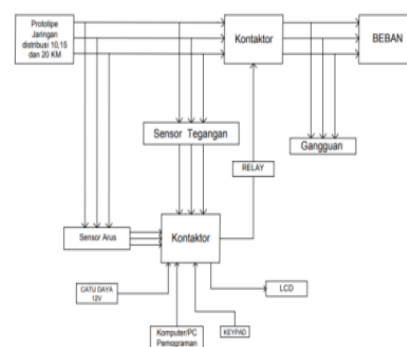
$$\% \text{ Tegangan Gangguan} = \frac{x}{x+SIR} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana nilai x merupakan titik lokasi gangguan dengan mengetahui nilai tegangan gangguan terhadap tegangan sumber bias diketahui titik lokasi gangguan

2.5 Rancangan Fungsional

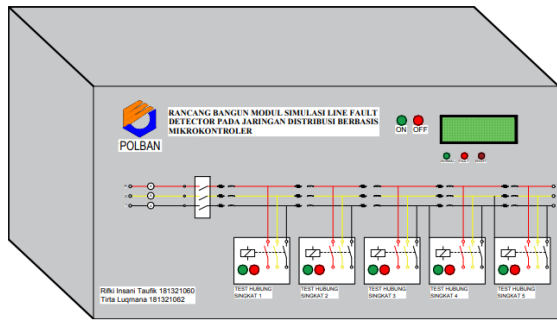
Penentuan titik lokasi hubung singkat di simulator jaringan dilakukan dengan membagi jaringan pada 5 segmen. Gangguan hubung singkat yang disimulasikan meliputi gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah ,gangguan hubung singkat dua fasa ke tanah dan gangguan hubung singkat tiga fasa ke tanah.

Pada simulator ini menggunakan tegangan input yaitu sebesar 25 V AC . Simulator akan menampilkan lokasi gangguan berdasarkan nilai tegangan gangguan yang terbaca oleh sensor tegangan ZMPT101B yang kemudian di proses oleh mikrokontroller untuk merubah nilai input analog menjadi digital kemudian ditampilkan pada LCD .



Gambar 1. Diagram Blok

Rancangan Kontruksi Modul Simulator



Gambar 2. Konstruksi Simulator

3. DISKUSI DAN PEMBAHASAN

Pada model simulator jaringan distribusi yang sudah dilakukan percobaan hubung singkat satu fasa ke tanah, dua fasa ke tanah dan tiga fasa ke tanah. Didapatkan nilai tegangan gangguan .

3.1 Hubung singkat satu fasa ke tanah

Tabel 1. Hasil simulasi gangguan satu fasa ke tanah

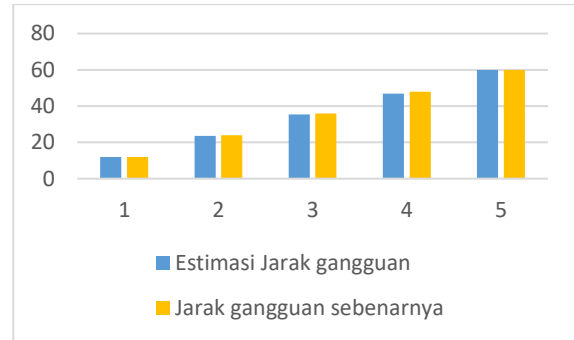
segmen	Tegangan gangguan (V)	Persentase tegangan gangguan terhadap sumber(%)	Estimasi Lokasi gangguan (KM)
1	2,30	9.22	11.98
2	4,22	16.89	23.67
3	5,84	23.37	35.43
4	7,22	28.90	46.93
5	8,42	33.70	59.89

Nilai yang didapatkan dianalisa dengan persamaan metode penentuan lokasi gangguan menggunakan sir (*source impedance ratio*) . Hasil Perhitungan estimasi jarak lokasi gangguan dan selisih antar perhitungan dan hasil pengujian dapat dilihat pada table 2 .

Tabel 2. Hasil Perhitungan estimasi jarak lokasi gangguan satu fasa ke tanah

Segmen	Estimasi Jarak gangguan	Jarak gangguan sebenarnya	Selisih jarak (KM)
1	11.98	12	0.02
2	23.67	24	0.33
3	35.43	36	0.57
4	46.93	48	1.07
5	59.89	60	0.11

Dapat dilihat selisih estimasi jarak gangguan yang didapatkan menggunakan metode persentase tegangan gangguan pada tabel 2 diketahui selisih jarak terbesar yaitu pada segmen 4 yaitu sebesar 1.07 KM .dan selisih terkecil pada segmen 1 yaitu sebesar 0,02 KM , dengan rata-rata *error* pada simulasi gangguan satu fasa ke tanah sebesar 0,42 KM



Gambar 6 . Grafik perhitungan dan jarak sebenarnya saat terjadi hubung singkat satu fasa ke tanah

3.2 Hubung singkat dua fasa ke tanah

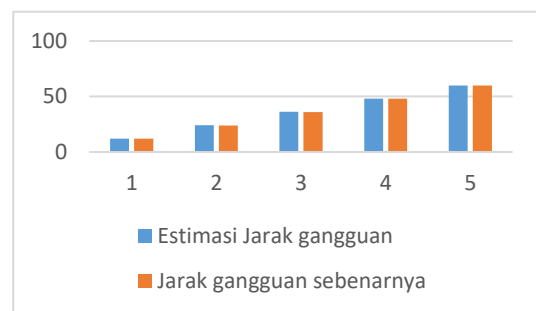
Tabel 3. Hasil simulasi gangguan dua fasa ke tanah

segmen	Tegangan gangguan	Persentase tegangan gangguan terhadap sumber	Estimasi Lokasi gangguan
1	2,49	9.97	12.01
2	4,46	17.87	24.03
3	6,09	24.39	36.035
4	7,53	30.012	48.04
5	8,71	34.865	60.06

Nilai yang didapatkan dari simulasi gangguan hubung singkat dua fasa ke tanah dianalisa dengan persamaan metode penentuan lokasi gangguan berdasarkan persentase tagangan gangguan . Hasil Perhitungan estimasi jarak lokasi gangguan dan selisih dari jarak sebenarnya dapat dilihat pada table 4 dan gambar 7 .

Tabel 4. Hasil Perhitungan estimasi jarak lokasi gangguan dua fasa ke tanah

Segmen	Estimasi Jarak gangguan	Jarak gangguan sebenarnya	Selisih jarak (KM)
1	12.01	12	0.01
2	24.03	24	0.03
3	36.035	36	0.35
4	48.04	48	0.04
5	60.06	60	0.06



Gambar 7 . Grafik perhitungan dan jarak sebenarnya saat terjadi hubung singkat dua fasa ke tanah

3.3 Hubung singkat tiga fasa ke tanah

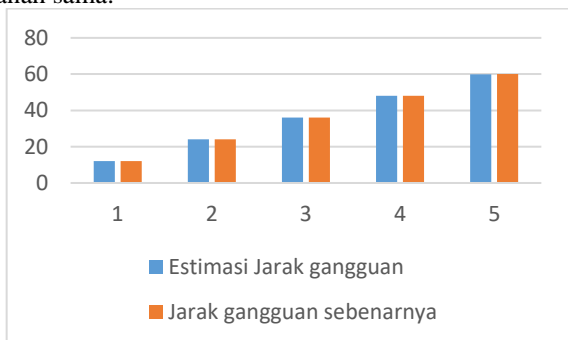
Tabel 5. Hasil simulasi gangguan tiga fasa ke tanah.

segmen	Tegangan gangguan	Persentase tegangan gangguan terhadap sumber(%)	Estimasi Lokasi gangguan (KM)
1	2,31	9.26	12.05
2	4,34	17.039	24.04
3	5,84	23.37	36.00
4	7,25	29.03	48.09
5	8,24	33.68	59.94

Tabel 6. Hasil Perhitungan estimasi jarak lokasi gangguan tiga fasa ke tanah

Segmen	Estimasi Jarak gangguan(KM)	Jarak gangguan sebenarnya (KM)	Selisih jarak (KM)
1	12.05	12	0.05
2	24.04	24	0.04
3	36.00	36	0
4	48.04	48	0.04
5	59.97	60	0.03

Berdasarkan tabel 4 dan 5 setelah dilakukan pengujian hubung singkat tiga fasa ke tanah diketahui nilai error terbesar terjadi pada segmen satu dimana selisih antara jarak gangguan saat simulasi dan sebenarnya adalah 0,5 dan error terkecil terjadi pada segmen lima dimana nilai perhitungan dan simulasi hubung singkat tiga fasa ke tanah sama.



Gambar 8 . Grafik perhitungan dan jarak sebenarnya saat terjadi hubung singkat dua fasa ke tanah.

Tabel 7. Nilai Error _Pada penentuan lokasi hubung singkat tiga fasa ke tanah.

Segmen	Error (%)			Lokasi gangguan (km)
	Satu fasa ke tanah	Dua fasa ke tanah	Tiga fasa ke tanah	
1	0,16	0.08	0.41	12
2	1.37	0.12	0.16	24
3	1,5	0.97	0	36
4	2,2	0.08	0.083	48
5	0,18	0.1	0.05	60

Berdasarkan tabel 5 dan 6 diketahui rata-rata error perhitungan dan jarak gangguan berbanding lurus dengan jarak gangguan semakin jauh dari sumber tegangan semakin besar nilai error pada simulator .Jarak panjang pada saluran distribusi membutuhkan ketelitian yang tinggi dalam memasukan dan menghitung semua parameter untuk menentukan lokasi gangguan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian pada simulator dan analisa menunjukan bahwa dalam menentukan jarak lokasi gangguan pada jaringan distribusi dapat dilakukan dengan menggunakan metode persentase tegangan gangguan terhadap tegangan sumber . Nilai persentase tegangan gangguan berbanding lurus dengan lokasi gangguan, semakin jauh lokasi gangguan, persentase tegangan gangguan terhadap sumber juga semakin besar .Rata-rata nilai error pada pengujian yang dilakukan pada simulator adalah 0,27 % dengan error terbesar terjadi pada gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah pada segmen tiga dengan nilai error sebesar 1,5 % .

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Politeknik Negeri Bandung atas dukungan dana Tugas Akhir, sesuai nomor No.B /74.8/PLI.R7/PG.00.03/2021.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Al Qoyyimi, Thoriq Aziz dkk. “Penentuan Lokasi Gangguan Hubung Singkat pada Jaringan Distribusi 20 kV Penyulang Tegalsari Surabaya dengan Metode Impedansi Berbasis GIS (Geographic Information System)”. Jurnal Teknik Its. 6. 1. (2017): B66-B67
- [2] Sibrani, Hendri Agustin dan Firdaus. “sistem penentuan lokasi gangguan pada jaringan distribusi 20 kv gi garuda sakti penyulang panam dengan metode impedansi”. Jom FTEKNIK. 6. 1. (2019): 1-2
- [3] Syofian, Andi. “Analisa Perhitungan Titik Gangguan pada Saluran Transmisi Menggunakan Metode Takagi Aplikasi PT.CHEVRON PACIFIC Indonesia”. Jurnal Teknik Elektro Itp. 6. 2. (2017): 204
- [4] S, Agusthinus, dkk. “ Analisis Gangguan Hubung Singkat Pada Jaringan Pemakaian Sendiri PLTU Bolok PT.SMSE (IPP) Unit 3 dan 4 Menggunakan Software ETAP 12.6.0 “. (2019)
- [5] Suswanto, D., Sistem Distribusi Tenaga Listrik, Teknik Elektro Universita Negeri Padang, Padang, 2009.
- [6] Wahyudi, SN, Proteksi Sistem Disribusi Tenaga Listrik, Garamond, Depok, 2012 .