

ANALISA BARU DALAM MENDETEKSI LETAK GANGGUAN HUBUNG SINGKAT JARINGAN 1 FASA

Solly Aryza¹, Zulkarnain Lubis², Muhammad Isa Indrawan³

^{1,3} Universitas Pembangunan Panca Budi

² Institut Teknologi Medan

sollyaryza@dosen.pancabudi.ac.id

ABSTRACT

This circuit is only for detecting the location of the 1-phase network short circuit fault. The single power supply that issues the 12 V voltage will be converted into 2 voltage sources, namely voltage (+) and voltage (-). This voltage is used to supply a parallel resistance circuit which functions to find the voltage difference to be measured. The voltage difference is sent to the op-amp. The op-amp used IC TL084 CN which has 4 op-amps and only uses 1 op-amp. After the output voltage from the op-amp, it is sent to the interface (ADC). The signal issued by the op-amp is still analog. Whereas we use a PC that can only receive digital signals. So that we need an interface circuit (ADC) so that the PC can receive signals from the circuit. The cable used to send the signal is using a RS 232 cable or serial USB cable. After the PC receives the signal via a serial USB cable, the signal is processed in Visual Basic 6.0. Before testing the tool, a calibration is carried out so that the resulting data is more accurate and will be displayed in Visual Basic 6.0.

Keywords: *Interference detection, Short Relations, New Analysis*

ABSTRAK

Rangkaian ini hanya untuk mendeteksi letak gangguan hubung singkat jaringan 1 fasa. Satu daya tunggal yang mengeluarkan tegangan 12 V tersebut akan di diubah menjadi 2 sumber tegangan, yaitu tegangan (+) dan tegangan (-). Tegangan ini di gunakan untuk mensuplai rangkaian tahanan paralel yang berfungsi untuk mencari selisih tegangan yang akan di ukur. Selisih tegangan tersebut di kirim ke op amp. Op amp yang di pakai IC TL084 CN yang memiliki 4 op amp dan hanya di pakai 1 op amp saja. Setelah keluaran tegangan dari op amp, maka di kirim ke *interface* (ADC). Sinyal yang di keluarkan oleh op amp masih berupa sinyal analog. Sedangkan kita menggunakan PC yang hanya dapat menerima sinyal digital. Sehingga di perlukan rangkaian *interface* (ADC) agar PC dapat menerima sinyal dari rangkaian tersebut. Kabel yang di gunakan untuk mengirim sinyal tersebut menggunakan kabel RS 232 atau kabel USB serial. Setelah PC menerima hasil sinyal melalui kabel USB serial, maka sinyal tersebut di olah pada Visual Basic 6.0. Sebelum menguji alat tersebut, dilakukan kalibrasi terlebih dahulu agar hasil data yang di dihasilkan lebih akurat yang akan di tampilkan di Visual Basic 6.0

Kata Kunci : Mandeteksi gangguan, Hubungan Singkat, Analisa Baru

PENDAHULUAN

Sistem proteksi merupakan komponen penting untuk menjaga kelangsungan dan kehandalan penyaluran energy listrik. Sistem proteksi berfungsi untuk melindungi peralatan dari kerusakan pada saat terjadinya gangguan serta melokalisir gangguan agar tidak meluas. Dengan sistem proteksi yang baik, maka kerugian yang tidak diinginkan bisa di hindarkan, terutama pada peralatan vital seperti pada peralatan elektronik di gedung perkantoran (Aryza et al., 2018).

Di dalam kelistrikan tidak terlepas dari penggunaan kabel sebagai sarana penghubung dan sarana penyalur daya dari pusat ke konsumen (Wijaya, 2019), yaitu rumah tangga dan instalasi yang pada umumnya ditanam di dinding dimana bertujuan untuk keamanan atau menghindari hal-hal yang membahayakan keselamatan. Tetapi tak jarang mengalami gangguan, seperti terjadinya hubung singkat antar kabel yang mengakibatkan terganggunya sistem kelistrikan dan hal ini dapat membahayakan manusia. Sehingga diperlukan suatu alat yang efisien dan dapat digunakan untuk mengetahui adanya gangguan hubung singkat sekaligus mengetahui letak hubung singkat pada kabel (Hesari & Sistani, 2017).

KAJIAN TEORI

Bahan isolasi terbagi menjadi 3 antara lain : padat, cair ataupun gas (Bobade et al., 2015). Isolasi tersebut akan terjadi tembus listrik atau hubung singkat jika kerusakan di akibatkan internal dan eksternal. Isolasi kabel tergolong isolasi padat, isolasi padat akan terjadi kerusakan diakibatkan kegagalan asasi, elektromekanik, streamer, thermal, dan erosi. Jika pelepasan listrik itu terjadi karena tembusnya isolasi bahan padat maka dikatakan terjadilah tembusan, kerusakan isolasi bahan padat selalu meninggalkan bekas kerusakanyang permanen. Gangguan demikian disebut juga gangguan permanen. Berdasarkan lama terjadinya gangguan (Solly Aryza, 2017: Gangguan Transient, merupakan gangguan yang hilang dengan sendirinya apabila pemutus tenaga terbuka dari saluran transmisi untuk waktu yang

singkat dan setelah itu dihubungkan kembali.

Sebab-sebab terjadinya gangguan temporair, misalnya :

- 1) Karena petir dan lain-lain.
- 2) Karena burung-burung, daun-daun, benang layang-layang, dsb.
- a. Gangguan permanen, merupakan gangguan yang tidak hilang atau tetap ada apabila pemutus tenaga terbuka pada saluran tranmisi untuk waktu yang singkat dan setelah itu dihubungkan kembali.

Sebab-sebab terjadinya gangguan permanen :

- 1) Karena terjadinya tegangan lebih (oleh petir, dsb) yang melebihi kekuatan isolasi itu.
- 2) Karena kerusakan mekanis pada isolasi.
- 3) Karena terjadinya proses memburuknya isolasi itu sendiri. Misalnya karena kelembaban dan pemanasan.
- 4) Karena kesalahan operasi.

Jika berdasarkan kesimetrisannya, gangguan dibedakan menjadi 2 bagian :

- a. gangguan asimetris, dimana gangguan yang mengakibatkan tegangan dan arus yang mengalir pada setiap fasanya menjadi tidak seimbang, gangguan ini terdiri dari:
 - 1) Gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah
 - 2) Gangguan hubung singkat dua fasa
 - 3) Gangguan hubung singkat dua fasa ke tanah
- b. Gangguan simetris, dimana gangguan yang terjadi pada semua fasanya sehingga arus maupun tegangan setiap fasanya tetap seimbang setelah gangguan terjadi. Gangguan ini terdiri dari:
 - 1) Gangguan hubung singkat tiga fasa

2) Gangguan hubung singkat tiga fasa ke tanah

Gangguan seperti ini disebut juga gangguan non-sistem.

a. Gangguan Tunggal dari Fasa ke Tanah pada Sistem Daya

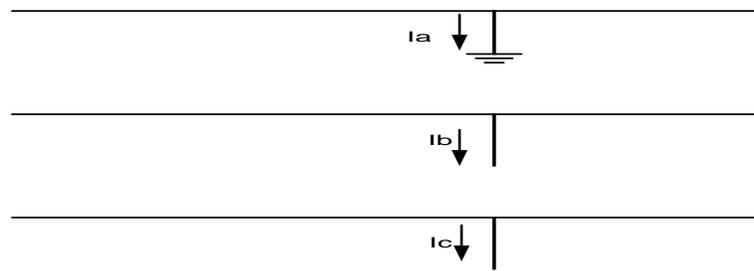
Untuk suatu gangguan tunggal dari fasa ke tanah, setiap fasa dari ketiga saluran dihubungkan seperti gambar 2.1. hubungan-hubungan yang berikut ini terdapat pada titik gangguan tersebut :

$$I_b = 0 \quad I_c = 0 \quad V_a = 0$$

Ketiga persamaan ini adalah sama seperti yang di pakai untuk gangguan dari fasa ke tanah.. Jadi untuk suatu gangguan dari fasa ketanah.

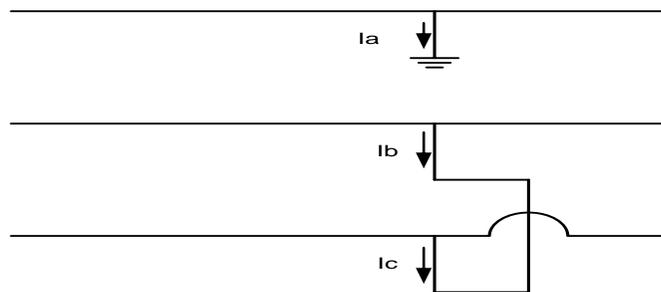
$$I_{a1} = I_{a2} = I_{a0} \dots \dots \dots (2.1)$$

$$I_{a1} = \frac{V_f}{Z_1 + Z_2 + Z_0} \dots \dots \dots (2.2)$$



Gambar 1. Diagram sambungan fasa-fasa untuk suatu gangguan dari fasa ke tanah

Persamaan 2.1 dan 2.2 menunjukkan bahwa ketiga jala-jala urutan harus di hubungkan seri melalui titik gangguan agar dapat menirukan suatu gangguan tunggal dari fasa ke tanah.



Gambar

2. diagram sambungan fasa ke fasa suatu gangguan antar fasa

b. Gangguan antar fasa pada sistem daya

Untuk suatu gangguan antar fasa, setiap fasa pada ketiga saluran pada gangguan tersambung seperti ditunjukkan dalam gambar 2.3. Pada gangguan tesebut terdapat hubungan-hubungan berikut ini

$$V_b = V_c \quad I_a = 0 \quad I_b = -I_c$$

Persamaan-persamaan diatas adalah identik bentuknya dengan persamaan-persamaan yang di pakai untuk suatu gangguan antar fasa pada suatu generator yang terisolir.

$$V_{a1} = V_{a2} \dots \dots \dots (2.3)$$

$$I_{a1} = \frac{V_f}{Z_1 + Z_2} \dots \dots \dots (2.4)$$

Persamaan-persamaan (2.3) dan (2.4) menunjukkan bahwa jala-jala urutan-positif dan negative harus dihubungkan secara paralel pada titik gangguan agar dapat menirukan suatu gangguan antar-fasa.

c. Gangguan Ganda dari fasa ke Tanah pada suatu sistem daya

Untuk suatu gangguan ganda fasa ketanah, fasa-fasa disambungkan seperti ditunjukkan dalam gambar 2.3. terdapat hubungan-hubungan yang berikut ini pada gangguan :

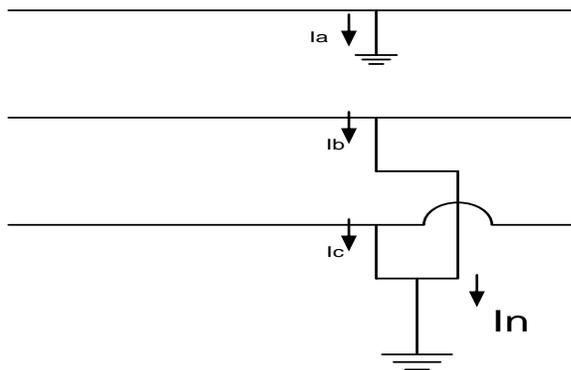
$$V_b = V_c = 0$$

$$I_a = 0$$

Dengan membandingkan dengan penurunan yang dibuat, di dapat

$$V_{a1} = V_{a2} = V_{a0} \dots \dots \dots (2.4)$$

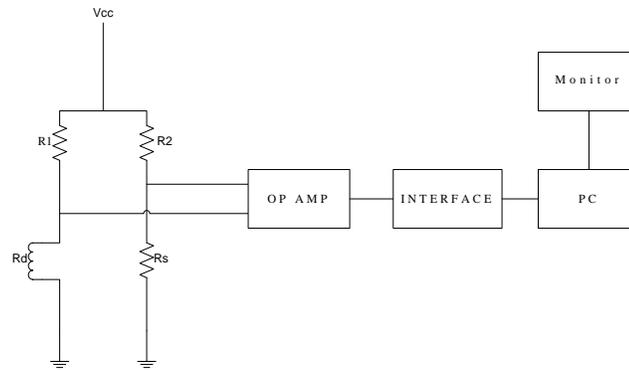
$$I_{a1} = \frac{V_f}{Z_1 + Z_2 Z_0 / (Z_2 + Z_0)} \dots \dots \dots (2.5)$$



Gambar 3. Diagram sambungan fasa-fasa untuk suatu gangguan ganda dari fasa ke tanah

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian dengan melakukan perancang alat pendeteksi letak gangguan hubung singkat jaringan 1 fasa berbasis interface computer. Komputer digunakan sebagai unit untuk mendapatkan tampilan letak gangguan hubung singkat. Interface yang ada berfungsi sebagai pengubah sinyal analog ke digital supaya komputer dapat membaca sinyal dari alat tersebut. Aksi resistor ini adalah sebagai pembagi tegangan baik dari tahanan resistor maupun tahanan kabel itu sendiri. Dan OP AMP berfungsi sebagai penguat tegangan



Gambar 4. Blok diagram alat pendeteksi letak hubung singkat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan Rangkaian

Bab ini membahas tentang perancangan dan pembuatan alat pendeteksi terjadinya letak gangguan hubung singkat. Perancangan sistem ini meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Perancangan perangkat keras meliputi perancangan resistor, catu daya, penguat yang berfungsi untuk menguatkan tegangan agar dapat dibaca ADC, bagian ketiga adalah ADC yang berfungsi untuk mengubah data analog menjadi data digital dan PC. Sedangkan perangkat lunak meliputi program *Visual Basic 6.0*. Beberapa aspek lain yang perlu dijelaskan dalam pembahasan bab ini adalah penentuan spesifikasi dari sistem yang dirancang, blok diagram dan prinsip kerja sistem.

Perangkat Keras (*hardware*)

a) Rangkaian catu daya

Rangkaian catu daya yang digunakan berguna untuk memberikan daya yang cukup sehingga seluruh rangkaian dapat melaksanakan fungsinya dengan baik. Adapun rangkaian catu daya terdiri dari beberapa bagian yaitu :

1) Penurun tegangan

Penurun tegangan yang digunakan adalah transformator step down jenis center tap (CT). Transformator ini berfungsi untuk menurunkan tegangan AC 220 V menjadi tegangan AC 12 V, dimana besarnya arus yang akan digunakan untuk mensuplai rangkaian dari alat tersebut. Kemudian tegangan output di searahkan oleh diode dan di stabilkan menjadi 12 V dengan menggunakan IC regulator 12 V (7812)

2) Penyearah Tegangan

Penyearah yang digunakan adalah dioda silikon sebagai penyearah gelombang penuh yang merubah bentuk gelombang AC menjadi DC dengan nilai frekuensi $2 \times 50\text{Hz}$, yaitu 100Hz. Dioda yang digunakan sebanyak 2 buah diode untuk menyearahkan gelombang positif dan ceter tap (CT) sebagai output negatif dengan kapasitas arus dioda yang digunakan sebesar 1 A agar diode tidak bekerja terlalu berat. Output diode ini telah menjadi gelombang searah tetapi bentuk gelombang tersebut masih dalam keadaan tidak murni atau dengan kata lain masih ada gelombang riak.

Dimana tegangan puncaknya, yaitu : $V_{RMS} = 0,707 \times V_P$

$$V_P = \frac{V_{RMS}}{0,707}$$

$$V_P = \frac{12V}{0,707}$$

$$V_P = 16,97 \text{ Volt}$$

Sehingga tegangan DC yang dihasilkan (masih berupa tegangan DC ripple), yaitu :

$$V_{DC} = 0,636 \times V_P$$

$$V_{DC} = 0,636 \times 16,97 \text{ V}$$

$$V_{DC} = 10,79 \text{ Volt}$$

3) Filter

Filter yang digunakan adalah kapasitor elektrolit. Kapasitor ini berfungsi untuk menyaring (memfilter) atau untuk meratakan tegangan output dari dioda sehingga output filter menghasilkan bentuk gelombang searah yang rata (murni) dengan output tegangan 5 VDC. Kapasitor ini bernilai 220 μ F/25V. setelah dipasang kapasitor, maka V_{DC} yaitu :

$$V_{DC} = V_P - \frac{V_{ripple}}{2}$$

Dimana dengan menetapkan tegangan ripple (V_{ripple}) sebesar 10 % dari V_P , maka didapat :

$$\begin{aligned} V_{ripple} &= \frac{10}{100} \times 16,97V \\ &= 1,697 \text{ Volt} \end{aligned}$$

Sehingga V_{DC} sekarang menjadi:

$$\begin{aligned} V_{DC} &= 16,97 - \frac{1,697}{2} \\ V_{DC} &= 16,12 \text{ Volt} \end{aligned}$$

Dengan diketahui tegangan ripple dan arus beban, dimana untuk arus beban ditetapkan berdasarkan arus maksimum yang digunakan, yaitu sebesar 500 mA. Maka, nilai dari kapasitor dapat ditentukan yaitu :

$$V_{ripple} = \frac{0,75 \times I}{f \cdot C}$$

dimana 0,75 adalah nilai konstanta

Sehingga dari rumus diatas, dapat hitung nilai capasitor yaitu :

$$\begin{aligned} C &= \frac{0,75 \times I}{f \cdot V_{ripple}} \\ &= \frac{0,75 \times 0,5}{100 \times 1,697} \\ &= 0,0002209 \\ &= 220,9 \mu\text{F} \end{aligned}$$

dengan alasan kapasitor tersebut tidak ada dipasaran, maka nilai kapasitor dipilih 220 μF .

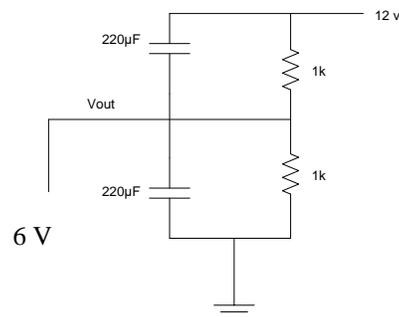
Untuk penggunaan IC regulator, pada outputnya nilai kapasitor ditambahkan untuk difilter kembali sesuai nilai pada data sheet IC regulator yang akan dipakai, dalam hal ini IC yang digunakan 7812.

4) IC Regulator

IC regulator yang dipakai adalah IC LM7812 untuk 12 V_{DC} sebagai penstabil tegangan yang mempunyai 3 kaki atau terminal. Kaki 1 berfungsi tegangan input (V_{in}) yang berasal dari kutub positif (+) baterai, kaki 2 berfungsi sebagai ground (GND) atau negative dihubungkan dengan kutub negative (-), dan kaki 3 berfungsi sebagai output (V_{out}). IC regulator ini di pergunakan untuk mendapatkan tegangan output konstan. Oleh sebab itu diperlukan rangkaian yang menstabilkan tegangan menjadi 12V.

b) Catu daya single

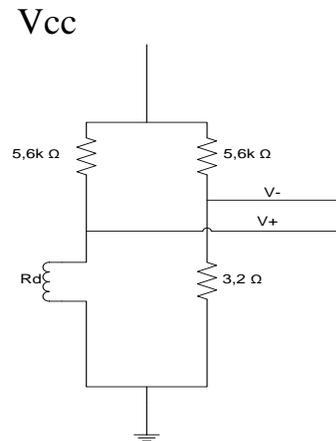
Di dalam rangkaian ini sangat di perlukan catu daya yang mengeluarkan tegangan positif (+) dan tegangan negative (-). Tegangan ini di fungsikan untuk sumber tegangan pada rangkaian pembagi tegangan dan op amp. Input op amp terdiri dari tegangan positif (+) dan tegangan negative (-).



Gambar 5. Catu daya single

c) Resistor

Resistor berfungsi sebagai pembagi tegangan. Nilai dari sebuah resistor dinyatakan dalam satuan Ohm (Ω) dari suatu resistor maka semakin besar pula resistansi dari resistor tersebut. Pada rangkaian ini resistor digunakan sebagai pembagi tegangan supaya mendapatkan perbedaan selisih tegangan yang akan dikirimkan ke op amp.



Gambar 6. Rangkaian pembagi tegangan

Dimana untuk mencari tegangan yang masuk adalah =

$$R_t = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

$$= \frac{5609\Omega \times 5603,2\Omega}{5609\Omega + 5603,2\Omega}$$

$$= 2803\Omega$$

$$V_r = I \times R_t$$

$$= 0,001 \times 2803$$

$$= 2,803 \text{ V}$$

Jadi, V_{in} untuk menyuplai beban tersebut adalah

$$V_{in} = V - V_r$$

$$= 6\text{v} - 2,8\text{v}$$

$$= 3,2\text{v}$$

Dimana tegangan yang dihasilkan tiap-tiap tahanan adalah :

$$V_- = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{in}$$

$$= \frac{3,2\Omega}{5600\Omega + 3,2\Omega} 3,2\text{v}$$

$$= \frac{3,2\Omega}{5603,2\Omega} 3,2\text{v}$$

$$= 0,00057 \times 3,2$$

$$V(-) = 0,002 \text{ V}$$

$$V_+ = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{in}$$

$$= \frac{9\Omega}{5600\Omega + 9\Omega} 3,2 \text{ v}$$

$$= \frac{9\Omega}{5605\Omega} 3,2 \text{ v}$$

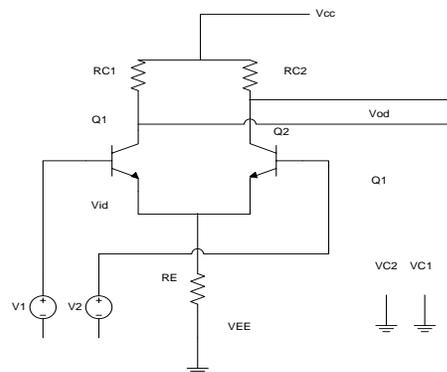
$$V(+) = 0,0047$$

d) Rangkaian Op-Amp sebagai penguat tegangan

Penguat operasional (Op-Amp) merupakan komponen elektronika analog yang berfungsi sebagai amplifier multiguna dalam bentuk IC dan memiliki simbol sebagai berikut :

Operasional amplifier (Op-Amp) memiliki karakteristik sebagai berikut :

- 1) Impedansi Input (Z_i) besar = ∞
- 2) Impedansi Output (Z_0) kecil = 0
- 3) Penguatan Tegangan (A_v) tinggi = ∞
- 4) *Band Width* respon frekuensi lebar = ∞
- 5) $V_0 = 0$ apabila $V_1 = V_2$ dan tidak tergantung pada besarnya V_1 .
- 6) Karakteristik operasional amplifier (Op-Amp) tidak tergantung temperatur / suhu.



Gambar 7. rangkaian dasar op-amp

Pada penguat diferensial diatas terdapat dua sinyal masukan (input) yaitu V_1 dan V_2 . Dalam kondisi ideal, apabila kedua masukan identik ($V_{id} = 0$), maka keluaran $V_{od} = 0$. Hal ini disebabkan karena $I_{B1} = I_{B2}$ sehingga $I_{C1} = I_{C2}$ dan $I_{E1} = I_{E2}$. Karena itu tegangan keluaran (V_{C1} dan V_{C2}) harganya sama sehingga $V_{od} = 0$. Apabila terdapat perbedaan antara sinyal V_1 dan V_2 , maka $V_{id} = V_1 - V_2$. Hal ini akan menyebabkan terjadinya perbedaan antara I_{B1} dan I_{B2}

Tegangan yang dikeluarkan dalam rangkaian adalah :

$$V_{out} = A \{V_{in(+)} - V_{in(-)}\}$$

$$\text{Dimana, } A = \frac{10.000 - 9}{9}$$

$$= 1110 \text{ kali}$$

$$= 1110 (0,0047 - 0,002)$$

$$V_{out} = 2.997 \text{ V}$$

e) ADC

Tegangan yang di terima oleh ADC sebesar 2 v maka akan di olah menjadi data :

$$\begin{aligned} \text{Dimana, data} &= \frac{V_{in}}{5} \times 1024 \\ &= \frac{2,997}{5} \times 1024 \end{aligned}$$

$$\text{Data} = 613,78$$

setelah data di dapatkan, maka data akan di kirimkan ke PC melalui kabel USB serial

f) Media Komunikasi Data

Media komunikasi data yang digunakan pada rancangan ini adalah dengan menggunakan kabel *USB serial* yang dihubungkan ke PC.

$$\begin{aligned} \text{Dimana, data} &= \frac{613,78}{4} \\ &= 153,25 \end{aligned}$$

153,25 itu adalah data yang akan dikirimkan ke Visual basic. Setelah itu, jarak belum dapat di pastikan karena itu masih bersifat data. Maka hasil data tersebut harus di kalibrasi dengan cara membagi 3.8. Maka jarak kabel yang terjadi hubung singkat dapat di pastikan berada di titik 40 M.

Perangkat Lunak

a. Visual Basic 6.0

Langkah-langkah umum membuat program :

- 1) Menempatkan komponen yang dibutuhkan pada jendela form menggunakan tools yang ada pada jendela *toolbox*, atur tata letak komponen.
- 2) Mengatur property kompoonenn melalui jendela *properties*
- 3) Menuliskan kode program pada jendela kode, sesuai dengan event suatu kejadian yang akan dirasakan oleh komponen. Misalnya klik dan sebagainya.

Mendesain form utama untuk tampilan tangkai alat :

- 1) Letakkan *control command button* yang berfungsi sebagai tombol-tombol untuk melihat data.
- 2) Label-label digunakan untuk menuliskan keterangan.
- 3) *Textbox* digunakan untuk menuliskan nama fasilitas atau angka
- 4) MS Comm digunakan sebagai komunikasi computer dengan piranti luar yang dihubungkan dengan aplikasi yang tersedia.



Gambar 8. tampilan pengukuran letak hubung singkat

Kelemahan rancangan

1. Rancangan ini hanya dapat mengukur atau mendeteksi letak gangguan hubung singkat pada 1 jalur jaringan fasa saja.
2. Apabila ingin mengukur menggunakan kabel jenis lain dan diameter lain, maka kita harus mengkalibrasi alat tersebut dan menentukan perbandingan tahanan.

Cara Kerja Rangkaian Secara Keseluruhan

Rangkaian ini di rancang hanya untuk mendeteksi letak gangguan hubung singkat jaringan 1 fasa. Pada rancangan ini tegangan yang diperlukan adalah tegangan positif(+) dan tegangan negative(-). Satu daya tunggal yang mengeluarkan tegangan 12v tersebut akan di diubah menjadi 2 sumber tegangan, yaitu tegangan (+) dan tegangan (-). Tegangan ini di gunakan untuk menyuplai rangkaian tahanan paralel yang berfungsi untuk mencari selisih tegangan yang akan di ukur. Selisih tegangan tersebut di kirim ke op amp agar diolah. Op amp yang di pakai adalah op amp yang ada pada IC TL084 CN yang memiliki 4 op amp dan hanya di pakai 1 op amp saja.

Setelah keluaran tegangan dari op amp, maka di kirim ke *interface* (ADC). Sinyal yang di keluarkan oleh op amp masih berupa sinyal analog. Sedangkan kita menggunakan PC yang hanya dapat menerima sinyal digital. Oleh sebab itu di perlukan rangkaian *interface* (ADC) agar PC dapat menerima sinyal dari rangkaian tersebut. Kabel yang di gunakan untuk mengirim sinyal tersebut adalah dengan menggunakan kabel RS 232 atau kabel USB serial.

Setelah PC menerima hasil sinyal melalui kabel USB serial, maka sinyal tersebut di olah pada Visual Basic 6.0. Sebelum menguji alat tersebut, kalibrasi terlebih dahulu agar hasil data yang di hasilkan sesuai dengan jarak yang sesungguhnya pada pengukuran. Setiap kabel yang di gunakan, baik serabut maupun tunggal, diameter kecil ataupun besar, maka kita akan kalibrasi agar data yang di hasilkan sesuai dengan kenyataan. Setelah mengkalibrasi visual basic, maka kita dapat mengukur berapa jarak terjadinya hubung singkat dan data akan di tampilkan di Visual Basic6.0

KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan dan cara kerja rangkaian yang telah dirancang maka dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain :

1. Dari rancangan yang telah di buat maka diketahui bahwa perbedaan dari pembagian tegangan yang di hasilkan ataupun tahanan dapat mengetahui berapa letak gangguan hubung singkat 1 fasa dengan tampilan Visual Basic.
2. Pada rancangan interface, data yang di kirimkan secara analog dapat di ubah menjadi digital agar dapat di tampilkan di PC.
3. Rancangan ini dapat mengukur data hasil secara akurat jika panjang kabel yang ingin diukur letak gangguan itu adalah diatas 20 M.
4. Semakin besar diameter sebuah kabel, maka lebih besar pula tahanan kabel, oleh sebab itu kabel yang digunakan adalah berdiameter kecil (serabut).

DAFTAR PUSTAKA

- Aryza, S., Irwanto, M., Khairunizam, W., Lubis, Z., Putri, M., Ramadhan, A., Hulu, F. N., Wibowo, P., Novalianda, S., & Rahim, R. (2018). An effect sensitivity harmonics of rotor induction motors based on fuzzy logic. *International Journal of Engineering and Technology(UAE)*, 7(2.13 Special Issue 13), 418–420. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.13.16936>
- Bobade, T. S., Anushri, S., Garud, A. S., Kaware, U. W., & Dehankar, R. K. (2015). Induction Motor Speed Control Using Android Application. *Induction Motor Speed Control Using Android Application*, 3(2), 140–144.
- Hesari, S., & Sistani, M. B. N. (2017). Efficiency improvement of induction motor using fuzzy-genetic algorithm. *30th Power System Conference, PSC 2015*, 4(2), 210–216. <https://doi.org/10.1109/IPSC.2015.7827750>
- Solly Aryza, Hermansyah, Muhammad Irwanto, Zulkarnain Lubis, A. I. (2017). a Novelty of Quality Fertilizer Dryer Based on Solar Cell and Ann. *Scopus*, 1–5.
- Wijaya, T. K. (2019). Perancangan Panel Aotomatic Transfer Switch Dan Auotomatic Dengan Kontrol Berbasis Arduino Main Failure. *Sigma Teknika*, 2(2), 207. <https://doi.org/10.33373/sigma.v2i2.2058>