

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING ARUS BOCOR ISOLATOR BERBASIS PLC

FAJRI MUHARAM^{1*}, WALUYO¹

¹Institut Teknologi Nasional Bandung
Email: fajrimuharam06@gmail.com

Received 21 08 2023 | Revised 28 08 2023 | Accepted 28 08 2023

ABSTRAK

Sistem monitoring arus bocor isolator memiliki peran penting dalam menjaga integritas isolator listrik serta mencegah potensi kegagalan isolasi yang dapat mengakibatkan gangguan pada sistem kelistrikan. Dalam upaya ini, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem monitoring arus bocor isolator yang menggunakan PLC.

Pada tahap perancangan, dilakukan analisis kebutuhan sistem yang mencakup pemilihan sensor arus bocor dan komponen pendukung lainnya. PLC dipilih sebagai otak utama sistem karena fleksibilitasnya dalam mengontrol dan memonitor perangkat elektronik. Sistem dirancang untuk mendeteksi arus bocor isolator dengan akurasi tinggi dan memberikan tanggapan cepat dalam situasi darurat.

Pada saat percobaan didapat nilai rata-rata untuk batasan normal, medium, dan saat over voltage arus bocor isolator. Dimana batasan saat normal $< 1,4$, medium $1,4 - 1,69$, dan over voltage arus bocor isolator $> 1,69$ ditentukan ketika kelembaban tinggi dan suhu rendah.

Kata kunci: Monitoring Arus Bocor, Isolator, PLC, Sensor Arus, Keamanan Kelistrikan.

ABSTRACT

The insulator leakage current monitoring system has an important role in maintaining the integrity of electrical insulators and preventing potential insulation failures that can cause interference with the electrical system. In this effort, this research aims to design and develop an insulator leakage current monitoring system that uses PLC.

In the design stage, a system requirements analysis is carried out which includes the selection of leakage current sensors and other supporting components. PLC was chosen as the main brain of the system due to its flexibility in controlling and monitoring electronic devices. The system is designed to detect insulator leakage current with high accuracy and provide quick responses in emergency situations.

During the experiment, the average value is obtained for normal, medium, and over voltage limitations of insulator leakage current. Where the limit when normal < 1.4 , medium $1.4 - 1.69$, and over voltage leakage current insulator > 1.69 is determined when high humidity and low temperature.

Keywords: Leakage Current Monitoring, Insulator, PLC, Current Sensor, Electrical Safety.

1. PENDAHULUAN

Untuk proses monitoring dan penendalian arus bocor isolator diperlukan suatu perangkat antar muka elektronik, perangkat yang bisa digunakan untuk monitoring dan pengendalian ini adalah SCADA (supervisory Control and Data Acquisition). SCADA adalah asistem pengawasan dan pengendalian, dengan caramelakukan pengumpulan dan Analisa data secara real time (Pandjaitan, 1999).

Dalam upaya meningkatkan pemantauan isolator, penelitian terdahulu telah menginvestigasi karakteristik dielektrik dari berbagai jenis isolator, seperti silicone rubber, epoxy resin, dan porselen. (Shahgholian, G., 2018) dalam penelitian mereka telah mengulas performa isolator silicone rubber dan epoxy resin dalam menghadapi pencemaran lingkungan. Begitu pula, (Kim, J. H., 2017) telah mengeksplorasi penggunaan sensor kapasitif untuk pemantauan arus bocor pada isolator berbahan polymer.

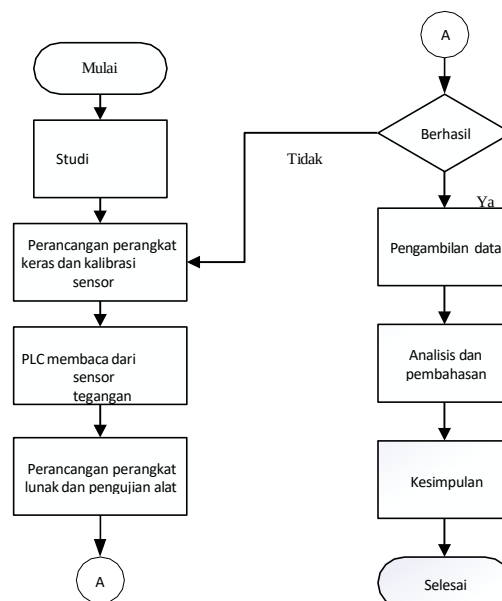
Selain mengontrol juga digunakan HMI untuk menyimpan data arus bocor secara real time. Data yang ada di MTU kemudian direpresentasikan dengan Human Machine Interfaces (HMI). HMI merupakan repreneentasi secara grafis dari sistem yang terdiri dari konfigurasi sistem, alarms, pengumpulan data, dan trend logging capabilities. HMI berupaperangkat lunak yang di install pada komputer pada lokasi MTU sehingga dapat memonitor dan mengendalikan proses pada plant secara remote (Yahya, Jadmiko, & Suharno, 2013).

Implementasi monitoring arus bocor isolator berbasis PLC dan HMI dapat membawa manfaat besar dalam meningkatkan keselamatan dan efisiensi dalam operasi peralatan listrik. Namun, pemilihan komponen yang tepat, perencanaan yang cermat, dan pemeliharaan berkala sangat penting untuk keberhasilan sistem ini.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Diagram Alir Metode Penelitian

Dalam proses penyusunan laporan penelitian mengenai "Data logger arus bocor isolator dengan PLC". Penulis melakukan studi literature, pengumpulan data, pengolahan data, dan langkah-langkah sistematis yang disusun dalam suatu metodologi penelitian. Adapun metodologi yang dilakukan dalam penelitian ini dijelaskan pada diagram alir Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Rancang Bangun Monitoring Arus Bocor Isolator Berbasis PLC

2.2 Langkah-langkah Penelitian

2.2.1 Studi Literatur

Studi literatur adalah langkah pertama yang harus dilakukan sebelum melakukan penelitian, dikumpulkan referensi dari mata kuliah yang telah diambil, serta beberapa karya ilmiah yang telah melakukan penelitian yang serupa untuk mendukung pelaksanaan penelitian.

2.2.2 Proses Menetapkan Kriteria Penelitian

Untuk mendukung proses penelitian, dilakukan pengumpulan data melalui observasi, wawancara, dan studi literatur terkait dengan obyek yang diteliti.

Berdasarkan observasi, diperoleh beberapa permasalahan yaitu:

1. Proses pengukuran.
2. Isolator yang digunakan dengan bahan jenis isolator gelas.
3. Keselamatan kerja yang kurang baik. Apabila tidak berhati-hati, tangan operator dapat kesentrum saat melakukan pengujian.

Dari wawancara yang dilakukan diperoleh data sebagai berikut:

1. Gunakanlah jenis isolator yang ada dan komponen-komponen yang mendukung.
2. Lakukan pengujian dengan alat yang seadanya dilaboratorium sebelum masuk ketahap penelitian, agar menghasilkan data yang diinginkan.

Setelah memperoleh semua data pendukung, langkah selanjutnya adalah pengolahan data melalui pendekatan teknis yang berhubungan dengan penelitian. Untuk dapat mengetahui potensi dari penelitian ini, maka diberikan beberapa parameter seperti: amperemeter, dan voltmeter yang dilakukan pengukuran secara manual. Dan untuk mengetahui factor apa saja yang dapat mempengaruhi besarnya arus bocor maka dilakukan beberapa hal yaitu: melakukan percobaan dengan beberapa sensor yang berbeda, dan melakukan percobaan secara simulasi untuk mengetahui program PLC untuk kontrolnya untuk mencoba apakah sensor yang digunakan dapat dibaca oleh PLC.

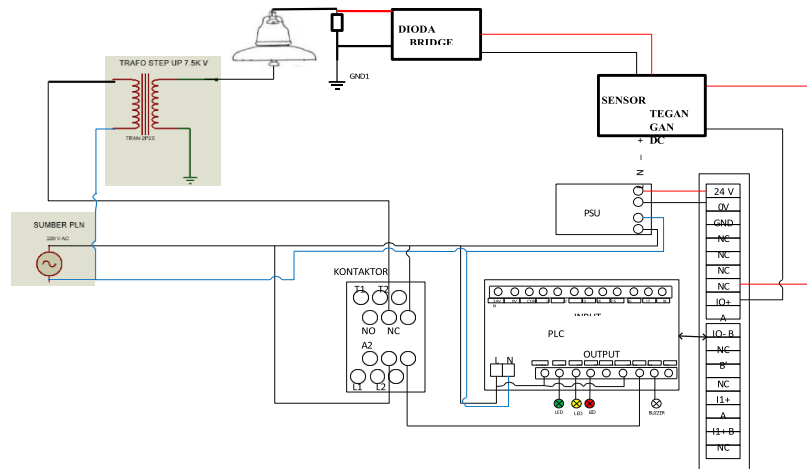
Sensor analog yang dihubungkan dengan ekspansi modul analog TM3TI4 dimana ekspansi itu yang sudah dihubungkan dengan PLC TM221CE16R dimana modul analog itu harus di setting sesuai dengan range sensornya dan di scale supaya menghasilkan nilai yang linier. Untuk input analognya yaitu DC sehingga dari arus bocor isolator (AC) harus dirubah dahulu menjadi DC dengan rangkaian diode bridge rectifier serta memakai sensor tegangan DC sebagai pengaman. Ketika ada tegangan lebih dari 10 VDC tidak dapat merusak rangkaian PLC dikarekan pada rangkaian sensor tegangan VDC itu perbandingannya 1:5, jadi Ketika tegangan yang masuk dari isolator ke rangkaian bridge rectifier itu di perkecil 5 kalinya sehingga aman.

2.2.3 Rangkaian Uji dan Perancangan Perangkat Lunak

2.2.3.1. Rangkaian Uji

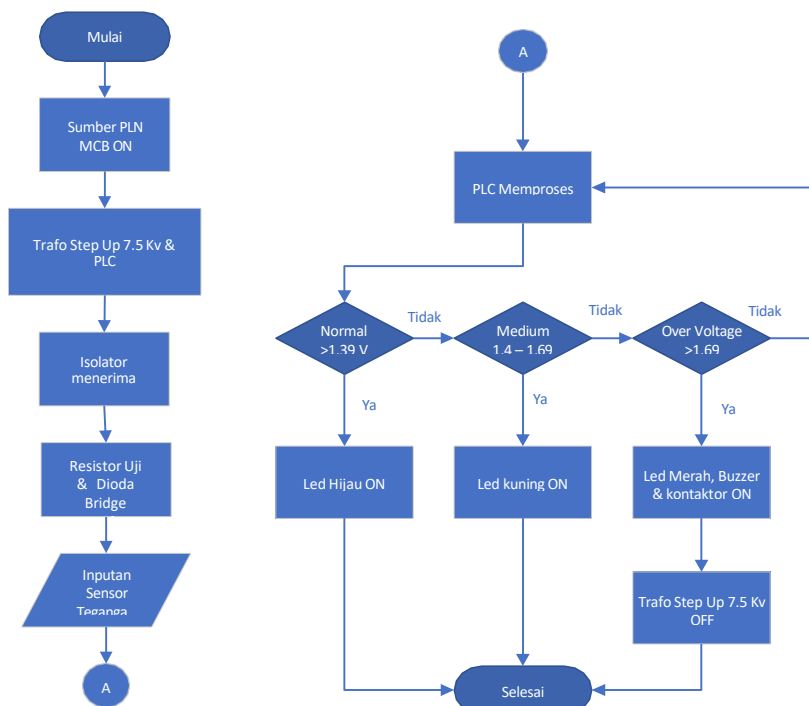
Pada proses penelitian, mempunyai tahapan-tahapan yang dilakukan pada penelitian.

Tahapan- tahapan penelitian tersebut ditunjukkan pada gambar 2.



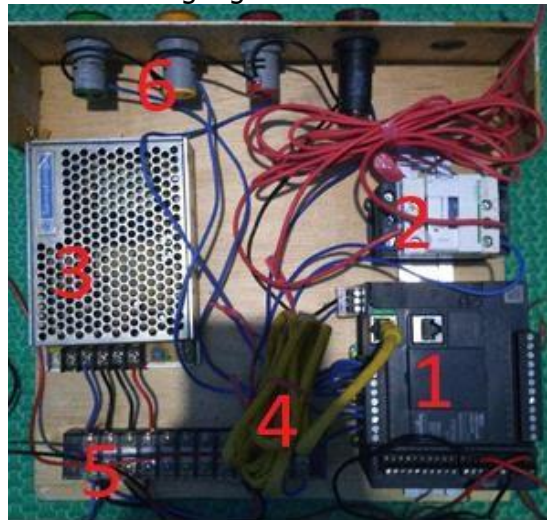
Gambar 2. Rancang Alat Data Logg Arus Bocor

Untuk rangkaian uji terdapat gambar rangkaiannya pada Gambar 2. di mana sumber satu fasa dari PLN di sambungkan ke MCB (Miniature Circuit Breaker) supaya dapat memutus aliran listrik ketika terjadi hubung singkat. Setelah itu, masuk ke contactor kemudian ke trafo step up 7.5k volt untuk dapat mengalirkan tegangan ke isolator yang akan di uji. kemudian dilakukan pengukuran nilai tegangan tegangan pada saat isolator sudah di aliri tegangan. Kemudian setelah isolator diberi tegangan maka bisa di ukur dengan multimeter memastikan tegangan masukan kemudian di hubungkan dengan sensor tegangan supaya dapat di baca oleh PLC nilai tegangan arus bocor isolator gelasnya, menggunakan sensor DC pembagi 5x dikarena untuk keamanan dari PLC itu sendiri karena Batasan PLC membaca sampe 10V DC, sehingga sensor itu sangat berperan penting untuk membaca tegangan arus bocor isolator dan sebagai keamanan dari PLCnya. Ada pula cara kerja rangkain diatas sebagai berikut:



Gambar 3. Diagram Alir Proses Pengukuran

Gambar 3. memperlihatkan urutan proses pengukuran pada penelitian ini. Penjelasan tiap proses pengukuran dan perancangan perangkat lunak sampai dapat menampilkan hasil pengukuran sesuai yang diharapkan. Proses perancangan perangkat lunak sensor tegangan. Pada saat alat penelitian di aliri tegangan 220V maka akan aktif dan bekerja serta mendeteksi sesuai parameternya. Isolator yang sudah diberi tegangan akan mengeluarkan arus bocor yang sudah dihubungkan ke resistor ukur dan menjadi keluaran tegangan yang melewati rangkaian diode bridge rectifier sebagai penyearah dan masuk ke sensor tegangan, nilai dari sensor tegangan yang sudah terhubung ke PLC akan menjadi nilai ADC. PLC memproses ketika nilai tegangan normal maka led hijau yang ON, sedangkan ketika nilai tegangan naik atau over voltage maka indikator merah yang ON dan kontaktor menerima proses dari PLC untuk memutus tegangan 220V.

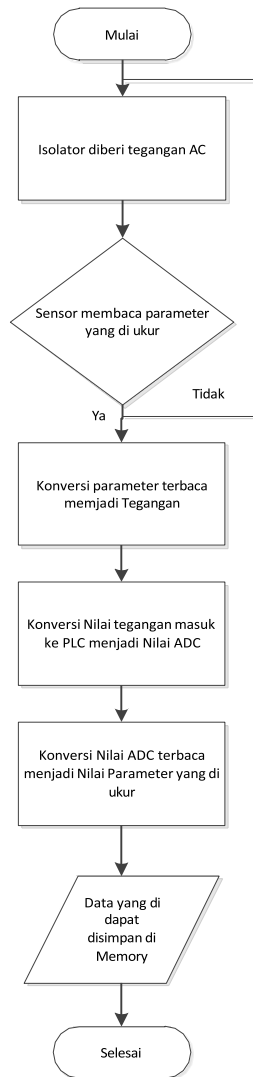


Gambar 4. Rangkaian Kontrol

Gambar 4 memperlihatkan rangkaian Kontrol selama penelitian, dimana nomor 1 PLC TM221CE16R sebagai komponen utama kontrol, no 2 kontaktor sebagai komponen untuk memutus dan menghubungkan tegangan ketika nilai arus bocor normal dan over current, no 3 power supply 24VDC untuk memberi tegangan pada ekspansi PLC, no 4 kabel LAN RJ45 sebagai kabel penghubung antara PLC dengan komputer, no 5 terminal blok sebagai komponen untuk menghubungkan jalur, no 6 indikator led sebagai komponen indikator lampu ketika normal, medium, dan over current.

2.2.3.2 Perancangan Perangkat Lunak

Gambar 4. Memperlihatkan tahapan-tahapan membuat program ladder diagram PLC pada software somachine basic.



Gambar 5. Diagram Alir Proses perangkat Lunak

Pada Gambar 5. Memperlihatkan proses perangkat lunak beroperasi dimana ketika isolator di aliri tegangan 7.5KV, arus bocor isolator dari fitting ujung isolator di hubungkan dengan resistor ukur 10KΩ yang terhubung ke rangkaian diode bridge rectifier dan sensor tegangan, output sensor tegangan terhubung ke PLC sehingga menghasilkan nilai ADC ke PLC dan di ubah menjadi parameter tegangan data yang di dapat disimpan di memory.

Ethernet

Device name: M221

☐ IP address by DHCP

☐ IP address by BOOTP

☒ Fixed IP address

IP address: 192 . 168 . 1 . 10

Subnet mask: 255 . 255 . 255 . 0

Gateway address: 0 . 0 . 0 . 0

Transfer Rate: Auto

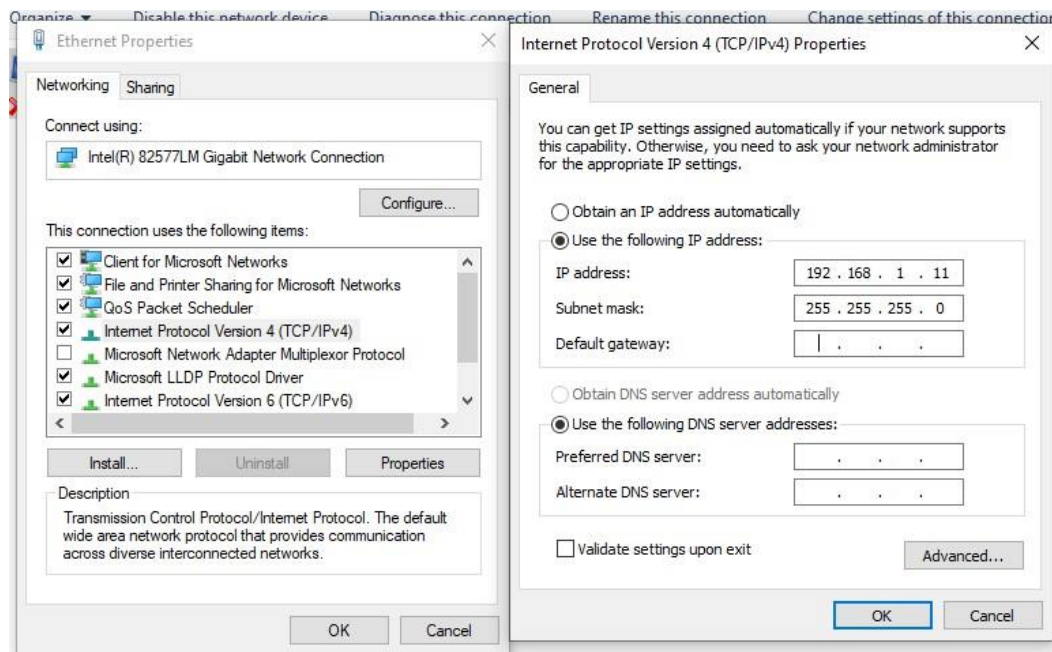
Security Parameters

- ☒ Programming protocol enabled
- ☒ EtherNet/IP protocol enabled
- ☒ Modbus server enabled
- ☒ Auto discovery protocol enabled

Apply Cancel

Gambar 6. Setting IP Somachine Basic

Pada Gambar 6. Memperlihatkan proses konfigurasi dimana ketika mau mengupload dan mendownload program ke PLC harus dilakukan konfigurasi IP dulu ketika memakai kabel LAN sebagai penghubung PLC dan komputer.



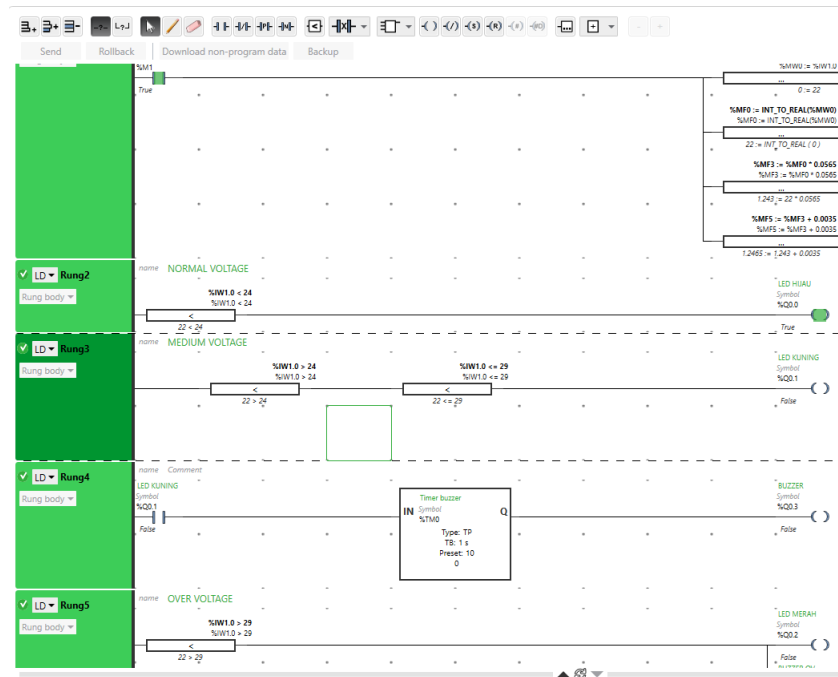
Gambar 7. Setting IP Komputer

Gambar 7. cara menghubungkan PLC schneider dengan Laptop dengan menggunakan kabel RJ45 dengan software so machine basic, setelah terhubung maka akan bisa di download dulu ladder diagramnya setelah selesai baru bisa disimulasikan terlebih dahulu untuk mengetahui sesuai tidaknya sesuai yang diinginkan.

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1 Data Pengukuran

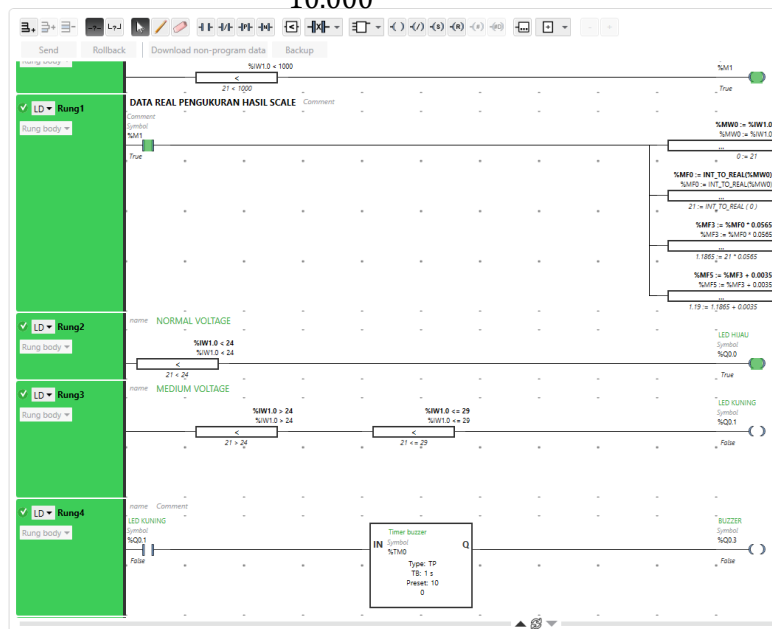
Pada Gambar 8. sampai Gambar 10. menampilkan data ladder diagram pengukuran pada somachine, pengukuran di ambil selama 1 hari dimana perharinya melakukan 3 kali pengukuran pada waktu pagi, siang dan malam. Dilakukan pengukuran beda waktu untuk mengetahui pembacaan sensor tegangan sehingga bisa dibaca dengan PLC.



Gambar 8. Data Leader Diagram Pengukuran Hari Pertama Pagi Hari

Pada gambar 8. Menampilkan pengukuran pada pagi hari dimana nilai arus bocor masih pada nilai normal. Pada pagi hari nilai tegangan arus bocor 1,246 dimana nilai arus bocornya 0,1246 mA dengan persamaan pembagi tegangan dengan nilai R 10 KΩ.

$$I = \frac{1,246}{10.000} = 0,1246 \text{ mA}$$

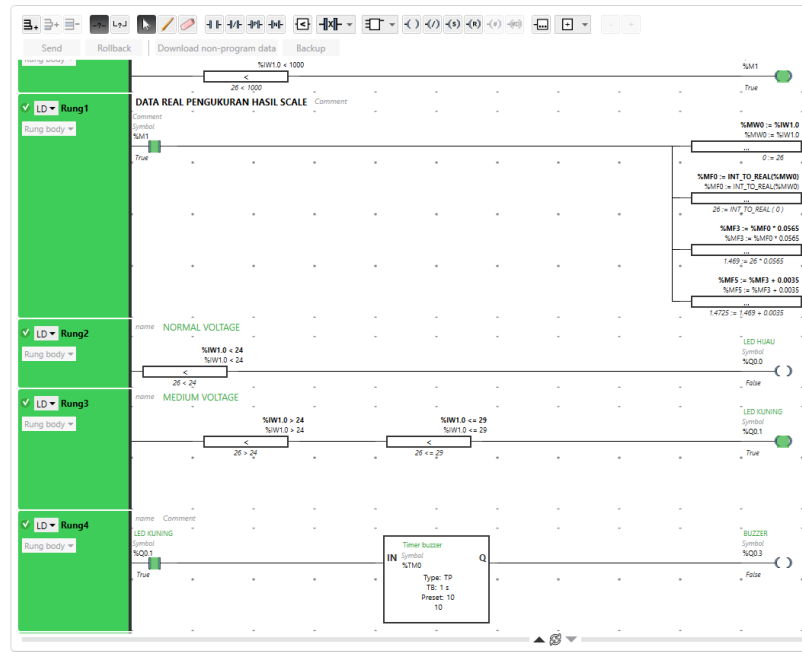


Gambar 9. Data Leader Diagram Pengukuran Hari Pertama Siang Hari

Pada gambar 9. Menampilkan pengukuran pada sing hari dimana nilai arus bocor masih pada nilai normal. Pada siang hari nilai tegangan arus bocor 1,12 dimana nilai arus bocornya 0,112 mA dengan persamaan pembagi tegangan dengan nilai R 10 KΩ.

$$I = \frac{1,12}{10.000}$$

$$= 0,112 \text{ mA}$$



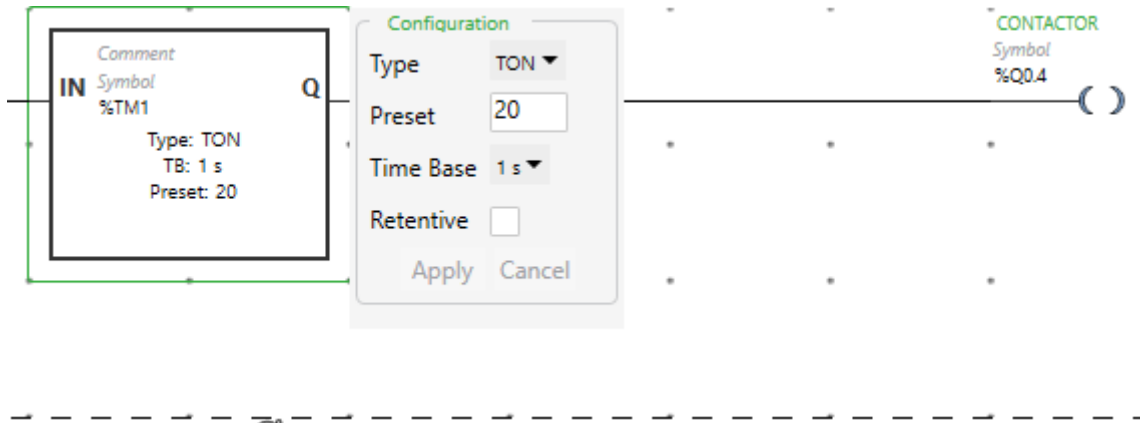
Gambar 10. Data Leader Diagram Pengukuran Hari Pertama Malam Hari

Pada gambar 10. Menampilkan pengukuran pada malam hari dimana nilai arus bocor naik sehingga led indicator kuning menyala sebagai. Pada malam hari nilai tegagangan arus bocor 1,47 dimana nilai arus bocornya 0,147 mA dengan persamaan pembagi tegangan dengan nilai R 10 KΩ.

$$I = \frac{1,47}{10.000} = 0,147 \text{ mA}$$

Jadi dari hasil gambar pengukuran di atas dimana semua pengukuran dalam keadaan normal dan medium tidak sampai over voltage yang mengakibatkan rangkain off dulu dimana telah di control pada leader diagram PLC.

Untuk mengontrol supaya Ketika arus bocor (over current) dan menunggu setabil. Kembali lagi ke medium current atau normal current dari rangkain control yang dibuat pertama di setting di bagian kontaktornya di leader digram kontrolnya.



Gambar 7. Data Leader Diagram control kontaktor

Untuk mengontrol ketika over current maka di settingan Function Block Timer dimana pada fungsi atau instruksi timer pada software Somachine Basic ada 3 tipe timer yang mempunyai fungsi berbeda-beda.

Tetapi tujuannya sama yaitu waktu atau timer, berikut tipe Function Block Timer dalam Somachine Basic:

1. TON: Timer on-Delay (default)
2. TOF: Timer off-Delay
3. TP: Pulse timer (monostable)

Dan terdapat juga varian (base) waktu dalam function block timer, dengan adanya banyak varian maka bertujuan agar memudahkan anda dalam memprogram dengan efisien.

Tabel 1. Pengukuran Arus Bocor Isolator Gelas Pagi Hari

Tanggal	Jam	V Trafo (KV)	V PLC (V)	Resistor (KΩ)	Arus Bocor Isolator (mA)
4/26/2021	8:00	7.5	1.2465	10	0.12465
4/27/2021	08.15	7.5	1.416	10	0.1416
4/28/2021	10:47	7.5	1.2995	10	0.12995
4/29/2021	9:00	7.5	1.303	10	0.1303
4/30/2021	9:00	7.5	1.303	10	0.1303
5/1/2021	8:30	7.5	1.2465	10	0.12465
5/2/2021	8:30	7.5	1.303	10	0.1303

Tabel 2. Pengukuran Arus Bocor Isolator Gelas Siang Hari

Tanggal	Jam	V Trafo (KV)	V PLC (V)	Resistor (KΩ)	Arus Bocor Isolator (mA)
4/26/2021	13:00	7.5	1.19	10	0.119
4/27/2021	13:00	7.5	1.303	10	0.1303

4/28/2021	13:15	7.5	1.19	10	0.119
4/29/2021	14:30	7.5	1.2465	10	0.12465
4/30/2021	14:00	7.5	1.19	10	0.119
5/1/2021	13:00	7.5	1.303	10	0.1303
5/2/2021	14:00	7.5	1.303	10	0.1303

Tabel 3. Pengukuran Arus Bocor Isolator Gelas Malam Hari

Tanggal	Jam	V Trafo (KV)	V PLC (V)	Resistor (K Ω)	Arus Bocor Isolator (mA)
4/26/2021	21:00	7.5	1.4725	10	0.14725
4/27/2021	21:00	7.5	1.416	10	0.1416
4/28/2021	21:30	7.5	1.2465	10	0.12465
4/29/2021	20:30	7.5	1.303	10	0.1303
4/30/2021	21:15	7.5	1.2465	10	0.12465
5/1/2021	20:00	7.5	1.3595	10	0.13595
5/2/2021	20:00	7.5	1.4725	10	0.14725

Pada Tabel 1. s/d table 3 dimana memperlihatkan hasil pengukuran selama 7 hari dimana nilai arus bocor, dengan tegangan Trafo step up 7.5K V dan nilai resistor ukur 10K Ω .

4. KESIMPULAN

Dari hasil kerja praktik yang telah dilakukan berdasarkan pengujian terdapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari beberapa nilai tegangan yang didapat pada pengukuran yang terbaca oleh system dipengaruhi oleh lingkungan dan hasil kalibrasi (scale) nilai ADC (Analog to Digital Converter) yang kebaca oleh PLC diambil 30 kali sample.
2. Pada saat percobaan didapat nilai rata-rata untuk batasan normal, medium, dan saat over voltage arus bocor isolator. Dimana batasan nilai tegangan saat normal $<1,4$, medium $1,4 - 1,69$, dan over voltage arus bocor isolator $>1,69$ ditentukan ketika kelembaban tinggi dan suhu rendah.
3. Pada saat pengukuran di outdoor, nilai arus bocor isolator dipengaruhi oleh lingkungan dimana pada saat pengambilan data dibagi menjadi 3 waktu pagi, siang, dan malam. Dimana nilai yang didapat pada ketiga waktu itu berbeda dikarenakan bedanya kelembaban dan suhu. Nilai arus bocor isolator tinggi pada malam hari $0,14725$ mA.

DAFTAR PUSTAKA

- Kim, J. H., K. K. (2017). An integrated monitoring system of leakage current for polymer insulators using capacitive sensors. IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, 953-961.
- Pandjaitan, B. (1999). Teknologi Sistem Pengendalian tenaga Listrik berbasis SCADA. Jakarta: Prenhalindo.
- Schneider Electric. (2018). Electrical Installation Guide.
- Shahgholian, G., & H. (2018). Comparative Evaluation of Pollution Performance of Silicone Rubber and Epoxy Resin Insulators. IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, 1335-1344.
- Yahya, S., Jadmiko, S. W., & Suharno, D. N. (2013, Desember). Rancang Bangun Protipe Perangkat Pengukuran dan Monitoring Besaran Listrik Menggunakan PLC Berbasis LabView. JTET, Vol.2 No.3 121-128.