

Smart Monitoring: Proteksi Transmisi dari Drop dan Over Voltage

Agus Kiswantonono¹

Fakultas Teknik, Teknik Elektro, Universitas Bhayangkara Surabaya

ARTICLE INFO

Article history:

Received
Revised
Accepted

Keywords :

Internet of Things (IoT)
Over current
voltage measurements
ACS712 sensor
LabView

ABSTRACT

In this research, current and voltage measurements were conducted to monitor and protect the electrical distribution system in real-time. The voltage was measured using a ZMPT101B sensor with a range of $\pm 250V$. An Arduino microcontroller was used to read the voltage values and calculate the average voltage over a specific period. This voltage measurement is crucial for detecting disturbances such as overvoltage and undervoltage. For instance, if the voltage exceeds 220V, the system detects the overvoltage condition and activates a relay to disconnect the electrical supply, thus protecting electrical equipment from damage due to excess voltage. Additionally, an ACS712 sensor was used to measure the current with a range of $\pm 5A$. The microcontroller calculates the average current value and detects any current surges exceeding the threshold of 5A. If the measured current exceeds this threshold, the system automatically activates the relay to disconnect the electrical supply, preventing damage to equipment or fires due to excessive current. With this protection system, it is expected to enhance the security and reliability of electrical distribution, as well as minimize the risk of disturbances that could damage equipment and improve the operational efficiency of the distribution system. The implementation of continuous current and voltage measurements also provides more accurate and responsive monitoring of the system's condition, facilitating prompt decision-making in a short time. This system is expected to be applied across various sectors to improve protection and efficiency in electrical energy distribution.

Pada penelitian ini, pengukuran arus dan tegangan dilakukan untuk memantau dan melindungi sistem distribusi listrik secara real-time. Tegangan diukur menggunakan sensor ZMPT101B dengan rentang $\pm 250V$. Mikrokontroler Arduino digunakan untuk membaca nilai tegangan dan menghitung nilai rata-rata tegangan dalam waktu tertentu. Pengukuran tegangan ini penting untuk mendeteksi gangguan seperti over voltage dan under voltage. Misalnya, apabila tegangan melebihi 220V, sistem akan mendeteksi kondisi over voltage dan mengaktifkan relay untuk memutus aliran listrik, sehingga melindungi perangkat listrik dari kerusakan akibat tegangan berlebih. Selain itu, sensor ACS712 digunakan untuk mengukur arus dengan rentang $\pm 5A$. Mikrokontroler menghitung nilai arus rata-rata dan mendeteksi lonjakan arus yang melebihi ambang batas, yaitu 5A. Jika arus yang terukur melebihi nilai ambang batas ini, sistem secara otomatis mengaktifkan relay untuk memutus aliran listrik, mencegah kerusakan pada perangkat atau kebakaran akibat arus berlebih. Dengan sistem proteksi ini, diharapkan dapat meningkatkan keamanan dan keandalan distribusi listrik, serta meminimalisir risiko gangguan yang dapat merusak peralatan listrik dan meningkatkan efisiensi operasional sistem distribusi listrik. Implementasi pengukuran arus dan tegangan yang terus-menerus juga memberikan pemantauan kondisi sistem secara lebih akurat dan responsif, memfasilitasi pengambilan keputusan yang tepat dalam waktu singkat. Sistem ini diharapkan dapat diterapkan di berbagai sektor untuk meningkatkan proteksi dan efisiensi dalam distribusi energi listrik.

corresponding Author:

Agus Kiswantonono, Fakultas Teknik, Teknik Elektro, Universitas Bhayangkara Surabaya
Email: kiswantonono@Ubhara.ac.id

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dalam bidang teknik listrik dan teknik informatika telah menciptakan peluang besar dalam meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem tenaga listrik. Salah satu implementasi utama dari sinergi kedua bidang ini adalah sistem pemantauan dan proteksi energi listrik secara real-time berbasis platform komputas. Sebelumnya, pemantauan sistem tenaga listrik masih bergantung pada metode konvensional yang mengharuskan insinyur berada di lokasi untuk melakukan pengecekan dengan peralatan fisik. Metode ini tidak hanya memakan waktu, tetapi juga rentan terhadap keterlambatan dalam mendeteksi gangguan, terutama ketika terjadi anomali tegangan seperti drop voltage (penurunan tegangan) atau over voltage (tegangan berlebih) [1][2][3], [4]. Sistem proteksi konvensional sering kali mengandalkan komponen mekanik yang memiliki keterbatasan dalam responsivitas dan akurasi, sehingga tidak dapat memberikan perlindungan optimal terhadap peralatan yang rentan terhadap perubahan tegangan. Kondisi ini menjadi tantangan serius, terutama bagi industri yang bergantung pada kestabilan suplai listrik untuk menjaga operasionalnya tetap berjalan tanpa gangguan. Ketika sistem tenaga listrik mengalami gangguan tegangan yang tidak terdeteksi atau terlambat direspons, risiko kerusakan peralatan, penurunan efisiensi energi, serta peningkatan biaya pemeliharaan menjadi lebih tinggi. Oleh karena itu, diperlukan solusi yang lebih inovatif dengan pendekatan otomatisasi dan teknologi digital guna meningkatkan efektivitas sistem pemantauan serta mempercepat respons terhadap anomali tegangan [4], [5] [6], [7].

Sebagai solusi terhadap permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan rancangan perangkat berbasis Arduino yang terintegrasi dengan sensor tegangan DC untuk memonitor kondisi tegangan secara real-time dan mengirimkan data ke sistem pemrosesan otomatis. Arduino berperan sebagai pusat kendali yang menganalisis data dari sensor, mengidentifikasi kondisi tegangan abnormal, dan mengambil keputusan berdasarkan parameter yang telah dikalibrasi. Untuk memastikan akurasi dan reliabilitas sistem, digunakan sensor arus ACS712, yang telah dikalibrasi guna meminimalkan kesalahan dalam pengukuran. Setiap sensor memiliki karakteristik unik, sehingga proses kalibrasi menjadi langkah penting dalam meningkatkan akurasi deteksi gangguan [8], [9]. Sistem ini tidak hanya menghilangkan ketergantungan pada intervensi manual, tetapi juga memungkinkan deteksi dini terhadap potensi gangguan sebelum berdampak pada keseluruhan sistem tenaga listrik. Selain meningkatkan efisiensi, pendekatan ini juga meningkatkan keamanan dan keandalan operasional dengan mengurangi kemungkinan kegagalan sistem akibat anomali tegangan yang tidak terdeteksi [10], [11] [12]. Di masa depan, solusi ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan mengintegrasikan teknologi Internet of Things (IoT), yang memungkinkan pemantauan dilakukan secara jarak jauh melalui platform berbasis cloud. Dengan pendekatan yang lebih fleksibel dan biaya implementasi yang lebih rendah dibandingkan metode konvensional, sistem ini dapat menjadi alternatif yang efektif bagi industri dalam mengoptimalkan pengelolaan energi listrik mereka. Implementasi solusi ini diharapkan tidak hanya berdampak pada efisiensi operasional, tetapi juga mendukung keberlanjutan sistem tenaga listrik yang lebih adaptif terhadap perubahan kebutuhan energi di masa mendatang [13], [14] [15], [16].

1.1. Desain Sistem

Sistem yang dirancang untuk proteksi transmisi listrik memerlukan integrasi yang rapi antara hardware dan software. Berikut adalah detail dari kedua komponen utama tersebut:

1. Hardware:

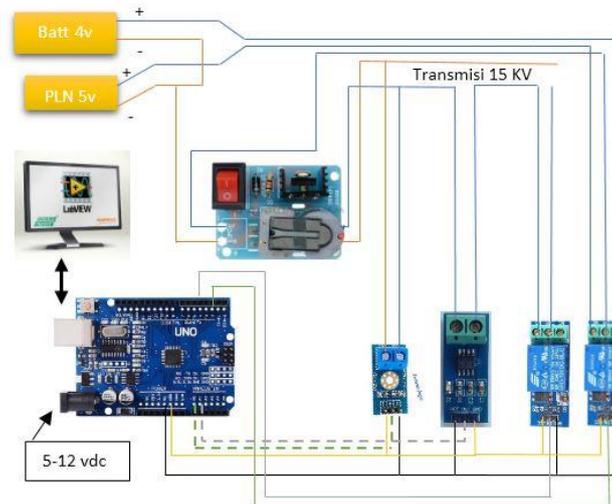
- **Penerima Sinyal Input:** Terdiri dari sensor-sensor seperti sensor arus dan sensor tegangan yang mengambil data dari sistem transmisi.
- **Penghasil Output:** Komponen seperti relay proteksi yang berfungsi untuk mengisolasi bagian sistem yang terganggu atau berpotensi membahayakan.
- **Antarmuka Fisik:** Bagian ini mencakup semua perangkat keras yang memungkinkan interaksi dengan peralatan lainnya, seperti kabel, konektor, dan perangkat I/O.

2. Software:

- **Pemroses Sinyal:** Algoritma yang dirancang untuk menganalisis data input dari hardware, mengidentifikasi potensi gangguan seperti drop voltage atau over current, dan mengambil keputusan berdasarkan analisis tersebut.
- **Modul Kontrol:** Bagian dari software yang bertugas mengontrol operasi sistem berdasarkan hasil analisis. Ini mencakup logika proteksi dan skenario tindakan yang harus diambil dalam respons terhadap gangguan.
- **Antarmuka Pengguna (GUI):** GUI yang intuitif dan user-friendly akan dikembangkan. Di dalamnya, tombol-tombol kalibrasi dan parameter lainnya akan disediakan, memungkinkan pengguna untuk mengatur nilai-nilai tertentu sesuai kebutuhan.

- **Monitoring dan Log:** Sebuah fitur untuk memantau kondisi sistem secara real-time dan mencatat kejadian atau gangguan yang terdeteksi. Log ini dapat digunakan untuk analisis pasca-insiden dan pemeliharaan rutin.

Dengan integrasi yang efektif antara hardware dan software, sistem proteksi transmisi listrik yang dirancang akan mampu mendeteksi, mengidentifikasi, dan merespons gangguan dengan cepat dan akurat, sehingga meminimalkan risiko kerusakan dan downtime [17], [18] [19], [20].



Gambar 1. Desain Sistem

Dalam Gambar 1, rangkaian sistem telah diatur dengan benar, dengan sensor tegangan dan sensor arus memainkan peran penting sebagai elemen kunci dalam fungsi proteksi. Keakuratan pembacaan dari kedua sensor tersebut menjadi sangat krusial untuk menjamin responsibilitas dan efektivitas sistem proteksi ini. Hasil pembacaan dari sensor tegangan dan sensor arus akan dikirim ke Arduino untuk diproses dalam program proteksi yang telah dirancang menggunakan aplikasi LabVIEW melalui saluran komunikasi data serial. Dalam konfigurasi sistem ini, kami memanfaatkan dua channel relay dengan fungsi spesifik: satu relay bertindak sebagai pelindung terhadap under voltage, over voltage, dan over current, sementara relay lainnya berfungsi sebagai automatic transfer switch ketika terjadi pemadaman sumber listrik. Ketika program mendeteksi sinyal yang melewati batas proteksi yang telah ditetapkan, PC akan memberi instruksi kepada Arduino untuk mengaktifkan output off pada satu atau beberapa relay, mengakibatkan pemutusan transmisi dengan sumber listrik. Modul XL6019 berfungsi sebagai simulator yang dapat mensimulasikan kondisi tegangan drop maupun over seakan-akan pada sistem. Rentang tegangan yang dapat diatur melalui dimmer berkisar antara 0 hingga 25 Volt. Kapasitas modul ini memungkinkan beban hingga 1 Ampere melewatinya. Oleh karena itu, harapan penulis terhadap kinerja alat ini adalah mampu melindungi beban dari kemungkinan under voltage, over voltage, maupun over current sesuai dengan parameter yang telah ditetapkan dalam program. Dengan demikian, diharapkan alat dapat mencegah terjadinya kerusakan pada beban yang terhubung [21], [22] [23], [24].



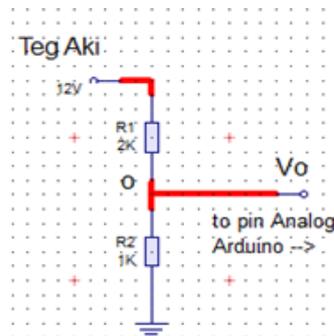
Gambar 2. Sensor ACS712

Sensor arus yang diterapkan adalah ACS712 dengan kapasitas 5 A, yang dirancang untuk mengukur arus dalam rentang mulai dari 0 Ampere hingga 5 Ampere. Sensor ini menghasilkan output sebesar 185 mV per Ampere dengan kondisi tegangan tanpa beban yang normal sekitar 2,5 Volt. Mekanisme kerjanya didasarkan pada prinsip Hall Effect yang beroperasi berdasarkan gaya Lorenz. Dengan tegangan kerja sebesar 5 Volt, sensor ini memiliki resistansi internal yang cukup rendah, yakni sekitar 1,2 m Ω . Gambaran fisik dari sensor arus ACS712 disajikan dalam gambar 2.

Komponen-komponen yang membentuk sensor arus ACS712 meliputi:

Pin 1 : IP+ yang merupakan masukan arus
 Pin 2 : IP+ yang merupakan masukan arus
 Pin 3 : IP- yang merupakan keluaran arus
 Pin 4 : IP- yang merupakan keluaran arus
 Pin 5 : Ground
 Pin 6 : Terminal untuk kapasitor eksternal
 Pin 7 : Keluaran tegangan analog
 Pin 8 : *Power supply 5 V*

Untuk mengukur nilai tegangan pada sistem, sensor tegangan DC digunakan dengan prinsip kerja berdasarkan pembagi tegangan. Sensor ini, dengan model khusus ZMPT101B, dirancang untuk memberikan output proporsional terhadap tegangan input yang diterimanya. Dengan skematik yang diberikan, pengguna dapat dengan jelas melihat konfigurasi dan koneksi dari sensor ini, memudahkan integrasi ke dalam sistem yang lebih kompleks.



Gambar 3. Skematik sensor tegangan ZMPT101B

Persamaan tersebut memberikan gambaran tentang bagaimana sensor tegangan mengonversi input tegangan menjadi keluaran yang dapat dibaca atau dimonitor.

$$U_2 = \frac{U_1}{R} \times R' \quad (1)$$

Dengan :

U_1 = tegangan input

U_2 = tegangan output

R = tahanan pembanding

R' = tahanan pembatas arus

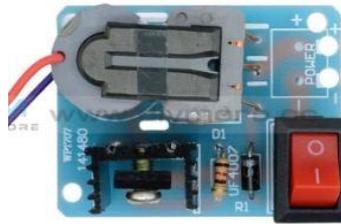
Untuk mendapatkan tegangan input maka digunakan persamaan seperti dibawah ini:

$$U_1 = \frac{U_2}{R'} \times R \quad (2)$$

Proses pengukuran tegangan dilaksanakan melalui pin analog Arduino, yakni pin A0 hingga A5. Di dalamnya, terintegrasi sebuah ADC (Analog to Digital Converter) yang berfungsi mengkonversi tegangan analog menjadi nilai digital yang sesuai. ADC pada Arduino memiliki resolusi sebesar 10 bit. Artinya, rentang nilai 0 hingga 1023 digunakan sebagai representasi dari tegangan 0 hingga 5 volt yang diterima dari sensor tegangan yang terhubung ke pin analog tersebut.

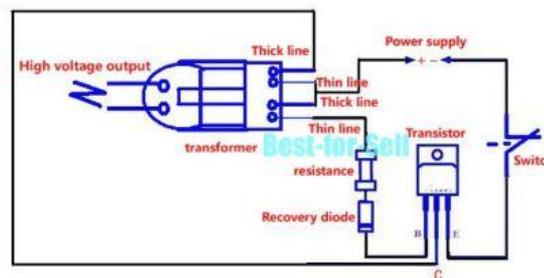
$$\frac{5 \text{ volt}}{1023} = 0,00488758885 \quad (3)$$

Persamaan tersebut menjelaskan bahwa setiap unit angka desimal dalam ADC Arduino merepresentasikan tegangan sebesar 0,0048758885 Volt. Modul Generator High Voltage berfungsi untuk meningkatkan tegangan dari level 5V menjadi tingkat yang jauh lebih tinggi, yakni 15 KV, dengan mengadopsi prinsip kerja yang dikenal dari koil Tesla.



Gambar 4. Generator High Voltage 15 KV

Modul tersebut menghasilkan output arus sebesar 0,4 ampere selama operasionalnya. Komponen-komponen pada modul ini melibatkan transistor NPN, resistor, dioda, sakelar, dan koil. Berikut adalah skematik dari modul tersebut:



Gambar 5. Skematik Diagram

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Proteksi dalam Jaringan Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu pembangkit, transmisi, distribusi, dan beban. Dalam operasionalnya, sistem tenaga listrik harus tetap dalam kondisi stabil agar dapat memasok energi listrik secara andal. Gangguan pada jaringan tenaga listrik, seperti drop voltage (penurunan tegangan) dan over voltage (tegangan berlebih), dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan listrik dan menurunkan efisiensi sistem secara keseluruhan. Oleh karena itu, diperlukan sistem proteksi yang mampu mendeteksi dan merespons gangguan secara cepat untuk mencegah dampak yang lebih luas terhadap jaringan. Sistem proteksi tenaga listrik umumnya menggunakan relay proteksi, yang bekerja berdasarkan prinsip pemantauan parameter listrik, seperti tegangan, arus, dan frekuensi. Namun, sistem proteksi konvensional masih memiliki keterbatasan dalam responsivitas serta keakuratan dalam mendeteksi anomali tegangan secara real-time. Pengembangan sistem proteksi berbasis komputasi dan sensor cerdas telah dilakukan untuk meningkatkan kecepatan deteksi dan akurasi proteksi [25], [26][27].

2.2. Teknologi LabVIEW untuk Pemantauan dan Proteksi Sistem Listrik

LabVIEW (*Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench*) merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk pengukuran, analisis, dan kontrol otomatis dalam berbagai bidang teknik, termasuk sistem tenaga listrik. Dengan antarmuka grafis yang interaktif, LabVIEW memungkinkan pemantauan real-time terhadap parameter listrik seperti tegangan, arus, dan daya. Dalam sistem tenaga listrik, LabVIEW dapat digunakan untuk membaca data dari sensor tegangan dan arus, kemudian mengolah data tersebut untuk mendeteksi anomali seperti drop voltage atau over voltage. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa integrasi LabVIEW dengan perangkat keras seperti Arduino dan sensor tegangan dapat meningkatkan efisiensi pemantauan sistem tenaga listrik. Sistem berbasis LabVIEW mampu menampilkan data tegangan secara *real-time* serta memberikan peringatan otomatis ketika terjadi penyimpangan dari batas tegangan yang ditentukan. Hal ini membuktikan bahwa penggunaan LabVIEW dalam sistem proteksi tenaga listrik dapat meningkatkan akurasi dan responsivitas dalam mendeteksi gangguan [28], [29] [30].

2.3. Sensor Tegangan dan Arus untuk Deteksi Anomali

Dalam sistem pemantauan tegangan, penggunaan sensor sangat penting untuk memperoleh data yang akurat dan dapat diandalkan [31], [32]. Sensor tegangan DC digunakan untuk membaca nilai tegangan secara kontinu dan mengirimkan data ke prosesor utama. Salah satu sensor yang sering digunakan dalam penelitian ini adalah ACS712, yang memiliki tingkat akurasi tinggi dalam pengukuran arus dan tegangan. Sensor ini mampu mendeteksi perubahan tegangan dengan cepat dan telah banyak digunakan dalam sistem proteksi

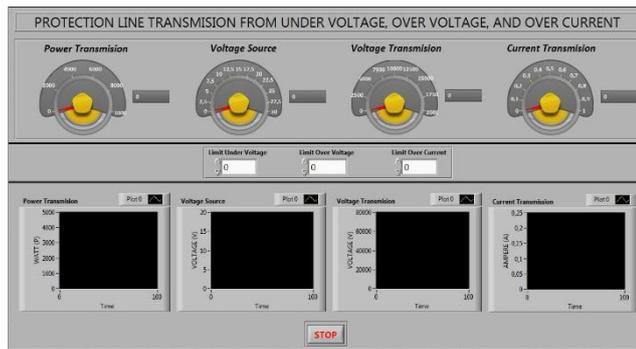
berbasis mikrokontroler seperti Arduino dan Raspberry Pi. Penggunaan sensor tegangan yang dikombinasikan dengan metode pemrosesan data berbasis LabVIEW memungkinkan sistem untuk melakukan analisis pola tegangan, sehingga mampu membedakan antara fluktuasi tegangan normal dan gangguan serius. Sistem pemantauan berbasis sensor tegangan yang dikendalikan melalui LabVIEW dapat meningkatkan akurasi deteksi, dibandingkan dengan metode konvensional yang hanya mengandalkan relay proteksi mekanik [33], [34] [35], [36].

2.4. Implementasi IoT untuk Pemantauan Jarak Jauh

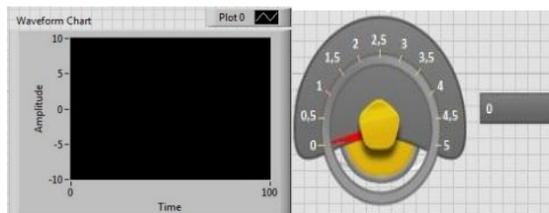
Internet of Things (IoT) telah membawa perubahan signifikan dalam sistem pemantauan tenaga listrik. Dengan mengintegrasikan LabVIEW dengan teknologi IoT, sistem dapat mengirimkan data pemantauan ke server cloud, sehingga dapat diakses secara jarak jauh melalui web dashboard atau aplikasi seluler. Implementasi IoT dalam proteksi tenaga listrik memungkinkan pemantauan yang lebih fleksibel dan efisien, terutama dalam sistem transmisi yang memiliki cakupan wilayah luas[32], [37]. Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa sistem proteksi berbasis IoT mampu meningkatkan waktu respons terhadap gangguan serta mengurangi kebutuhan intervensi manual. Dengan teknologi ini, insinyur dapat memantau kondisi sistem tenaga listrik kapan saja dan dari mana saja, sehingga meningkatkan efisiensi operasional serta mengurangi risiko kerusakan akibat keterlambatan deteksi gangguan [38], [39] [31], [40].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah selanjutnya adalah merancang program GUI menggunakan aplikasi LabVIEW. Tujuan dari proses ini adalah menciptakan antarmuka yang ramah pengguna dan efisien dalam pengendalian serta pemantauan sistem. Berikut ini adalah tampilan antarmuka yang telah dirancang untuk mendukung kinerja dan fungsionalitas program.



Gambar 6. Tampilan Rangkaian Interface



Gambar 7. Interface waveform dan speed

Tabel 1 menunjukkan tabel kebenaran gerbang logika OR, yang memiliki dua input (X dan Y) serta satu output. Gerbang OR bekerja berdasarkan prinsip bahwa output bernilai 1 jika salah satu atau kedua input bernilai 1.

- Jika X = 0 dan Y = 0, output = 0.
- Jika X = 0 dan Y = 1, output = 1.
- Jika X = 1 dan Y = 0, output = 1.
- Jika X = 1 dan Y = 1, output = 1.

Tabel 1. Gerbang logika OR

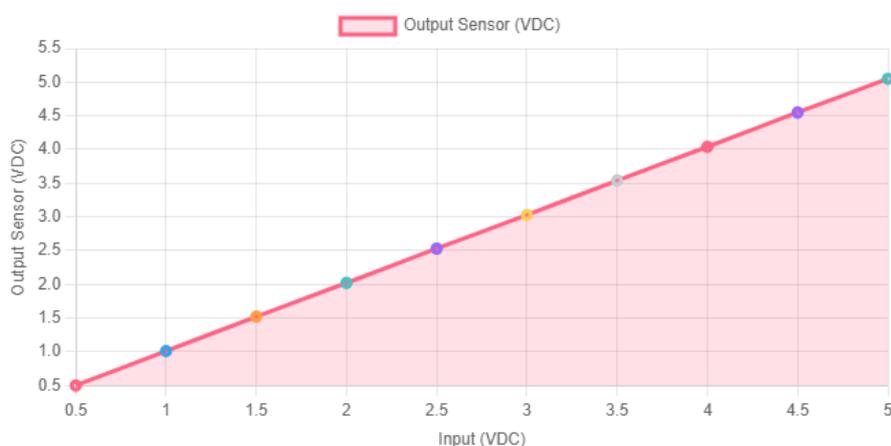
X	Y	Output
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

3.1. ANALISA PENGUKURAN SENSOR TEGANGAN

Proses pengkalibrasian sensor dengan rentang tegangan 0 hingga 5 Volt bertujuan untuk memastikan akurasi dan konsistensi output. Pengukuran dilakukan pada beberapa titik tegangan referensi, lalu dibandingkan dengan hasil sensor untuk menentukan deviasi atau kesalahan pengukuran. Penyesuaian dilakukan dengan mengkalibrasi faktor skala atau offset guna memastikan respons sensor sesuai dengan nilai yang diharapkan. Hasil pengkalibrasian dicatat dalam tabel 2 sebagai acuan dalam analisis dan penggunaan lebih lanjut. Hasil ini menunjukkan deviasi kecil yang dapat dikoreksi melalui proses kalibrasi ulang atau kompensasi software untuk meningkatkan akurasi sensor.

Tabel 2: Kalibrasi Sensor Tegangan DC

Input (VDC)	Output Sensor (VDC)
0.5	0.50
1.0	1.01
1.5	1.52
2.0	2.02
2.5	2.53
3.0	3.03
3.5	3.54
4.0	4.04
4.5	4.55
5.0	5.05



Gambar 8 Kalibrasi Sensor Tegangan DC

Keterangan Grafik:

Grafik ini menggambarkan hubungan antara tegangan input yang diberikan pada sensor (dalam satuan VDC) dengan tegangan output yang dihasilkan oleh sensor tersebut.

- **Sumbu X (Input - VDC):** Menampilkan nilai tegangan input yang diberikan kepada sensor, mulai dari 0.5 V hingga 5.0 V.
- **Sumbu Y (Output Sensor - VDC):** Menampilkan tegangan output sensor yang dihasilkan berdasarkan tegangan input, berkisar antara 0.50 V hingga 5.05 V.

3.2. ANALISA PENGUKURAN SENSOR ARUS

Sensor ACS712 5A digunakan untuk mengukur arus dengan kapasitas hingga 5 ampere. Sensor ini menghasilkan output tegangan sebesar 185 mV per ampere. Pada kondisi tanpa arus (beban), output tegangan yang dihasilkan adalah 2,5 Volt, yang merupakan nilai referensi. Ketika arus yang mengalir melalui sensor berubah, output tegangan juga berubah sesuai dengan nilai arus yang terukur. Berikut ini disajikan tabel dan

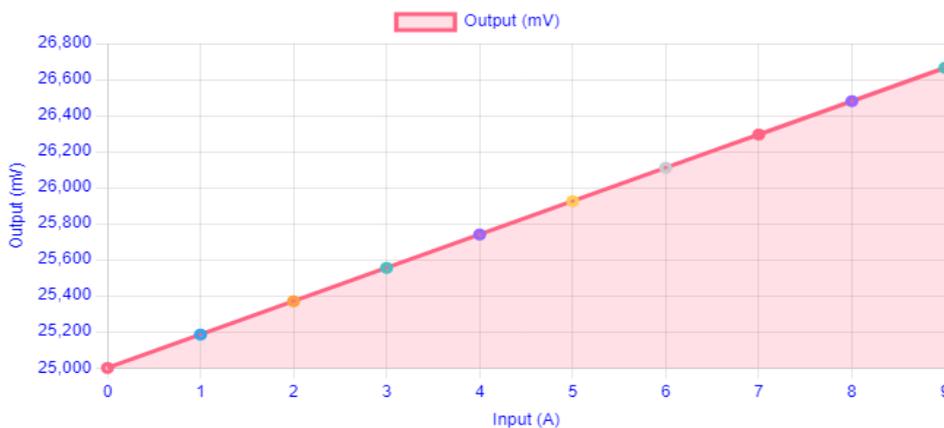
grafik yang menunjukkan hubungan antara input arus dan output tegangan sensor ACS712. Tabel 3 menunjukkan hubungan antara arus input yang diberikan dalam satuan ampere (A) dengan tegangan output yang dihasilkan dalam satuan milivolt (mV) oleh sensor ACS712. Sensor ACS712 digunakan untuk mengukur arus listrik melalui pengukuran perubahan tegangan yang dihasilkan sesuai dengan nilai arus yang mengalir.

- **Kolom "Input (A)":** Menunjukkan nilai arus yang diukur dalam satuan ampere (A), dengan rentang dari 0 A hingga 9 A.
- **Kolom "Output (mV)":** Menunjukkan tegangan output yang dihasilkan oleh sensor ACS712 pada setiap nilai input arus. Tegangan output ini berkaitan secara linier dengan arus yang mengalir, dan setiap peningkatan nilai arus menyebabkan peningkatan tegangan output yang terukur.

Sebagai contoh, pada saat arus input 0 A, tegangan output yang dihasilkan adalah 25000 mV, sedangkan pada arus input 1 A, tegangan output meningkat menjadi 25185 mV. Perubahan ini berlanjut hingga arus 9 A dengan tegangan output sebesar 26665 mV. Sensor ACS712 mengubah perubahan arus menjadi tegangan output yang mudah diukur oleh sistem monitoring atau pengendalian.

Tabel 3 : input arus (A) dan output tegangan (mV) pada sensor ACS712.

Input (A)	Output (mV)
0	25000
1	25185
2	25370
3	25555
4	25740
5	25925
6	26110
7	26295
8	26480
9	26665



Gambar 9 input arus (A) dan output tegangan (mV) pada sensor ACS712

Keterangan Grafik:

Grafik ini menunjukkan hubungan antara arus input (dalam satuan Ampere) dan tegangan output (dalam satuan milivolt) yang dihasilkan oleh sensor ACS712.

- **Sumbu X (Input - A):** Menampilkan nilai arus input yang diberikan pada sensor, dengan rentang dari 0 A hingga 9 A.
- **Sumbu Y (Output - mV):** Menampilkan nilai tegangan output yang dihasilkan oleh sensor ACS712, dengan rentang dari 25000 mV hingga 26665 mV.

4. KESIMPULAN

Sistem yang dirancang mampu mendeteksi anomali tegangan seperti drop voltage, over voltage, dan over current secara cepat dan akurat. Dengan penggunaan sensor ACS712 untuk pengukuran arus dan sensor tegangan ZMPT101B, sistem ini dapat memberikan informasi real-time yang berguna untuk pengambilan keputusan proteksi. Arduino berfungsi sebagai pusat kendali yang menganalisis data dari sensor, sementara LabVIEW berperan sebagai platform pemrosesan yang memberikan antarmuka grafis untuk pemantauan dan kontrol. Integrasi kedua platform ini meningkatkan akurasi serta kecepatan respons dalam mendeteksi gangguan sistem tenaga listrik. Dua channel relay digunakan untuk menangani gangguan seperti under voltage, over voltage, dan over current. Relay ini berfungsi untuk memutuskan aliran listrik guna melindungi peralatan dari kerusakan lebih lanjut. Sistem ini menawarkan solusi lebih cepat dibandingkan dengan sistem proteksi konvensional yang bergantung pada komponen mekanis. Pengujian sistem menunjukkan bahwa penggunaan sensor dan sistem berbasis mikrokontroler dapat meningkatkan responsivitas dan keandalan proteksi tenaga listrik. Selain itu, integrasi teknologi Internet of Things (IoT) untuk pemantauan jarak jauh di masa depan dapat memperluas kemampuan sistem ini, mengurangi ketergantungan pada pemeriksaan manual, dan mengurangi biaya operasional.

Sarana dan Rekomendasi

Sistem ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan memasukkan lebih banyak parameter untuk pemantauan dan kontrol. Penambahan teknologi berbasis cloud untuk pemantauan secara real-time di lokasi yang lebih luas dan implementasi sistem ini di industri diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan pengelolaan energi listrik.

REFERENSI

- [1] A. anas, iqbal, "Simulasi Perancangan Jaringan DMVPN dengan GNS3," *Ejournal.Akademitelkom.Ac.Id*, pp. 656–660, [Online]. Available: <http://ejournal.akademitelkom.ac.id/emit/index.php/eMit/article/view/19%0Ahttp://ejournal.akademitelkom.ac.id/emit/index.php/eMit/article/download/19/16>
- [2] R. Bangun, B. Charge, C. Atmega, and M. Sepeda, "Design of Atmega2560 Charge Controller Battery Using Static Bicycle," vol. 7, no. 1, pp. 79–93, 2023.
- [3] R. Bangun, A. Perangkap, S. Di, P. Bertenaga, S. Dan, and M. Blower, "ISSN (Print) : 2621-3540 ISSN (Online) : 2621-5551," pp. 1–5.
- [4] R. Bangun, S. Proteksi, S. B. Motor, P. Waktu, and W. Heater, "Design of Single Phase Motor Current , Voltage , Over Temperature Protection System and Temperature Timing in Water Heater".
- [5] E. N. Cahyono, "Profil otomatisasi distribusi sistem tenaga listrik universitas bhayangkara surabaya," no. 1, pp. 18–24, 2021.
- [6] T. Elektro, F. Teknik, and U. B. Surabaya, "Fuzzy Control Innovation : Optimizing DC Motor Performance with Solar Energy Matahari," pp. 31–44.
- [7] T. M. Etap, "SIMULASI GANGGUAN RELAY DIFFERENTIAL TRAF0 PADA SALURAN," pp. 548–553.
- [8] M. A. Faza, T. Elektro, F. Teknik, and U. B. Surabaya, "RANCANG BANGUN ALAT MONITORING ONLINE TEMPERATUR KLEM PADA," vol. 14, no. 1, 2022.
- [9] Y. Hermanto, "Prototype Monitoring Electricity System 220v of Wind Power Plant (PLTB) based on the Internet of Things," vol. 01, 2021, doi: 10.31763/iota.v1i3.469.
- [10] Y. Hermanto and A. Kiswanto, "Stability Control of Frequency and Voltage in Wind Power Plant Using Complementary Load with Pid Control, Pwm and Thingspeak Monitor," *JEECS (Journal Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 7, no. 1, pp. 1159–1168, 2023, doi: 10.54732/jeecs.v7i1.211.
- [11] M. Jainuri *et al.*, "ISSN (Print) : 2621-3540 ISSN (Online) : 2621-5551," pp. 674–683.
- [12] A. K., "Design Analysis of Solar Powered Systems Full Flexible 10 WP Capacity," pp. 113–118, 2017.
- [13] A. K and M. Fajri, "Transformasi Proteksi Tegangan : Sistem Monitoring IoT untuk Pemantauan Real-Time," vol. 11, no. 2, pp. 119–128, 2024.
- [14] A. Kiswanto, "Pengembangan Sistem Energi Terbarukan: Pendekatan Multigenerator Dan Simulasi Etap," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 2, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i2.4147.
- [15] A. Kiswanto, H. Afianti, and B. Purwahyudi, "Proteksi Tegangan Berbasis IoT : Sistem Monitoring Cerdas dan Responsif," pp. 43–48.
- [16] A. Kiswanto and G. L. Arzadiwa, "Jurnal Pengabdian Siliwangi MEMBUAT LAMPU SEDERHANA SERBAGUNA MENGGUNAKAN LED DAN BARANG," vol. 7, pp. 59–61, 2021.
- [17] A. Kiswanto, E. N. Cahyono, and Hermawan, "Profile of Automation of Electricity Distribution System Bhayangkara University Surabaya," *JEECS (Journal Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 6, no. 2, pp. 1071–1080, 2021, doi: 10.54732/jeecs.v6i2.201.
- [18] A. Kiswanto and M. Fajri, "Sistem Proteksi Tegangan Cerdas : Integrasi IoT untuk Efisiensi Energi yang Optimal," vol. 6, no. November, 2024, doi: 10.30996/elsains.v6i2.11568.
- [19] Agus k, W. A. Febryasta, P. S. Elektro, F. Teknik, and U. B. Surabaya, "TRACKING MAP UNTUK MONITORING GANGGUAN," vol. 13, no. 1, 2025.

- [20] A. K and D. I. Firmansyah, "STUDY ALIRAN DAYA (LOAD FLOW) PADA SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK GEDUNG PASCA SARJANA," pp. 133–140, 2020.
- [21] A. Kiswanto and Y. Hermanto, "PENINGKATAN KINERJA PLTB MELALUI KENDALI," vol. 12, no. 1, pp. 137–147, 2024.
- [22] A. Kiswanto, A. Irwan, P. S. Elektro, F. Teknik, and U. B. Surabaya, "INOVASI ENERGI HIJAU : PIEZOELEKTRIK UNTUK MENGUBAH," vol. 12, no. 3, pp. 1829–1835, 2024.
- [23] A. Kiswanto, E. W. Pratama, T. Elektro, F. Teknik, and U. B. Surabaya, "Rancang kendali daya 3 phase real time 1 1,2," pp. 1–6.
- [24] Agus. K and A. P. Putra, "Analisa Perancangan Sistem Transmisi Pembangkit dengan Power 150 KVA dan proteksi gangguan listrik di penyaluran 10 KVA," pp. 565–568.
- [25] A. Kiswanto and Y. A. S., "Pengukuran Energi Listrik dengan Modul Single on Circuit (SOC)," vol. 1, no. 3, 2024.
- [26] A. Kiswanto and Y. A. Setiawan, "Antena Televisi Sederhana : Memanfaatkan Kaleng Minuman Simple Television Antenna : Utilizing Beverage Cans," vol. 1, no. 2, pp. 101–111, 2024.
- [27] A. K. Maharsih, Inggit Kresna, "Indonesia Energy Transition," no. December 2023, 2024. doi: 10.55981/brin.892.c817.
- [28] S. Nasional, T. Elektro, S. Informasi, and T. Informatika, "Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika," 2021.
- [29] D. B. Prasetyo and A. Kiswanto, "SINKRONISASI DAN MONITORING GENERATOR DENGAN PENGENDALI BERBASIS ARDUINO MEGA 2560," vol. 3, no. 2.
- [30] N. Prastyana, "M onitoring Arus dan Tegangan dari 9 Unit Pembangkit Di Indonesia Ke Kantor Pusat PLN Menggunakan Etap," pp. 654–655.
- [31] J. I. Tech, "TRANSFORMASI PEMANTAUAN ENERGI : KONTROL DAYA LISTRIK 3 FASA DENGAN ANTARMUKA GRAFIS PENGGUNA (GUI) SECARA LANGSUNG," vol. 1, no. 2, pp. 76–84, 2023.
- [32] A. Yuli Hermanto, "Voltage and Frequency Controller for Wind Turbine With PID Controller , PWM and Thingspeak Monitor," *JTECS*, vol. 3:1, 2023.
- [33] P. Produk, B. E. L. Rumah, and S. Dan, "Jurnal Pengabdian Siliwangi Jurnal Pengabdian Siliwangi Volume 9 , Nomor 1 , Tahun 2023 P-ISSN 2477-6629 E-ISSN 2615-4773," vol. 9, pp. 20–22, 2023.
- [34] A. R. B. S and A. Kiswanto, "KENDALI BERBASIS WEB PADA ANOMALI NEUTRAL GROUND RESISTOR (NGR)," vol. 12, no. 3, pp. 3475–3481, 2024.
- [35] D. Sambudo and A. Kiswanto, "Analisa Konfigurasi Drop Tegangan Dengan Menggunakan Sistem Loop Scheme Pada Etap 12.6. 0," *SinarFe7*, pp. 650–653, 2021, [Online]. Available: <https://journal.fortei7.org/index.php/sinarFe7/article/download/113/236>
- [36] J. Semeru, "BERTENAGA SURYA SEBAGAI PENINGKATAN," vol. 01, no. 02, pp. 114–120, 2024.
- [37] J. I. Tech, "REVOLUSI HIJAU : OTOMATISASI BATERAI DALAM," vol. 2, no. 2, pp. 131–139, 2024.
- [38] H. Singkat and B. Capacity, "Analisa Simulasi Gangguan Hubung Singkat Dan Breaking Capacity Circuit Breaker Menggunakan," pp. 619–622.
- [39] O. Suhu, P. Studi, T. Elektro, F. Teknik, and U. B. Surabaya, "Revitalisasi Sistem ATS : Integrasi Smart Relay dan Teknologi," pp. 56–63, 2023.
- [40] A. Syaefudin, A. Kiswanto, and B. Purwahyudi, "Sistem Kendali Kinerja Motor 1 Phasa pada WTP Menggunakan ESP8266 Tipe 01," *Sent. Vi 2021*, no. November 2021, pp. 110–119, 2021.

BIOGRAPHY OF AUTHORS

	<p>Agus Kiswanto, He is a lecturer at Bhayangkara University Surabaya, Indonesia, specializing in energy and electricity. He actively teaches various courses, including electrical quantity measurement, high voltage engineering, electrical and electronic circuits, and digital electronics. In addition to his teaching responsibilities, he is actively involved in FORTEI, a communication forum for Indonesian Electrical Engineering Higher Education. His research and contributions to the field of energy and electricity have resulted in numerous scientific publications, including "Design of Atmega2560 Charge Controller Battery Using Static Bicycle," "Stability Control of Frequency and Voltage in Wind Power Plant Using Complementary Load with PID Control, PWM and Thingspeak Monitor," and "Design of Single Phase Motor Current, Voltage, Over Temperature Protection System and Temperature Timing in Water Heater." He is also a <i>Madya Assessor</i> for Electrical Power Utilization Installation at the Ministry of Energy and Mineral Resources (ESDM) and serves as an editor for book chapters in the field of energy at BRIN (National Research and Innovation Agency). Furthermore, he regularly participates as a speaker and lecturer in various entrepreneurial, CME, SCADA, social, and religious events, sharing his expertise and contributing to the development of the electrical engineering community. His work has significantly impacted both academic and practical aspects of electrical engineering, fostering innovation and knowledge sharing in the field.. E-mail contact: kiswanto@Ubhara.ac.id</p>
---	--