

SISTEM MONITORING DAN PROTEKSI MOTOR MINI CONVEYOR TERHADAP ANOMALI ARUS DAN TEGANGAN BERBASIS IOT

Agus Kiswanto¹, Angga Feridanes Saputra²

^{1,2} Program Studi Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Surabaya;
Jl. Ahmad Yani No.114, Ketintang, Kec. Gayungan, Kota SBY, Jawa Timur 60231, Telp. 031-8285602,8291055

<p>Received: 2 Maret 2025 Accepted: 27 Maret 2025 Published: 14 April 2025</p> <p>Keywords: IoT, current monitoring, INA19 sensor, Telegram, relay protection.</p> <p>Correspondent Email: kiswanto@ubhara.ac.id</p>	<p>Abstrak. Sistem monitoring dan proteksi arus berbasis Internet of Things (IoT) menjadi solusi inovatif dalam pengukuran dan pengendalian parameter listrik secara real-time. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis akurasi pembacaan tegangan, arus, dan daya menggunakan sensor INA19 yang terhubung ke aplikasi Telegram, serta membandingkan hasil pengukuran dengan metode perhitungan konvensional. Pengujian dilakukan dengan variasi tegangan dari 150V hingga 225V menggunakan variac, dan data dibandingkan antara pembacaan smartphone, multimeter, serta perhitungan manual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem monitoring berbasis smartphone memiliki tingkat akurasi tinggi dengan error tegangan maksimum sebesar 0,93% dan error arus sebesar 0,63%. Namun, pada beberapa titik pengujian, persentase error daya menunjukkan fluktuasi yang signifikan, mencapai 99,22% pada tegangan 195V. Selain itu, fitur proteksi berbasis relay bekerja secara efektif dalam mendeteksi kondisi overcurrent, memastikan keamanan perangkat dengan memutus arus listrik pada kondisi kritis. Dengan integrasi IoT melalui Telegram, sistem ini memungkinkan pemantauan jarak jauh yang efisien dan real-time, tanpa memerlukan alat ukur konvensional secara langsung. Implementasi sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan keamanan dalam pengelolaan daya listrik, baik di sektor industri maupun rumah tangga.</p>
	<p>Abstract. <i>The Internet of Things (IoT)-based current monitoring and protection system is an innovative solution for real-time measurement and control of electrical parameters. This study aims to analyze the accuracy of voltage, current, and power readings using the INA19 sensor connected to the Telegram application and compare the measurement results with conventional calculation methods. Testing was conducted by varying the voltage from 150V to 225V using a variac, and the data were compared between smartphone readings, multimeter measurements, and manual calculations. The results indicate that the smartphone-based monitoring system has a high level of accuracy, with a maximum voltage error of 0.93% and a current error of 0.63%. However, at certain test points, the power error percentage fluctuated significantly, reaching 99.22% at 195V. Additionally, the relay-based protection feature effectively detected overcurrent conditions, ensuring device safety by cutting off the electrical current in critical situations. With IoT integration via Telegram, this system enables efficient and real-time remote monitoring without the need for direct conventional measuring instruments. The implementation of this system is expected to improve efficiency and safety in electrical power management in both industrial and residential sectors.</i></p>

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dan sistem kontrol berkembang dengan sangat pesat, dan peralatan elektronik telah menjadi bagian yang tidak terpisahkan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu pemanfaatan penting dalam bidang industri adalah penggunaan motor DC sebagai penggerak utama, termasuk dalam sistem conveyor. Pengembangan sistem kontrol untuk motor, khususnya motor DC, sangat penting untuk menghasilkan kinerja yang optimal. Motor arus searah (DC) merupakan salah satu jenis motor yang sering digunakan dalam bidang industri, seperti conveyor, lift, dan berbagai peralatan lainnya. Hal ini dikarenakan motor DC memiliki beberapa keunggulan, di antaranya torsi awal yang besar dan metode pengontrolan yang sederhana [1] [2] [3] [4]

Perkembangan pesat dalam sistem tenaga listrik membutuhkan relay proteksi yang handal untuk melindungi peralatan listrik dari berbagai gangguan, salah satunya adalah gangguan hubung singkat. Gangguan ini dapat menyebabkan lonjakan arus yang jauh lebih besar dari kapasitas normal peralatan, sehingga berpotensi merusak sistem secara keseluruhan. Ada beberapa jenis relay proteksi yang digunakan dalam industri, di antaranya relay proteksi konvensional yang terdiri dari tipe elektromagnetik dan tipe statis. Namun, kedua jenis relay ini masih memiliki beberapa keterbatasan dalam melindungi sistem tenaga listrik secara optimal [5], [6] [7].

Untuk menjamin kelangsungan kerja motor, diperlukan sistem proteksi yang dapat mengatasi gangguan arus dan tegangan abnormal agar motor tidak mengalami kerusakan saat beroperasi. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan prototipe relay proteksi arus dan tegangan abnormal pada motor mini conveyor berbasis IoT menggunakan mikrokontroler Arduino Nano dan modul WiFi ESP8266. Analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis faktor kesalahan, di mana kesalahan yang terjadi berkaitan dengan ketepatan dan ketelitian sistem dalam mendeteksi gangguan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem proteksi arus dengan sensor PZEM-004T dapat berfungsi dengan baik dalam mendeteksi anomali pada sistem tenaga [8] [9], [10] [11].

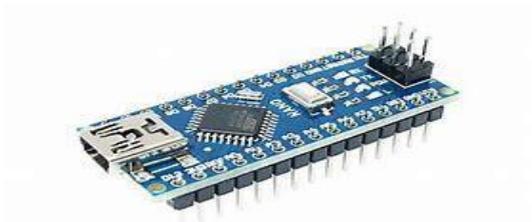
Pemantauan tegangan dan arus pada motor conveyor perlu dilakukan secara real-time agar

kinerja motor tetap stabil dan potensi gangguan dapat diketahui lebih dini. Oleh karena itu, sistem monitoring berbasis IoT dikembangkan untuk memberikan informasi kepada operator secara langsung sebagai bahan analisis dan pencegahan lebih lanjut. Seiring dengan perkembangan teknologi industri, kebutuhan akan sistem pengaturan yang lebih efisien dan terjangkau semakin meningkat. Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep di mana berbagai perangkat di dunia nyata dapat berkomunikasi satu sama lain sebagai bagian dari sistem terpadu melalui jaringan internet. IoT memungkinkan berbagi data, remote control, serta integrasi dengan berbagai sensor untuk memantau kondisi peralatan secara real-time [12], [13] [14], [15].

Dari permasalahan yang telah diuraikan, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring berbasis IoT yang memungkinkan operator untuk melakukan pemantauan dari mana saja dan kapan saja melalui koneksi internet pada smartphone mereka. Selain itu, sistem proteksi yang dikembangkan juga mampu memutus aliran distribusi ke beban apabila terjadi gangguan arus dan tegangan abnormal, sehingga dapat mencegah terjadinya kerusakan pada peralatan elektronik [16], [17] [18], [19]

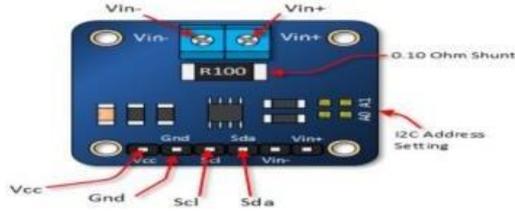
2. TINJAUAN PUSTAKA

Perkembangan teknologi IoT telah membuka peluang besar dalam sistem monitoring dan proteksi motor industri. IoT memungkinkan pengumpulan data real-time dari berbagai sensor yang terpasang pada motor conveyor, sehingga memungkinkan analisis kondisi operasional yang lebih akurat. Dengan adanya sistem berbasis IoT, operator dapat mengakses data dari jarak jauh dan menerima notifikasi secara langsung ketika terjadi anomali. Hal ini sangat penting dalam mencegah kerusakan peralatan yang diakibatkan oleh lonjakan arus atau tegangan yang tidak stabil. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penerapan teknologi ini telah meningkatkan efisiensi sistem tenaga listrik serta memperpanjang umur peralatan industri [20], [21] [22].



Gambar 1. Arduino Nano

Selain teknologi IoT, berbagai metode proteksi motor telah dikembangkan untuk mendeteksi dan mencegah gangguan arus serta tegangan abnormal. Proteksi berbasis sensor arus dan tegangan memungkinkan sistem untuk secara otomatis memutus aliran listrik saat parameter operasional melebihi ambang batas yang telah ditentukan. Beberapa metode proteksi yang umum digunakan dalam industri meliputi penggunaan relay proteksi, saklar pemutus otomatis, serta kontrol berbasis mikrokontroler. Dalam sistem berbasis IoT, data dari sensor dapat dikirimkan ke platform cloud untuk diproses lebih lanjut, sehingga memungkinkan pemantauan dan analisis prediktif guna mencegah gangguan sebelum terjadi kerusakan serius [23], [24] [25].



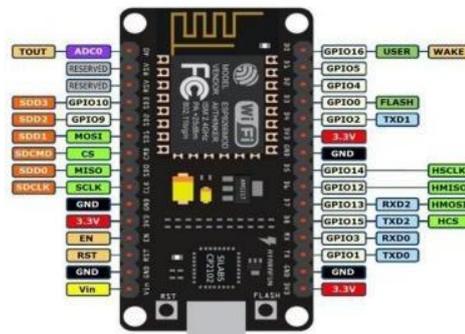
Gambar 2 Modul Sensor INA219

Di sisi lain, perkembangan teknologi sensor semakin mempermudah implementasi sistem monitoring berbasis IoT. Sensor arus dan tegangan yang digunakan saat ini memiliki tingkat akurasi yang tinggi serta kemampuan komunikasi nirkabel, yang memudahkan integrasi dengan berbagai perangkat IoT. Sensor seperti PZEM-004T dan ACS712 telah banyak digunakan dalam penelitian dan aplikasi industri untuk memantau kondisi listrik secara real-time. Keunggulan dari sensor ini adalah kemampuannya dalam mendeteksi perubahan kecil pada arus dan tegangan, sehingga memungkinkan respons yang lebih cepat terhadap kondisi abnormal [26], [27] [28], [29].



Gambar 3. Sensor PZEM-004T

Selain pemantauan berbasis sensor, peran kecerdasan buatan (AI) dalam sistem proteksi motor semakin berkembang. AI dapat digunakan untuk menganalisis data historis dari sensor guna memprediksi kemungkinan gangguan di masa depan. Dengan menggunakan algoritma pembelajaran mesin, sistem dapat mengenali pola anomali pada arus dan tegangan, sehingga tindakan pencegahan dapat dilakukan sebelum kerusakan terjadi. Integrasi antara IoT dan AI menciptakan sistem proteksi motor yang lebih cerdas dan adaptif terhadap kondisi operasional yang berubah-ubah [30], [31] [32], [33].



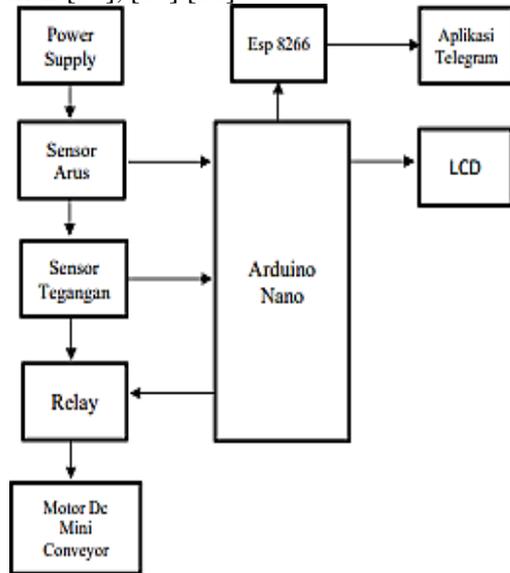
Gambar 4. Modul NODEMCU 8266 dengan pin input output

3. PERANCANGAN SISTEM DAN PEMBUATAN ALAT

3.1. Perancangan dan Prinsip Kerja Alat

Perancangan sistem monitoring dan proteksi motor mini conveyor berbasis IoT dilakukan dengan mengintegrasikan sensor arus dan tegangan, mikrokontroler, serta modul komunikasi nirkabel. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi anomali pada arus dan tegangan yang masuk ke motor, sehingga dapat memberikan perlindungan dari gangguan listrik yang dapat merusak motor. Mikrokontroler yang digunakan bertindak sebagai otak sistem, yang mengolah data dari sensor dan

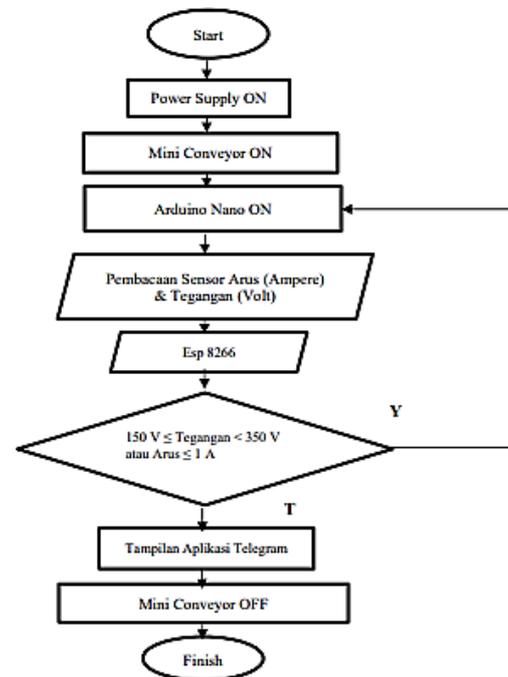
mengirimkan informasi ke platform pemantauan berbasis web dan mobile melalui jaringan internet. Sistem ini juga dilengkapi dengan mekanisme proteksi otomatis yang dapat memutuskan daya jika terjadi anomali yang melebihi batas ambang yang telah ditentukan [34], [35] [36].



Gambar 5 Blok Diagram Monitoring Arus dan Tegangan

Prinsip kerja sistem ini dimulai dengan pengukuran arus dan tegangan menggunakan sensor yang terpasang pada jalur suplai listrik motor mini conveyor. Data yang diperoleh kemudian dikirimkan ke mikrokontroler untuk dianalisis. Jika nilai arus atau tegangan terdeteksi berada di luar rentang normal, sistem akan secara otomatis mengaktifkan proteksi, baik dengan memberikan peringatan kepada operator melalui aplikasi IoT maupun dengan memutuskan daya motor guna mencegah kerusakan lebih lanjut. Penggunaan Internet of Things (IoT) dalam sistem ini memungkinkan pemantauan dilakukan dari jarak jauh secara real-time, memberikan fleksibilitas bagi operator dalam mengawasi kondisi motor tanpa harus berada di lokasi fisik mesin [37], [38] [39].

3.2. Perancangan dan Pembuatan Hardwere



Gambar 6. Flowchart System

Flowchart di atas menggambarkan prinsip kerja sistem proteksi mini conveyor berbasis IoT yang menggunakan Arduino Nano dan ESP8266 sebagai media pemantauan. Berikut adalah penjelasan dari setiap langkah dalam diagram alir:

1. **Start**
Proses dimulai dengan mengaktifkan sistem. Ini merupakan tahap awal sebelum perangkat mulai beroperasi.
2. **Power Supply ON**
Setelah sistem dinyalakan, sumber daya listrik diaktifkan untuk menyediakan energi ke seluruh rangkaian, termasuk mini conveyor, Arduino Nano, dan sensor.
3. **Mini Conveyor ON**
Setelah sumber daya tersedia, mini conveyor mulai beroperasi. Sistem akan terus berjalan selama tidak terdeteksi gangguan arus atau tegangan abnormal.
4. **Arduino Nano ON**
Mikrokontroler Arduino Nano diaktifkan untuk mulai membaca dan mengontrol berbagai sensor yang terhubung ke sistem.
5. **Pembacaan Sensor Arus (Ampere) & Tegangan (Volt)**

Sensor arus dan tegangan mulai membaca nilai listrik dari motor mini conveyor. Data yang diperoleh akan digunakan untuk menentukan apakah sistem berada dalam kondisi aman atau tidak.

6. **ESP8266**

Data dari sensor dikirimkan ke modul komunikasi ESP8266. Modul ini bertanggung jawab menghubungkan sistem dengan jaringan internet agar data dapat dikirim ke aplikasi pemantauan berbasis Telegram.

7. **Pengecekan Nilai Tegangan dan Arus**

Arduino Nano melakukan analisis terhadap data yang dikirimkan oleh sensor. Jika nilai tegangan berada dalam rentang $150V \leq \text{Tegangan} \leq 350V$ dan arus tidak lebih dari $1A$, maka sistem akan tetap beroperasi secara normal (Y). Jika nilai berada di luar batas yang ditentukan (T), maka sistem akan memicu tindakan proteksi.

8. **Tampilan Aplikasi Telegram**

Jika terdeteksi anomali (tegangan di luar batas atau arus melebihi $1A$), maka sistem akan mengirimkan notifikasi ke aplikasi Telegram untuk memberi tahu operator mengenai kondisi abnormal.

9. **Mini Conveyor OFF**

Setelah mengirim notifikasi, Arduino Nano akan secara otomatis mematikan mini conveyor untuk mencegah kerusakan akibat lonjakan tegangan atau arus yang tidak normal.

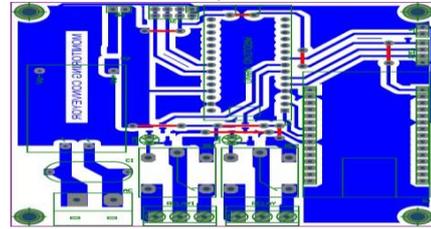
10. **Finish**

Setelah mini conveyor dimatikan, sistem menunggu intervensi lebih lanjut dari operator sebelum dapat diaktifkan kembali.

3.3. **Perancangan Perangkat Keras**

Perancangan *Printed Circuit Board* (PCB) dilakukan untuk mengintegrasikan komponen elektronik dalam satu papan sirkuit agar sistem lebih rapi, stabil, dan efisien. Proses dimulai dengan pembuatan skematik rangkaian menggunakan perangkat lunak desain PCB, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan layout jalur koneksi antar komponen. Setelah desain selesai, PCB dicetak dan dilakukan pemasangan serta penyolderan komponen seperti Arduino Nano, ESP8266, sensor PZEM-004T, dan relay proteksi. Pengujian dilakukan untuk

memastikan semua komponen bekerja dengan baik dalam mendeteksi gangguan arus dan tegangan. Hasilnya, sistem dapat mengirim notifikasi melalui Telegram jika terjadi anomali pada motor mini conveyor [40], [41][42].



Gambar 7. Layout Bottom Sistem Kontrol



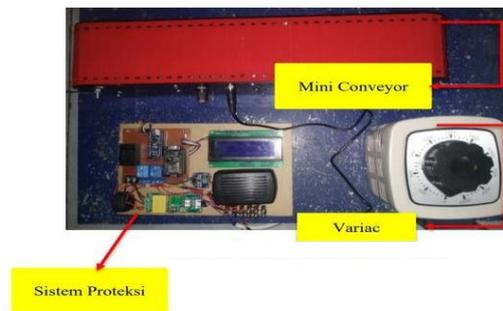
Gambar 8. Layout Front Sistem Proteksi

Gambar 8 menunjukkan rangkaian sistem proteksi motor mini conveyor berbasis IoT. Komponen utama meliputi Arduino Nano sebagai mikrokontroler, modul ESP8266 untuk komunikasi, relay sebagai saklar, sensor PZEM-004T untuk mengukur arus dan tegangan, serta LCD untuk menampilkan data. Buzzer digunakan sebagai alarm, dengan power supply sebagai sumber daya.

3.4. **Perancangan Mekanik Sistem Proteksi**

Pembuatan mekanik sistem proteksi motor mini conveyor mencakup perancangan dan perakitan komponen mekanis yang mendukung kinerja sistem. Rangka conveyor dibuat dari bahan yang kuat dan ringan untuk menopang beban dengan stabil. Dudukan untuk mikrokontroler, sensor, dan modul relay dirancang agar aman dari getaran dan gangguan eksternal. Selain itu, sistem pemasangan kabel dibuat rapi untuk menghindari gangguan listrik. Mekanisme proteksi dipasang agar dapat bekerja optimal dalam mendeteksi anomali arus dan tegangan, memastikan motor berhenti otomatis saat terjadi gangguan. Semua komponen diuji untuk memastikan kesesuaian

dengan desain dan fungsionalitas sistem secara keseluruhan.

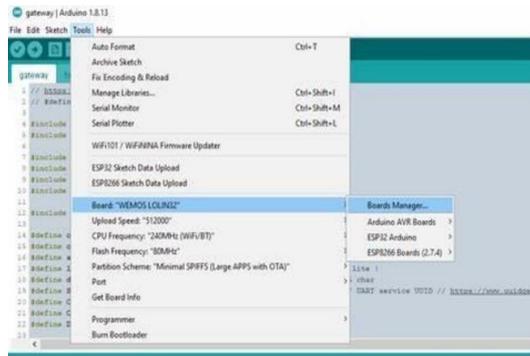


Gambar 9. Pembuatan Sistem Proteksi

Gambar 9 menunjukkan sistem proteksi mini conveyor yang terdiri dari Mini Conveyor sebagai alat transportasi, Variac untuk mengatur tegangan, dan Sistem Proteksi yang memantau serta melindungi dari tegangan atau arus berlebih.

3.5. Perancangan dan Pembuatan Software

Perancangan dan pembuatan software bertujuan untuk mengontrol dan memantau mini conveyor secara otomatis. Arduino Nano digunakan sebagai pengendali utama, dengan data dari sensor arus dan tegangan dikirim melalui ESP8266 ke aplikasi Telegram untuk notifikasi real-time. Algoritma mencakup pembacaan sensor, pemrosesan data, pengambilan keputusan berdasarkan batas aman, dan komunikasi dengan pengguna.



Gambar 10. Setting Tipe Mikrokontroler

Gambar 10 menunjukkan tampilan antarmuka Arduino IDE versi 1.8.13 saat memilih jenis

board yang digunakan. Pada menu Tools, opsi Board dipilih, kemudian pengguna memilih "WEMOS LOLIN32" sebagai board yang digunakan. Langkah ini diperlukan untuk memastikan kode dapat dikompilasi dan diunggah ke mikrokontroler ESP32 yang kompatibel.

4. PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan untuk memastikan sistem bekerja sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Proses pengujian mencakup pengukuran tegangan dan arus yang terbaca oleh sensor serta respon sistem dalam mengaktifkan atau menonaktifkan mini conveyor berdasarkan parameter yang ditentukan. Data hasil pengujian dibandingkan dengan nilai referensi untuk menilai akurasi sensor dan efektivitas sistem proteksi. Selain itu, integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak diuji untuk memastikan komunikasi yang stabil antara Arduino, ESP8266, dan aplikasi Telegram. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat beroperasi dengan baik dalam mendeteksi tegangan dan arus serta memberikan notifikasi secara real-time.

4.1. Pengujian Tegangan Menggunakan Sensor PZEM-004T

Pengujian tegangan dilakukan untuk memastikan bahwa sensor PZEM-004T dapat membaca nilai tegangan dengan akurasi yang baik.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Tegangan

No	Variac (volt)	Hasil Smartphone (volt)	Multimeter (volt)	Proteksi	Kondisi motor	%error
1.	145	147.20	145	Under voltage	Off	1,3%
2.	160	160	158	Normal	On	1%
3.	185	186	184	Normal	On	1,7%
4.	195	196.20	195	Normal	On	1%
5.	205	206	206	Normal	On	0%
6.	215	216.50	216	Normal	On	1%
7.	236	236.30	236	Over Voltage	Off	0,1%

Pada pengambilan data tabel diatas diperoleh data yaitu ketika kita menggunakan variac regulator untuk menurunkan dan menaikkan step setiap target tegangan yang dibutuhkan, dari

150 Volt hingga 235Volt terdapat pembacaan antara smartphone dan multimeter yang tidak sama sehingga % error pada saat under voltage = 1,3% dan pada saat over voltage %error= 0,1%. pada tegangan 150Volt hingga 225 Volt sistem proteksi masih berjalan normal dan motor tetap menyala, tegangan 236 Volt sistem proteksi akan aktif karena batasan proteksi yang diberikan sebesar 235 Volt sehingga terjadi overvoltage dan begitu pun ketika tegangan berada pada 145Volt sistem juga memberi perintah off, karena range minimal pada sistem proteksi adalah 150Volt.

Grafik Sankey - Hubungan Tegangan dan Proteksi



Gambar 11. Grafik hasil pengujian tegangan

Grafik Sankey pada gambar 11 menunjukkan hubungan antara tegangan yang terdeteksi dan status proteksi sistem. Tegangan dikategorikan sebagai Under Voltage, Normal, atau Over Voltage, dengan panah menunjukkan aliran data. Visualisasi ini memudahkan analisis respon sistem terhadap perubahan tegangan.

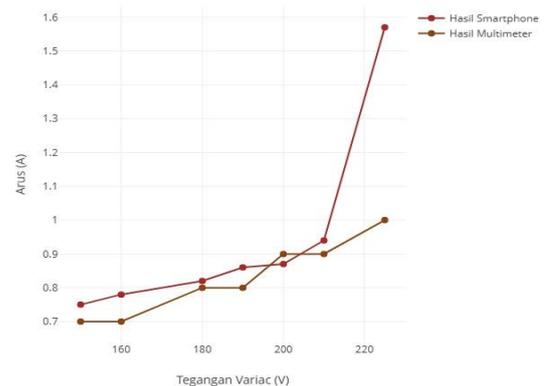
4.2. Pengujian Arus Menggunakan Sensor PZEM-004T

Pada tahap ini, dilakukan pengujian arus menggunakan sensor PZEM-004T untuk memastikan akurasi pembacaan arus listrik. Pengujian ini membandingkan hasil pembacaan sensor dengan alat ukur multimeter sebagai referensi. Data yang diperoleh digunakan untuk mengevaluasi apakah sistem dapat mendeteksi arus dengan benar dan mengaktifkan proteksi jika terjadi anomali.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Arus

No	Variac (Volt)	Hasil Smartphone (A)	Hasil Multimeter (A)	Proteksi	Kondisi Relay	%Error
1.	150	0,75	0,7	Normal	On	0,06
2.	160	0,78	0,7	Normal	On	0,10
3.	180	0,82	0,8	Normal	On	0,02
4.	190	0,86	0,8	Normal	On	0,069
5.	200	0,87	0,8	Normal	On	0,080
6.	210	0,94	0,9	Normal	On	0,4
7.	225	1,57	1	Over current	Off	0,36

Grafik Garis Pengujian Arus Menggunakan Sensor PZEM-004T



Gambar 12. Grafik pengujian sensor arus

Grafik menunjukkan hubungan antara tegangan Variac (Volt) dan arus (Ampere) yang diukur menggunakan sensor smartphone dan multimeter, dengan hasil pengukuran ditampilkan dalam garis coklat terang untuk smartphone dan coklat gelap untuk multimeter. Seiring meningkatnya tegangan, arus yang terukur juga bertambah, dengan lonjakan signifikan pada 225V yang menunjukkan kondisi overcurrent. Meskipun terdapat sedikit perbedaan antara kedua alat ukur, error yang tercatat tetap dalam batas wajar.

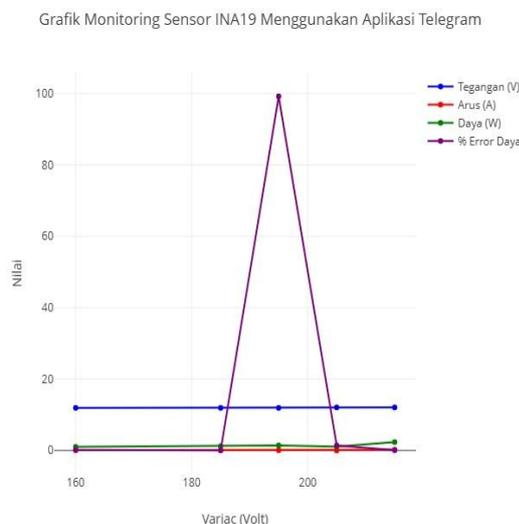
4.3. Monitoring Sensor INA19 Menggunakan Aplikasi Telegram

Proses monitoring sensor INA219 menggunakan aplikasi Telegram untuk memantau arus dan tegangan secara real-time.

Sensor INA219 berfungsi sebagai alat pengukur arus dan tegangan dengan tingkat akurasi tinggi, yang kemudian dikirimkan ke platform Telegram melalui komunikasi berbasis Internet of Things (IoT). Data yang diperoleh dari sensor dikirimkan secara berkala ke bot Telegram, memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi sistem listrik tanpa harus hadir secara fisik. Dengan adanya fitur notifikasi otomatis, pengguna dapat menerima peringatan jika terjadi anomali, seperti lonjakan arus atau tegangan yang tidak normal, sehingga meningkatkan efisiensi dan keamanan dalam pemantauan daya listrik.

Tabel 3 Pengukuran Sensor INA19

No	Variac (Volt)	Monitoring Aplikasi Telegram	%Error Daya (Watt)
1	160	POWER DC V:11.93 A:0.07 P:0.98	0,147857143
2	185	POWER DC V:11.92 A:0.10 P:1.21	0,00909090909
3	195	POWER DC V:11.94 A:0.09 P:1.39	99,2269065
4	205	POWER DC V:12.04 A:0.11 P:1.08	1,430352
5	215	POWER DC V:12.03 A:0.18 P:2.37	0,0863291139



Gambar 13. Grafik Sensor INA19

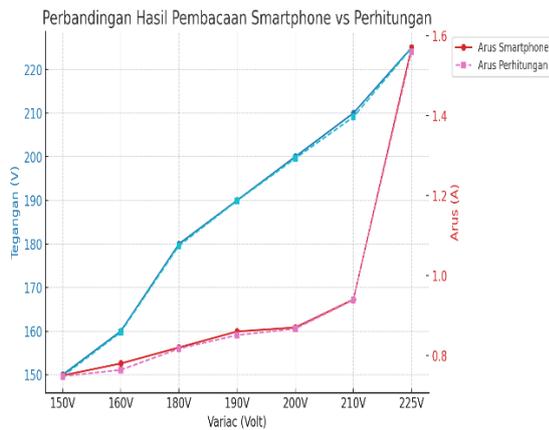
Grafik ini menunjukkan hubungan antara tegangan variabel (Variac) dengan hasil pengukuran tegangan (V), arus (A), daya (W), dan persentase error daya dari sensor INA19 yang dipantau melalui aplikasi Telegram. Sumbu X mewakili nilai tegangan dari Variac (160V hingga 215V), sementara sumbu Y menunjukkan nilai hasil pengukuran. Empat garis pada grafik menggambarkan perubahan nilai tegangan, arus, daya, dan % error daya pada berbagai tingkat Variac. Dari grafik ini, dapat diamati bahwa perubahan tegangan pada Variac berpengaruh terhadap daya yang diukur, dengan adanya fluktuasi pada persentase error daya yang menunjukkan ketidaksempurnaan pengukuran atau faktor lain yang mempengaruhi keakuratan sensor.

4.4. Perbandingan Pengukuran Smartphone Dengan Perhitungan

Membandingkan hasil pembacaan arus menggunakan smartphone dan multimeter. Hasil menunjukkan perbedaan kecil dengan persentase error rendah, menunjukkan akurasi yang cukup baik. Deviasi dapat disebabkan oleh sensitivitas sensor dan fluktuasi arus. Grafik membantu memahami pola perbedaan dan keandalan metode smartphone.

Tabel 4 Pengukuran Smartphone Dengan Perhitungan

Data	Hasil Smartphone		Perhitungan		%Error	
	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)
1.	150	0,75	149,66	0,748	0,34	0,266666667
2.	160	0,78	159,75	0,764	0,25	0,016
3.	180	0,82	179,6	0,817	0,5494505	0,3
4.	190	0,86	189,91	0,851	0,4736842	0,010465116
5.	200	0,87	199,62	0,867	0,19	0,3
6.	210	0,94	209,1	0,939	0,4285714	0,106382979
7.	225	1,57	224,9	1,56	0,9333333	0,636942675



Gambar 14. Grafik Perbandingan Pengukuran Smartphone Dengan Perhitungan

Grafik ini menunjukkan perbandingan antara hasil pembacaan tegangan dan arus menggunakan smartphone dengan hasil perhitungan. Perbedaan antara kedua metode diukur dalam bentuk persen error. Dari grafik, terlihat bahwa nilai tegangan dan arus dari smartphone cenderung mendekati hasil perhitungan, meskipun terdapat sedikit deviasi. Persentase error yang kecil menunjukkan bahwa pembacaan dengan smartphone cukup akurat dan dapat digunakan sebagai alternatif pengukuran.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis data, sistem monitoring berbasis smartphone dan Telegram menunjukkan akurasi yang baik dalam membaca parameter listrik seperti tegangan, arus, dan daya. Data pengujian dengan variac dari 150V hingga 225V menunjukkan bahwa hasil pembacaan smartphone dan multimeter memiliki persentase error yang relatif kecil, berkisar antara 0,02% hingga 0,4%. Pada pengujian dengan sensor INA19 yang terhubung ke Telegram, tegangan yang terbaca berada dalam rentang 11,92V hingga 12,04V, dengan arus berkisar antara 0A hingga 0,18A, serta daya bervariasi dari 0,98W hingga 2,37W. Persentase error daya menunjukkan fluktuasi yang signifikan pada beberapa titik, seperti pada tegangan 195V yang mencapai error sebesar 99,22%, sedangkan pada titik lainnya berada di bawah 1,5%. Perbandingan hasil pembacaan smartphone dengan perhitungan menunjukkan bahwa nilai tegangan dan arus

yang diukur memiliki perbedaan kecil, dengan error maksimum pada tegangan sebesar 0,93% dan error arus sebesar 0,63%. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring ini cukup andal dalam mengukur parameter listrik dengan tingkat akurasi yang cukup baik. Selain itu, fitur proteksi relay berfungsi dengan baik dalam mendeteksi kondisi overcurrent pada tegangan 225V, yang menyebabkan relay berpindah ke kondisi OFF. Hal ini menunjukkan bahwa sistem proteksi yang diterapkan dapat membantu dalam menjaga keamanan perangkat dari arus berlebih. Dengan integrasi teknologi berbasis IoT melalui Telegram, sistem ini juga memberikan kemudahan dalam pemantauan real-time tanpa perlu alat ukur konvensional secara langsung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. N. C. Agus Kiswantono, "PROFIL OTOMATISASI DISTRIBUSI SISTEM TENAGA LISTRIK UNIVERSITAS BHAYANGKARA SURABAYA Agus."
- [2] 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>
- [3] 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.
- [4] A. Kiswantono, "Smart Monitoring : Proteksi Transmisi dari Drop dan Over Voltage," vol. 12, no. 1, pp. 21–30, 2025.
- [5] Agus, "MENANGKAP SIARAN TV DIGITAL," vol. 05, no. 02, pp. 1899–1906, 2023.
- [6] R. Bangun, A. Perangkap, S. Di, P. Bertenaga, S. Dan, and M. Blower, "ISSN (Print) : 2621-3540 ISSN (Online) : 2621-5551," pp. 1–5.
- [7] 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".
- [8] Agus Kiswantono, "TRANSFORMASI ENERGI RUMAH TANGGA: OTOMATISASI BEBAN LISTRIK DENGAN IOT," vol. 2, no. 1, pp. 75–81,

- 2025.
- [9] E. N. Cahyono, "Profil otomatisasi distribusi sistem tenaga listrik universitas bhayangkara surabaya," no. 1, pp. 18–24, 2021.
- [10] T. Elektro, F. Teknik, and U. B. Surabaya, "Fuzzy Control Innovation : Optimizing DC Motor Performance with Solar Energy Matahari," pp. 31–44.
- [11] T. M. Etap, "SIMULASI GANGGUAN RELAY DIFFERENTIAL TRAF0 PADA SALURAN," pp. 548–553.
- [12] M. A. Faza, T. Elektro, F. Teknik, and U. B. Surabaya, "RANCANG BANGUN ALAT MONITORING ONLINE TEMPERATUR KLEM PADA," vol. 14, no. 1, 2022.
- [13] 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.
- [14] Y. Hermanto and A. Kiswanton0, "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.
- [15] M. Jainuri *et al.*, "ISSN (Print) : 2621-3540 ISSN (Online) : 2621-5551," pp. 674–683.
- [16] A. K, "Design Analysis of Solar Powered Systems Full Flexible 10 WP Capacity," pp. 113–118, 2017.
- [17] A. K and M. Fajri, "Transformasi Proteksi Tegangan : Sistem Monitoring IoT untuk Pemantauan Real-Time," vol. 11, no. 2, pp. 119–128, 2024.
- [18] A. Kiswanton0, "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.
- [19] A. Kiswanton0, H. Afianti, and B. Purwahyudi, "Proteksi Tegangan Berbasis IoT : Sistem Monitoring Cerdas dan Responsif," pp. 43–48.
- [20] A. Kiswanton0 and G. L. Arzadiwa, "Jurnal Pengabdian Siliwangi MEMBUAT LAMPU SEDERHANA SERBAGUNA MENGGUNAKAN LED DAN BARANG," vol. 7, pp. 59–61, 2021.
- [21] A. Kiswanton0, 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.
- [22] A. Kiswanton0, W. A. Febryasta, P. S. Elektro, F. Teknik, and U. B. Surabaya, "TRACKING MAP UNTUK MONITORING GANGGUAN," vol. 13, no. 1, 2025.
- [23] A. Kiswanton0 and D. I. Firmansyah, "STUDY ALIRAN DAYA (LOAD FLOW) PADA SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK GEDUNG PASCA SARJANA," pp. 133–140, 2020.
- [24] A. Kiswanton0 and Y. Hermanto, "PENINGKATAN KINERJA PLTB MELALUI KENDALI," vol. 12, no. 1, pp. 137–147, 2024.
- [25] A. Kiswanton0, 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.
- [26] A. Kiswanton0, E. Prasetyo, and Amirullah, "Mitigation Voltage Sag/Swell and Harmonics Using DVR Supplied by BES and PV System," *2018 Electr. Power, Electron. Commun. Control. Informatics Semin. EECCIS 2018*, pp. 36–41, 2018, doi: 10.1109/EECCIS.2018.8692788.
- [27] A. Kiswanton0, E. W. Pratama, T. Elektro, F. Teknik, and U. B. Surabaya, "Rancang kendali daya 3 phase real time 1 1,2," pp. 1–6.
- [28] A. Kiswanton0 and A. P. Putra, "Analisa Perancangan Sistem Transmisi Pembangkit dengan Power 150 KVA dan proteksi gangguan listrik di penyaluran 10 KVA," pp. 565–568.
- [29] A. Kiswanton0 and Y. A. S, "Pengukuran Energi Listrik dengan Modul Single on Circuit (SOC)," vol. 1, no. 3, 2024.
- [30] A. Kiswanton0 and Y. A. Setiawan, "Antena Televisi Sederhana : Memanfaatkan Kaleng Minuman Simple Television Antenna : Utilizing Beverage Cans," vol. 1, no. 2, pp. 101–111, 2024.
- [31] A. K. Maharsih, Inggit Kresna, "Indonesia Energy Transition," no. December 2023, 2024. doi: 10.55981/brin.892.c817.
- [32] S. Nasional, T. Elektro, S. Informatika, and T. Informatika, "Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika," 2021.
- [33] D. B. Prasetyo and A. Kiswanton0, "SINKRONISASI DAN MONITORING GENERATOR DENGAN PENGENDALI BERBASIS ARDUINO MEGA 2560," vol. 3, no. 2.
- [34] N. Prastyana, "M onitoring Arus dan Tegangan dari 9 Unit Pembangkit Di Indonesia Ke Kantor Pusat PLN Menggunakan Etap," pp. 654–655.
- [35] 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.
- [36] A. R. B. S and A. Kiswantono, “KENDALI BERBASIS WEB PADA ANOMALI NEUTRAL GROUND RESISTOR (NGR),” vol. 12, no. 3, pp. 3475–3481, 2024.
- [37] D. Sambudo and A. Kiswantono, “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>
- [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. Kiswantono, 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.
- [41] J. I. Tech, “TRANSFORMASI PEMANTAUAN ENERGI : KONTROL DAYA LISTRIK 3 FASA DENGAN ANTAR MUKA GRAFIS PENGGUNA (GUI) SECARA LANGSUNG,” vol. 1, no. 2, pp. 76–84, 2023.
- [42] A. Yuli Hermanto, “Voltage and Frequency Controller for Wind Turbine With PID Controller , PWM and Thingspeak Monitor,” *JTECS*, vol. 3:1, 2023.