

RANCANG BANGUN ALAT MONITORING PARAMETER KELISTRIKAN TIGA FASA SECARA *REAL-TIME* BERBASIS TELEGRAM**Bagas Adiansyah¹, Agus Setiawan², Yusuf Margowadi³**

Fakultas Teknik, Universitas Pamulang

bagasadiansyah86@gmail.com**Abstract**

This research aims to design a real-time three-phase electrical parameter monitoring tool based on Telegram. Electrical energy plays a vital role in commercial, industrial, and household sectors, necessitating efficient management to support sustainability. The research method used includes the development of a system based on the ESP32 microcontroller, sensor testing, and integration with the Telegram platform for remote monitoring. The stages of the research include the preparation of tools and materials, system design, hardware development using the ESP32 microcontroller, and software development for sensor reading, graphical interface design, and data transmission to Telegram. Testing is conducted to ensure the tool's performance by monitoring the HMI screen and Telegram for data verification. Data is collected from tool sampling and digital power meter measurements, then processed to generate graphs and tables for accuracy analysis and error rates. The integration of internet technology and Telegram is expected to enhance efficiency and data security in electrical energy monitoring, providing an innovative solution for sustainable energy management. Measurements using the PZEM-004T sensor showed a small error of 0.021%, ensuring that this tool complies with the IEC No. 13B-23 standard.

Article History

*Submitted: 2 September 2024
Accepted: 5 September 2024
Published: 12 September 2024*

Key Words

Electrical Monitoring, Telegram, ESP32 Microcontroller, PZEM-004T sensor

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat monitoring parameter kelistrikan tiga fasa secara real-time berbasis Telegram. Energi listrik memegang peranan vital dalam sektor komersial, industri, dan rumah tangga, sehingga diperlukan manajemen yang efisien untuk mendukung keberlanjutan. Metode penelitian yang digunakan meliputi pengembangan sistem berbasis mikrokontroler ESP32, pengujian sensor, dan integrasi dengan platform Telegram untuk pemantauan jarak jauh. Tahapan penelitian mencakup persiapan alat dan bahan, desain sistem, perancangan hardware menggunakan mikrokontroler ESP32, serta pengembangan perangkat lunak untuk pembacaan sensor, desain interface grafis, dan pengiriman data ke Telegram. Pengujian dilakukan untuk memastikan kinerja alat, dengan memonitor layar HMI dan Telegram untuk verifikasi data. Data diambil dari sampling alat dan alat ukur power meter digital, yang kemudian diolah untuk menghasilkan grafik dan tabel dalam analisis tingkat keakuratan dan nilai error. Integrasi teknologi internet dan Telegram diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan keamanan data dalam pemantauan energi listrik, sehingga menyediakan solusi inovatif dalam manajemen energi yang berkelanjutan. Pengukuran menggunakan sensor PZEM-004T menunjukkan kesalahan atau error yang kecil, sebesar 0,021%, sehingga alat ini memenuhi standar IEC No. 13B-23.

Sejarah Artikel

*Submitted: 1 September 2024
Accepted: 4 September 2024
Published: 11 September 2024*

Kata Kunci

Monitoring Listrik, Telegram, Mikrokontroler ESP32, Sensor PZEM-004T

1. PENDAHULUAN

Energi listrik memainkan peran vital dalam keberlangsungan hidup manusia, terutama dalam sektor komersial, industri, dan rumah tangga. Energi listrik digunakan untuk menyediakan daya bagi perangkat elektronik dan mesin listrik. Karena pentingnya, manajemen listrik menjadi fokus utama untuk menjaga kualitas dan efisiensi penggunaan energi listrik. Idealnya, monitoring listrik harus mampu mengamati kondisi kelistrikan di suatu area secara real-time dengan akurasi tinggi, memastikan bahwa sistem kelistrikan berfungsi dengan optimal dan efisien.

Namun, kondisi reel menunjukkan bahwa banyak sistem monitoring listrik masih menggunakan alat sederhana dan pencatatan manual, yang hanya mampu memantau satu objek

pada satu waktu. Hal ini menyebabkan inefisiensi, terutama ketika ada beberapa objek yang harus dipantau secara bersamaan. Selain itu, alat monitoring yang ada sering kali masih menggunakan slot SD Card dengan kapasitas penyimpanan yang terbatas, yang menghambat kemampuan penyimpanan data dalam jangka panjang dan mengurangi keamanan data.

Kesenjangan antara kondisi ideal dan reel ini memunculkan berbagai masalah, termasuk keterbatasan dalam pemantauan multi-objek secara simultan, risiko kehilangan data penting, dan ketidakmampuan untuk melakukan analisis data secara efektif. Dengan perkembangan teknologi internet, integrasi internet ke dalam sistem monitoring listrik memberikan kemajuan signifikan, mencakup efisiensi, otomatisasi, dan peningkatan keamanan data. Namun, belum semua sistem monitoring memanfaatkan potensi penuh teknologi ini, sehingga masih ada ruang untuk peningkatan lebih lanjut.

Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada pengembangan alat monitoring listrik berbasis Telegram yang dapat memantau parameter kelistrikan secara *real-time*. Dengan menggunakan sensor arus dan tegangan serta memanfaatkan Telegram sebagai *platform* penyimpanan data, yang menawarkan kapasitas besar dan keamanan lebih baik dibandingkan dengan *Micro SD Card*, sistem ini diharapkan dapat mengatasi kesenjangan yang ada. Dalam penelitian ini, software Arduino IDE digunakan untuk merancang program sistem monitoring pada mikrokontroler, dengan tampilan menggunakan *Human Machine Interface* (HMI) Nextion. Berdasarkan uraian di atas, diperlukan kajian mendalam terhadap alat yang dirancang, sehingga penelitian ini diberi judul **“RANCANG BANGUN ALAT MONITORING PARAMETER KELISTRIKAN TIGA FASA SECARA REAL-TIME BERBASIS TELEGRAM”**.

2. METODE PENELITIAN

1. Studi Literatur

Studi Literatur adalah jenis-jenis referensi yang diambil penulis sebagai acuan dalam penulisan skripsi berupa Buku atau *E-book*, jurnal penelitian, artikel yang kebenarannya bisa dipertanggung jawabkan yang berkaitan dengan judul dalam skripsi ini. Penulis mempelajari beberapa referensi yang membahas tentang sistem Monitoring daya pada tegangan, arus, daya aktif, daya semu, frekuensi dan faktor daya.

2. Observasi

Merupakan suatu kegiatan dengan cara melakukan penelitian lapangan dan pengambilan data yang diperlukan dalam menganalisis dan penyelesaian agar lebih mengetahui masalah yang sebenarnya terjadi.

3. Perancangan dan Pembuatan Sistem Pada Alat

Perancangan dan pembuatan sistem pada panel surya diwali dengan pemilihan sensor yaitu dengan menggunakan modul sesor PZEM-004T yang dapat membaca arus, tegangan, daya aktif, frekuensi serta faktor daya.

4. Perancangan dan Pembuatan *Hardware*

Perancangan dan pembuatan *hardware* meliputi komponen pada mikrokontroler ESP32. Dari sensor menuju mikrokontroler ESP32 untuk memonitoring parameter yang ditentukan dengan mengambil data dari sensor yang digunakan.

5. Perancangan dan Pembuatan *Software*

Perancangan dan pembuatan *software* meliputi pembuatan program untuk pembacaan sensor, pembuatan desain *graphical interface unit* serta pengiriman data menuju ke Telegram.

6. Pengujian Alat dan Pengambilan Data

Metode ini dilakukan ketika telah selesai melaksanakan perencanaan, persiapan, dan pemasangan komponen – komponen. Pengujian alat dan pengambilan data dilakukan secara langsung dilokasi guna mendapatkan hasil untuk penulisan laporan skripsi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain Sistem

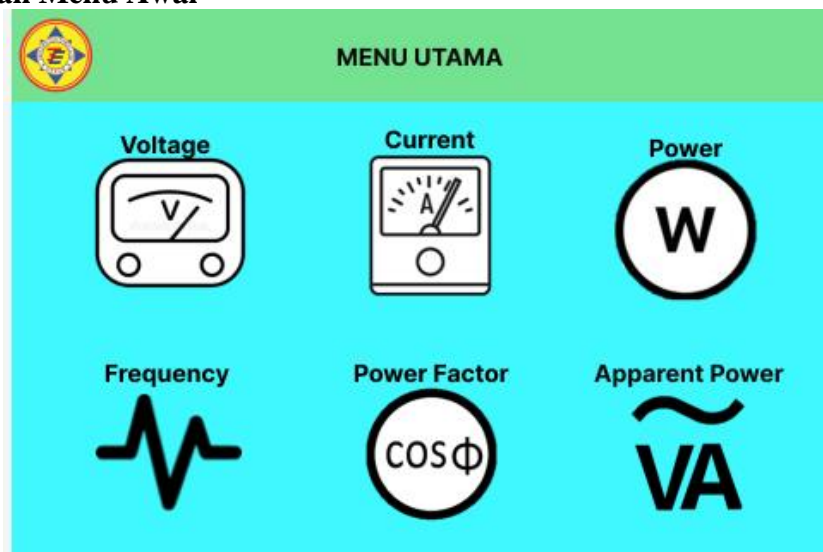
Pada bagian ini akan menjelaskan secara keseluruhan desain sistem pada penelitian “Rancang Bangun Alat Monitoring Parameter Kelistrikan Tiga Fasa Secara *Real-time* Berbasis Telegram”

Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan untuk memastikan apakah alat dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Jika alat terdapat masalah maka perlu diperiksa kembali alat tersebut atau komponen yang digunakan. Jika alat berjalan dengan baik maka alat dapat menampilkan nilai pembacaan dari sensor PZEM-004T pada HMI.

Keseluruhan pengujian dilakukan untuk memastikan alat berfungsi dengan baik sehingga dapat dilakukan pengambilan data. Sebelum melakukan pengambilan data pengujian alat ini juga berfungsi agar data yang akan diambil memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan hasil yang baik. Data yang dihasilkan harus data yang terbaik supaya alat yang dibuat dapat digunakan dengan baik dan pada saat analisa data dapat menghasilkan data yang akurat dan presisi sesuai harapan.

Hasil Tampilan Menu Awal



Gambar 3.1 Tampilan Menu Utama

Pada tampilan menu awal dapat dilihat pada Gambar 3.1 terdapat tampilan parameter yang terdiri dari tegangan, arus, daya aktif, frekuensi dan faktor daya, dan daya semu yang sebelumnya telah di desain. Setelah itu di desain kembali menggunakan aplikasi Nextion Editor untuk menambahkan perintah “jika salah satu icon tersebut ditekan, maka akan menampilkan parameter yang telah dipilih”.

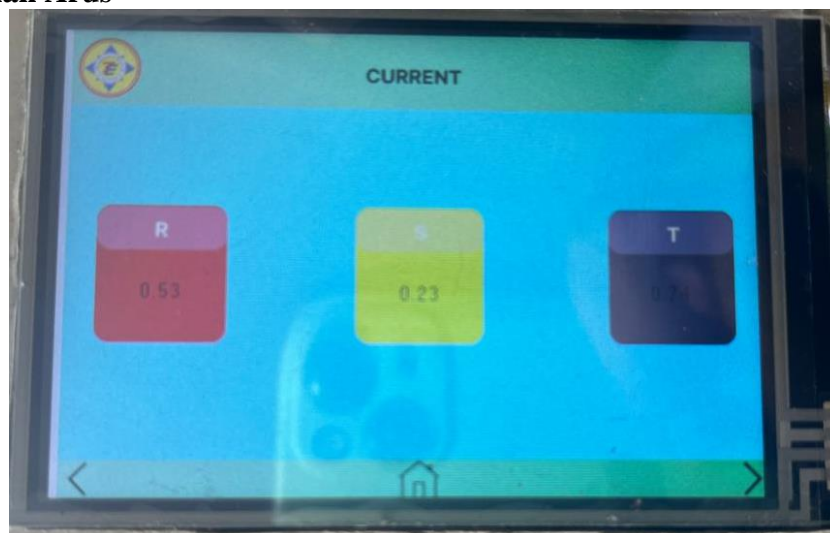
Hasil Tampilan Tegangan



Gambar 3.2 Tampilan Menu Tegangan

Pada tampilan tegangan dapat dilihat pada Gambar 3.2 menampilkan parameter tegangan dari prototype monitoring dengan menggunakan power meter schneider iEM3255. Parameter tegangan tersebut terdiri dari tegangan 3 fasa dan tegangan 1 fasa. Pengukuran tegangan ini bertujuan untuk mengetahui besar nilai tegangan pada prototype yang telah dibaca oleh sensor PZEM 004-T.

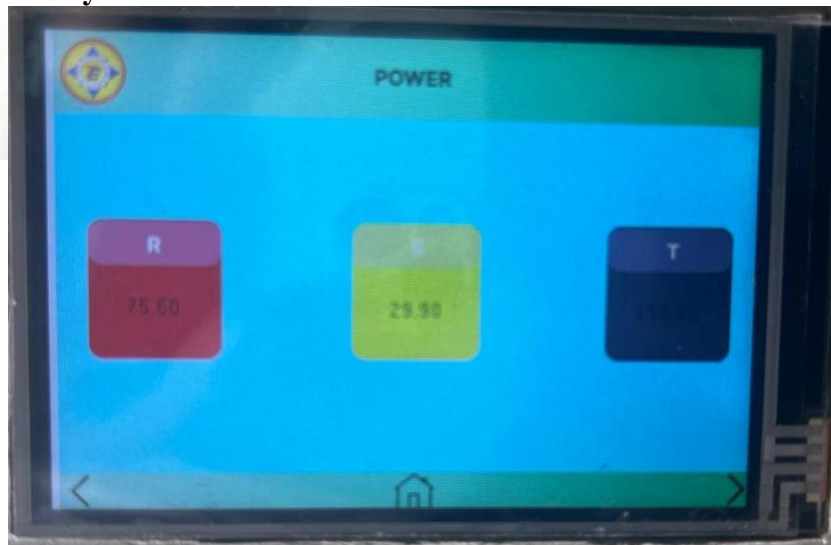
Hasil Tampilan Arus



Gambar 3.3 Tampilan Menu Arus

Pada tampilan arus yang dapat dilihat pada Gambar 3.3 menampilkan parameter arus dari alat. Parameter arus tersebut terdiri dari arus per-fasa yaitu arus R, arus S, dan arus T. Pengukuran arus ini bertujuan untuk mengetahui besar nilai arus pada alat yang telah dibaca oleh sensor PZEM 004-T.

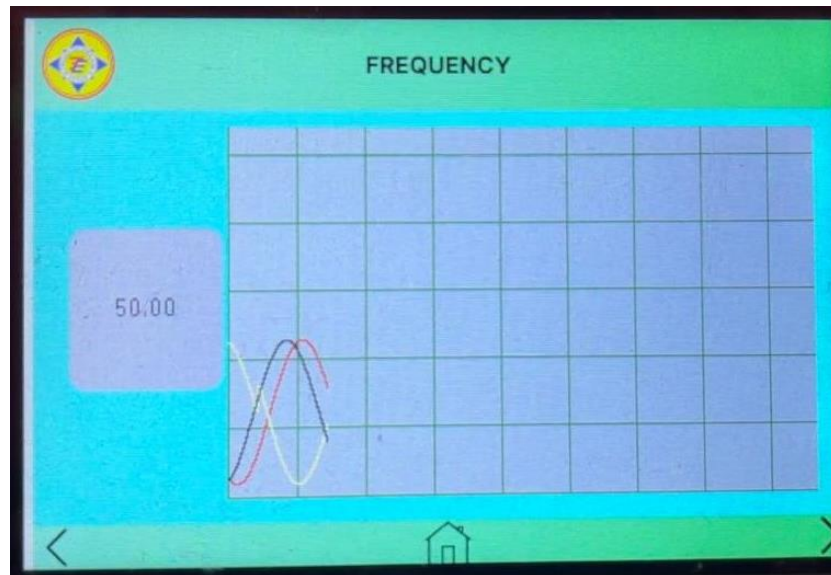
Hasil Tampilan Daya Aktif



Gambar 3.4 Tampilan Menu Daya Aktif

Pada tampilan daya aktif yang dapat dilihat pada Gambar 3.4 menampilkan nominal daya aktif dari fasa R, fasa S dan fasa T pada prototype. Pengukuran daya aktif ini bertujuan untuk mengetahui besar nilai daya aktif dari tiap fasa yang telah dibaca oleh sensor PZEM 004-T.

Hasil Tampilan Frekuensi



Gambar 3.5 Tampilan Menu Frekuensi

Pada tampilan frekuensi yang dapat dilihat pada Gambar 3.5 menampilkan nominal frekuensi dari fasa R, fasa S dan fasa T pada prototype. Pengukuran frekuensi ini bertujuan untuk mengetahui besar nilai frekuensi dari tiap fasa yang telah dibaca oleh sensor PZEM 004-T.

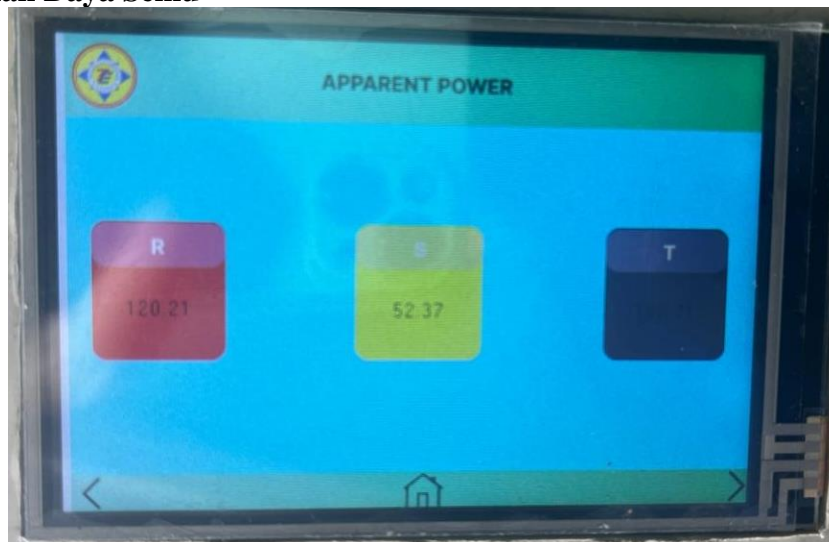
Hasil Tampilan Faktor Daya



Gambar 3.6 Tampilan Menu Faktor Daya

Pada tampilan faktor daya yang dapat dilihat pada Gambar 3.6 menampilkan nominal faktor daya pada rangkaian. Pengukuran faktor daya ini bertujuan untuk mengetahui besar nilai faktor daya yang telah dibaca oleh sensor PZEM 004-T.

Hasil Tampilan Daya Semu



Gambar 3.7 Tampilan Menu Daya Semu

Pada tampilan daya semu yang dapat dilihat pada Gambar 3.7 menampilkan nominal daya semu dari fasa R, fasa S dan fasa T pada prototype. Pengukuran daya semu ini bertujuan untuk mengetahui besar nilai daya semu dari tiap fasa yang telah dibaca oleh sensor PZEM 004-T.

Pengambilan Data

Setelah alat selesai dibuat dan berhasil diuji tanpa ada masalah selanjutnya adalah proses pengambilan data. Proses pengambilan data dilakukan sebanyak 10 kali dengan 2 metode yang berbeda yaitu dengan alat ukur yang dibuat dan dengan power meter Schneider iEM3255. Penggunaan 2 metode yang berbeda ini bertujuan untuk membandingkan akurasi pengukuran

alat yang dibuat dengan nilai acuan pada alat ukur manual terkalibrasi yang tertelusur SI (Standar Internasional).

Analisa Hasil Penelitian

Analisa hasil penelitian adalah tahap yang akan membahas tentang akurasi dan galat dari alat yang akan dibuat pada penelitian ini. Analisa hasil penelitian ini berdasarkan hasil yang didapat pada tahap pengolahan data. Pada tahap pengolahan data sudah diketahui perbandingan nilai dari pengukuran prototype power meter dengan schneider iEM3255. Nilai perbandingan pada pengolahan data akan dicari galat sesuai dengan rumus. Galat perlu dicari untuk menentukan apakah alat yang dibuat pada penelitian ini menghasilkan nilai yang akurat atau juga menghasilkan error yang kecil. Setelah mengetahui galat dari alat yang dibuat pada penelitian ini maka selanjutnya akan dapat disimpulkan apakah alat yang dapat dibuat layak digunakan atau tidak.

Tabel 3.1 Nilai Galat Tegangan 1 Fasa

DATE	ALAT			iEM 3255			ERROR		
	RN	SN	TN	RN	SN	TN	RN	SN	TN
14/06/2024 15:03	227.8	229.6	227.6	228.04	229.25	228.66	0.001%	0.002%	0.005%
14/06/2024 15:13	228	229.6	227.7	228.06	229.35	228.57	0%	0.001%	0.004%
14/06/2024 15:23	228.5	230.1	228.2	228.47	230.68	228.21	0%	0.003%	0%
14/06/2024 15:33	228.6	230.2	228.4	229.71	230.08	228.45	0.005%	-0.001%	0%
14/06/2024 15:43	228.5	230.1	228.3	228.56	230.92	228.31	0%	0.004%	0%
14/06/2024 15:53	229.2	230.8	228.9	229.11	230.49	229.95	0%	-0.001%	0.005%
14/06/2024 16:03	229.6	231.2	229.4	229.48	231.88	229.25	0.001%	0.003%	0.001%
14/06/2024 16:13	229.9	231.4	229.5	230.69	231.16	229.59	0.003%	-0.001%	0%
14/06/2024 16:23	230.7	232.2	230.3	230.36	232.93	230.34	0.001%	0.003%	0%
14/06/2024 16:33	231	232.5	230.6	231.59	232.18	231.6	0.003%	0.001%	0.004%
Rata rata							0.001%	0.002%	0.002%

Hasil perhitungan galat pengukuran tegangan dapat dilihat pada tabel 3.1. Nilai galat pengukuran tegangan pada tabel tersebut dapat dilihat sangat kecil dan masih termasuk kedalam kesalahan toleransi karena dibawah 5%. Tetapi jika secara keseluruhan nilai galat tidak mencapai 5% maka alat yang dibuat pada penelitian ini masih baik dan masih memiliki akurasi yang baik.

Tabel 3.2 Nilai Galat Tegangan 3 Fasa

DATE	ALAT			iEM 3255			ERROR		
	RS	ST	TR	RS	ST	TR	RS	ST	TR
14/06/2024 15:03	396.12	395.94	393.39	396	396.86	393.41	0%	0.002%	0%
14/06/2024 15:13	396.29	396.03	393.65	396	396.98	393.62	-0.001%	0.002%	0%

14/06/2024 15:23	397.16	396.9	395.43	396	397.84	395.45	-0.003%	0.002%	0%
14/06/2024 15:33	397.42	397.16	395.77	398	396.31	397.6	0.001%	-0.002%	0.005%
14/06/2024 15:43	397.16	396.98	395.6	398	396.25	395.63	0.002%	-0.002%	0%
14/06/2024 15:53	398.37	398.11	396.73	398	399.25	396.73	-0.001%	0.003%	0%
14/06/2024 16:03	399.06	398.89	397.51	398	399.86	397.42	-0.003%	0.002%	0%
14/06/2024 16:13	399.5	399.15	397.85	400	398.47	397.71	0.001%	-0.002%	0%
14/06/2024 16:23	400.88	400.53	399.32	400	401.9	399.07	-0.002%	0.003%	-0.001%
14/06/2024 16:33	403.4	401.05	399.76	402	400.46	399.72	-0.006%	-0.001%	0%
Rata rata							0.002%	0.002%	0.001%

Hasil perhitungan galat pengukuran tegangan 3 fasa dapat dilihat pada tabel 3.2. Nilai galat pengukuran tegangan pada tabel tersebut dapat dilihat sangat kecil dan masih termasuk kedalam kesalahan toleransi karena dibawah 5%. Tetapi jika secara keseluruhan nilai galat tidak mencapai 5% maka alat yang dibuat pada penelitian ini masih baik dan masih memiliki akurasi yang baik.

Tabel 3.3 Nilai Galat Rata-rata Tegangan 3 Fasa

DATE	ALAT	iEM3255	ERROR
14/06/2024 15:03	395.82	395.76	-0.02%
14/06/2024 15:13	396.32	395.87	-0.12%
14/06/2024 15:23	397.50	396.43	-0.27%
14/06/2024 15:33	398.12	397.30	-0.20%
14/06/2024 15:43	398.25	396.63	-0.41%
14/06/2024 15:53	399.74	397.99	-0.44%
14/06/2024 16:03	400.82	398.43	-0.60%
14/06/2024 16:13	401.50	398.73	-0.70%
14/06/2024 16:23	403.24	400.32	-0.73%
14/06/2024 16:33	405.07	400.73	-1.08%
Rata-rata			-0.46%

Hasil perhitungan galat pengukuran rata-rata tegangan 3 fasa dapat dilihat pada tabel 3.3. Nilai galat pengukuran tegangan pada tabel tersebut dapat dilihat sangat kecil dan masih termasuk kedalam kesalahan toleransi karena dibawah 5%. Tetapi jika secara keseluruhan nilai

galat tidak mencapai 5% maka alat yang dibuat pada penelitian ini masih baik dan masih memiliki akurasi yang baik.

Tabel 3.4 Nilai Galat Arus

DATE	ALAT			iEM 3255			ERROR		
	R	S	T	R	S	T	R	S	T
14/06/2024 15:03	0.53	0.23	0.74	0.51	0.23	0.78	0.04%	0%	0.05%
14/06/2024 15:13	0.53	0.23	0.7	0.49	0.26	0.73	0.08%	0.12%	0.04%
14/06/2024 15:23	0.53	0.23	0.68	0.56	0.24	0.7	0.05%	0.04%	0.03%
14/06/2024 15:33	0.52	0.23	0.65	0.57	0.19	0.68	0.09%	0.21%	0.04%
14/06/2024 15:43	0.52	0.23	0.63	0.6	0.23	0.66	0.13%	0%	0.05%
14/06/2024 15:53	0.52	0.23	0.61	0.6	0.22	0.63	0.13%	0.05%	0.03%
14/06/2024 16:03	0.52	0.23	0.6	0.52	0.26	0.61	0%	0.12%	0.02%
14/06/2024 16:13	0.52	0.23	0.59	0.55	0.26	0.61	0.05%	0.12%	0.03%
14/06/2024 16:23	0.52	0.23	0.58	0.5	0.26	0.61	0.04%	0.12%	0.05%
14/06/2024 16:33	0.52	0.23	0.57	0.52	0.26	0.58	0%	0.12%	0.02%
Rata rata							0.06%	0.09%	0.04%

Hasil perhitungan galat pengukuran arus dapat dilihat pada tabel 3.4. Nilai galat pengukuran arus pada tabel tersebut dapat dilihat sangat kecil dan masih termasuk kedalam kesalahan toleransi karena dibawah 5%. Tetapi jika secara keseluruhan nilai galat tidak mencapai 5% maka alat yang dibuat pada penelitian ini masih baik dan masih memiliki akurasi yang baik.

Tabel 3.5 Nilai Galat Rata-rata Arus

DATE	ALAT	iEM3255	ERROR
14/06/2024 15:03	0.50	0.51	0.01%
14/06/2024 15:13	0.49	0.49	0.00%
14/06/2024 15:23	0.48	0.50	0.04%
14/06/2024 15:33	0.47	0.48	0.03%
14/06/2024 15:43	0.46	0.50	0.07%
14/06/2024 15:53	0.45	0.48	0.06%
14/06/2024 16:03	0.45	0.46	0.03%

14/06/2024 16:13	0.45	0.47	0.06%
14/06/2024 16:23	0.44	0.46	0.03%
14/06/2024 16:33	0.44	0.45	0.03%
Rata-rata			0.037%

Hasil perhitungan galat pengukuran arus dapat dilihat pada tabel 3.5. Nilai galat pengukuran arus pada tabel tersebut dapat dilihat sangat kecil dan masih termasuk kedalam kesalahan toleransi karena dibawah 5%. Tetapi jika secara keseluruhan nilai galat tidak mencapai 5% maka alat yang dibuat pada penelitian ini masih baik dan masih memiliki akurasi yang baik.

Tabel 3.6 Nilai Galat Daya Aktif

DATE	ALAT			iEM 3255			ERROR		
	R	S	T	R	S	T	R	S	T
14/06/2024 15:03	75.5	29.9	157.9	63.48	23.74	163.78	0.19%	0.21%	0.04%
14/06/2024 15:13	75.8	29.9	150.7	62.5	27.69	153.5	0.21%	0.08%	0.02%
14/06/2024 15:23	75.7	29.9	147.2	77.14	25.45	148.61	0.02%	0.17%	0.01%
14/06/2024 15:33	75.8	30	139.1	73.7	19.51	141.91	0.01%	0.54%	0.02%
14/06/2024 15:43	75.8	29.9	136	82.03	23.48	136.88	0.08%	0.27%	0.01%
14/06/2024 15:53	75.7	29.9	130.9	82.03	22.34	132.99	0.08%	0.34%	0.02%
14/06/2024 16:03	75.8	29.9	128.9	69.82	27.05	128.8	0.09%	0.11%	0%
14/06/2024 16:13	75.8	29.9	127.2	69.33	26.88	127.85	0.09%	0.11%	0.01%
14/06/2024 16:23	75.8	29.9	127.1	72.75	26.7	127.3	0.04%	0.12%	0%
14/06/2024 16:33	75.9	29.9	123.9	71.77	26.7	123.4	0.06%	0.12%	0%
Rata rata							0.09%	0.21%	0.01%

Hasil perhitungan galat pengukuran daya aktif dapat dilihat pada tabel 3.6. Nilai galat pengukuran daya aktif pada tabel tersebut dapat dilihat sangat kecil dan masih termasuk kedalam kesalahan toleransi karena dibawah 5%. Tetapi jika secara keseluruhan nilai galat tidak mencapai 5% maka alat yang dibuat pada penelitian ini masih baik dan masih memiliki akurasi yang baik.

Tabel 3.7 Nilai Galat Rata-rata Daya Aktif

DATE	ALAT	iEM3255	ERROR
14/06/2024 15:03	87.77	83.33	0.041%
14/06/2024	85.47	81.23	0.052%

15:13			
14/06/2024 15:23	83.27	83.73	0.006%
14/06/2024 15:33	81.63	78.71	0.037%
14/06/2024 15:43	80.57	80.80	0.003%
14/06/2024 15:53	78.83	79.12	0.004%
14/06/2024 16:03	78.20	75.22	0.04%
14/06/2024 16:13	77.63	73.69	0.039%
14/06/2024 16:23	77.60	75.58	0.027%
14/06/2024 16:33	76.57	73.96	0.035%
Rata-rata			0.028%

Hasil perhitungan galat pengukuran daya aktif dapat dilihat pada tabel 3.7. Nilai galat pengukuran rata-rata daya aktif pada tabel tersebut dapat dilihat sangat kecil dan masih termasuk kedalam kesalahan toleransi karena dibawah 5%. Tetapi jika secara keseluruhan nilai galat tidak mencapai 5% maka alat yang dibuat pada penelitian ini masih baik dan masih memiliki akurasi yang baik.

Tabel 3. 8 Nilai Galat Frekuensi

DATE	ALAT	iEM 3255	ERROR
	HZ	HZ	HZ
14/06/2024 15:03	49.9	49.75	0%
14/06/2024 15:13	50	49.75	0.01%
14/06/2024 15:23	50	49.75	0.01%
14/06/2024 15:33	50	50	0%
14/06/2024 15:43	50	49.75	0.01%
14/06/2024 15:53	49.9	49.75	0%
14/06/2024 16:03	50	50	0%
14/06/2024 16:13	50	50	0%
14/06/2024 16:23	50	50	0%
14/06/2024 16:33	50	50	0%
Rata rata			0.003%

Hasil perhitungan galat pengukuran frekuensi dapat dilihat pada tabel 3.8. Nilai galat pengukuran tegangan pada tabel tersebut dapat dilihat sangat kecil dan masih termasuk kedalam kesalahan toleransi karena dibawah 5%. Tetapi jika secara keseluruhan nilai galat tidak mencapai 5% maka alat yang dibuat pada penelitian ini masih baik dan masih memiliki akurasi yang baik.

Tabel 3.9 Nilai Galat Faktor Daya

DATE	ALAT	iEM3255	ERROR
14/06/2024 15:03	0.71	0.65	0.098%
14/06/2024 15:13	0.71	0.65	0.101%
14/06/2024 15:23	0.71	0.66	0.073%
14/06/2024 15:33	0.71	0.64	0.109%
14/06/2024 15:43	0.72	0.65	0.103%
14/06/2024 15:53	0.71	0.65	0.092%
14/06/2024 16:03	0.71	0.65	0.091%
14/06/2024 16:13	0.71	0.64	0.12%
14/06/2024 16:23	0.71	0.66	0.083%
14/06/2024 16:33	0.71	0.65	0.09%
Rata-rata			0.096%

Hasil perhitungan galat pengukuran Faktor Daya dapat dilihat pada tabel 3.19. Nilai galat pengukuran faktor daya pada tabel tersebut dapat dilihat sangat kecil dan masih termasuk kedalam kesalahan toleransi karena dibawah 5%. Tetapi jika secara keseluruhan nilai galat tidak mencapai 5% maka alat yang dibuat pada penelitian ini masih baik dan masih memiliki akurasi yang baik

Tabel 3.10 Nilai Galat Daya Semu

DATE	ALAT			iEM 3255			ERROR		
	R	S	T	R	S	T	R	S	T
14/06/2024 15:03	120.73	52.81	168.42	116.30	52.73	178.35	0.04%	0%	0.06%
14/06/2024 15:13	120.84	52.81	159.39	111.75	59.63	166.86	0.08%	0.11%	0.04%
14/06/2024 15:23	121.11	52.92	155.18	127.94	55.36	159.75	0.05%	0.04%	0.03%
14/06/2024 15:33	118.87	52.95	148.46	130.93	43.72	155.35	0.09%	0.21%	0.04%
14/06/2024 15:43	118.82	52.92	143.83	137.14	53.11	150.68	0.13%	0%	0.05%
14/06/2024	119.18	53.08	139.63	137.47	50.71	143.87	0.13%	0.05%	0.04%

15:53									
14/06/2024 16:03	119.39	53.18	137.64	119.33	60.29	139.84	0%	0.12%	0.02%
14/06/2024 16:13	119.55	53.22	135.41	126.88	60.10	140.05	0.06%	0.11%	0.03%
14/06/2024 16:23	119.96	53.41	133.57	115.18	60.56	140.51	0.04%	0.12%	0.05%
14/06/2024 16:33	120.12	53.48	131.44	120.43	60.37	133.33	0%	0.11%	0.02%
Rata rata							0.06%	0.09%	0.04%

Hasil perhitungan galat pengukuran Daya Semu dapat dilihat pada tabel 3.10. Nilai galat pengukuran daya semu pada tabel tersebut dapat dilihat sangat kecil dan masih termasuk kedalam kesalahan toleransi karena dibawah 5%. Tetapi jika secara keseluruhan nilai galat tidak mencapai 5% maka alat yang dibuat pada penelitian ini masih baik dan masih memiliki akurasi yang baik

Tabel 3.11 Nilai Galat Rata-rata Daya Semu

DATE	ALAT	iEM3255	ERROR
14/06/2024 15:03	113.99	115.79	0.016%
14/06/2024 15:13	111.01	112.75	0.015%
14/06/2024 15:23	109.73	113.35	0.04%
14/06/2024 15:33	106.76	110.00	0.029%
14/06/2024 15:43	105.19	113.64	0.074%
14/06/2024 15:53	103.97	111.01	0.063%
14/06/2024 16:03	103.40	106.49	0.029%
14/06/2024 16:13	102.73	109.01	0.058%
14/06/2024 16:23	102.31	105.42	0.029%
14/06/2024 16:33	101.68	105.04	0.032%
Rata-rata			0.039%

Hasil perhitungan galat pengukuran Daya Semu dapat dilihat pada tabel 3.11. Nilai galat pengukuran rata-rata daya semu pada tabel tersebut dapat dilihat sangat kecil dan masih termasuk kedalam kesalahan toleransi karena dibawah 5%. Tetapi jika secara keseluruhan nilai galat tidak mencapai 5% maka alat yang dibuat pada penelitian ini masih baik dan masih memiliki akurasi yang baik

Hasil dari pengukuran galat secara keseluruhan diatas tersebut akan menampilkan galat dari parameter yang telah diukur dari kedua pengukuran yaitu alat yang dibuat dengan schneider iEM3255. Berikut adalah nilai rata-rata galat keseluruhan.

Tabel 3.12 Rata-rata Nilai Galat Keseluruhan

Parameter Kelistrikan		Nilai Rata-rata error (%)
Tegangan	R-N	0.001%
	S-N	0.002%
	T-N	0.002%
	R-S	0.002%
	S-T	0.002%
	T-R	0.001%
Rata-rata Tegangan 3 Fasa		-0.46%
Arus	R	0.060%
	S	0.090%
	T	0.040%
Rata-rata Arus		0.037%
Daya Aktif	R	0.090%
	S	0.21%
	T	0.010%
Rata-rata Daya Aktif		0.028%
Frekuensi		0.003%
Faktor Daya		0.096%
Daya Semu	R	0.060%
	S	0.090%
	T	0.040%
Rata-rata Daya Semu		0.039%
Nilai Rata-rata error Keseluruhan		0.021%

Pada tahap akhir analisa data akan dibuatkan tabel untuk menampilkan nilai galat dari keseluruhan pengukuran. Hasil dari pengukuran galat secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 3.22 pada tabel tersebut akan menampilkan galat tegangan, arus, daya aktif, frekuensi, factor daya, dan daya semu dari kedua pengukuran senilai 0,021%. Prototype alat yang dibuat dengan power meter Schneider iEM3255. Nilai rata-rata galat pada penelitian perlu dicari atau dihitung agar memudahkan dalam menarik kesimpulan pada tahap berikutnya. Pengukuran nilai galat dalam bentuk nilai persentase semakin kecil rata-rata galat maka semakin baik alat yang dibuat. Pada penelitian ini menetapkan toleransi rata-rata galat pada nilai 0,5% maka dari itu rata-rata galat dari alat yang dibuat pada penelitian ini tidak boleh melebihi nilai toleransi tersebut. Nilai toleransi itu didapatkan dari standar alat ukur yang telah dibahas pada BAB 2. Dapat dilihat pada Tabel 3.12. nilai rata-rata galat keseluruhan alat pada penelitian ini berada dibawah nilai toleransi 0,5% yang telah ditentukan. Berdasarkan hasil perhitungan rata-rata tersebut maka dapat dikatakan alat yang dibuat pada penelitian ini dikatakan berhasil karena sudah sesuai dengan standar IEC No. 13B-23.

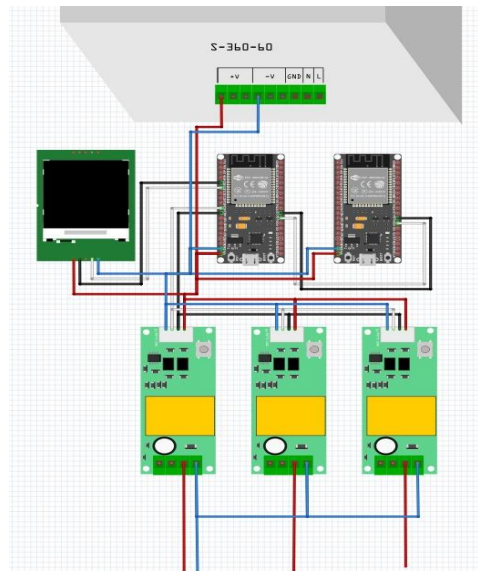
Tahap analisa data yang telah dilakukan adalah tahap mencari nilai galat pada parameter pengukuran dari alat yang dibuat. Nilai galat adalah nilai kesalahan atau error antara alat yang dibuat dengan alat yang dijadikan acuan/standar. Alat yang dijadikan acuan atau standar adalah Power meter Schneider iEM3255. Alat ukur ini telah terkalibrasi dan tertelusur SI (Standar Internasional) sehingga hasil pengukuran alat ukur tersebut dapat dijadikan standar. Nilai pada alat ukur tersebut akan dibandingkan dengan alat ukur yang akan dibuat pada penelitian

kemudian nilai tersebut dikonversi menjadi persentasi sehingga dapat diketahui galat/error dari alat yang dibuat pada penelitian ini. Tahap analisa data pada penelitian ini sudah selesai dilakukan dan mendapatkan hasil yang cukup memuaskan karena dari hasil analisa data sudah sesuai dengan harapan.

Pengujian Keseluruhan Sistem

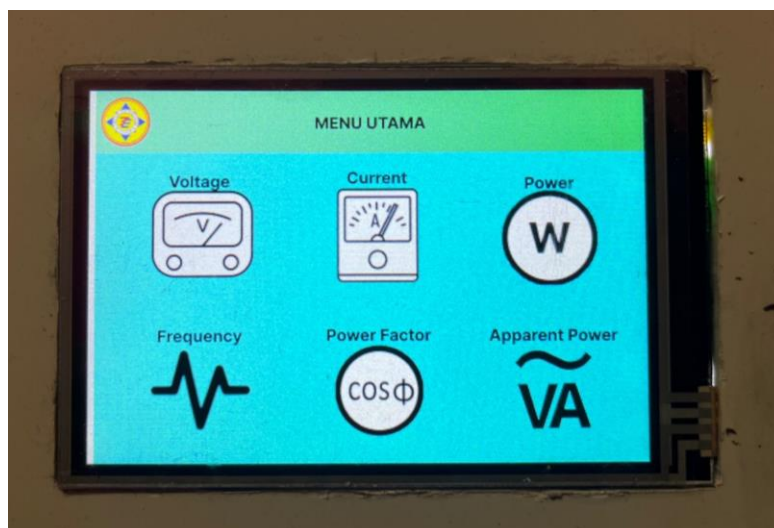
Pada pengujian keseluruhan sistem ini bertujuan untuk mengetahui apakah alat yang dibuat dapat beroperasi dengan baik sesuai dengan rencana yang sebelumnya telah dibentuk. Hasil dari pengukuran dari alat ini nantinya akan dibandingkan dengan alat ukur yang disediakan.

Hasil Pengujian Rangkaian



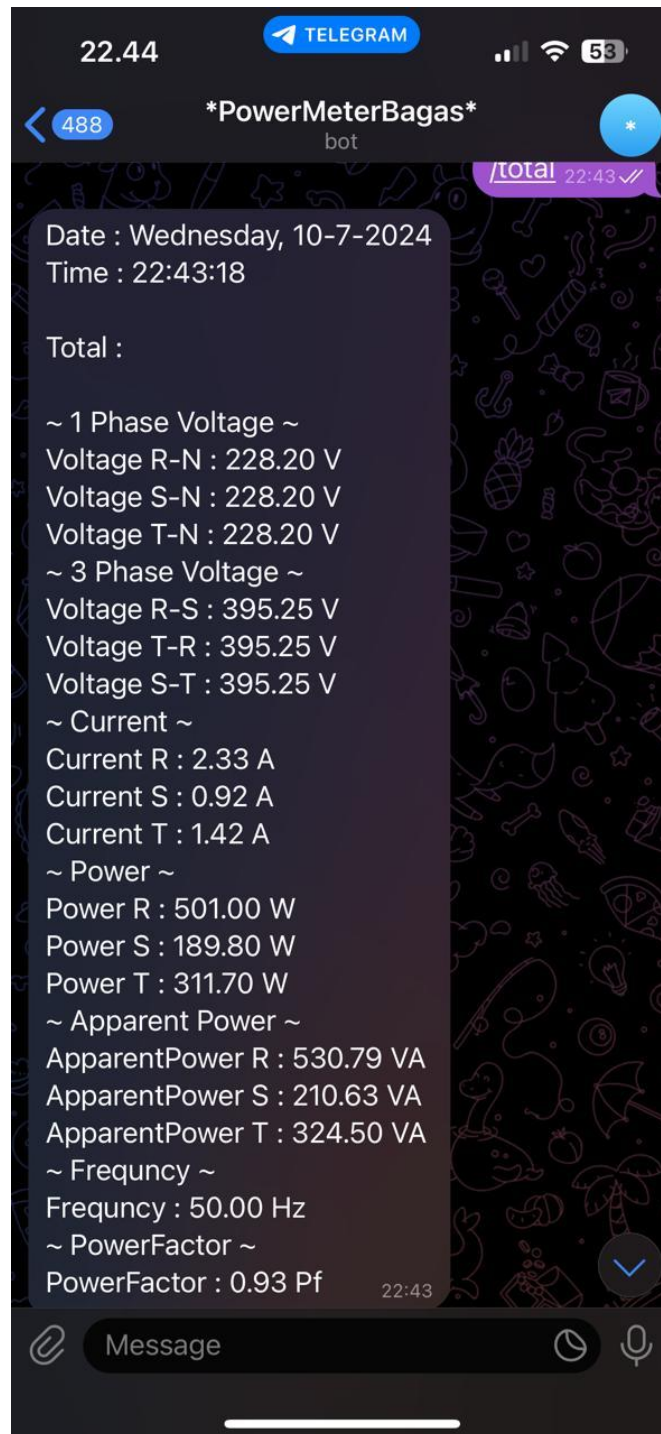
Gambar 3.8 Wiring Alat Monitoring

Pada pengujian ini alat akan dirangkai sesuai dengan gambar wiring yang telah dibuat menggunakan software fritzing yang dapat dilihat pada gambar 3.8 Perancangan wiring tersebut dibuat agar sensor PZEM-004T, mikrokontroller ESP32 serta LCD Nextion dapat bekerja secara optimal.



Gambar 3.9 Tampilan Alat Monitoring

Alat dapat bekerja dengan optimal dengan indikasi yaitu sensor dapat mengukur parameter kelistrikan yang hasilnya akan akan ditampilkan pada HMI Nextion. Tidak hanya ditampilkan pada HMI Nextion, data hasil pengukuran sensor PZEM-004T akan dikirim menuju telegram yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.10 Tampilan Telegram

Hasil Pengujian Ketahanan Alat

Pada wiring diagram yang dapat dilihat pada gambar 3.10 dapat dilihat bahwa alat monitoring kelistrikan 3 fasa yang telah dibuat menggunakan sumber dari power supply yang dapat menghidupkan komponen-komponen didalamnya. Untuk alat dengan sumber power

supply dapat hidup selama power supply mendapat tegangan sumber yang pada alat ini dipasang pada jack untuk pengukuran fasa R.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pengujian alat yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pembuatan program untuk pembacaan sensor PZEM-004T dan desain HMI pada alat dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 telah dibuat dengan menggunakan software Arduino IDE dan telah di program agar dapat membaca dan menampilkan tegangan, arus, daya aktif, frekuensi, faktor daya dan daya semu sesuai yang telah direncanakan.
2. Uji coba alat dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran alat dengan pengukuran menggunakan power meter Schneider iEM3255.
3. Pada pengukuran menggunakan sensor PZEM-004T memiliki rata-rata kesalahan atau error keseluruhan yang kecil sebesar 0.021%, sehingga alat tersebut dapat masuk pada standar IEC No. 13B-23.
4. Pembuatan program untuk pengiriman data menuju ke telegram telah dibuat tanpa selisih hasil pembacaan pada HMI dengan integrasi telegram.

Saran

Berdasarkan hasil pembuatan alat yang telah dicapai dalam tugas akhir ini, dapat diberikan saran yang diperlukan dalam pengembangan dan penyempurnaan alat, yaitu:

1. Dapat menampilkan parameter yang lebih kompleks seperti THD, *unbalance* tegangan, arus dan sebagainya.
2. Data alat dapat disimpan dengan multi penyimpanan dengan telegram dan SD Card.
3. Alat dibuat lebih *compact* dengan mendesain PCB sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, R. (2019). *Tera, Kalibrasi, Validasi, dan Verifikasi*. https://engineeringshared.blogspot.com/2019/01/tera-kalibrasi-validasi-dan-verifikasi_3.html
- Arifin, N., Lubis, R. S., & Gapy, M. (2019). Rancang Bangun Prototype Power Meter 1 Fasa Berbasis Mikrkontroler Atmega328P. *Jurnal Karya Ilmiah Teknik Elektro*, 4(1), 13–22.
- Erintafifah. (2021). *Mengenal Perangkat Lunak Arduino IDE*. <https://www.kmtech.id/post/mengenal-perangkat-lunak-arduino-ide>
- Habibi, F. N., Setiawidayat, S., & Mukhsim, M. (2017). Alat Monitoring Pemakaian Energi Listrik Berbasis Android Menggunakan Modul PZEM-004T. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Elektro Terapan*, 1(1), 157–162.
- Haryanto, H., & Hidayat, S. (2016). Perancangan HMI (Human Machine Interface) Untuk Pengendalian Kecepatan Motor DC. *Setrum : Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer*, 1(2), 58. <https://doi.org/10.36055/setrum.v1i2.476>
- Hudan, Ivan Safril, R. T. (2019). Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik Pada Kamar Kos Berbasis Internet of Things (Iot). *Jurnal Teknik ELEKTRO*, 08(01), 91–99.
- Humairoh Ratu Ayu, Suciyati, S. W., Afriyani, H., & Syahputri, D. N. (2022). Implementasi Teknologi dan Internet Of Thing (IoT) Untuk Otomasi Penyiraman Tanaman Berbasis Telegram di SDN1 Triharjo. *Kaibon Abhinaya : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(1), 64–70. <https://doi.org/10.30656/ka.v4i1.3960>
- King, F. (2020). *Aplikasi Sensor Ultrasonic HC-SR04 Sebagai Pengukur Jarak*. <https://funkynotes.blogspot.com/2020/10/aplikasi-sensor-ultrasonic-hc-sr03.html>
- Kusumah, H., & Pradana, R. A. (2019). Penerapan Trainer Interfacing Mikrokontroler Dan

- Internet of Things Berbasis Esp32 Pada Mata Kuliah Interfacing. *Journal CERITA*, 5(2), 120–133. <https://doi.org/10.33050/cerita.v5i2.237>
- Mario, K., Ronilaya, F., Sc, M., Ph, D., & Eryk, H. (2023). RANCANG BANGUN ALAT MONITORING PARAMETER 3 FASA SECARA REAL TIME BERBASIS INTERNET OF THINGS. *Politeknik Negeri Malang*, 1–6.
- Muhammad Yunus. (2021). *PROTOTIPE SISTEM KEAMANAN KAMAR KOS BERBASIS INTERNET OF THINGS MENGGUNAKAN SENSOR PASSIVE INFRARED RECEIVER DENGAN ESP32-CAM DAN TELEGRAM SEBAGAI NOTIFIKASI (Studi Kasus : Kos Sianturi Air Dingin)*. 10–11.
- Pradhana, C., & Sulaiman, M. (2020). SinarFe7. *Simulasi Komunikasi Serial Dengan Protokol I2C Menggunakan Arduino IDE Dan Proteus 8*, 3(1), 1–6.
- Rahadjo, P. (2019). Catu Daya Dc Tetap +5V Dan +12V / 10a Untuk Laboratorium Elektronika. *JT Elektronika Dan Komputer, Universitas Udayana*, 1(1), 1–19.
- Stodola, F. W. (1980). The PLUS Programming Language. In *ACM SIGPLAN Notices* (Vol. 15, Issue 1). <https://doi.org/10.1145/954127.954144>