

Monitoring Akusisi Data Manajemen Energi Listrik, Suhu dan Kelembaban Laboratorium Berbasis *Internet of Things* (IoT)

Ramona Dyah Safitri¹, Junaidi Akbar^{2✉}

¹ Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Buddhi Dharma, Indonesia

² Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Buddhi Dharma, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diserahkan : 12-12-2023

Direvisi : 21-12-2023

Diterima : 24-12-2023

Kata Kunci:

Energi Listrik, Suhu,
Kelembaban, Monitoring,
Internet of Things (IoT)

Keywords :

*Electric Energy,
Temperature, Humidity,
Monitoring, Internet of
Things (IoT)*

ABSTRAK

Manajemen data seperti tegangan, arus, daya, energi, frekuensi, faktor daya dari segi pemakaian listrik, suhu dan kelembaban dari segi kenyamanan sangat diperlukan untuk meningkatkan kerja atau belajar seseorang, maka dilakukan pengukuran rutin oleh audit secara manual. Dengan adanya teknologi *Internet of Things* (IoT) dapat mempermudah pemantauan suatu perangkat dari jauh. Hasil perbandingan sensor dan alat ukur pada tegangan diperoleh nilai error 0,0871% dan efisiensi 99,91%, arus diperoleh nilai error 4,76% dan efisiensi 95,24%, daya diperoleh nilai error 7,59% dan efisiensi 92,38%, energi diperoleh nilai error 4,813% dan efisiensi 95,17%, frekuensi diperoleh nilai error 0,02% dan efisiensi 99,98%, faktor daya diperoleh nilai error 3,03% dan efisiensi 96,96%, suhu diperoleh nilai error 0,73% dan efisiensi 99,26%, kelembaban diperoleh nilai error 5,45% dan efisiensi 95,54%.

ABSTRACT

Data management such as voltage, current, power, energy, frequency, power factor in terms of electricity usage, temperature and humidity in terms of comfort is needed to improve a person's work or study, so routine measurements are carried out by manual audits. With the Internet of Things (IoT) technology, it can make it easier to monitor a device from afar. The results of the comparison of sensors and measuring instruments on voltage obtained an error value of 0.0871% and efficiency of 99.91%, current obtained an error value of 4.76% and 95.24% efficiency, power obtained an error value of 7.59% and 92.38% efficiency, energy obtained an error value of 4.813% and 95.17% efficiency, frequency obtained an error value of 0.02% and 99.98% efficiency, power factor obtained an error value of 3.03% and 96.96% efficiency, temperature obtained an error value of 0.73% and 99.26% efficiency, humidity obtained an error value of 5.45% and 95.54% efficiency.

Corresponding Author :

Junaidi Akbar

Prodi S1-Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Buddhi Dharma, Indonesia

Jl. Imam Bonjol No. 41, Karawaci, Kota Tangerang, Banten

Email: junaedi.akbar@ubd.ac.id

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan utama yang diperlukan dalam berbagai kegiatan di lingkungan termasuk perkantoran, perguruan tinggi dan industri (Arifuddin, Fikri & Santosa, 2022). Upaya menjaga kualitas energi listrik tentu diperlukan pengujian untuk

penghematan pemakaian listrik (Radityatama et al., 2021). Kualitas tersebut dapat mempengaruhi kinerja dan usia pakai dari peralatan yang digunakan, sehingga mempengaruhi kualitas energi listrik seperti tegangan, arus dan faktor daya pada sistem kelistrikan (Romadhona et al., 2023). Tidak hanya kualitas energi listrik, namun kualitas udara dan kelembaban juga perlu diperhatikan guna meningkatkan kenyamanan kerja (Rezalti & Susetyo, 2020).

Salah satu contoh yaitu penggunaan energi listrik dalam praktikum di laboratorium fisika dan teknik elektro universitas buddhi dharma, serta kondisi suhu dan kelembaban ruangan dalam proses pembelajaran praktikum perlu diperhatikan sesuai standar suhu berkisar antara 18°C - 28°C dan kelembaban berkisar 40%-60% (Sudaryanto et al., 2022).

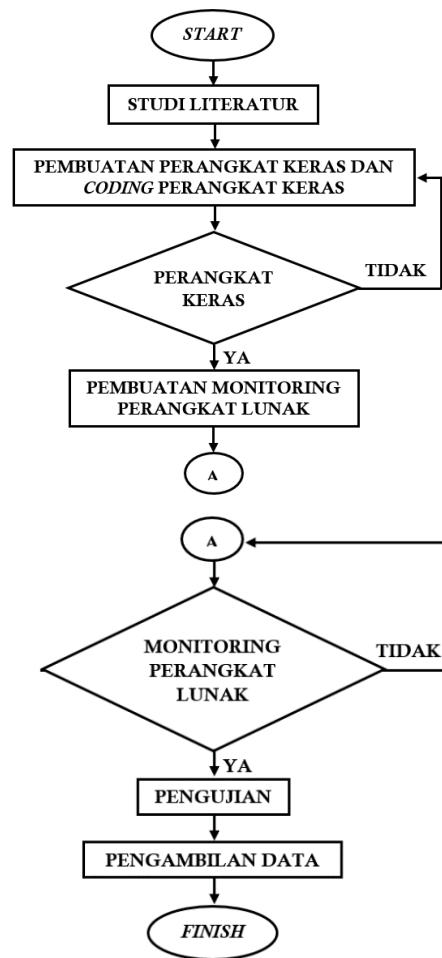
Efisiensi energi listrik dapat dijaga dalam kondisi atau batasan standar yang diizinkan, oleh karena itu diperlukan adanya manajemen data seperti tegangan, arus, daya, energi, frekuensi, faktor daya dari segi pemakaian listrik (Syachreza Himawan & Sudiarto, 2022), suhu dan kelembaban dari segi kenyamanan sangat diperlukan untuk meningkatkan kerja atau belajar seseorang (Suarjana, 2020). Besaran - besaran pada energi listrik yang dikonsumsi, serta suhu dan kelembaban pada laboratorium yang dilaporkan ke penanggung jawab untuk melihat rekaman data secara *real time*, dalam hal ini manajemen data audit masih mengukur secara manual.

Dengan perkembangan teknologi internet sudah menjadi peranan penting karena merambah di segala aspek kebutuhan masyarakat (Susanto et al., 2022). Melalui internet berbagai informasi dapat diperoleh dan dibagi, serta kemudahan komunikasi dapat dilakukan (Paramitha et al., 2023). Lebih dari hal tersebut, penerapan teknologi saat ini dapat dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan, hal itu dikenal dengan *Internet of Things* (IoT) (Selay et al., 2022). *Internet of Things* (IoT) merupakan suatu konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara *real time* (Asnil et al., 2023). IoT sebagai hubungan jaringan yang menjadikan objek dalam pengembangan aplikasi pemantauan konsumsi energi listrik, suhu dan kelembaban. Dengan adanya teknologi IoT mempermudah pekerjaan manusia dalam manajemen data audit dan tidak perlu dilakukan pengukuran secara manual (Putranto et al., 2022).

Berdasarkan permasalahan di atas, maka tujuan penelitian ini adalah membuat alat pemantauan jarak jauh pengguna energi listrik pada alat elektronik maupun keseluruhan pengguna daya listrik pada laboratorium beserta pemantauan suhu dan kelembaban dengan menggunakan transmisi data media internet dan daya listrik yang terpakai bisa ditampilkan pada halaman *web server*. Besaran-besaran listrik berhubungan dengan tegangan, arus, daya, energi, frekuensi, faktor daya, beserta suhu dan kelembaban yang diproses secara *real time* dan bisa diakses dari jaringan internet kapan saja. Jika hasil nilai pengukuran error semakin mendekati 0% maka semakin bagus. Nilai error disini hasil perbandingan pengukuran nilai dari multimeter digital dengan hasil pengukuran nilai dari sensor atau sistem untuk mengetahui nilai error. Untuk dapat merealisasikan alat monitoring penggunaan daya listrik, suhu dan kelembaban, maka arsitektur alat didesain terdiri dari komponen sensor PZEM-004T, DHT11, LCD 16X2 I2C, NodeMCU V3 (ESP8266) dan sistem monitoring IoT pemantauan untuk informasi manajemen data.

METODE PENELITIAN

Pada metode penelitian ini yaitu membuat sebuah perancangan manajemen akuisisi data energi listrik, suhu, kelembaban laboratorium berbasis IoT. Alur metode penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



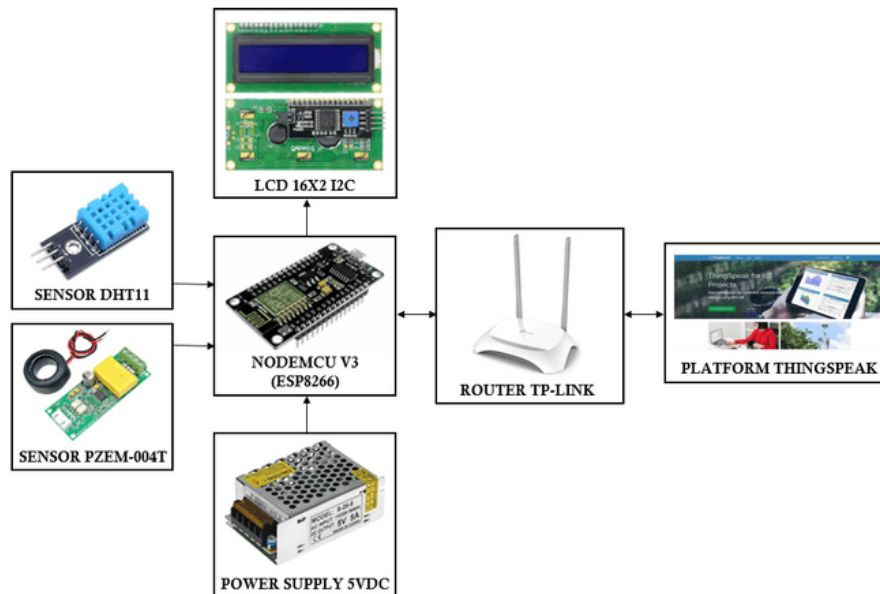
Gambar 1. Prosedur Metode Penelitian

1. Studi Literatur

Tahapan awal dalam melakukan penelitian, pada tahap ini mencari referensi sebagai acuan melalui buku, jurnal, artikel dengan narasumber yang jelas dan terpercaya untuk tujuan melengkapi literatur penelitian.

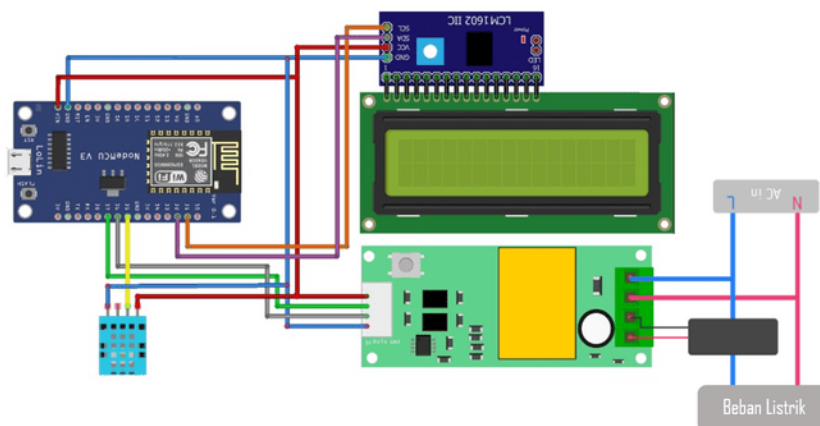
2. Pembuatan Perangkat Keras

Pada pembuatan perangkat keras menggunakan beberapa komponen dalam monitoring manajemen data daya listrik, suhu dan kelembaban pada laboratorium, serta menggunakan *power supply* untuk daya perangkat keras, dapat akudilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Rancangan Perangkat Keras

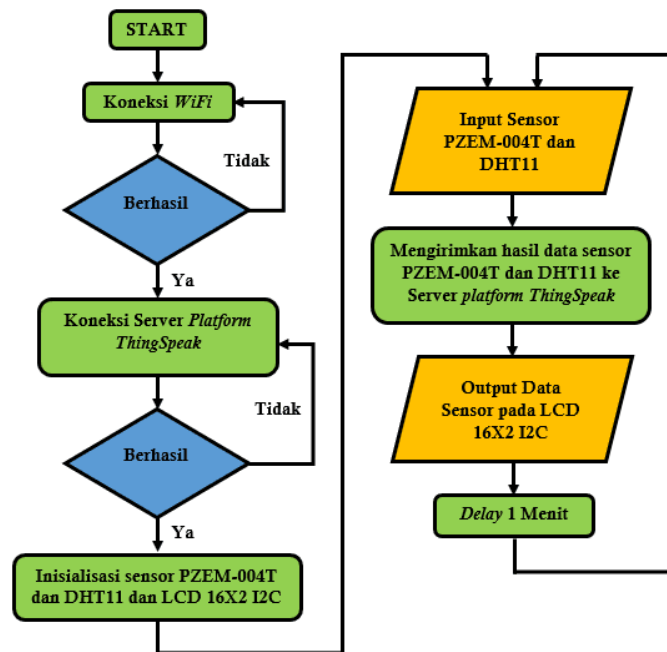
Pada rancangan perangkat keras menggunakan mikrokontroler ESP8266 sebagai pusat kontrol sensor dan sekaligus penghubung ke *Internet of Things* melalui fitur WiFi, LCD 16X2 I2C sebagai *output interface*, sensor PZEM-004T sebagai pemantauan manajemen data dari tegangan, arus, daya, energi, frekuensi dan faktor daya, sensor DHT11 sebagai pemantauan manajemen data dari suhu dan kelembaban, *platform ThingSpeak* sebagai tempat monitoring hasil dari input sensor yang digunakan. Dikarenakan mikrokontroler dan komponen lainnya membutuhkan suplai tegangan 5 volt, maka digunakan catu daya 5 volt sebagai daya perangkat keras. Agar dapat terhubung dengan *Internet of Things* (IoT) server, ESP8266 dihubungkan ke SSID terlebih dahulu dan memasukkan *password* dari router yang memiliki akses internet, sehingga ESP8266 bisa berkomunikasi dengan IoT server dari *platform ThingSpeak*. Semua hasil nilai yang di dapat dari input sensor akan dapat dilihat dan tampil pada *platform ThingSpeak*. Dalam pemasangan *wiring diagram* perangkat keras dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Pemasangan Wiring Diagram Perangkat Keras

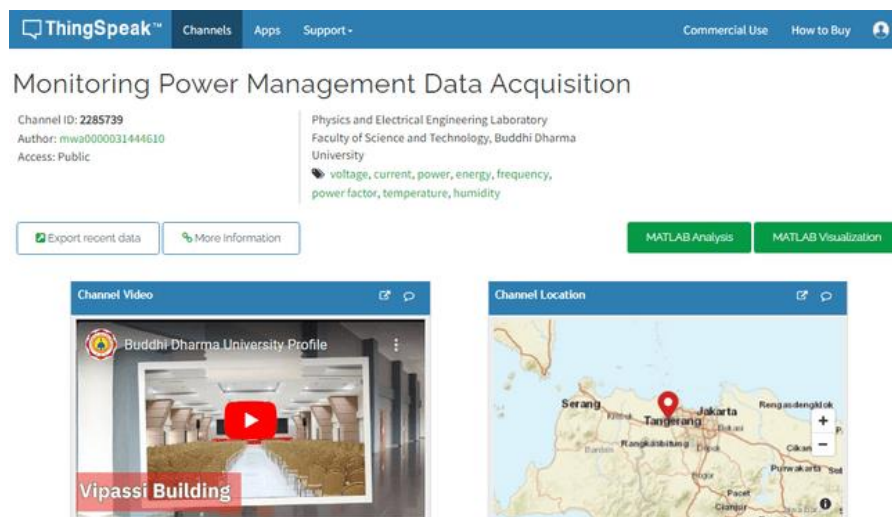
3. Pembuatan Monitoring Perangkat Lunak

Rancangan monitoring perangkat lunak menggunakan aplikasi Arduino IDE berdasarkan *flowchart* kerja yang dibuat. Hasil dari program yang dibuat pada aplikasi akan di *verify* dan *upload* ke mikrokontroler ESP8266. Bentuk kerja *flowchart* monitoring perangkat lunak dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Flowchart Kerja Monitoring Perangkat Lunak

Pada gambar 4, ketika catu daya 5 volt dihidupkan, maka ESP8266 mendapatkan suplai daya listrik dan akan melakukan pengkoneksian *WiFi* dan server *ThingSpeak* hingga berhasil terkoneksi, kemudian dilanjutkan dengan inisialisasi pin yang terhubung antara sensor PZEM-004T, DHT11, LCD 16X2 I2C dan ESP8266, serta pada fungsi *looping* (*void loop*), ESP8266 akan menerima input data sensor, hasil nilai pengukuran sensor akan dikirim ke server *ThingSpeak* dan di tampilkan ke LCD. Diberikan *delay* selama 1 menit untuk melakukan *looping* program kembali. Selain pemrograman pada aplikasi Arduino IDE, dilakukan pula pembuatan tampilan pada platform *ThingSpeak* sebagai tampilan *Internet of Things*, dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Tampilan Monitoring pada Platform ThingSpeak

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Perangkat Keras dan Sistem Monitoring

Pada proses pengujian perangkat keras dengan membandingkan hasil dari alat ukur multimeter, adapun pengujian perangkat keras dapat dilihat pada gambar 6.

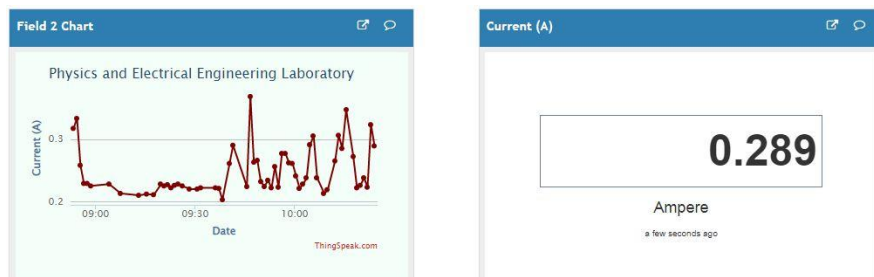


Gambar 6. Pengujian Perangkat Keras

Selain dari pengujian perangkat keras, juga dilakukan hasil pengujian dari sistem monitoring *platform ThingSpeak* terkait kinerja sensor PZEM-004T dan DHT11 yang terdiri dari tegangan, arus, daya, energi, frekuensi, faktor daya, suhu dan kelembaban, adapun hasil pengujian sistem monitoring sebagai berikut,



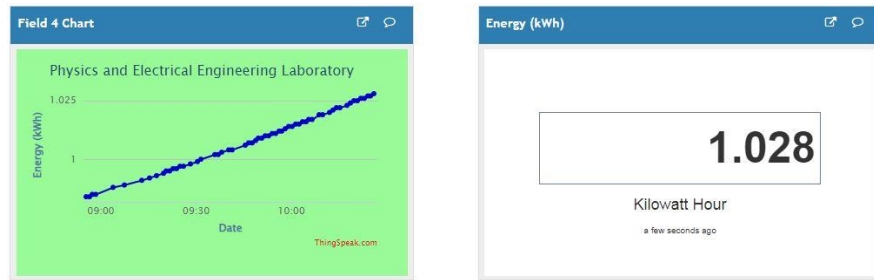
Gambar 7. Tampilan Tegangan



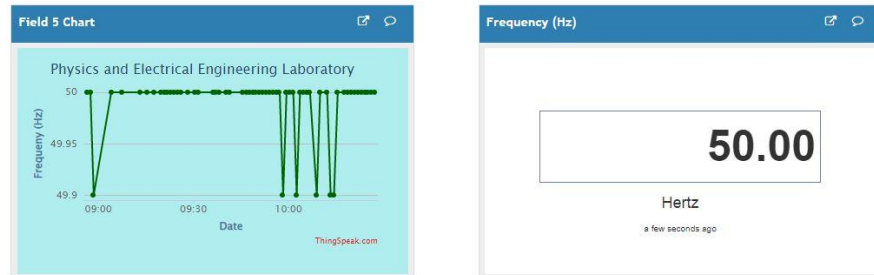
Gambar 8. Tampilan Arus



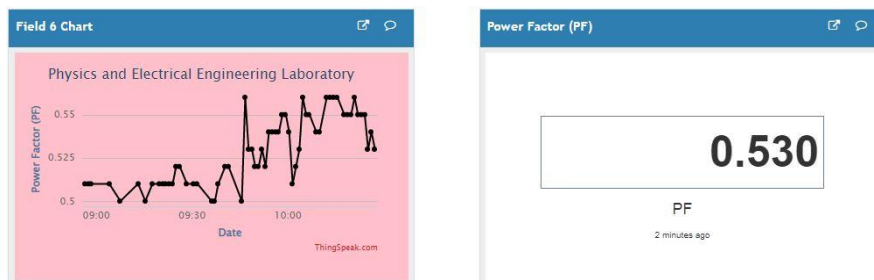
Gambar 9. Tampilan Daya



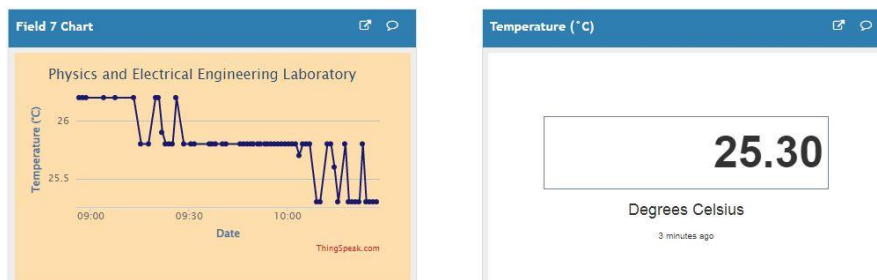
Gambar 10. Tampilan Energi



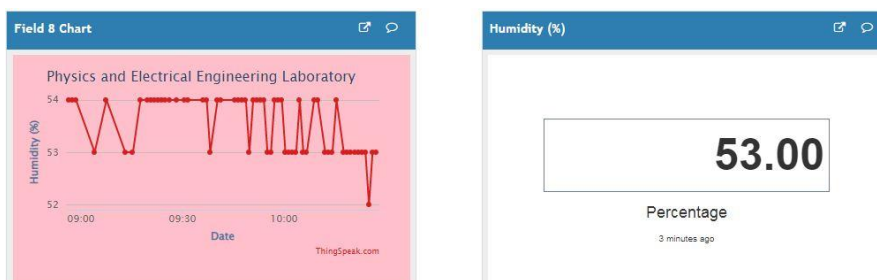
Gambar 11. Tampilan Frekuensi



Gambar 12. Tampilan Faktor Daya



Gambar 13. Tampilan Suhu



Gambar 14. Tampilan Kelembaban

2. Pengambilan dan Pengolahan Data

Bagian ini hasil penelitian yang mengacu pada pengujian dan pengukuran menggunakan alat ukur untuk melihat efisiensi, serta error perangkat keras yang di teliti (Atma Ivory et al., 2021).

$$\%Error = \frac{\text{Selisih nilai sensor dengan nilai acuan}}{\text{Nilai Acuan}} \times 100\%$$

$$\%Error = \frac{\Sigma error}{\Sigma \text{uji coba}} \times 100\%$$

Sedangkan untuk perhitungan efisiensi perbandingan alat ukur dan perangkat keras, untuk keakurasaan perangkat keras yang dibuat .

$$\text{Efisiensi } (\eta) = \frac{\text{Nilai rata-rata sensor}}{\text{Nilai rata-rata alat ukur}} \times 100\%$$

Data yang diperoleh dari *platform ThingSpeak* bersifat *realtime*, perbandingan dilakukan dengan mengambil 10 data teratas pada laboratorium.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Tegangan

No	Tanggal	Jam	Alat Ukur	Sensor	Selisih	Error	η
1	18/10/2023	9:52:05	229.6 V	229.39999 V	0.20001	0,0871 %	99,91 %
2	18/10/2023	9:53:07	229.4 V	229.2 V	0,2	0,0871 %	99,91 %
3	18/10/2023	9:54:09	229.2 V	229 V	0,2	0,0872 %	99,91 %
4	18/10/2023	9:55:11	229.7 V	229.5 V	0,2	0,0870 %	99,91 %
5	18/10/2023	9:56:13	229.4 V	229.2 V	0,2	0,0872 %	99,91 %
6	18/10/2023	9:57:15	229.4 V	229.2 V	0.2	0,0872 %	99,91 %
7	18/10/2023	9:58:17	229.5 V	229.3 V	0.2	0,0871 %	99,91 %
8	18/10/2023	9:59:19	229.9 V	229.7 V	0.2	0,0869 %	99,91 %
9	18/10/2023	10:00:21	229.5 V	229.3 V	0.2	0,0871 %	99,91 %
10	18/10/2023	10:01:23	229.5 V	229.3 V	0.2	0,0871 %	99,91 %
Rata-Rata			229,55 V	229,339999 V	0,2	0,0871 %	99,91 %

Tabel 2. Hasil Pengukuran Arus

No	Tanggal	Jam	Alat Ukur	Sensor	Selisih	Error	η
1	18/10/2023	9:52:05	0.58 A	0.552 A	0.028	4.83 %	95,17 %
2	18/10/2023	9:53:07	0.62 A	0.573 A	0.047	7.58 %	92,42 %
3	18/10/2023	9:54:09	0.56 A	0.543 A	0.017	3.03 %	96,97 %
4	18/10/2023	9:55:11	0.58 A	0.551 A	0.029	5 %	95 %
5	18/10/2023	9:56:13	0.57 A	0.548 A	0.022	3.85 %	96,15 %
6	18/10/2023	9:57:15	0.57 A	0.548 A	0.022	3.85 %	96,15 %
7	18/10/2023	9:58:17	0.55 A	0.535 A	0.015	2.72 %	97,28 %
8	18/10/2023	9:59:19	0.59 A	0.557 A	0.033	5,59 %	94,41 %
9	18/10/2023	10:00:21	0.59 A	0.557 A	0.033	5,59 %	94,41 %
10	18/10/2023	10:01:23	0.59 A	0.557 A	0.033	5,59 %	94,41 %
Rata-Rata			0,58 A	0,5521 A	0,0279	4,76 %	95,24 %

Tabel 3. Hasil Pengukuran Daya

No	Tanggal	Jam	Alat Ukur	Sensor	Selisih	Error	η
1	18/10/2023	9:52:05	103,9 W	97,6 W	6.3	6,06 %	93.37 %
2	18/10/2023	9:53:07	113,7 W	101,5 W	12,2	10,72 %	89.27 %
3	18/10/2023	9:54:09	100,1 W	95,5 W	4,6	4,59 %	95.4 %
4	18/10/2023	9:55:11	105,2 W	96,9 W	8,3	7,88 %	92.11 %
5	18/10/2023	9:56:13	103.3 W	95,1 W	8.2	7.9 %	92.06 %
6	18/10/2023	9:57:15	103.3 W	95,1 W	8.2	7.9 %	92.06 %
7	18/10/2023	9:58:17	98,4 W	93,8 W	4,6	4,67 %	95.32 %
8	18/10/2023	9:59:19	107,1 W	98,9 W	8.2	7.6 %	92.34 %
9	18/10/2023	10:00:21	108,3 W	98,2 W	10.1	9.3 %	90.67 %
10	18/10/2023	10:01:23	108.3 W	98,2 W	10.1	9.3 %	90.67 %
Rata-Rata			105.16 W	97.08 W	8.08	7.59 %	92.38 %

Tabel 4. Hasil Pengukuran Energi

No	Tanggal	Jam	Alat Ukur	Sensor	Selisih	Error	η
1	18/10/2023	9:52:05	1.812 kWh	1.727 kWh	0.085	4,69 %	95.30 %
2	18/10/2023	9:53:07	1.814 kWh	1.729 kWh	0.085	4,69 %	95.31 %
3	18/10/2023	9:54:09	1.816 kWh	1.730 kWh	0.086	4.73 %	95.26 %
4	18/10/2023	9:55:11	1.818 kWh	1.732 kWh	0.086	4.73 %	95.26 %
5	18/10/2023	9:56:13	1.821 kWh	1.734 kWh	0.087	4.77 %	95.22 %
6	18/10/2023	9:57:15	1.823 kWh	1.734 kWh	0.089	4.88 %	95 %
7	18/10/2023	9:58:17	1.826 kWh	1.737 kWh	0.089	4.88 %	95.12 %
8	18/10/2023	9:59:19	1.828 kWh	1.739 kWh	0.089	4.88 %	95.13 %
9	18/10/2023	10:00:21	1.831 kWh	1.741 kWh	0.090	4.91 %	95.08 %
10	18/10/2023	10:01:23	1.832 kWh	1.741 kWh	0.091	4.97 %	95.03 %
Rata-Rata			1.8221 kWh	1.7344 kWh	0.0877	4.813 %	95.17 %

Tabel 5. Hasil Pengukuran Frekuensi (Hertz)

No	Tanggal	Jam	Alat Ukur	Sensor	Selisih	Error	η
1	18/10/2023	9:52:05	50.01 Hz	50 Hz	0,01	0,02 %	99.98 %
2	18/10/2023	9:53:07	50.01 Hz	50 Hz	0,01	0,02 %	99.98 %
3	18/10/2023	9:54:09	50.01 Hz	50 Hz	0,01	0,02 %	99.98 %
4	18/10/2023	9:55:11	50.01 Hz	50 Hz	0,01	0,02 %	99.98 %
5	18/10/2023	9:56:13	50.01 Hz	50 Hz	0,01	0,02 %	99.98 %
6	18/10/2023	9:57:15	50.01 Hz	50 Hz	0,01	0,02 %	99.98 %
7	18/10/2023	9:58:17	50.01 Hz	50 Hz	0,01	0,02 %	99.98 %
8	18/10/2023	9:59:19	50.01 Hz	50 Hz	0,01	0,02 %	99.98 %
9	18/10/2023	10:00:21	50.01 Hz	50 Hz	0,01	0,02 %	99.98 %
10	18/10/2023	10:01:23	50.01 Hz	50 Hz	0,01	0,02 %	99.98 %
Rata-Rata			50.01 Hz	50 Hz	0.01	0.02 %	99.98 %

Tabel 6. Hasil Pengukuran Faktor Daya atau Cos Phi

No	Tanggal	Jam	Alat Ukur	Sensor	Selisih	Error	η
1	18/10/2023	9:52:05	0.78 pf	0.77 pf	0.01	1.28 %	98.71 %
2	18/10/2023	9:53:07	0.8 pf	0.77 pf	0.03	3.75 %	96.25 %
3	18/10/2023	9:54:09	0.78 pf	0.77 pf	0.01	1.28 %	98,71 %
4	18/10/2023	9:55:11	0.79 pf	0.77 pf	0.02	2,53 %	97.46 %
5	18/10/2023	9:56:13	0.79 pf	0.76 pf	0.03	3,8 %	96.2 %
6	18/10/2023	9:57:15	0.79 pf	0.76 pf	0.03	3.8 %	96.2 %
7	18/10/2023	9:58:17	0.78 pf	0.76 pf	0.02	2.56 %	97.43 %
8	18/10/2023	9:59:19	0.79 pf	0.76 pf	0.03	3.8 %	96.2 %
9	18/10/2023	10:00:21	0,8 pf	0.77 pf	0.03	3.75 %	96.25 %
10	18/10/2023	10:01:23	0.8 pf	0.77 pf	0.03	3.75 %	96.25 %
Rata-Rata			0.79 pf	0.766 pf	0.024	3.03 %	96.96 %

Tabel 7. Hasil Pengukuran Suhu

No	Tanggal	Jam	Alat Ukur	Sensor	Selisih	Error	η
1	18/10/2023	9:52:05	28.2 °C	28 °C	0.2	0.7 %	99.29 %
2	18/10/2023	9:53:07	28.2 °C	28.1 °C	0.1	0.35 %	99.64 %
3	18/10/2023	9:54:09	28.2 °C	28.1 °C	0.1	0.35 %	99.64 %
4	18/10/2023	9:55:11	28.2 °C	28.1 °C	0.1	0.35 %	99.64 %
5	18/10/2023	9:56:13	28.2 °C	28.1 °C	0.1	0.35 %	99.64 %
6	18/10/2023	9:57:15	28.8 °C	28.5 °C	0.3	1.04 %	98.95 %
7	18/10/2023	9:58:17	28.8 °C	28.5 °C	0.3	1.04 %	98.95 %
8	18/10/2023	9:59:19	28.8 °C	28.5 °C	0.3	1.04 %	98.95 %
9	18/10/2023	10:00:21	28.8 °C	28.5 °C	0.3	1.04 %	98.95 %
10	18/10/2023	10:01:23	28.8 °C	28.5 °C	0.3	1.04 %	98.95 %
Rata-Rata			28.5 °C	28.29 °C	0.21	0.73 %	99.26 %

Tabel 8. Hasil Pengukuran Kelembaban

No	Tanggal	Jam	Alat Ukur	Sensor	Selisih	Error	η
1	18/10/2023	9:52:05	63 %	60 %	3	4.76 %	95.23 %
2	18/10/2023	9:53:07	63 %	60 %	3	4.76 %	95.23 %
3	18/10/2023	9:54:09	63 %	59 %	4	6.34 %	93.65 %
4	18/10/2023	9:55:11	63 %	59 %	4	6.34 %	93.65 %
5	18/10/2023	9:56:13	63 %	59 %	4	6.34 %	93.65 %
6	18/10/2023	9:57:15	63 %	59 %	4	6.34 %	93.65 %
7	18/10/2023	9:58:17	61 %	58 %	3	4.91 %	95.08 %
8	18/10/2023	9:59:19	61 %	58 %	3	4.91 %	95.08 %
9	18/10/2023	10:00:21	61 %	58 %	3	4.91 %	95.08 %
10	18/10/2023	10:01:23	61 %	58 %	3	4.91 %	95.08 %
Rata-Rata			62.2 %	59 %	3.4	5.45 %	94,54 %

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Perangkat keras ini terdiri dari beberapa komponen penyusun seperti *Power Supply* 5Vdc 2A, NodeMCU V3 (ESP8266), Sensor PZEM-004T 100A, Sensor DHT11 dan LCD 16x2 I2C. Unjuk kerja dari perangkat keras ini berfungsi dengan baik pada 0-22kW, tegangan kerja 80-250V, arus maksimal 100A dan didukung juga suplai tegangan 220V maupun 5V. Berdasarkan pengujian dan analisa yang dilakukan pengukuran tegangan diperoleh nilai error 0,0871% dan efisiensi 99,91%, hasil pengukuran arus diperoleh nilai error 4,76% dan efisiensi 95,24%, hasil pengukuran daya diperoleh nilai error 7,59% dan efisiensi 92,38%, hasil pengukuran energi diperoleh nilai error 4,813% dan efisiensi 95,17%, hasil pengukuran frekuensi diperoleh nilai error 0,02% dan efisiensi 99,98%, hasil pengukuran faktor daya diperoleh nilai error 3,03% dan efisiensi 96,96%, hasil pengukuran suhu diperoleh nilai error 0,73% dan efisiensi 99,26% dan hasil pengukuran kelembaban diperoleh nilai error 5,45% dan efisiensi 95,54%. Dengan alat ini maka dapat mempermudah audit dalam pengambilan data secara manual menjadi *online*, namun hasil dari error setiap sensor perlu diperbaiki agar bisa mencapai standar yang diinginkan yaitu mendekati nilai 0.

Saran

Disarankan bagi yang melakukan pengembangan perangkat keras ini dapat memaksimalkan dalam penggunaan nantinya, peneliti juga berharap ada gagasan baru terhadap penelitian ini, diantaranya,

1. Para pembaca dapat mengembangkan ini lebih efisien lagi dan lebih baik lagi dalam pengukuran variabel dan membuat akusisi data logger yang lebih lengkap, dikarenakan hal ini sangat penting bagi kebutuhan di dunia industri yang menginginkan pemantauan lebih mudah dengan adanya perkembangan revolusi industri.
2. Diharapkan juga ada pengembangan database *web server* atau *dashboard* IoT sendiri yang mudah dikelola.
3. Diharapkan juga ada pengembangan aplikasi khusus monitoring berbasis android, sehingga tidak perlu melihat *web* lagi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Lembaga Penelitian, Publikasi dan Pengabdian kepada Masyarakat (LP3kM) Universitas Buddhi Dharma yang telah banyak membantu dalam melaksanakan penelitian ini.

REFERENSI

- Arifuddin, Fikri, T., & Santosa, Y. (2022). Simulator Monitoring Daya Pemakaian Listrik Rumah Kos Berbasis Nodemcu. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar Jurnal Teknik Elektro.Politeknik Negri Bandung*, 13(01), 725–731. <https://doi.org/10.35313/irwns.v13i01.4156>

- Asnil, A., Krismadinata, K., Husnaini, I., Hazman, H., & Astrid, E. (2023). Real-Time Monitoring System Using IoT for Photovoltaic Parameters. *TEM Journal*, 12(3), 1316–1322. <https://doi.org/10.18421/TEM123-11>
- Atma Ivory, R., Kholis, N., & Baskoro, F. (2021). Review Penggunaan Sensor Suhu Terhadap Respon Pembacaan Skala Pada Inkubator Bayi. *Jurnal Teknik Elektro*, 10, 185–194.
- Paramitha, D. I., Farauqi, M. D. A. Al, & Tyas, I. K. D. (2023). Literasi Digital Pengguna Internet Indonesia Guna Mewujudkan Budaya Damai di Ruang Mayantara. *Jurnal Kewarganegaraan*, 7(1), 1208–1215.
- Putranto, N. B., Dharma, A., & Rhamani Suryadhi, P. A. (2022). Audit Energi Dan Monitoring Berbasis Iot Untuk Peningkatan Efisiensi Penggunaan Listrik Di Art Center Denpasar. *Jurnal SPEKTRUM*, 9(2), 79. <https://doi.org/10.24843/spektrum.2022.v09.i02.p10>
- Radityatama, C., Windarta, J., & Handoyo, E. (2021). Analisa Indeks Konsumsi Energi Dan Kualitas Daya Listrik Di Kampus Undip. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 10(1), 168–175. <https://doi.org/10.14710/transient.v10i1.168-175>
- Rezalti, D. T., & Susetyo, A. E. (2020). Kadar Suhu Dan Kelembaban Di Ruang Produksi Wedang Uwuh Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa. *IEJST (Industrial Engineering Journal of The University of Sarjanawiyata Tamansiswa)*, 4(2), 70–78. <https://jurnal.ustjogja.ac.id/index.php/IEJST/article/view/9483>
- Romadhona, G., Sapundani, R., Novalino Wibowo, B., Wondi Prasitio, dan, Muhammadiyah Purwokerto Jl Ahmad Dahlan, U. K., Box, P., & Tengah, J. (2023). Pengukuran dan Analisis Kualitas Daya Listrik di IGD dan IKBS Rumah Sakit Islam Purwokerto. *CYCLOTRON: Jurnal Teknik Elektro*, 6(1), 20–25. <https://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/cyclotron/article/view/16283/6070>
- Selay, A., Andgha, G. D., Alfarizi, M. A., Bintang, M. I., Falah, M. N., Khaira, M., & Encep, M. (2022). Karimah Tauhid, Volume 1 Nomor 6 (2022), e-ISSN 2963-590X. *Karimah Tauhid*, 1(2963-590X), 861–862.
- Suarjana, I. W. G. (2020). Analisis Beban Kerja Mahasiswa Praktikum Parasitologi Di Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Negeri Manado. *Jurnal Ergonomi Indonesia (The Indonesian Journal of Ergonomic)*, 6(1), 45. <https://doi.org/10.24843/jei.2020.v06.i01.p06>
- Sudaryanto, E., Suryanto, A., & Pramono, S. A. (2022). PENERAPAN SISTEM PEMANTAUAN KELEMBAPAN DAN SUHU LABORATORIUM DENGAN METODE CONSTRAINED APPLICATION PROTOCOL (CoAP). *Teodolita: Media Komunikasi Ilmiah Di Bidang Teknik*, 23(1), 56–61. <https://doi.org/10.53810/jt.v23i1.439>
- Susanto, F., Prasiani, N. K., & Darmawan, P. (2022). Implementasi Internet of Things Dalam Kehidupan Sehari-Hari. *Jurnal Imagine*, 2(1), 35–40. <https://doi.org/10.35886/imagine.v2i1.329>
- Syachreza Himawan, D., & Sudiarto, B. (2022). Upaya Konservasi Energi Listrik pada Universitas Indonesia Berdasarkan Metode Intensitas Konsumsi Energi. *Edu Elekrika Journal*, 11(2), 30–34.