



Evaluasi Pemakaian Energi Listrik Menggunakan *Power Realtime Monitoring System* Di Gedung *Lecture Building* Fakultas Teknik Universitas Mulawarman Dalam Upaya Efisiensi Energi Listrik

Muhammad Faris Nizam¹⁾, Muslimin²⁾, Restu Mukti Utomo³⁾

^{1), 2), 3)} Program Studi S1 Teknik Elektro, Universitas Mulawarman

E-mail: parisnizam990@gmail.com

ABSTRAK

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan manusia sebagai sumber daya ekonomis yang dibutuhkan dalam berbagai aktivitas. Penggunaan energi listrik secara tidak efisien akan mengakibatkan meningkatnya biaya pemakaian energi listrik, oleh karena itu perlu adanya program penghematan energi. Pada penelitian ini perlu dilakukan evaluasi penggunaan energi listrik di gedung *Lecture Building* Fakultas Teknik Universitas Mulawarman dalam upaya efisiensi energi listrik agar dapat diidentifikasi peluang penghematan energi dan biaya pembayaran listrik pada gedung tersebut. Penelitian ini menggunakan metode audit energi dalam menghitung intensitas konsumsi energi (IKE) pada gedung *Lecture Building* Fakultas Teknik Universitas Mulawarman. Pengumpulan data penggunaan energi dilakukan dengan menggunakan power meter yang terintegrasi dengan alat komunikasi serial yang dapat terhubung dengan jaringan internet yang tersimpan pada database. Hasil pengukuran karakteristik penggunaan daya listrik di gedung *Lecture Building* Fakultas Teknik Universitas Mulawarman yaitu pada fasa R sebesar 14331.17 watt, fasa S sebesar 14641.84 watt, dan fasa T sebesar 14481.83 watt. Nilai IKE gedung tersebut menggunakan rekening koran sebesar 2,49 kWh/m²/bulan dan hasil monitoring menggunakan power realtime monitoring system sebesar 3,2 kWh/m²/bulan dan jika merujuk pada standardisasi SNI 2000, maka hasil tersebut dikategorikan sangat efisien.

Kata Kunci: Evaluasi Energi, IKE, IoT, Power Meter, dan daya listrik

ABSTRACT

Electricity is one of the human needs as an economic resource needed in various activities. Inefficient use of electrical energy will result in increased costs of using electrical energy, therefore the need for energy saving programs. In this study, it is necessary to evaluate the use of electrical energy in the Lecture Building of the Faculty of Engineering, Mulawarman University in an effort to efficiency of electrical energy in order to identify opportunities for energy savings and electricity payment costs in the building. This study uses the energy audit method in calculating the intensity of energy consumption (IKE) in the Lecture Building of the Faculty of Engineering, Mulawarman University. Data collection of energy use is carried out using a power meter integrated with serial communication devices that can be connected to the internet network stored in the database. The results of measuring the characteristics of electrical power use in the Lecture Building of the Faculty of Engineering, Mulawarman University are in phase R of 14331.17 watts, phase S of 14641.84 watts, and phase T of 14481.83 watts. The IKE value of the building uses a current account of the amount and the results of monitoring using a 2,49 kWh/m²/Month power realtime monitoring system of magnitude and 3,2 kWh/m²/month if referring to the SNI 2000 standardization, then the results are categorized as very efficient..

Keyword: Energy Evaluation, IKE, IoT, Power Meter, and electrical power

1. Pendahuluan

Energi merupakan salah satu kebutuhan utama disetiap aktifitas manusia. Energi bersifat abstrak, sulit untuk dibuktikan tetapi dapat dirasakan keberadaannya. Energi berasal dari alam yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan dan kebutuhan hidup manusia. Secara umum energi diklasifikasikan menjadi beberapa macam yaitu energi mekanik, energi elektromagnetik, energi kimia, energi nuklir, energi termal (panas) dan energi listrik [1].

Energi listrik adalah energi yang terkait dengan jumlah arus elektron yang dinyatakan dalam satuan watt. Proses penyaluran energi listrik dimulai dari pembangkitan daya yang dibangkitkan oleh pembangkit listrik yang kemudian disalurkan menuju saluran transmisi. Penggunaan energi listrik secara tidak efisien akan mengakibatkan meningkatnya biaya pemakaian energi listrik, oleh karena itu perlu adanya program penghematan energi.

Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) nomor 13 tahun 2012 menyatakan bahwa dalam rangka peningkatan penghematan penggunaan energi listrik, perlu dilakukan pemakaian energi listrik secara efisien dan rasional, tanpa mengurangi keselamatan, kenyamanan, dan produktivitas. Evaluasi energi listrik dapat membantu memberikan gambaran mengenai penggunaan energi, distribusi energi, biaya energi, dan konservasi energi yang akhirnya dapat digunakan untuk mencari sumber penggunaan energi listrik berlebih guna memperoleh langkah penghematan dan perbaikan yang layak untuk dilaksanakan sehingga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik.

Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan evaluasi penggunaan energi listrik di gedung Lecture Building Fakultas Teknik Universitas Mulawarman dalam upaya efisiensi energi listrik agar dapat diidentifikasi peluang penghematan energi dan biaya pembayaran listrik pada gedung tersebut. Penelitian ini menggunakan metode audit energi dalam menghitung intensitas konsumsi energi (IKE) pada gedung Lecture Building Fakultas Teknik Universitas Mulawarman. Pengumpulan data penggunaan energi dilakukan dengan menggunakan power meter yang diletakkan pada panel distribusi di gedung tersebut. Untuk memudahkan pengumpulan data digunakan tambahan alat komunikasi serial yang dapat terhubung dengan jaringan internet yang tersimpan pada database.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang tepat diperlukan agar penelitian yang dilaksanakan dapat dipertanggung jawabkan kebenarannya yang akan membahas lokasi penelitian, tahapan penelitian, bahan dan peralatan penelitian, teknik pengumpulan data dan analisis data.

A. Alat dan Bahan

Dalam melaksanakan penelitian rancang bangun prototipe sistem monitoring titik rawan banjir di pintu air Rumah Pompa Sistem Drainase Semani di Jalan Gelatik peneliti membutuhkan bahan dan alat, adapun daftar bahan dan alat yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.2.

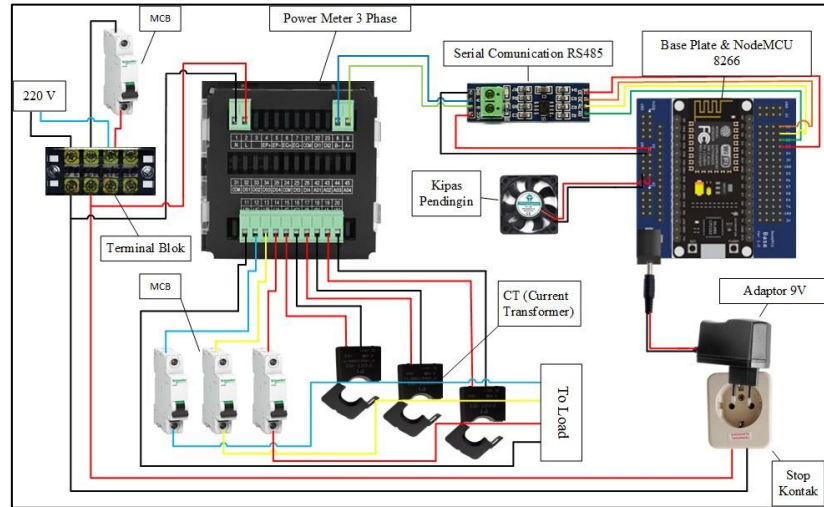
Tabel 1. Daftar Alat dan Bahan

No	Alat	Spesifikasi
1	<i>Power Meter 3 phase</i>	Arus input: 5 A Tegangan Input: 380 V Frekuensi: 50/60 Hz \pm 10%
2	NodeMCU ESP8266	Tegangan : 3.0~3.6V Sertifikasi WiFi : FCC/CE/TELEC/SRRC
3	Modul Serial To RS-485	<i>Driver Output Voltage, Open Circuit</i> : 1.5 V ~ 6 V <i>Driver Output Voltage, Loaded</i> : -1.5 V ~ - 6 V <i>Driver Output Short-Circuit Current</i> : \pm 250 mA <i>Driver Output Rise</i> : 30%
4	Laptop	<i>Processor</i> : Intel Inside Installed RAM: 4 GB (3.88 GB usable)
5	<i>Screw Driver</i>	Plus & minus

B. Perancangan dan Pembangunan Perangkat Keras

Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data penggunaan listrik perhari secara realtime. Untuk memudahkan monitoring dan pengumpulan data, maka perlu dirancang suatu sistem yang

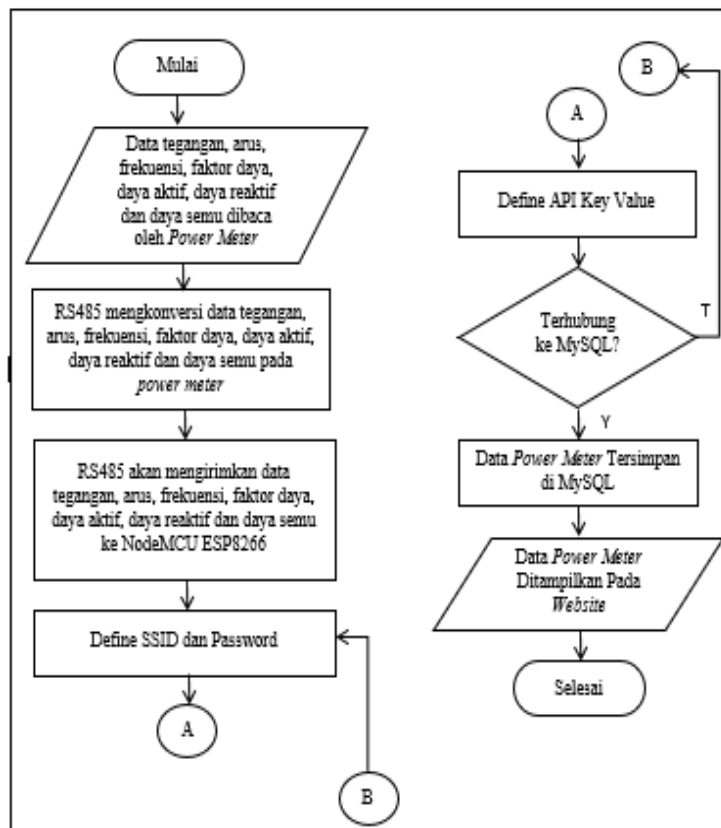
terintegrasi dengan power meter yang diletakkan pada panel distribusi yang ada pada gedung Lecture Building Fakultas Teknik Universitas Mulawarman. Penambahan perangkat NodeMCU ESP8266 dan modul serial to RS485 dapat memungkinkan power meter ter-monitoring dari jarak jauh secara realtime. NodeMCU ESP8266 berfungsi sebagai media komunikasi data secara nirkabel atau IoT agar power meter yang digunakan dapat ter-monitoring melalui website. Data yang dihasilkan oleh power meter akan dikirimkan oleh NodeMCU ESP8266 secara realtime ke website. Diagram pengawatan power realtime monitoring dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 1. Diagram Pengawatan Power Realtime Monitoring System

C. Perancangan dan Pembangunan Perangkat Lunak

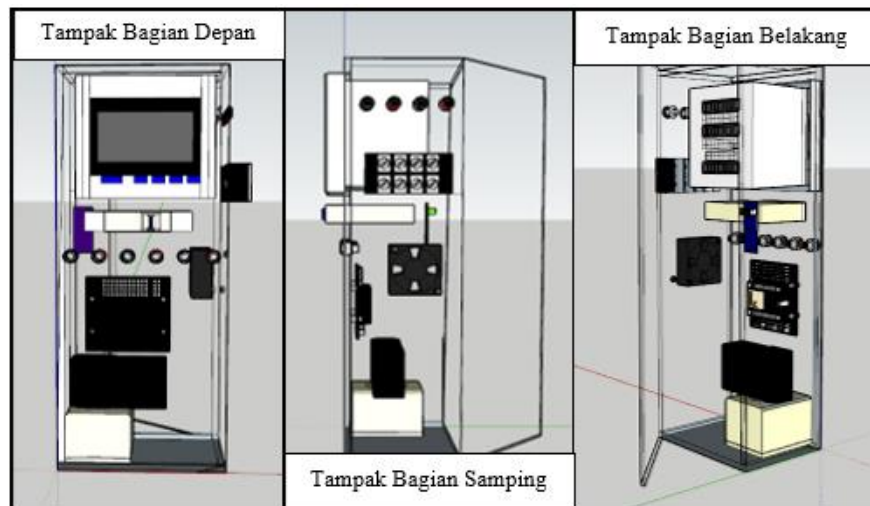
Diagram alir perangkat lunak pada rancangan sistem ini dapat dilihat pada gambar 3.3



Gambar 2. Diagram Alir Perangkat Lunak

D. Perancangan dan Pembangunan Mekanik Alat

Desain power realtime monitoring system digunakan sebagai acuan dalam pemasangan alat di lapangan. Dalam desain terdapat gambar yang memuat tata letak komponen yang digunakan. Desain power realtime monitoring system dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3. Desain Mekanik Alat

3. Hasil dan Pembahasan

A. Data Penelitian

Fakultas Teknik Universitas Mulawarman adalah salah satu lembaga pendidikan yang berfokus pada ilmu rekayasa. Fakultas Teknik terletak di jalan sambaliung nomor 9 Samarinda. Fokus penelitian ini berada pada gedung Lecture Building Fakultas Teknik Universitas Mulawarman yang terdiri dari 4 lantai, dengan luas yang sama yaitu 789,6m². Gedung Lecture Building Fakultas Teknik Universitas Mulawarman berbentuk persegi panjang dengan dinding sebagian besar adalah beton dan kaca. Adapun informasi yang diperoleh mengenai spesifikasi dan data-data dari gedung tersebut adalah sebagai berikut.

1. Luas bangunan : 3158,4 m²
2. Jumlah Lantai : 4 Lantai
3. Kapasitas Daya Terpasang : 197 KVA, 3 fasa
4. Tegangan : 380V/220V
5. Frekuensi : 50 Hz

B. Tegangan

Tegangan berlebih pada sistem tenaga listrik akan mengakibatkan arus listrik semakin besar sehingga menyebabkan peningkatan rugi-rugi daya dan operasi serta memperpendek umur peralatan listrik. Data tegangan digedung Lecture Building Fakultas Teknik Universitas Mulawarman pada tanggal 01 Agustus 2022 dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 2. Data Penggunaan Tegangan 01 Agustus 2022

No	Waktu (Wita)	Tegangan R (Volt)	Tegangan S (Volt)	Tegangan T (Volt)
1	00.00	412.5	414.6	413.3
2	01.00	412.3	413.4	413.6
3	02.00	412.1	413.4	413.1
4	03.00	412.6	413.2	413.3
5	04.00	412.2	411.5	413.7
6	05.00	412.8	413.3	413.5
7	06.00	412.5	413.6	413.9
8	07.00	409.6	408.7	408.9
9	08.00	408.6	407.3	409.4
10	09.00	407.6	405.5	406.7

No	Waktu (Wita)	Tegangan R (Volt)	Tegangan S (Volt)	Tegangan T (Volt)
11	10.00	409.7	406.2	407.8
12	11.00	407.4	407.7	406.2
13	12.00	402.6	405.9	404.8
14	13.00	407.9	405.4	406.1
15	14.00	405.2	406.4	406.3
16	15.00	409.2	408.2	408.7
17	16.00	407.8	405.5	406.7
18	17.00	407.6	405.7	408.5
19	18.00	410.9	415.1	413.3
20	19.00	412.2	415.4	413.7
21	20.00	412.5	415.7	413.5
22	21.00	411.2	413.3	412.5
23	22.00	412.7	414.5	413.5
24	23.00	412.5	415.6	413.3
Rata-rata		410.09	410.62	410.59
Max		412.8	415.7	413.9
Min		402.6	405.4	404.8

Perubahan tegangan merupakan fluktuasi tegangan minimum dan maksimum pada suatu rangkaian listrik. Dari data yang diambil pada gedung Lecture Building Fakultas Teknik Universitas Mulawarman pada tanggal 01 Agustus 2022 didapatkan hasil tegangan rata-rata fasa R 410.09 Volt, fasa S 410.62 Volt dan fasa T 410.59 Volt dengan nilai tegangan tertinggi didapatkan pada fasa R sebesar 412.8 Volt, fasa S sebesar 415.7 Volt, fasa T sebesar 413.9 Volt dan nilai arus terkecil didapatkan fasa R sebesar 402.6 Volt, fasa S sebesar 405.4 Volt, fasa T sebesar 404.8 Volt.

C. Frekuensi

Frekuensi adalah salah satu indikator yang digunakan untuk mengetahui keandalan atau kualitas energi listrik pada suatu sistem tenaga listrik. Frekuensi merupakan jumlah siklus arus AC perdetik yang disimbolkan dengan satuan hertz (Hz). Frekuensi listrik yang digunakan pada gedung Lecture Building Fakultas Teknik Universitas Mulawarman adalah 50 Hz. Data hasil pengamatan frekuensi pada tanggal 01 Agustus 2022 dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 3. Data Penggunaan Frekuensi 01 Agustus 2022

No	Waktu (Wita)	Frekuensi (Hz)
1	00.00	50.07
2	01.00	50.04
3	02.00	50.06
4	03.00	50.02
5	04.00	50.07
6	05.00	50.05
7	06.00	50.07
8	07.00	50.07
9	08.00	49.94
10	09.00	49.92
11	10.00	50.02
12	11.00	50.1
13	12.00	50.08
14	13.00	50.12
15	14.00	50.08
16	15.00	50.13
17	16.00	50.06
18	17.00	50.1
19	18.00	50.06
20	19.00	50.08
21	20.00	50.09
22	21.00	50.12
23	22.00	50.1

No	Waktu (Wita)	Frekuensi (Hz)
24	23.00	50.07
Rata-rata		50.06
Max		50.13
Min		49.92

Pada tabel 4.3 diketahui bahwa gedung Lecture Building Fakultas Teknik Universitas Mulawarman memiliki nilai rata-rata frekuensi sebesar 50,06Hz dengan nilai maksimal sebesar 50,13Hz dan nilai minimal sebesar 49,92Hz, berdasarkan peraturan menteri ESDM nomor 4 tahun 2009 menyatakan toleransi frekuensi sebesar $\pm 5\%$ yaitu minimum 49,5% dan maksimum 50,5%. Berdasarkan data diatas, frekuensi nominal sistem pada gedung Lecture Building Fakultas Teknik Universitas Mulawarman yaitu sebesar 50 Hz. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa penggunaan frekuensi pada gedung Lecture Building Fakultas Teknik Universitas Mulawarman masih dalam range toleransi frekuensi yang diatur pada SPLN tahun 1995. Hal tersebut didasarkan pada nilai tegangan terbesar yang dihasilkan sebesar 50.13 Hz (tidak lebih dari 50.5 Hz) dan nilai tegangan terendah sebesar 49.92 (tidak kurang dari 49.5 Hz).

D. Arus Listrik

Arus adalah jumlah elektron yang mengalir pada konduktor akibat adanya perbedaan elektron di beberapa titik. Arus listrik memiliki jumlah elektron yang berbeda disetiap titik. Data hasil pengamatan arus listrik pada tanggal 01 Agustus 2022 di gedung Lecture Building Fakultas Teknik Universitas Mulawarman dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4. Data Penggunaan Arus 01 Agustus 2022

No	Waktu (Wita)	Arus R (Ampere)	Arus S (Ampere)	Arus T (Ampere)
1	00.00	15.05	14.39	15.08
2	01.00	15.08	14.54	15.05
3	02.00	15.04	14.58	15.03
4	03.00	15.09	14.66	15.08
5	04.00	15.09	14.24	15.12
6	05.00	15.11	14.46	15.14
7	06.00	15.1	14.22	15.11
8	07.00	52.36	55.28	49.48
9	08.00	60.24	68.44	64.89
10	09.00	63.56	64.48	65.44
11	10.00	84.45	83.49	85.32
12	11.00	83.46	85.53	84.74
13	12.00	74.24	77.92	74.24
14	13.00	86.72	84.38	88.35
15	14.00	52.84	53.44	54.36
16	15.00	72.4	73.24	74.72
17	16.00	60.25	62.97	59.58
18	17.00	43.64	42.64	39.08
19	18.00	18.43	18.48	18.5
20	19.00	16.16	14.56	15.8
21	20.00	16.14	14.38	15.75
22	21.00	16.08	14.36	15.79
23	22.00	16.16	14.56	15.8
24	23.00	15.04	14.24	15.52
Rata-rata		39.07	39.31	39.29
Max		86.72	85.53	88.35
Min		15.04	14.22	15.03

Berdasarkan hasil pada tanggal 01 Agustus 2022 didapatkan hasil nilai arus rata-rata pada fasa R sebesar 39.07 A, fasa S sebesar 39.31 A dan fasa T sebesar 39.29 A, dengan nilai arus tertinggi didapatkan pada fasa R sebesar 86.72 A, fasa S sebesar 85.53 A, fasa T sebesar 88.35 A dan nilai arus terkecil didapatkan fasa R sebesar 15.04 A, fasa S sebesar 14.22 A, fasa T sebesar 15.03 A.

E. Faktor Daya

Faktor daya adalah pergeseran fasa antara arus dan tegangan listrik. Faktor daya yang kecil dapat mengakibatkan rugi-rugi daya saluran, pemborosan kapasitas sistem dan menurunkan nilai efisiensi sistem. Data hasil pengamatan faktor daya listrik pada tanggal 01 Agustus 2022 di gedung Lecture Building dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 5. Data Penggunaan Faktor Daya 01 Agustus 2022

No	Waktu (Wita)	Faktor Daya R (ϕ)	Faktor Daya S (ϕ)	Faktor Daya T (ϕ)
1	00.00	0.849	0.863	0.856
2	01.00	0.864	0.855	0.847
3	02.00	0.852	0.862	0.845
4	03.00	0.847	0.858	0.854
5	04.00	0.849	0.853	0.857
6	05.00	0.842	0.853	0.849
7	06.00	0.838	0.857	0.842
8	07.00	0.829	0.844	0.836
9	08.00	0.845	0.844	0.838
10	09.00	0.923	0.922	0.919
11	10.00	0.925	0.928	0.934
12	11.00	0.965	0.964	0.951
13	12.00	0.941	0.946	0.946
14	13.00	0.854	0.935	0.947
15	14.00	0.916	0.913	0.915
16	15.00	0.938	0.946	0.942
17	16.00	0.947	0.943	0.889
18	17.00	0.887	0.981	0.876
19	18.00	0.848	0.854	0.834
20	19.00	0.874	0.873	0.883
21	20.00	0.869	0.881	0.876
22	21.00	0.877	0.889	0.883
23	22.00	0.874	0.882	0.864
24	23.00	0.847	0.851	0.845
Rata-rata		0.879	0.891	0.880
Max		0.965	0.981	0.951
Min		0.829	0.844	0.834

Berdasarkan hasil pengukuran faktor daya yang dilakukan pada gedung Lecture Building Fakultas Teknik Universitas Mulawarman pada tanggal 01 Agustus 2022 didapatkan hasil nilai arus rata-rata pada fasa R sebesar 0.87 ϕ , fasa S sebesar 0.89 ϕ dan fasa T sebesar 0.88 ϕ , dengan nilai arus tertinggi didapatkan pada fasa R sebesar 0.96 ϕ , fasa S sebesar 0.98 ϕ , fasa T sebesar 0.95 ϕ dan nilai arus terkecil didapatkan fasa R sebesar 0.82 ϕ , fasa S sebesar 0.84 ϕ , fasa T sebesar 0.83 ϕ .

F. Daya Aktif

Data hasil pengukuran daya aktif pada tanggal 01 Agustus 2022 di gedung Lecture Building Fakultas Teknik Universitas Mulawarman dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 6. Data Penggunaan Daya Aktif 01 Agustus 2022

No	Waktu (Wita)	Daya Aktif R (W)	Daya Aktif R (W)	Daya Aktif S (W)
1	00.00	5270.69	5148.73	5335.07
2	01.00	5371.90	5139.26	5272.30
3	02.00	5280.68	5195.59	5246.51
4	03.00	5273.53	5197.34	5322.60
5	04.00	5280.86	4998.37	5360.65
6	05.00	5251.89	5097.79	5315.07
7	06.00	5219.69	5040.35	5265.89
8	07.00	17779.27	19068.43	16914.26
9	08.00	20798.88	23527.01	22262.27

No	Waktu (Wita)	Daya Aktif R (W)	Daya Aktif S (W)	Daya Aktif T (W)
10	09.00	23912.21	24107.20	24458.67
11	10.00	32004.22	31471.85	32497.12
12	11.00	32811.54	33615.24	32734.73
13	12.00	28125.57	29919.83	28429.52
14	13.00	30208.61	31984.15	33977.35
15	14.00	19612.26	19828.54	20209.11
16	15.00	27789.26	28282.15	28766.85
17	16.00	23267.74	24078.87	21541.52
18	17.00	15777.65	16970.36	13984.62
19	18.00	6421.80	6551.07	6376.80
20	19.00	5821.84	5280.09	5771.69
21	20.00	5785.58	5266.41	5705.05
22	21.00	5798.80	5276.20	5751.31
23	22.00	5828.90	5322.97	5644.77
24	23.00	5254.78	5036.34	5420.18
Rata-rata		14331.17	14641.84	14481.83
Max		32811.54	33615.24	33977.35
Min		5219.69	4998.37	5246.51

Berdasarkan hasil pengukuran daya aktif yang dilakukan pada gedung Lecture Building Fakultas Teknik Universitas Mulawarman pada tanggal 01 Agustus 2022 didapatkan hasil nilai daya aktif rata-rata pada fasa R sebesar 14331.17 Watt, fasa S sebesar 14641.84 Watt dan fasa T sebesar 14481.83 Watt, dengan nilai daya aktif tertinggi didapatkan pada fasa R sebesar 32811.54 Watt, fasa S sebesar 33615.24 Watt, fasa T sebesar 33977.35 Watt dan nilai arus terkecil didapatkan fasa R sebesar 5219.69 Watt, fasa S sebesar 4998.37 Watt, fasa T sebesar 5246.51 Watt.

G. Daya Reaktif

Data hasil pengukuran daya reaktif pada tanggal 01 Agustus 2022 di gedung Lecture Building Fakultas Teknik Universitas Mulawarman dapat dilihat pada tabel 4.7.

Berdasarkan hasil pengukuran daya reaktif yang dilakukan pada gedung Lecture Building Fakultas Teknik Universitas Mulawarman pada tanggal 01 Agustus 2022 didapatkan hasil nilai daya reaktif rata-rata pada fasa R sebesar 6326.44 VAR, fasa S sebesar 6831.22 VAR dan fasa T sebesar 6732.98 VAR, dengan nilai daya aktif tertinggi didapatkan pada fasa R sebesar 14950.89 VAR, fasa S sebesar 18403.66 VAR, fasa T sebesar 14496.25 VAR dan nilai arus terkecil didapatkan fasa R sebesar 2717.67 VAR, fasa S sebesar 3130.45 VAR, fasa T sebesar 3057.20 VAR.

Tabel 7. Data Penggunaan Daya Reaktif 01 Agustus 2022

No	Waktu (Wita)	Daya Reaktif R (VAR)	Daya Reaktif S (VAR)	Daya Reaktif T (VAR)
1	00.00	3014.09	3280.32	3222.08
2	01.00	3117.38	3130.45	3308.99
3	02.00	3055.32	3244.90	3320.30
4	03.00	3111.43	3309.76	3242.63
5	04.00	3058.27	3286.65	3223.37
6	05.00	3119.10	3364.94	3307.94
7	06.00	3030.77	3398.84	3373.90
8	07.00	12117.56	11994.01	11102.09
9	08.00	14950.89	13162.77	14496.25
10	09.00	10123.71	9969.03	10492.94
11	10.00	12635.54	13146.54	12430.77
12	11.00	9272.16	8916.91	10642.77
13	12.00	10252.65	10114.64	9741.96
14	13.00	12131.66	18403.66	11525.51
15	14.00	8860.07	8589.53	8910.87
16	15.00	9691.46	10269.44	10248.96
17	16.00	8497.64	7892.69	11095.63
18	17.00	3356.14	8213.79	7699.70
19	18.00	3991.03	4013.60	4218.81

20	19.00	2949.84	3236.82	3068.03
21	20.00	2828.17	3294.33	3141.11
22	21.00	2717.67	3177.04	3057.20
23	22.00	2844.04	3240.75	3289.46
24	23.00	3108.00	3298.00	3430.21
Rata-rata		6326.44	6831.22	6732.98
Max		14950.89	18403.66	14496.25
Min		2717.67	3130.45	3057.20

H. Daya Semu

Data hasil pengukuran daya semu pada tanggal 01 Agustus 2022 di gedung Lecture Building Fakultas Teknik Universitas Mulawarman dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 8. Data Penggunaan Daya Semu 01 Agustus 2022

No	Waktu (Wita)	Daya Semu R (VA)	Daya Semu S (VA)	Daya Semu T (VA)
1	00.00	6208.12	6232.56	5966.09
2	01.00	6217.48	6224.68	6010.83
3	02.00	6197.98	6208.89	6027.37
4	03.00	6226.13	6232.56	6057.51
5	04.00	6220.09	6255.14	5859.76
6	05.00	6237.40	6260.39	5976.31
7	06.00	6228.75	6254.02	5881.39
8	07.00	21446.65	20232.37	22592.93
9	08.00	24614.06	26565.96	27875.61
10	09.00	25907.05	26614.44	26146.64
11	10.00	34599.16	34793.49	33913.63
12	11.00	34001.60	34421.38	34870.58
13	12.00	29889.02	30052.35	31627.72
14	13.00	35373.08	35878.93	34207.65
15	14.00	21410.76	22086.46	21718.01
16	15.00	29626.08	30538.06	29896.56
17	16.00	24569.95	24231.18	25534.335
18	17.00	17787.66	15964.18	17299.04
19	18.00	7572.88	7646.05	7671.04
20	19.00	6661.15	6536.46	6048.22
21	20.00	6657.75	6512.62	5977.76
22	21.00	6612.09	6513.37	5934.98
23	22.00	6669.23	6533.3	6035.12
24	23.00	6204	6414.41	5918.14
Rata-rata		15964.09	16050.13	16043.63
Max		35373.08	35878.93	34870.58
Min		6197.98	6208.89	5859.76

Berdasarkan hasil pengukuran daya semu yang dilakukan pada gedung Lecture Building Fakultas Teknik Universitas Mulawarman pada tanggal 01 Agustus 2022 didapatkan hasil nilai daya semu rata-rata pada fasa R sebesar 15964.09 VA, fasa S sebesar 16050.13 VA dan fasa T sebesar 16043.63 VA, dengan nilai daya aktif tertinggi didapatkan pada fasa R sebesar 35373.08 VA, fasa S sebesar 35878.93 VA, fasa T sebesar 34870.58 VA dan nilai arus terkecil didapatkan fasa R sebesar 6197.98 VA, fasa S sebesar 6208.89 VA, fasa T sebesar 5859.76 VA.

I. Hasil Evaluasi IKE

Data konsumsi energi pada Gedung Lecture Building Fakultas Teknik Universitas Mulawarman dapat dilihat pada tabel 4.9.

Pada tabel 4.9 hasil dari konsumsi energi per bulan jika menggunakan data PLN didapatkan hasil sebesar 7.880 KWh, dan jika menggunakan data hasil dari Power Realtime Monitoring System didapatkan hasil sebesar 10.429 KWh. Jika mengacu pada tabel 4.9 nilai total konsumsi energi gedung Lecture Building Fakultas Teknik Universitas Mulawarman yang diperoleh dari rekening listrik dalam 1 bulan = 7880 Watt.

Tabel 9. Konsumsi Energi Listrik Perbulan

No	Gedung	kWh per bulan		Bulan
		Rekening PLN	Hasil Monitoring	
1	Gedung Lecture Building	7.880 kWh	10.429 kWh	Agustus

Pada tabel 4.9 hasil dari konsumsi energi per bulan jika menggunakan data PLN didapatkan hasil sebesar 7.880 KWh, dan jika menggunakan data hasil dari Power Realtime Monitoring System didapatkan hasil sebesar 10.429 KWh. Jika mengacu pada tabel 4.9 nilai total konsumsi energi gedung Lecture Building Fakultas Teknik Unversitas Mulawarman yang diperoleh dari rekening listrik dalam 1 bulan = 7880 Watt. Untuk menentukan besaran nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dapat menggunakan persamaan 2.1 sebagai berikut.

$$IKE = \frac{7880 \text{ KWh}}{3158,4 \text{ m}^2}$$

$$= 2,49 \text{ kWh/m}^2/\text{Bulan}$$

Sedangkan untuk total konsumsi energi gedung Lecture Building Fakultas Teknik Unversitas Mulawarman yang diukur menggunakan power realtime monitoring system dalam 1 bulan = 10.429 Watt. Untuk menentukan besaran nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dapat menggunakan persamaan 2.1 sebagai berikut.

$$IKE = \frac{10.429 \text{ KWh}}{3158,4 \text{ m}^2}$$

$$= 3,2 \text{ kWh/m}^2/\text{Bulan}$$

Angka IKE (kWh/m²/bulan) diperoleh dengan membagi jumlah kWh penggunaan listrik selama sebulan dengan luas bangunan yang digunakan. Bagunan gedung dapat diketahui efisien atau boros dari nilai IKE yang dihasilkan, Hasil perhitungan Intensitas Konsumsi Energi di gedung Lecture Building Fakultas Teknik Universitas Mulawarman pada rekening koran pembayaran (PLN) sebesar 2,49 (kWh/m²/bulan) dan pada perhitungan dengan menggunakan Power Realtime Monitoring System sebesar 3,2 (kWh/m²/bulan), hasil dari kedua perhitungan tersebut dapat dikategorikan sangat efisien karena nilai IKE gedung yang dijadikan lokasi penelitian tersebut kurang dari 8,5 (kWh/m²).

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai karakteristik penggunaan Energi Listrik dan perhitungan nilai Intensitas Konsumsi Enegi (IKE) di gedung Lecture Building Fakultas Teknik Universitas Mulawarman yang telah dilakukan maka didapatkan sebuah kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada perhitungan nilai tegangan diperoleh hasil penggunaan tegangan rata-rata fasa R sebesar 410.09 V, fasa S sebesar 410.62 V, dan fasa T sebesar 410.59 V. Nilai frekuensi diperoleh hasil frekuensi rata-rata sebesar 50.06 Hz. Nilai arus diperoleh hasil rata-rata arus fasa R sebesar 39.07 Ampere, fasa S sebesar 39.31 Ampere, dan fasa T sebesar 39.29 Ampere, Nilai faktor daya diperoleh hasil rata-rata faktor daya fasa R sebesar 0.96 φ, fasa S sebesar 0.98 φ, dan fasa T sebesar 0.95 φ. Nilai daya aktif diperoleh hasil rata-rata daya aktif fasa R sebesar 14331.17 Watt, fasa S sebesar 14641.84 Watt, dan fasa T sebesar 14481.83 Watt. Nilai daya reaktif diperoleh hasil rata-rata daya aktif fasa R sebesar 6326.44 VAR, fasa S sebesar 6831.22 VAR, dan fasa T sebesar 6732.98 VAR. Nilai daya semu diperoleh hasil rata-rata daya semu fasa R sebesar 15964.09 VA, fasa S sebesar 16050.13 VA, dan fasa T sebesar 16043.63 VA. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa penggunaan tegangan pada gedung Lecture Building Fakultas Teknik Universitas Mulawarman telah melewati batas ambang toleransi tegangan yang diatur pada SPLN tahun 1995. Hal tersebut didasarkan pada nilai tegangan terbesar yang dihasilkan sebesar 415,7 Volt dan telah melewati batasan 5% dari tegangan nominal sebesar 380V.

2. Berdasarkan hasil perhitungan nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada gedung Lecture Building Fakultas Teknik Unversitas Mulawarman dengan luas bangunan 3158,4 m² dan Total penggunaan energi listrik pada rekening koran dalam satu bulan sebesar 7880 kWh., maka diperoleh hasil IKE gedung Lecture Building Fakultas Teknik Unversitas Mulawarman dalam waktu 1 bulan sebesar 2,49 (kWh/m²/bulan). Total penggunaan energi listrik pada Power Realtime Monitoring System dalam satu bulan sebesar 10.914 kWh, maka diperoleh hasil IKE gedung Lecture Building Fakultas Teknik Unversitas Mulawarman dalam waktu 1 bulan sebesar 3,2 (kWh/m²/bulan).

5. Daftar Pustaka

1. Asrar, L. D., Suwito, & Zulkifli. (2019). AUDIT ENERGI UNTUK PENGGUNAAN DAYA LISTRIK PADA GEDUNG PERKANTORAN PT. ASTRA OTOPARTS TBK JAKARTA. *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, 3(2), 77–91.
2. Al Bahar, A. K. (2017). Analisa Pengaruh Kapasitor Bank Terhadap Faktor Daya Gedung TI BRI Ragunan. *Ilmiah Elektrokrisna*, 6(1), 33–41.
3. Badruzzaman, Y. (2012). Real Time Monitoring Data Besaran Listrik Gedung Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang. *Jurnal Jtet*, 1(2), 50–59.
4. Berchmans, H., Suaib, S., Agustina, I., Panjaitan, R., & Winne. (2014). Panduan Penghematan Energi di Gedung Pemerintah. USAID Indonesia Clean Energy Development (ICED Project) Jakarta: Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) nomor 13 tahun 2012 tentang Penghematan Pemakaian Energi Listrik dengan jelas menyatakan bahwa seluruh bangunan gedung kantor pemerintah baik di pusat maupun daerah harus melaksanakan program Penghematan Energi.
5. Espressif Systems IOT Team. (2015). ESP8266 Datasheet. In Espressif Systems Datasheet. https://www.adafruit.com/images/product-files/2471/0A-ESP8266__Datasheet__EN_v4.3.pdf
6. Ghurri, A. (2016). Konsep Manajemen Energi. Jurusan Teknik Mesin – Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran.
7. Ikhsan, M., & Saputra, M. (2016). Audit Energi Sebagai Upaya Proses Efisiensi Pemakaian Energi Listrik Di Kampus Universitas Teuku Umar (UTU) Meulaboh. *Jurnal Mekanova*, 2(3), 136–146.
8. Junaidi, & Prabowo, Y. D. (2018). Project Sistem Kendali Elektronik Berbasis Arduino. CV. Anugrah Utama Raharja.
9. Kartika Ayu, S. (2018). Analisa Konsumsi Energi dan Program Konservasi Energi (Studi Kasus : Gedung Perkantoran dan Kompleks Perumahan TI). *Sebatik*, 22(02), 41–51.
10. Kresnadi, F. T., Aribowo, D., & Desmira. (2020). Evaluasi Penggunaan Listrik dengan Metode Konservasi Energi untuk Efisiensi Energi di Gedung FKIP UNTIRTA. *Energi Dan Kelistrikan: Jurnal Ilmiah*, 12(1), 11–21. <https://doi.org/10.33322/energi.v12i1.949>
11. Maxim Integrated Products Inc. (2014). Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers. In Maxim Integrated Products, Inc. <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX1487-MAX491.pdf>
12. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No. 13 Tahun 2012 Tentang Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik, Kementerian ESDM 1 (2012). <https://jdih.esdm.go.id>
13. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2012, Kementerian ESDM (2012). <https://ejournal.poltektegal.ac.id/index.php/siklus/article/view/298%0Ahttp://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.jana.2015.10.005%0Ahttp://www.biomedcentral.com/1471-2458/12/58%0Ahttp://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&P>
14. Rahayu, N. N., Suhendi, D., & Wismiana, E. (2015). Audit Energi Listrik pada PT. X. Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pakuan, 1–9.
15. Saifuddin, M. A. H., Djufri, I. a, & Rahman, M. N. (2018). Analisa Kebutuhan Daya Listrik Terpasang Pada Gedung Kantor Bupati Kabupaten Halmahera Barat. *Jurnal PROtek*, 05(1), 49–57.
16. Sari, A. O., Abdilah, A., & Sunarti. (2019). Web Programming. Graha Ilmu.
17. Schwartz, M. (2016). Internet of Things with ESP8266. Packt Publishing Ltd.
18. Shanghai Yige Electric Co Ltd. (2021). Digital Display Three-Phase Multi Function LCD Instrument. Shanghai Yige Electric Co., Ltd.
19. Sitompul, R. (2011). Manual Pelatihan Teknologi Energi Terbarukan yang Tepat Untuk Aplikasi di Masyarakat Pedesaan. In PNPM Support Facility (PSF).
20. SNI 03-6196-2000 Tentang Prosedur Audit Energi Pada Bangunan Gedung, Badan Standardisasi Nasional (BSN) 14 (2000).
21. Spurlock, J. (2013). Bootstrap. O'Reilly Media, Inc.
22. Stephan. (2018). Audit Energi Pada Gedung B Politeknik Negeri Bengkalis. *Inovtek Polbeng*, 8(2), 136–143. <https://doi.org/10.35314/ip.v8i2.344>
23. Sukaridhoto, S. (2016). Bermain dengan Internet of Thigs & BigData.
24. Valade, J. (2010). PHP & MySQL For Dummies. Wiley Publishing, Inc.
25. Wahid, A., Junaidi, & Arsyad, M. (2014). Analisis Kapasitas Dan Kebutuhan Daya Listrik Untuk Menghemat Penggunaan Energi Listrik Di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. *Jurnal Teknik Elektro UNTAN*, 2(1), 10.
26. Wijayanti, T. D. (2019). Evaluasi Penggunaan Energi Listrik Pada Terminal Bus Tipe A Antar Lintas Batas Negara (ALBN) Sei. Ambawang. *Elkha*, 9(2), 30. <https://doi.org/10.26418/elkha.v9i2.24938>
27. Yuniarto, Y., & Ariyanto, E. (2018). Korektor Faktor Daya Otomatis Pada Instalasi Listrik Rumah Tangga. *Gema Teknologi*, 19(4), 24. <https://doi.org/10.14710/gt.v19i4.19153>