

ANALISIS PENGUKURAN DAN PERHITUNGAN DAYA LISTRIK DENGAN SISTEM MONITORING BERBASIS WEB DI AREA INDUSTRI

Dumung Weling Kusuma¹, Aripin Triyanto^{2*}

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Pamulang, Indonesia

*e-mail: dosen01315@unpam.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan listrik harus lebih diperhatikan supaya tidak terjadi pembengkakan biaya listrik. Karena permasalahan tersebut penulis mengambil judul Analisis pengukuran dan perhitungan daya listrik dengan sistem *monitoring* berbasis web di area industri. Penelitian ini menggunakan metodologi penelitian perhitungan dan pengukuran. Setelah dilakukan pengukuran dan perhitungan dengan monitoring sistem maka didapatkan hasil dari perhitungan pengukuran daya listrik dan pengamatan dengan menganalisis persentasi nilai *error* dari perbandingan nilai yang didapatkan dari hasil pengukuran menggunakan Energi *monitoring* sistem dengan nilai hasil pengukuran menggunakan *Power monitoring sensor*(PMS) dan perhitungan menggunakan rumus. Hasil akhir penelitian ini didapatkan nilai *error* dari hasil *monitoring* tegangan, arus, daya, faktor daya. Hasil analisis persentasi nilai *error* daya listrik dilakukan dengan membandingkan perhitungan *Power monitoring Sensor* (PMS) dengan Energi *Monitoring Sistem* (EMS) dengan waktu *monitoring* selama 3 bulan didapatkan bulan pertama nilai *error* 0,6 % , bulan kedua nilai *error* 0,2% ,bulan kedua nilai *error* 0,1%.Alat ini sangat membantu dalam memantau pemakaian daya listrik secara real-time pada area industri.

Kata Kunci: Instalasi listrik, EMS, PMS, Monitoring sistem berbasis web, Daya listrik

ABSTRACT

The use of electricity must be paid more attention so that there is no overrun of electricity costs. Because of these problems, the author took the title Analysis of electrical power measurement and calculation with web-based system monitoring in industrial areas. This study uses a calculation and measurement research methodology. After measurements and calculations are carried out with system monitoring, the results of the calculation of electrical power measurements and observations are obtained by analyzing the percentage of error values from the comparison of values obtained from the measurement results using the energy monitoring system with the value of the measurement results using the Power monitoring sensor (PMS) and calculations using formulas. The final result of this study was obtained from the results of monitoring voltage, current, power, and power factor. For the results of the analysis of the percentage of electrical power error values, it was carried out by comparing the calculation of Power Monitoring Sensor (PMS) with Energy Monitoring System (EMS) with a monitoring time of 3 months, the first month had an error value of 0.6%, the second month had an error value of 0.2%, and the second month had an error value of 0.1%. Thus, the difference in error values is quite small, it can be concluded that this tool is said to be quite good in monitoring the use of electrical power in industrial areas.

Keywords: : Electrical Instalation, EMS, PMS, Web-based system monitoring, Electrical power

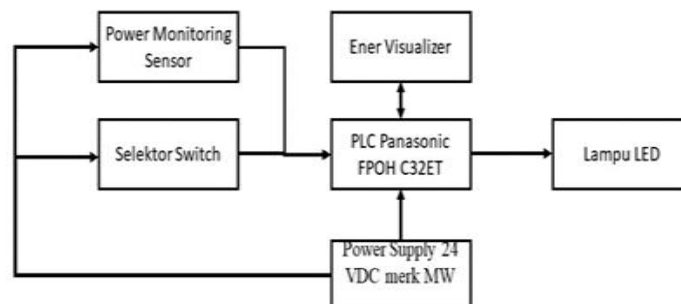
I. PENDAHULUAN

Gaya hidup masyarakat Indonesia yang modern telah mempengaruhi tingkat konsumsi listrik yang terus meningkat. Pemakaian listrik rumah tangga yang boros bahkan tidak terkendali disebabkan oleh kurangnya pemantauan terhadap jumlah daya yang digunakan, pemantauan daya tidak cukup hanya dilakukan pada kWh meter karena pengguna listrik tidak dapat memantau setiap ruangan yang berlebih dalam hal pemakaian daya listrik, pada penelitian ini dirancang sebuah alat *monitoring* untuk memantau konsumsi daya pada setiap ruangan. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui konsumsi daya pada setiap ruangan sehingga lebih mudah dalam melakukan penghematan energi listrik, implementasi *internet of things* (IoT) menggunakan platform *Blynk*, hasil penelitian menunjukkan bahwa alat yang dibangun telah berhasil untuk memantau konsumsi daya dari masing-masing ruangan berbasis IoT, pada beban pengisi daya komputer jinjing menghasilkan efisiensi 99,61%, pada beban dua lampu menghasilkan efisiensi 98,94%, pada beban kipas angin menghasilkan efisiensi 99,08% dan pada beban dua lampu dan pengisi daya komputer jinjing menghasilkan efisiensi 99,07%, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dibangun memiliki efisiensi yang sangat baik dan dapat memudahkan dalam *memonitoring* konsumsi daya pada peralatan elektronik rumah tangga (Mustafa and Muhammad 2020)(Triyanto et al. 2022).

Pengujian sistem dilakukan dengan pengujian terhadap pembacaan nilai dari masing-masing perangkat masukan, kemudian dilakukan pengujian terhadap perangkat luaran sistem, dan yang terakhir adalah pengujian sistem secara keseluruhan supaya dapat memenuhi semua kebutuhan fungsional sistem, pengujian pembacaan sensor dilakukan dengan membandingkan sistem dengan alat ukur yang tersedia, pengujian ini digunakan untuk mengetahui apakah sensor dapat membaca arus dan tegangan dengan akurat atau tidak, pengujian dilakukan dengan memberikan beban listrik pada sistem, untuk pengujian ini sistem diberi beberapa beban listrik yang berbeda antara lain lampu, kipas, setrika dan televisi pada hasil pengujian diatas diperoleh nilai daya yang merupakan perkalian tegangan dan arus, pada pengukuran tersebut terdapat perbedaan pengukuran antara sensor ACS712 dan multimeter, persentasi selisih tersebut dibanding hasil pengukuran merupakan nilai error atau kesalahan. hasil perbandingan pengukuran sistem dengan alat pembanding, pada hasil pengukuran error diatas dapat diperoleh rata-rata error yaitu $\pm 1,8\%$. Dapat dilihat juga bahwa semakin besar daya yang diukur semakin kecil error yang diperoleh. pengujian aplikasi android berisi serangkaian pengujian fungsi dan tombol pada aplikasi sistem monitoring daya listrik pada ruangan, pengujian aplikasi dilakukan menggunakan smartphone android (Handarly and Lianda 2018)(Saleh et al. 2022).

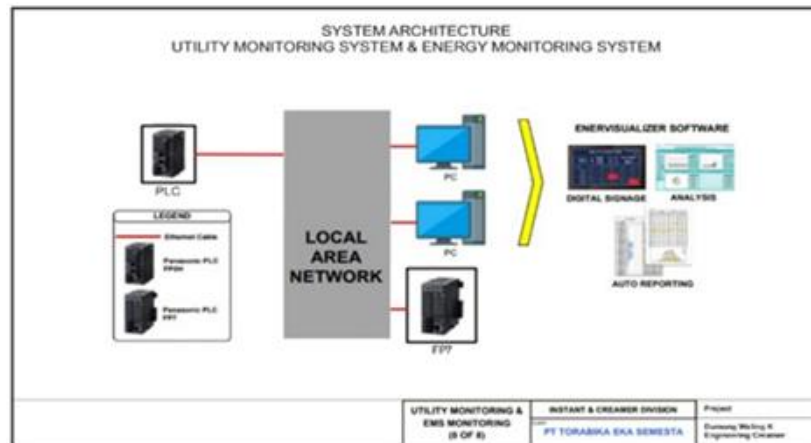
II. METODE PENELITIAN

Didalam penelitian terdapat beberapa tahapan pada proses monitoring, pengambilan data dan hasil analisa. Uraian dari penelitian dapat dijelaskan pada tahapan berikut ini.



Gambar 1. Blok Diagram

Gambar 1 merupakan blok diagram perancangan, PMS diambil data dari panel PLC Panasonic FPOH didalam panel tersebut terdapat Power supply 24 VDC merk MW untuk merubah tegangan yang sebelumnya 220 V menjadi 24 V dan ada juga *selector switch* untuk menyalakan atau menghidupkan panel tersebut setelah diambil data tersebut lalu ditransfer ke komputer untuk ditampilkan melalui *EnerVisualizer*.



Gambar 2. Skematik Rangkain Sistem

PLC Panasonic biasanya dilengkapi dengan antarmuka pengguna yang ramah pengguna, memudahkan pengguna dalam pemrograman, pengawasan, dan pemeliharaan.penting untuk selalu merujuk pada dokumentasi resmi dari Panasonic, termasuk manual pengguna dan spesifikasi teknis, untuk memahami lebih lanjut tentang model PLC Panasonic tertentu dan cara penggunaannya (Anarwati and Setiono 2017).

MCB(Miniature Circuit Breaker)

Merupakan sebuah alat proteksi listrik yang digunakan untuk melindungi sirkuit listrik dari berbagai masalah seperti kelebihan arus dan korsleting. MCB dapat ditemui dalam instalasi listrik rumah, industri, dan komersial. MCB tersedia dalam berbagai tipe, termasuk MCB 1 phasa.MCB 1 phasa dirancang khusus untuk melindungi sirkuit listrik 1 fase. Sirkuit listrik1 fase umumnya digunakan dalam instalasi rumah tangga dan kecil (Yuhendri, Doni, and Ikhfa 2023)(Triyanto 2023).



Gambar 3. MCB

PLC(Programmable Logic Controller)

sebuah perangkat kontrol atau pengontrol industri yang terkomputerisasi dalam melakukan sekuensial atau logika diskrit di pabrik dan gabungan antara perangkat lunak dan perangkat keras. PLC berfungsi sebagai otak pada sistem atau mesin untuk menjalankan kontrol otomatisasi (Herandy and Suprianto 2019).



Gambar 4. PLC

Power Supply 24 VDC

Adalah sebuah perangkat elektronik yang menghasilkan tegangan listrik searah (DC) dengan nilai tegangan keluaran sebesar 24 volt. Power supply ini umumnya digunakan untuk menyediakan daya pada berbagai perangkat dan sistem elektronika yang membutuhkan tegangan tersebut. Dalam rancang bangun alat ini menggunakan dua buah power supply sebagai masukannya. Sedangkan masukan dari power supply berasal dari tegangan PLN 220 AC yang kemudian masuk ke power supply dan di proses sehingga menjadi tegangan DC 24 volt dan tegangan DC 12 volt. Dijelaskan bahwasanya dalam power supply terdapat beberapa komponen seperti transformator, rectifier, filter, dan lain sebagainya. Sehingga prosesnya ketika tegangan PLN masuk 220 AC, tegangan tersebut akan melewati transformator step down untuk diturunkan tegangannya setelah itu masuk ke penyearah 4 gelombang yang disini tegangan AC akan di ubah menjadi tegangan DC. Kemudian melewati filter dan terakhir masuk ke dalam voltage regulator agar tegangannya menjadi stabil, sehingga tegangan keluarannya tidak berubah-ubah. Power supply ini akan memberi masukan tegangan ke PLC 24 VDC, HMI 24 VDC dan motor DC power windows 12 VDC (Hidayah, Riza, and Kunto 2020).



Gambar 5. Power Supply 24 VDC

Kabel LAN

Kabel LAN (*Local Area Network*) adalah kabel yang digunakan untuk menghubungkan perangkat dalam jaringan lokal. Kabel ini biasanya digunakan untuk menghubungkan komputer, printer, router, dan perangkat jaringan.

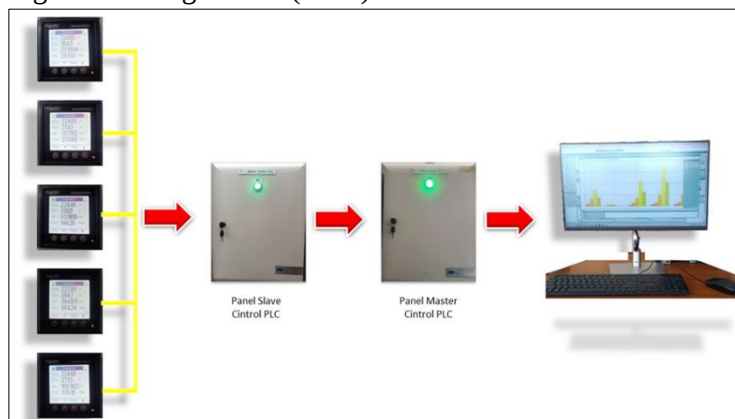


Gambar 6. Kabel LAN

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang didapatkan dalam monitoring serta pengukuran difungsikan untuk mengetahui dan mengantisipasi saat terjadi gangguan dari arus beban lebih dan tegangan beban lebih terhadap rangkaian. Berikut ini adalah penjelasan dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

Implementasi Energi Monitoring Sistem (EMS)



Gambar 7. Implementasi EMS

Implementasi EMS di area industri dimana me-monitoring beban yang berbentuk 5 komponen PMS dan diambil data dari panel slave kontrol PLC setelah diambil data tersebut lalu ditransfer ke panel master control PLC untuk diolah datanya sebelum ditransfer ke komputer untuk ditampilkan melalui EnerVisualizer diakses menggunakan Web dengan alamat IP :192.168.1.100/webui/

Penjelasan instrumen pada gambar adalah sebagai berikut:

Ada 5 Power faktor atau Power Monitoring Sistem (PMS)

- M1(F1536) :Beban Dry Area
- M2(F1410) :Beban Wet Area
- M3(F1437) :Beban Creamer
- M4(F1500) :Beban Office

M5(F1774) :Beban Utility
Di dalam panel slave kontrol terdapat komponen yaitu:
PLC Panasonic FPOH C32ET
Power Supply 24 VDC merk MW
MCB 1 Phasa merk Schneider
Di dalam Panel Master kontrol terdapat komponen yaitu:
PLC Panasonic FP7CPS31ES
Power Supply 24 VDC merk MW
MCB 1 Phasa merk Schneider dan TP-link

Monitoring Daya Listrik

Hasil pengambilan data energi listrik adalah informasi yang diperoleh dari sistem monitoring yang merekam dan menganalisis konsumsi energi listrik di lokasi PT Torabika. Data ini memberikan jumlah energi listrik yang digunakan dalam periode waktu tertentu yaitu selama 3 bulan konsumsi energi ini diukur faktor daya, tegangan, kuat arus, dan daya listrik.

Monitoring EMS mendapatkan nilai faktor daya dengan rata-rata dari 0,92 sampai 0,97 yang dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Monitoring Faktor daya pada EMS

Tanggal	Faktor daya (cos phi)				
	M1(F1536)	M2(F1410)	M3(F1437)	M4(F1500)	M5(F1774)
07/01/2024	0,93	0,92	0,94	0,97	0,97
14/01/2024	0,92	0,92	0,95	0,97	0,96
21/01/2024	0,94	0,92	0,95	0,97	0,95
28/01/2024	0,93	0,92	0,95	0,97	0,97
04/02/2024	0,93	0,92	0,95	0,97	0,97
11/02/2024	0,95	0,94	0,96	0,97	0,97
18/02/2024	0,92	0,92	0,97	0,96	0,96
25/02/2024	0,92	0,92	0,96	0,97	0,97
03/03/2024	0,91	0,92	0,96	0,98	0,98
10/03/2024	0,93	0,91	0,96	0,97	0,97
17/03/2024	0,91	0,92	0,96	0,98	0,98
24/03/2024	0,93	0,92	0,96	0,98	0,98
Rata - Rata	0,93	0,92	0,96	0,97	0,97

Monitoring EMS pada bulan Januari mendapatkan nilai tegangan dengan rata-rata dari 389,13 sampai 391,16 yang dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Monitoring tegangan pada EMS

Tanggal	Tegangan (V)				
	M1(F1536)	M2(F1410)	M3(F1437)	M4(F1500)	M5(F1774)
07/01/2024	390,8	390,6	390,9	388,1	388,7
14/01/2024	391	390,8	391,1	388,2	388,8
21/01/2024	390,7	390,6	390,9	389,1	388,1
28/01/2024	390,9	390,8	391,1	390	388,7
04/02/2024	391,1	390,9	391,2	390	388,8

11/02/2024	392,9	392,7	393	392	391,2
18/02/2024	390,7	390,5	390,9	388,9	388,6
25/02/2024	390,3	389,9	390,2	398,8	389,7
03/03/2024	391,4	391,2	391,6	391,2	390,3
10/03/2024	391,1	390,9	391,2	389,6	389,1
17/03/2024	390,8	390,6	390,9	388,3	388,9
24/03/2024	390,7	390,5	390,9	388	388,7
Rata - Rata	391,03	390,83	391,16	390,18	389,13

Monitoring EMS pada bulan Januari mendapatkan nilai kuat arus dengan rata-rata dari 17,4 sampai 552,9 yang dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Monitoring kuat arus pada EMS

Tanggal	Kuat arus (A)				
	M1(F1536)	M2(F1410)	M3(F1437)	M4(F1500)	M5(F1774)
07/01/2024	558,7	339,0	145,0	44,0	17,0
14/01/2024	533,0	319,2	137,0	44,1	17,3
21/01/2024	533,0	311,5	135,0	50,1	18,7
28/01/2024	547,0	336,0	128,0	43,7	19,4
04/02/2024	550,0	334,8	127,0	42,2	17,1
11/02/2024	539,5	310,0	126,0	47,4	16,5
18/02/2024	552,0	342,0	124,0	52,5	17,8
25/02/2024	565,0	328,0	128,0	44,9	16,4
03/03/2024	558,0	320,0	129,0	45,0	17,3
10/03/2024	554,0	327,0	128,0	36,4	16,9
17/03/2024	571,1	327,0	138,0	44,0	16,8
24/03/2024	573,0	342,0	138,9	40,0	17,2
Rata - Rata	552,9	328,0	132,0	44,5	17,4

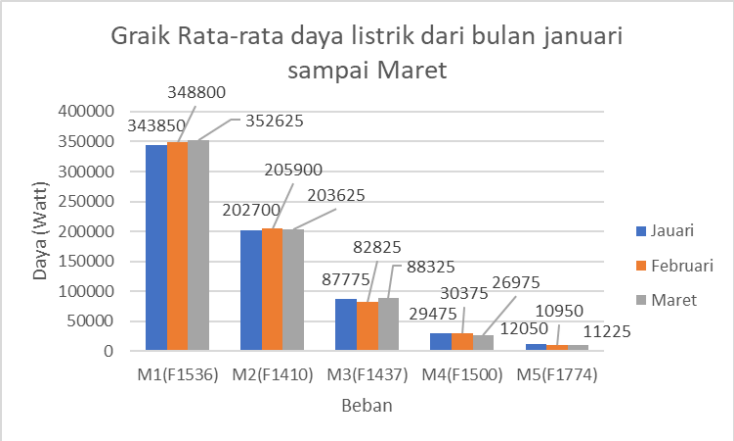
Monitoring EMS pada bulan Januari mendapatkan nilai daya dengan rata-rata dari 11341 sampai 346926 yang dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Monitoring daya listrik pada EMS

Tanggal	Daya listrik (Watt)				
	M1(F1536)	M2(F1410)	M3(F1437)	M4(F1500)	M5(F1774)
07/01/2024	351693	210993	92280	28689	11102
14/01/2024	332078	198771	88162	28762	11184
21/01/2024	339036	193877	86830	32751	11941
28/01/2024	344416	209233	82370	28633	12669
04/02/2024	346483	208539	81747	27650	11170
11/02/2024	348775	198198	82335	31216	10844
18/02/2024	343651	212806	81434	33948	11501
25/02/2024	351385	203781	83046	30083	10737
03/03/2024	344226	199473	83995	29880	11461
10/03/2024	349002	201466	83258	23825	11048

17/03/2024	351768	203524	89694	29000	11090
24/03/2024	360603	212806	90279	26343	11348
Rata - Rata	346926	204455	85453	29232	11341

Grafik Daya rata-rata EMS dari bulan Januari sampai bulan Maret
Berdasarkan Tabel 1, 2, 3, 4 maka hasil Rata-rata daya listrik PMS akan ditampilkan grafik seperti pada Gambar 8 berikut.



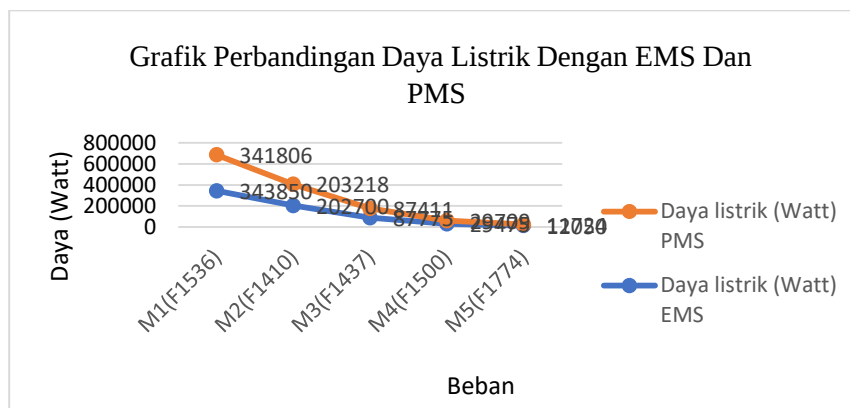
Gambar 8. Grafik rata-rata daya listrik

Hasil perbandingan pengukuran dan perhitungan daya listrik dengan sistem monitoring
Pengukuran dan perhitungan daya listrik dalam sistem monitoring sangat penting untuk memastikan efisiensi dan keandalan sistem energi,sebelum perbandingan daya listrik disini saya akan menghitung hasil pengukuran dari PMS untuk menghasilkan Daya setelah itu di bandingkan dengan daya EMS

Perbandingan nilai Daya EMS dengan Daya PMS pada bulan Januari

Tabel 5. Perbandingan Daya EMS dengan Daya PMS bulan januari			
Beban	Daya listrik (W) EMS	Daya listrik (W) PMS	Eror(%)
M1(F1536)	343850	341806	0,60%
M2(F1410)	202700	203218	0,25%
M3(F1437)	87775	87411	0,42%
M4(F1500)	29475	29709	0,79%
M5(F1774)	12050	11724	2,78%
Rata-rata			0,55%

Berdasarkan data pada tabel 5, maka nilai perbandingan daya EMS dan daya PMS akan ditampilkan grafik seperti pada gambar 9 berikut.



Gambar 9. Grafik Perbandingan Daya EMS dengan Daya PMS

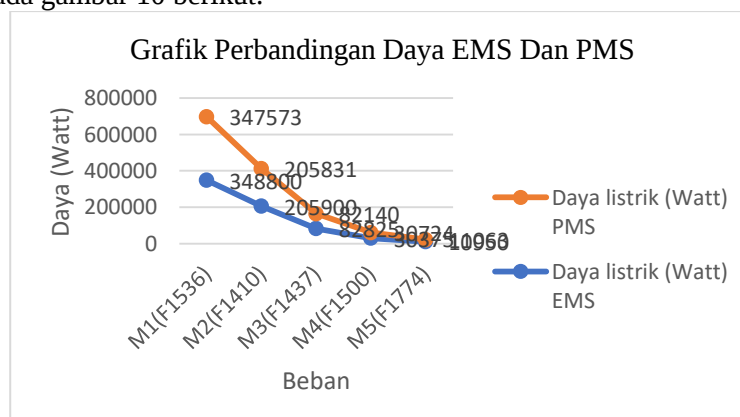
Data hasil yang ditunjukkan tabel 5 yang berisi perhitungan Daya dari pengukuran monitoring PMS dan Monitoring Daya EMS selama 4 kali dalam sebulan dan di perkuat oleh grafik pada Gambar 4.4 Dimana nilai eror tertinggi sebesar 2,78% dari M5(F1774) dan nilai eror terendah sebesar 0,25% dari M2(F1410) dan rata-rata Error dari kelima beban di bulan januari sebesar 0,55% dan dilihat dari grafik di atas bahwa perbandingannya cukup sedikit. Hal ini dapat disimpulkan bahwa, cukup efektif jika EMS di pakai dengan jangka panjang.

Perbandingan nilai Daya EMS dengan Daya PMS pada bulan Februari

Tabel 6 Perbandingan Daya EMS dengan Daya PMS

Beban	Daya listrik (W) EMS	Daya listrik (W) PMS	Error(%)
M1(F1536)	348800	347573	0,35%
M2(F1410)	205900	205831	0,03%
M3(F1437)	82825	82140	0,83%
M4(F1500)	30375	30724	1,14%
M5(F1774)	10950	11063	1,02%
Rata-rata			0,19%

Berdasarkan Tabel 6 maka nilai perbandingan daya EMS dan daya PMS akan ditampilkan grafik seperti pada gambar 10 berikut.



Gambar 10. Grafik Perbandingan Daya EMS dan Daya PMS

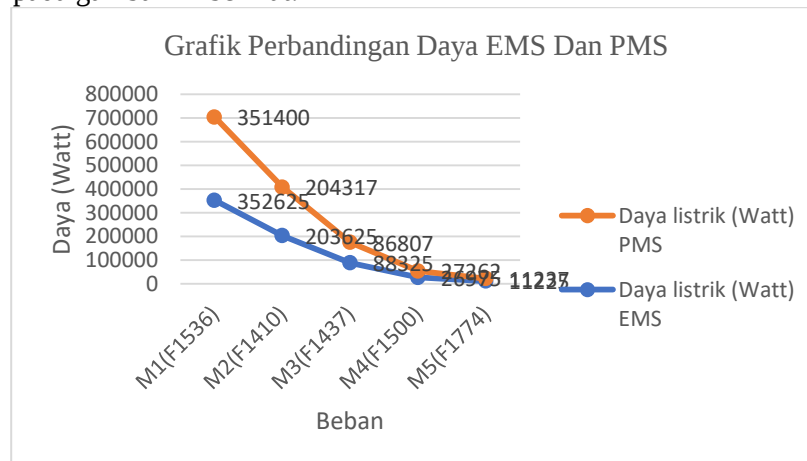
Data hasil yang ditunjukkan oleh Tabel 4.26 yang berisi perhitungan Daya dari pengukuran monitoring PMS dan Monitoring Daya EMS selama 4 kali dalam sebulan dan di perkuat oleh grafik pada Gambar 4.5 Dimana nilai eror tertinggi sebesar 1,14% dari M4(F1500) dan nilai eror terendah sebesar 0,03% dari M2(F14100) dan rata-rata Error dari kelima beban di bulan januari sebesar 0,19% dan dilihat dari grafik di atas bahwa perbandingannya cukup sedikit. Hal ini dapat disimpulkan bahwa, cukup efektif jika EMS di pakai dengan jangka panjang.

Perbandingan nilai Daya EMS dengan Daya PMS pada bulan maret

Tabel 7. Perbandingan Daya EMS dengan Daya PMS

Beban	Daya listrik (W) EMS	Daya listrik (W) PMS	Error(%)
M1(F1536)	352625	351400	0,3%
M2(F1410)	203625	204317	0,3%
M3(F1437)	88325	86807	1,7%
M4(F1500)	26975	27262	1,1%
M5(F1774)	11225	11237	0,1%
Rata-rata			0,1%

Berdasarkan Tabel 7 maka nilai perbandingan daya EMS dan daya PMS akan ditampilkan grafik seperti pada gambar 11 berikut.



Gambar 11. Grafik Perbandingan Daya EMS dengan Daya PMS

Data hasil yang ditunjukkan oleh Tabel 4.27 yang berisi perhitungan Daya dari pengukuran monitoring PMS dan Monitoring Daya EMS selama 4 kali dalam sebulan dan di perkuat oleh grafik pada Gambar 4.6 Dimana nilai eror tertinggi sebesar 1,7% dari M3(F1437) dan nilai eror terendah sebesar 0,1% dari M5(F1774) dan rata-rata Error dari kelima beban di bulan januari sebesar 0,1% dan dilihat dari grafik di atas bahwa perbandingannya cukup sedikit. Hal ini dapat disimpulkan bahwa, cukup efektif jika EMS di pakai dengan jangka panjang.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil perbandingan pengukuran dan perhitungan daya listrik dengan monitoring sistem berbasis web maka dapat diperoleh kesimpulan yaitu.

Energi Monitoring Sistem di implementasikan di ruang utility ,dimana pemantauan daya listrik lebih efektif karena dapat membantu operator utility dalam memantau pemakaian Daya

listrik secara real-time dengan jarak jauh. Hasil monitoring di dapatkan dari EMS dan juga PMS, dimana hasil tersebut dilakukan 4 kali dalam sebulan selama 3 bulan, hasil monitoring yang di dapatkan yaitu Faktor Daya, tegangan, Arus dan Daya Listrik. Hasil perbandingan daya listrik di dapatkan dari perhitungan pengukuran Power Monitoring Sensor (PMS) dan di dapatkan hasil Daya Listrik dari perhitungan tersebut , lalu di bandingkan dengan daya dari Energi Monitoring Sistem EMS dan nilai error yang di dapatkan setelah di rata rata yaitu 1% , Dengan selisih nilai error yang cukup kecil dapat disimpulkan bahwa alat ini dikatakan cukup baik dalam memantau pemakaian Daya listrik pada area industri.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anarwati, Agustin, and Iman Setiono. 2017. "Rancang Bangun Alat Pemantauan Pengaturan Kecepatan Putar Motor Dc Power Windows Berbasis Plc Panasonic Menggunakan Human Machine Interface (Hmi)." *Gema Teknologi* 19 (3): 32. <https://doi.org/10.14710/gt.v19i3.21883>.
- [2] Handarly, Dolly, and Jefri Lianda. 2018. "Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (Internet of Thing)." *JEECAE (Journal of Electrical, Electronics, Control, and Automotive Engineering)* 3 (2): 205–8. <https://doi.org/10.32486/jeecae.v3i2.241>.
- [3] Herandy, Galla, and Bambang Suprianto. 2019. "Monitoring Biaya Dan Pengukuran Konsumsi Daya Listrik Berbasis Arduino Mega2560 Menggunakan Web." *Jurnal Teknik Elektro* 8 (3): 695–702.
- [4] Hidayah, Muhammad Nurul, Alfita Riza, and Aji Kunto. 2020. "Implementasi Internet of Thing Untuk Kontrol Dan Monitoring Kwh Meter Pascabayar." *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro Undiksha* 9 (3): 161–70.
- [5] Mustafa, Syahrul, and Umar Muhammad. 2020. "Rancang Bangun Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis Smartphone." *Jurnal Media Elektrik* 17 (3): 127. <https://doi.org/10.26858/metrik.v17i3.14968>.
- [6] Saleh, Zulkiffli, Yosi Apriani, Surahman Nazori, Dosen Tetap, Prog Studi, Teknik Elektro, and Universitas Muhammadiyah. 2022. "Jurnal Teknik Elektro Jurnal Teknik Elektro" 12 (2): 40–49.
- [7] Triyanto, Aripin. 2023. *PROTEKSI SISTEM TENAGA*. UNPAM PRESS.
- [8] Triyanto, Aripin, Aldy Laras Sakti, Hendra Nugraha, and Abid Ahmad Rifai. 2022. *Operasi Dan Stabilitas Sistem Tenaga*. Edited by Ariyawan Sunardi. UNPAM PRESS.
- [9] Yuhendri, Muldi, Dona Doni, and Anne Fadia Ikhfa. 2023. "Rancang Bangun Generator Magnet Permanen Fluksi Aksial Single Stator Single Rotor." *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer* 14 (2): 339–50. <https://doi.org/10.24176/simet.v14i2.9750>.