

Akuisisi Data Konsumsi Daya Listrik pada Panel Sub-Distribusi Gedung Berbasis *Power Meter* dengan Komunikasi Modbus Rs485

Prian Gagani Chamdareno, Eka Samsul Ma'arif, Ahmad Fauzy, Budiyanto, Erwin Dermawan

Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Jakarta
Jalan Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Indonesia
e-mail: prian.gagani@umj.ac.id

ABSTRAK

Listrik adalah energi yang sangat berguna bagi masyarakat di jaman ini, dikarenakan dalam penggunaannya dapat di konversikan dengan mudah ke bentuk energi lainnya. Sistem akuisisi data dilakukan dengan pengambilan data oleh sistem monitoring daya listrik berbasis power meter digital dimana data pemakaian listrik secara realtime dapat disimpan. Sistem ini menggunakan power meter digital sebagai pembaca penggunaan listrik pada Gedung. Data yang dibaca lalu dikirimkan melalui IoT gateway ke software XAMPP yang bertugas sebagai penyimpanan data yang bisa secara langsung ditampilkan atau disimpan sementara. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data konsumsi daya listrik pada Panel Sub-Distribusi, sehingga pengelola gedung dapat mengetahui penggunaan energi listrik pada setiap kelompok beban. Pengujian yang dilakukan menunjukkan sistem akuisisi data merekam penggunaan listrik pada panel sub-distribusi dengan indikasi pemborosan karena dioperasikan bukan pada jam operasional. Dengan memberlakukan pembatasan jam operasional, maka dapat diproyeksikan penghematan energi listrik sebesar 4898 kWh/tahun atau setara dengan Rp. 4.882.000.

Kata Kunci : Akuisisi data, power meter digital, iot gateway, modbus rs485

ABSTRACT

Electricity is energy that is very useful for society today, because when used it can be easily converted into other forms of energy. The data acquisition system is carried out by retrieving data by a digital power meter-based electric power monitoring system where real-time electricity usage data can be stored. This system uses a digital power meter as a reader of electricity usage in the building. The data that is read is then sent via the IoT gateway to the XAMPP software which functions as data storage which can be directly displayed or temporarily stored. This research aims to obtain data on electrical power consumption in the Sub-Distribution Panel, so that building managers can determine the use of electrical energy in each load group. The tests carried out showed that the data acquisition system recorded electricity usage on the sub-distribution panel with indications of waste because it was not operated during operational hours. By imposing restrictions on operational hours, it is projected that electrical energy savings will be 4898 kWh/year or the equivalent of Rp. 4,882,000.

Keywords : Data Acquisition, digital power meter, iot gateway, modbus RS485

1 PENDAHULUAN

Listrik adalah salah satu energi yang sangat berguna bagi masyarakat modern, dikarenakan dalam penggunaannya dapat di konversikan dengan mudah ke bentuk energi lainnya, seperti konversi ke cahaya menjadi lampu penerangan, konversi ke energi panas menjadi mesin setrika, konversi ke gerak menjadi mobil listrik. Manusia dalam segala hal saat ini hampir memerlukan tenaga listrik untuk mendukung aktifitasnya. Kontribusi listrik saat ini sangat besar bagi kehidupan masyarakat. Setiap rumah, pabrik, toko, jalan semua menggunakan listrik sebagai sumber energi [1].

PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) atau PLN mencatat, bahwa konsumsi sepanjang tahun 2022

mendapat kenaikan dari tahun sebelumnya sebesar 6,17 % dan secara sektoral konsumsi energi listrik pada tarif rumah tangga menyumbang 42,53 %, tarif industri menyumbang 32,35 %, bisnis 17,49 %, tarif sosial menyumbang 3,69 %, tarif publik menyumbang 3,15 %, serta layanan multiguna, transaksi dan curah sekitar 0,79 %. Dengan persentase tarif bisnis 17,49 % dengan nilai yang lumayan besar, hal ini harus bisa dipecahkan untuk mendapatkan solusi untuk menangani penghematan konsumsi energi diruang lingkup bisnis.

Salah satu solusi yang kita bisa dilakukan saat ini adalah dengan cara mengumpulkan data konsumsi daya energi secara *real time*, sehingga dapat diketahui pada jam-jam dimana penggunaan listrik seharusnya

tinggi dan pada jam-jam dimana penggunaan sudah menurun. Dengan demikian dapat diketahui ada atau tidaknya pemborosan.

Umumnya sistem dibuat berupa rancang bangun sebuah alat monitoring energi listrik berbasis *microcontroller* dengan koneksi pada jaringan intranet atau internet menggunakan kabel atau nirkabel. Data yang berhasil direkam kemudian disimpan pada basis data baik secara local maupun pada *webserver* [2], [3]. Data pada basis data berikutnya dapat ditampilkan pada *dashboard monitoring*, website atau layanan lainnya sehingga pemantauan kondisi dapat dilakukan secara jarak jauh [4]–[6]. Akuisisi data dengan menggunakan komponen *microcontroller* memiliki kelemahan pada kehandalan operasi dalam jangka waktu yang lama.

Penelitian yang dilakukan Yudha berjudul “Implementasi Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik pada Beban” berhasil menampilkan data dengan tampilan website yang sederhana namun belum dapat menyimpan data dengan baik, sehingga belum dapat digunakan untuk penentuan pemborosan atau kebijakan lainnya [7].

Dari masalah di atas maka penelitian ini bertujuan untuk melakukan akuisisi data dengan perangkat dengan standar industri dengan data yang dapat disimpan sesuai dengan seri waktu pengukuran. Data pola konsumsi energi diambil pada PT. XYZ sehingga mendapatkan hasil yang dapat di jadikan acuan untuk jadi kebijakan dalam penghematan energi oleh pihak Management PT. XYZ. Penelitian ini juga menawarkan sebuah solusi untuk melakukan pemantauan (monitoring) parameter kelistrikan setiap panel listrik.

Data yang diperoleh oleh sistem berikutnya dapat digunakan untuk pendeteksian jam operasional perangkat tertentu tanpa harus melihat secara langsung, mengetahui kondisi suatu alat berfungsi normal atau tidak, atau pengaturan beban-beban listrik secara otomatis [8]–[10].

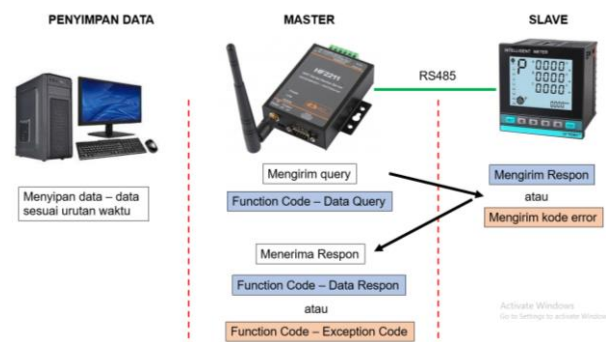
Untuk memenuhi kebutuhan masalah di atas, perlu dibuat sebuah sistem yang dapat memonitoring besaran listrik yang meliputi tegangan, arus, faktor daya, daya dan besar konsumsi energi listrik. Untuk itu maka dibuat sistem monitoring besaran listrik yang dapat merekam data selama monitoring dilakukan dan disimpan dalam bentuk tabel excel untuk dianalisa.

2 METODOLOGI

Modbus adalah protokol komunikasi jaringan berstandar internasional yang diterapkan pada industri dan bersifat open source, dapat berjalan pada berbagai media antarmuka serta sederhana dan efisien [11]. Perangkat yang mengirimkan perintah disebut

dengan master dan penerima perintah disebut slave. Master bersifat aktif dengan mengirimkan permintaan atau query yang terdiri dari function code dan data. Sedangkan slave bersifat pasif yang hanya merespon jika ada permintaan dari master dengan mengirimkan pesan data response saat kondisi normal maupun exception code saat terjadi error [12].

Berikut ini adalah konfigurasi jaringan dan proses transaksi data sistem akuisisi data power meter dengan menggunakan bantuan *device* RS485 to Ethernet *converter*.



Gambar 1. Jaringan komunikasi.

Function code adalah perintah yang harus dikerjakan oleh slave. Setiap function code mempunyai fungsi yang berbeda sesuai dengan tipe data dan jenis perintah. Tipe data dapat berupa bilangan diskrit maupun analog, sedangkan jenis perintah dapat menulis atau membaca data. Setiap data disimpan pada register dan coil dengan alamat yang berbeda.

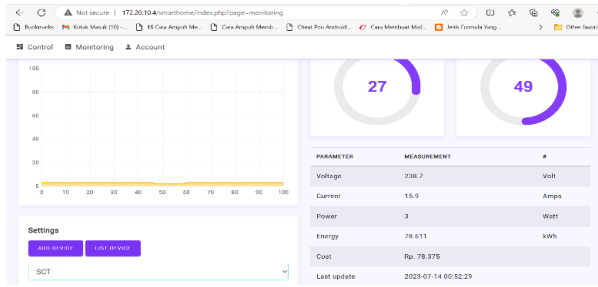
Sistem akuisisi data dilakukan dengan menggunakan power meter Toky yang dapat mengukur parameter berikut ini :

- Tegangan Fasak ke Netral
- Arus Listrik
- Daya Listrik
- Faktor Daya
- Frekuensi

Hasil pembacaan power meter dikomunikasikan melalui RS485 pada modul RS485 to Ethernet converter (HF2211) dan selanjutnya dikirim melalui jaringan local intranet dengan komunikasi Ethernet IP ke computer sebagai penyimpan data.

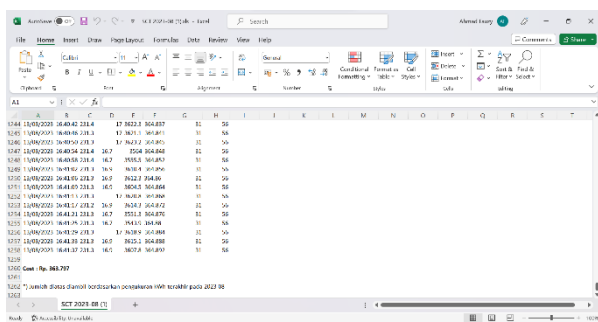
3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian perangkat lunak dilakukan dengan cara membuka halaman website local yang sudah dibuat (<http://172.20.10.4/smarthome/index.php?page=monitoring>) untuk menampilkan halaman monitoring seperti gambar dibawah ini.



Gambar 2. Pengujian perangkat lunak.

Pengambilan data dimulai ketika power meter mulai membaca nilai, lalu mengirimkan hasil pembacaan local server di XAMPP, untuk data hasil yang diambil akan ditampilkan dalam bentuk dokumen excel seperti gambar dibawah ini.



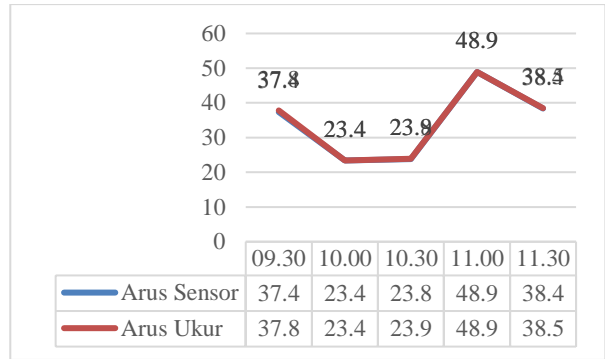
Gambar 3. Pengujian perangkat lunak.

Untuk mengetahui tingkat presisi perhitungan dari sistem monitoring daya, maka sebagai dilakukan pengukuran manual menggunakan alat pengukuran multimeter digital dan tang amper yang ada pada kabel R. Untuk melihat hasil perbandingan antara alat multimeter, tang amper dengan sistem monitoring daya, dapat dilihat dari tabel di bawah ini.

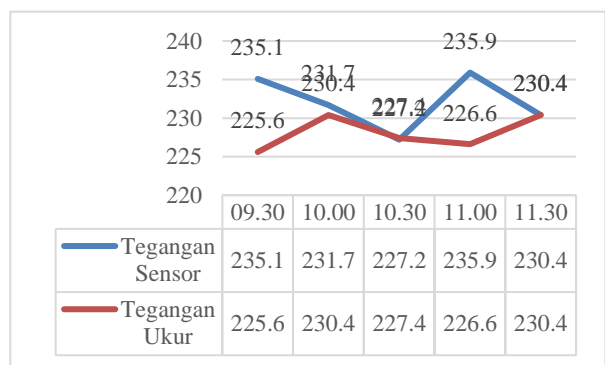
Tabel 1. Perbandingan error kabel R.

Jam	Arus Sensor (A)	Arus Ukur (A)	Error (%)	Tegangan Sensor (V)	Tegangan Ukur (V)	Error (%)
09.30	37,4	37,8	1	235,1	225,6	2,4
10.00	23,4	23,4	0	231,7	230,4	0,5
10.30	23,8	23,9	0,4	227,2	227,4	0,1
11.00	48,9	48,9	0	235,9	226,6	4,1
11.30	38,4	38,5	0,2	230,4	230,4	0

Tabel 1 menunjukkan rata-rata error pada arus sekitar arus 0,3% dan tegangan 1,7%. Grafik perbandingan arus dan tegangan di bawah ini.



Gambar 4. Perbandingan error arus kabel R.



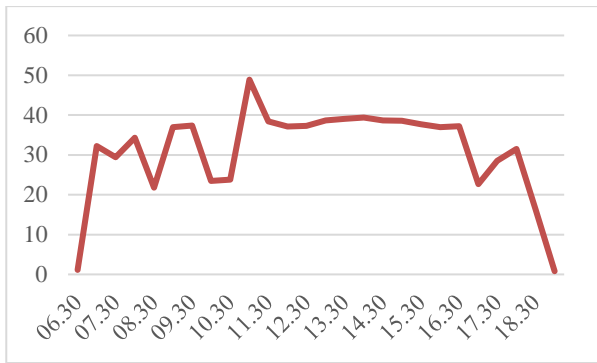
Gambar 5. Perbandingan error tegangan kabel R

Selanjutnya adalah akuisisi data pada setiap fasa R, S dan T. Di bawah ini adalah hasil akuisisi data oleh sistem monitoring daya listrik pada kabel R.

Tabel 2. Akuisisi data kabel R.

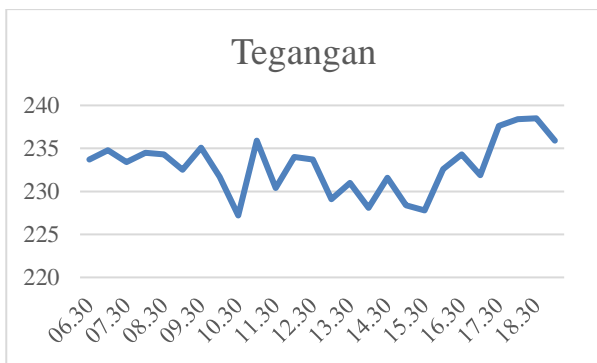
Jam	Tegangan	Arus	Energi	Jam	Tegangan	Arus	Energi
06.30	233,7	1,1	0	13.00	229,1	38,7	28,197
07.00	234,8	32,2	0,517	13.30	231	39,1	30,400
07.30	233,4	29,4	2,126	14.00	228,1	39,4	33,030
08.00	234,5	34,3	4,834	14.30	231,6	38,7	35,742
08.30	234,3	21,8	7,165	15.00	228,4	38,6	38,409
09.00	232,5	37	9,545	15.30	227,8	37,7	41,118
09.30	235,1	37,4	11,662	16.00	232,6	37	43,725
10.00	231,7	23,5	14,026	16.30	234,3	37,2	46,427
10.30	227,2	23,8	16,328	17.00	231,9	22,7	49,096
11.00	235,9	48,9	18,940	17.30	237,6	28,5	51,553
11.30	230,4	38,4	21,236	18.00	238,4	31,5	53,751
12.00	234	37,1	23,529	18.30	238,5	16,2	55,450
12.30	233,7	37,3	25,915	19.00	235,9	0,8	57,846

Dengan grafik arus, tegangan dan power dibawah ini



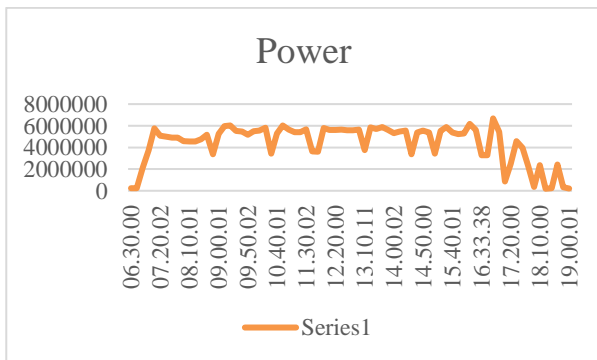
Gambar 5. Akuisisi data arus kabel R.

Pada garfik 3 data yang didapat pada sistem monitoring pada kabel R-N didapati beban puncak pada sekitar jam 11.00 dengan nilai 48,9 A dan nilai awal pada jam 06.30 sekitar 1,1 A dan nilai akhir pada jam 19.30 ialah 0,8 A.



Gambar 6. Akuisisi data tegangan kabel R.

Pada Gambar 6 data yang didapat pada sistem monitoring pada kabel R-N didapati tegangan yang bervariasi dengan tegangan paling tinggi ada di jam 18.30 yaitu 238,5 V dan tegangan awal monitoring pada jam 06.30 yaitu 233,7 V dan tegangan akhir monitoring pada jam 19.00 yaitu 235,9 V. Ketidakseimbangan naik-turun tegangan disebabkan karena adanya pemakaian daya yang lebih banyak di jam-jam tertentu menyebabkan terjadinya drop tegangan.



Gambar 7. Akuisisi data power kabel R.

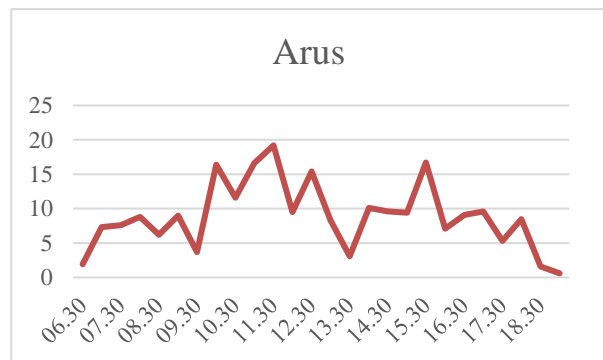
Pada Gambar 7 menunjukkan bahwa nilai daya pada kabel R-N berbanding lurus dengan dengan nilai arus dan tegangan diwaktu yang sama, dengan Power awal adalah 225024 joule watt dan power akhir ialah 212220 joule, dengan total jumlah pemakaian power dari jam 06.30 sampai 19.00 sekitar 337030134 joule atau dengan estimasi sekitar 93.338 kWh/hari.

Di bawah ini adalah hasil akuisisi data oleh sistem monitoring daya listrik pada kabel S.

Tabel 3. Akuisisi data kabel S

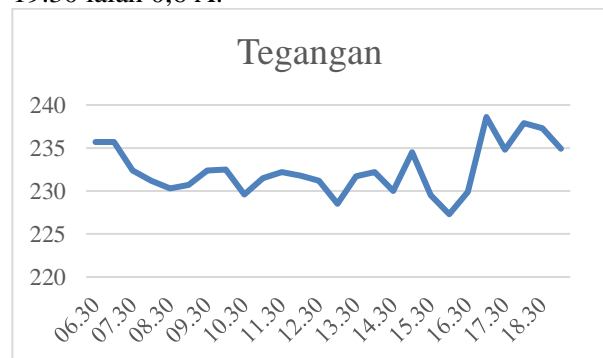
Jam	Tegangan	Arus	Energi	Jam	Tegangan	Arus	Energi
06.30	235,7	1,9	0	13.00	228,5	8,3	7,814
07.00	235,7	7,3	0,469	13.30	231,7	3,1	8,251
07.30	232,4	7,6	0,912	14.00	232,2	10,1	8,664
08.00	231,2	8,8	1,498	14.30	230	9,6	9,126
08.30	230,3	6,2	1,907	15.00	234,5	9,4	9,763
09.00	230,7	9	2,333	15.30	229,5	16,7	10,604
09.30	232,4	3,7	2,783	16.00	227,3	7,1	11,099
10.00	232,5	16,4	3,180	16.30	229,9	9,1	11,545
10.30	229,6	11,6	4,080	17.00	238,6	9,6	11,979
11.00	231,5	16,6	4,904	17.30	234,8	5,3	12,361
11.30	232,2	19,2	5,770	18.00	237,9	8,5	12,700
12.00	231,8	9,5	6,615	18.30	237,3	1,6	12,928
12.30	231,2	15,4	7,377	19.00	234,9	0,6	12,983

Dengan grafik arus, tegangan dan power di bawah ini



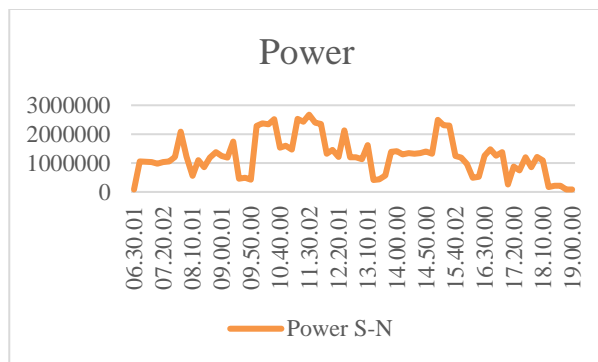
Gambar 8. Akuisisi data arus kabel S

Pada Gambar 8 data yang didapat pada sistem monitoring pada kabel S-N didapati beban puncak sekitar jam 11.30 dengan nilai 19,2 A dan nilai awal pada jam 06.30 sekitar 1,9 A dan nilai akhir pada jam 19.30 ialah 0,6 A.



Gambar 9. Akuisisi data tegangan kabel S.

Pada Gambar 9 data yang didapat pada sistem monitoring kabel S-N didapati tegangan yang bervariasi dengan tegangan paling tinggi ada di jam 18.30 yaitu 238,5 V dan tegangan awal monitoring pada jam 06.30 yaitu 233,7 V dan tegangan akhir monitoring pada jam 19.00 yaitu 235,9 V. Ketidakseimbangan naik-turun tegangan disebabkan karena adanya pemakaian daya yang lebih banyak di jam-jam tertentu menyebabkan terjadinya drop tegangan.



Gambar 10. Akuisisi data power kabel S.

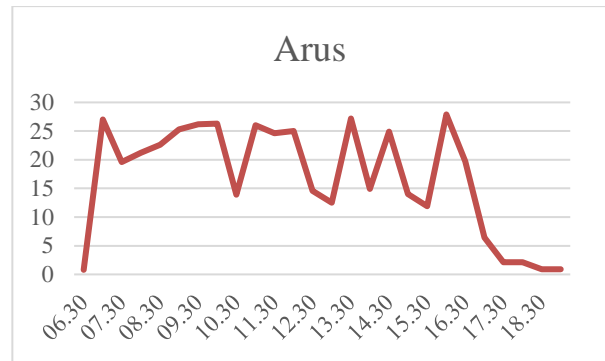
Pada Gambar 10 menunjukkan bahwa nilai daya pada kabel S-N berbanding lurus dengan dengan nilai arus dan tegangan diwaktu yang sama, dengan Power awal adalah 84600 joule watt dan power akhir ialah 84600 joule, dengan total jumlah pemakaian power dari jam 06.30 sampai 19.00 sekitar 94868580 joule atau dengan estimasi sekitar 26.273 kWh/hari.

Di bawah ini adalah hasil akuisisi data oleh sistem monitoring daya listrik pada kabel T.

Tabel 4. Akuisisi data kabel T

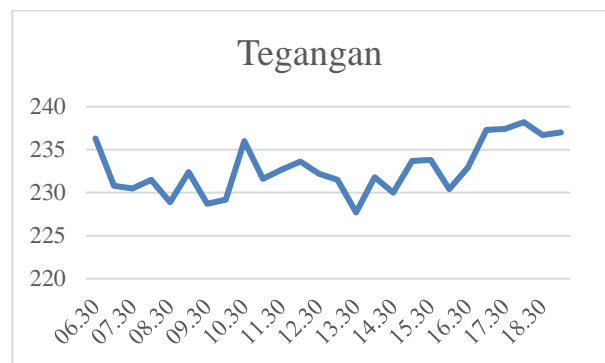
Jam	Tegangan	Arus	Energi	Jam	Tegangan	Arus	Energi
06.30	236,3	0,8	0	13.00	231,5	12,5	29,751
07.00	230,8	27	1,612	13.30	227,7	27,2	31,883
07.30	230,5	19,6	3,874	14.00	231,8	14,9	34,090
08.00	231,5	21,2	6,128	14.30	230	24,9	36,189
08.30	228,9	22,6	8,105	15.00	233,7	14	38,243
09.00	232,4	25,3	10,935	15.30	233,8	11,9	40,278
09.30	228,7	26,2	13,850	16.00	230,4	27,9	42,543
10.00	229,2	26,3	16,949	16.30	232,9	19,7	43,883
10.30	236	13,9	19,279	17.00	237,3	6,4	45,382
11.00	231,6	26	21,648	17.30	237,4	2,1	45,947
11.30	232,7	24,6	23,758	18.00	238,2	2,1	46,121
12.00	233,6	25	25,663	18.30	236,7	0,9	46,230
12.30	232,2	14,6	27,566	19.00	237	0,9	46,308

Dengan grafik arus, tegangan dan power dibawah ini



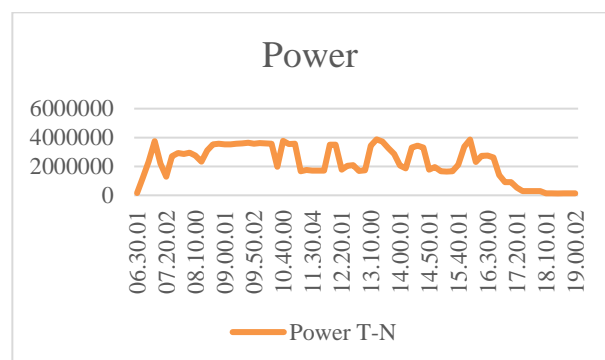
Gambar 11. Akuisisi data arus kabel T.

Pada Gambar 11 data yang didapat pada sistem monitoring pada kabel T-N didapati beban puncak pada sekitar jam 16.30 dengan nilai 27,9 A dan nilai awal pada jam 06.30 sekitar 0,8 A dan nilai akhir pada jam 19.30 ialah 0,9 A.



Gambar 12. Akuisisi data tegangan kabel T.

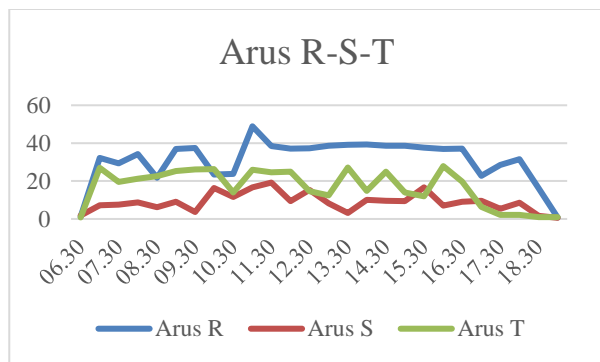
Pada Gambar 12 data yang didapat pada sistem monitoring pada kabel S-N didapati tegangan yang bervariasi dengan tegangan paling tinggi ada di jam 18.30 yaitu 238,2 V dan tegangan awal monitoring pada jam 06.30 yaitu 236,3 V dan tegangan akhir monitoring pada jam 19.00 yaitu 237 V. Ketidakseimbangan naik-turun tegangan disebabkan karena adanya pemakaian daya yang lebih banyak di jam-jam tertentu menyebabkan terjadinya drop tegangan.



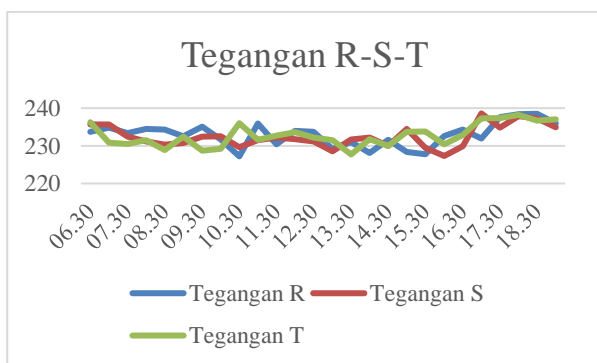
Gambar 13. Akuisisi data power kabel T.

Pada Gambar 13 menunjukkan bahwa nilai daya pada kabel T-N berbanding lurus dengan nilai arus dan tegangan diwaktu yang sama pemakaian, dengan power awal adalah 155958 joule dan daya akhir ialah 127980 joule, dengan total jumlah pemakaian power dari jam 06.30 sampai 19.00 sekitar 288184 joule atau dengan estimasi sekitar 47.886 kWh/hari.

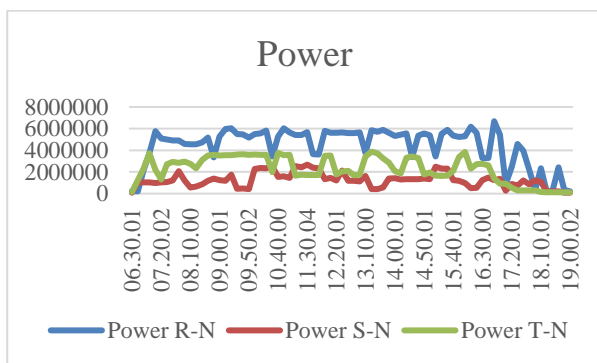
Setelah akuisisi data arus, tegangan dan power pada jaringan kabel R-S-T, dapat dilihat perbandingan pada grafik di bawah ini.



Gambar 14. Perbandingan data arus R-T-S.



Gambar 15. Perbandingan data tegangan R-T-S.

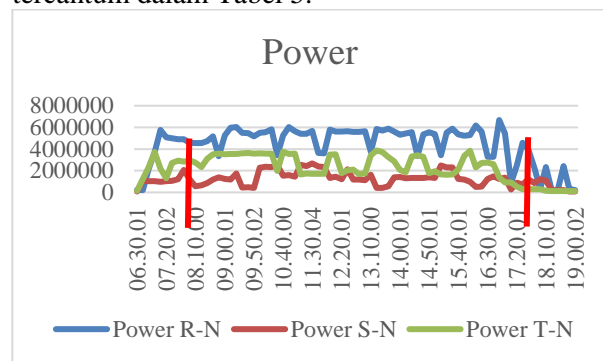


Gambar 16. Perbandingan data power R-T-S.

Grafik di atas menunjukkan masih adanya aktifitas beban tinggi yang dilakukan bukan pada jam operasional resmi gedung, yaitu jam 08.00 – 17.00. Hal ini menunjukkan adanya pemborosan pada energi listrik pada panel sub-distribusi tersebut.

Langkah penghematan dapat dilakukan jika penggunaan beban-beban listrik tersebut dibatasi pada 30 menit sebelum waktu operasional hingga 30 menit setelah waktu operasional. Gambar di bawah ini menunjukkan ilustrasi pembatasan waktu operasional.

Jika pembatasan dilakukan, maka akan terdapat penghematan penggunaan tenaga listrik seperti yang tercantum dalam Tabel 5.



Gambar 17. Pemakaian power setelah relay.

Dengan perhitungan perbandingan *cost reduction* yang bisa kita lihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5. Data prediksi *cost reduction*.

Total Energi Sebelum	Nilai (Kwh/Tahun)	Total Energi Setelah	Nilai (Kwh/Tahun)	Total Perbedaan	Efisiensi
Kabel R	24.715	Kabel R	21.853	2.862 Kwh	11,6%
Kabel S	6.957	Kabel S	6.066	891 Kwh	12,8%
Kabel T	12.860	Kabel T	11.715	1.145 Kwh	8,9%
Total	44.532	Total	39.634	4898 Kwh	11 %

Pada tabel di atas ditampilkan perhitungan pemakaian energi selama satu tahun pada setiap kabel dimana nilai yang dihitung didapat dari pemakaian beban energi 22 hari selama satu bulan dengan nilai :

- Kabel R dari 24.715 Kwh/tahun menjadi 21.853 Kwh, atau dapat menghemat energi 2.862 Kwh/tahun dengan tingkat efisien 11,6%.
- Kabel S dari 6.957 Kwh/tahun menjadi 6.066 Kwh/tahun, atau dapat menghemat energi 891 Kwh/tahun dengan tingkat efisien 12,8%.
- Kabel T dari 12.860 Kwh/tahun menjadi 11.715 Kwh/tahun, atau menghemat energi 1.145 Kwh/tahun dengan tingkat efisien 8,9%.

Total penghematan energi pada kabel R-S-T adalah 4898 Kwh/tahun dengan tingkat efisien 11 %. Mengacu pada golongan tarif yang ditetapkan oleh

PLN untuk golongan 1-4/TT dengan batas daya 30.000 KVA ke atas adalah Rp.996,74, maka akan mendapat nilai penghematan/*cost reduction* senilai Rp.4.882.000/tahun.

4 KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat disimpulkan adalah :

1. Alat monitoring daya listrik dapat bekerja dengan baik sesuai dengan rancangan.
2. Alat monitoring daya listrik dapat bekerja Ketika alat dan PC terhubung pada Jaringan internet yang sama ketika pada mode server offline.
3. PC/Laptop berperan sebagai server offline dengan bantuan aplikasi XAMPP.
4. Indikasi pemborosan diperoleh dengan adanya aktifitas energi listrik yang tinggi yang dilakukan bukan di jam operasional.
5. Tingkat efisiensi dan penghematan yang didapat jika dilakukan pembatasan operasional dengan total penghematan 4898 Kwh/tahun atau setara dengan Rp 4.8820.000/tahun.
6. Jaringan internet sangat mempengaruhi kinerja koneksi antara perangkat IoT gateway dengan PC
7. Alat monitoring daya listrik memiliki waktu tunda sekitar 0,3 detik saat Pengiriman data ke server.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Pratama, "Pengembangan Sistem Akuisisi Data Arus, Tegangan, Daya Dan Temperatur Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya," *J. Edukasi Elektro*, vol. 3, no. 2, 2019.
- [2] A. Kurniawan, D. Despa, and M. Komarudin, "Monitoring besaran listrik dari jarak jauh pada jaringan listrik 3 fasa berbasis single board computer BCM2835," *J. Inform. Dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 2, no. 3, 2014.
- [3] E. S. Ma'arif and G. Ibrahim, "Prototype Online Monitoring dan Akuisisi Data Parameter Kelistrikan pada Panel Listrik Gerbang Tol," in *Seminar Nasional Efisiensi Energi untuk Peningkatan Daya Saing Industri Manufaktur & Otomotif Nasional (SNEEMO)*, Politeknik Astra, 2021.
- [4] H. Angraini, "Sistem monitoring energi listrik menggunakan mikrokontroler berbasis web," Universitas Komputer Indonesia, 2016.
- [5] A. Ardiansyah, "Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (Internet of Things)," Universitas Islam Indonesia, 2020.
- [6] K. Wicaksono and A. Amirullah, "EBT-41 IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING KONSUMSI ENERGI DAN PENGHEMATAN HARGA LISTRIK RUMAH TANGGA MENGGUNAKAN ARDUINO-UNO DAN LABVIEW," in *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi dan Mineral (SNTEM)*, Unit Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Politeknik Energi dan ..., 2021, pp. 828–840.
- [7] Y. U. Putra, "IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING PENGGUNAAN DAYA LISTRIK PADA BEBAN," 2019.
- [8] E. S. Ma'arif and M. F. Fatahillah, "Prototype Online Monitoring Dan Akuisisi Data Gardu Untuk Menghilangkan Proses Patroli Gerbang Tol," *Technologic*, vol. 11, no. 2, 2022.
- [9] R. Samsinar, F. Fadliandi, and D. Cahyadi, "Sistem Monitoring dan Perancangan Alat Pendeteksi Kerusakan Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU) Otomatis Berbasis Internet of Thing (Iot)," *Resist. Elektron. Kendali Telekomun. Tenaga List. Komput.*, vol. 4, no. 2, pp. 169–172, 2021.
- [10] P. G. Chamdareno, B. Budiyanto, and G. S. Budi, "Studi Penggunaan Sistem Otomasi Terintegrasi Gedung (Building Automation System) Pada Apartemen," *eLEKTUM*, vol. 15, no. 2, 2018.
- [11] L. Hui, Z. Hao, and P. Daogang, "Design and application of communication gateway of EPA and MODBUS on electric power system," *Energy Procedia*, vol. 17, pp. 286–292, 2012.
- [12] T. Tosin, "Perancangan dan Implementasi Komunikasi RS-485 Menggunakan Protokol Modbus RTU dan Modbus TCP Pada Sistem Pick-By-Light," *Komputika J. Sist. Komput.*, vol. 10, no. 1, pp. 85–91, 2021.

