

**Sistem Informasi Energi Listrik 3 Phasa
Menggunakan Energi Meter SPM93 Berbasis Web
(Studi Kasus : Lab. Teknik Informatika Institut Teknologi Padang)**

Eko Kurniawanto Putra
Institut Teknologi Padang
eko_kp@itp.ac.id

Abstract

The use of three-phase electric power are widely used on customers who require electrical power, one of which is the College. However, monitoring the use of this electrical energy can not be done on each building or room of the lab because it has only one kWh meters. Another problem is the absence of data on the energy consumption of electricity that can be used for analysis. On the research was designed a web-based system that could store data measurement of energy meter gauge SPM93 into the database. The system displays the realtime measurement data from energy meters in the form of a table, the data is also displayed in the form of graphs.

Keywords : Energi Listrik, 3 Phasa, Monitoring, SPM93, Web, Arduino

1. PENDAHULUAN

Jaringan listrik 3 phasa pada umumnya banyak digunakan pada pelanggan yang membutuhkan daya besar seperti industri atau perguruan tinggi khususnya untuk pemakaian listrik di laboratorium. Namun untuk melakukan monitoring arus, tegangan dan penggunaan energi listrik pada jaringan listrik 3 phasa ini, tidak cukup hanya dengan menggunakan kWh meter, karena kWh meter berfungsi untuk memonitor dan membatasi penggunaan listrik secara keseluruhan, sehingga diperlukan sistem informasi yang bisa digunakan untuk monitoring penggunaan energi listrik masing-masing laboratorium, dengan demikian pemakaian energi bisa lebih efisien, namun bila tidak dilakukan monitoring bisa berakibat terpakainya energi listrik yang tidak diperlukan. Agar bisa melakukan manajemen listrik yang lebih baik maka diperlukan suatu sistem yang bisa memonitor pemakaian energi listrik secara terpisah pada jaringan listrik 3 phasa.

Penggunaan alat ukur energi listrik saat ini masih terkendala pada pemasangannya, yang harus dipasang pada panel listrik dan tidak tersedianya record hasil pengukuran, hal ini dinilai tidak efektif karena untuk memonitor status dan nilai pada alat ukur harus dilakukan dengan cara melihat ke lokasi panel tempat alat ukur dipasang yang biasanya berada di luar dan juga alat ukur bersifat *real time* tidak ada *record* monitoring, sehingga tidak bisa dilakukan analisa penggunaan energi dalam satu waktu tertentu.

Pada penelitian ini sistem yang akan dibuat adalah sistem informasi energi listrik 3 phasa yang tidak hanya bersifat *real time* tetapi juga tersimpan dalam database. Nilai pengukuran arus dan konsumsi energi listrik dihasilkan oleh alat ukur energy meter SPM93 dan selanjutnya disimpan. Informasi arus yang berjalan dan penggunaan energi listrik ditampilkan dalam bentuk interface web sehingga bisa diakses dari mana saja dengan web browser.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Yusuf Yoeki Permadi, 2016) tentang rancangan sistem monitoring listrik 3 phasa berbasis *single board*. Sistem ini melakukan pengukuran dengan tegangan dan arus sedangkan nilai daya dan faktor daya

didapat dari hasil perhitungan menggunakan program bahasa C yang diarduino sedangkan untuk perhitungan konsumsi energi/kWh dibuat pemograman *python* pada *single board* BCM 2835.

Menurut penelitian (Maulana Ali Arifin, 2017) pada implementasi *system* monitoring tegangan dan fasa loss pad jaringan tenaga listrik. Monitoring jaringan listrik sangat dibutuhkan apabila terjadi masalah pada jaringan listrik tersebut.

Penelitian yang dilakukan (Lucky Aggazi Subagyo, 2017) tentang *system* monitoring arus tidak seimbang pada jaringan 3 fasa. Jaringan listrik 3 fasa perlu dilakukan monitoring agar bias dipantau keseimbangan beban setiap fasa.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Jaringan Listrik 3 Fasa

Pada sistem jaringan listrik 3 fasa, generator akan membangkitkan daya listrik dengan 3 fasa berbeda. Daya kemudian akan disalurkan ke transformator *step up* untuk dinaikan dayanya agar dapat dikirimkan dengan baik. Daya kemudian dialsurkan melalui jalur transmisi yang juga ada 3. Disisi sebelum penerima, maka daya akan diturunkan terlebih dahulu dengan transformator *step down*.

2.2.2 Energy Meter SPM93

Energi meter SPM93 adalah sebuah alat untuk mengukur beberapa satuan. Energi meter ini menggunakan 3 fasa (*Three Phase*). Energi meter ini sudah benar-benar sesuai dengan persyaratan relative dari *international standard IDT IEC 62053-21 : 2003 (class 1)*. SPM93 ini digunakan untuk mengukur konsumsi daya energi aktif dalam frekuensi 50 Hz dan 60 Hz rangkaian 3 fasa. Alat ini menampilkan energi melalui LCD dengan pembacaan karakter yang bagus, ukuran yang sangat mudah dibawa kemana mana, pencahayaan yang terang dan mudah di instalasi dimana saja. SPM93 mendukung komunikasi port RS485 dengan protokol komunikasi MODBUS-RTU.



Gambar 1. Energi Meter SPM93

2.2.3 Web atau Situs

Website atau situs dapat diartikan sebagai kumpulan halaman halaman yang digunakan untuk menampilkan informasi, teks, gambar diam atau bergerak, animasi, suara, dan atau gabungan dari semuanya itu, baik yang bersifat statis maupun dinamis yang membentuk satu rangkaian bangunan yang saling berkait dimana masing masing dihubungkan dengan jaringan jaringan halaman.

2.2.4 Sistem Informasi Berbasis Web

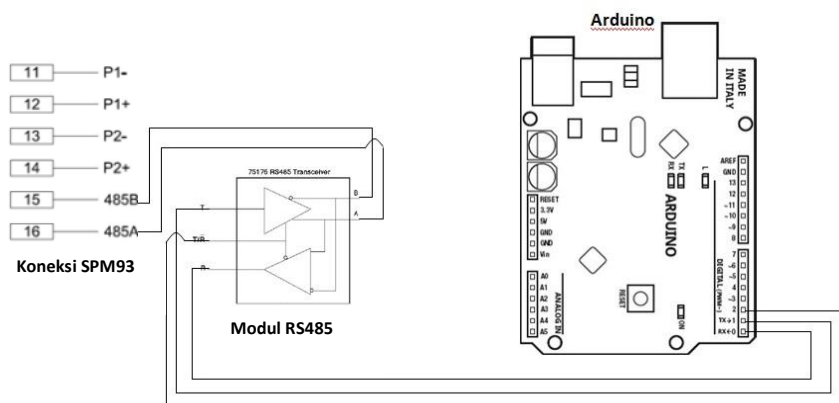
Sistem informasi berbasis web adalah aplikasi yang dibuat berbasis web. Aplikasi ini juga di dalamnya sudah terdapat basisdata untuk mengelola suatu data tertentu.

2.2.5 Browser

Penjelajah web atau Peramban web (Inggris: *web browser*) adalah perangkat lunak yang berfungsi untuk menerima dan menyajikan sumber informasi di Internet. Sebuah sumber informasi diidentifikasi dengan pengidentifikasi sumber seragam yang dapat berupa halaman web, gambar, video, atau jenis konten lainnya. Meskipun penjelajah web terutama ditujukan untuk mengakses Internet, sebuah penjelajah juga dapat digunakan untuk mengakses informasi yang disediakan oleh *server web* dalam jaringan pribadi atau berkas pada sistem berkas. Beberapa penjelajah web yang populer adalah Google Chrome, Firefox, Internet Explorer, Opera, dan Safari.

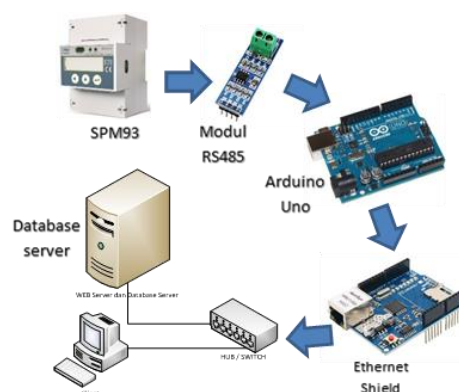
3. METODE PENELITIAN

Nilai pembacaan dari alat ukur energi meter SPM93 bisa dibaca dengan bantuan mikrokontroler dengan memakai protokol *modbus* untuk komunikasinya. Pengujian ini bertujuan untuk membaca nilai alat ukur dengan bantuan mikrokontroler melalui protokol *modbus* sebagai media komunikasinya. Protokol *modbus* tidak terdapat dalam microcontroller kit arduino, sehingga dibutuhkan sebuah tambahan modul RS485. Modul ini berguna untuk membantu arduino membaca nilai yang di ukur oleh energi meter. Koneksi modul RS485 dengan arduino pada gambar 2.



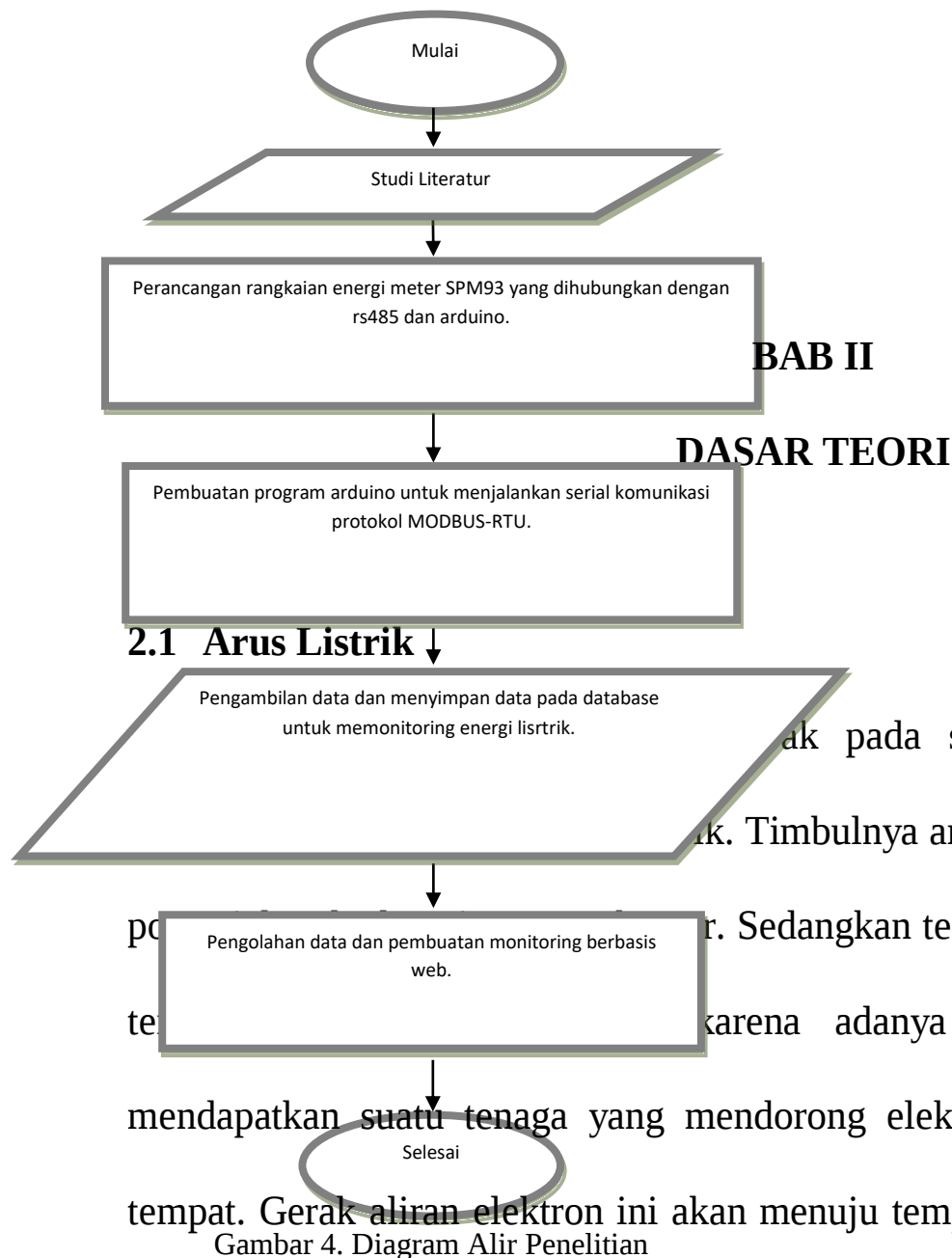
Gambar 2. Wiring diagram RS485 dan Arduino

Rangkaian hardware yang digunakan terdiri dari *energy meter* SPM93, mikrokontroler arduino Uno, modul *RS485* dan *Ethernet Shield*. Komunikasi yang digunakan untuk menghubungkan mikrokontroler arduino dengan energi meter SPM93 tersebut menggunakan protokol *MODBUS-RTU* karena pada energi meter tersebut mendukung sistem komunikasi protokol *modbus-rtu* dan untuk hubungan antara arduino dengan *RS485* tersebut menggunakan komunikasi serial *UART*.



Gambar 3. Alur Kerja Sistem

Penjelasan singkat dari sistem yang akan dibuat ini adalah, alat ukur energi meter SPM93 akan mengukur besaran dari tegangan, arus, dan pemakaian energi listrik (kWh). Kemudian mikrokontroler akan membaca besaran nilai yang sudah terukur dari energi meter tersebut menggunakan protokol modbus dan serial komunikasi UART antara RS485 dan mikrokontroler. Selanjutnya nilai akan diproses dan dikirimkan melalui ethernet shield ke database dan ditampilkan pada halaman website sistem informasi energi listrik 3 fasa.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

Besar kecilnya arus listrik, tergantung dari tenaga yang dihasilkan oleh

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian itu sendiri.

Hasil penelitian ini menghasilkan Sistem Informasi Energi Listrik (SIEL) 3 fasa berbasis web yang dapat digunakan untuk monitoring penggunaan arus maupun konsumsi energi listrik pada jaringan 3 fasa. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk monitoring energi listrik yang terdistribusi pada jaringan 3 fasa. Selain itu, sistem ini juga dapat digunakan untuk monitoring energi listrik yang terdistribusi antarmuka web seperti Gambar 5.

Oktober 2018, hlm. 116 - 117 banyak/besar sehingga dapat dimanfaatkan jika dibutuhkan. Selain itu, penggunaan listrik harus dapat diatur sesuai dengan keperluan. Listrik yang

Tanggal	Waktu	Tegangan 1 (Volt)	Tegangan 2 (Volt)	Tegangan 3 (Volt)	Tegangan Rata-rata (Volt)	Arus 1 (Ampere)	Arus 2 (Ampere)	Arus 3 (Ampere)	Total Energi Listrik (kWh)	Frekuensi (Hz)
2018-08-09	07:55:16	217.75	208.05	217.72	214.51	0.16	9.15	0.09	809.4	50.05
2018-08-09	07:55:10	217.75	208.05	217.72	214.51	0.16	9.15	0.09	809.4	50.05
2018-08-09	07:55:04	217.89	208.15	217.89	214.64	0.16	9.19	0.09	809.4	50.06
2018-08-09	07:54:58	217.89	208.15	217.89	214.64	0.16	9.19	0.09	809.4	50.06
2018-08-09	07:54:53	217.98	208.14	217.98	214.7	0.16	9.19	0.09	809.4	50.04
2018-08-09	07:54:53	217.98	208.14	217.98	214.7	0.16	9.19	0.09	809.4	50.04
2018-08-09	07:54:53	217.89	208.15	217.89	214.64	0.16	9.19	0.09	809.4	50.06
2018-08-09	07:54:53	217.98	208.14	217.98	214.7	0.16	9.19	0.09	809.4	50.04
2018-08-07	17:23:31	232.88	228.83	232.01	231.24	0.32	3.68	0.52	795.8	50.12
2018-08-07	17:23:25	232.88	228.83	232.01	231.24	0.32	3.68	0.52	795.8	50.12
2018-08-07	17:23:19	232.79	228.81	231.99	231.2	0.32	3.68	0.54	795.8	50.14
2018-08-07	17:23:13	232.79	228.81	231.99	231.2	0.32	3.68	0.54	795.8	50.14
2018-08-07	17:23:07	232.79	228.81	231.99	231.2	0.32	3.68	0.54	795.8	50.14
2018-08-07	17:23:01	232.89	228.99	232.16	231.35	0.32	3.68	0.53	795.8	50.18
2018-08-07	17:22:54	232.89	228.99	232.16	231.35	0.32	3.68	0.53	795.8	50.18

Gambar 5. Tampilan SIEL 3 Fasa dalam Bentuk Tabel.

Pada gambar 5 disajikan data telah di proses dari alat ukur energi meter dalam bentuk tabel, data yang ditampilkan berupa nilai tegangan dan arus masing-masing fasa, frekuensi dan total pemakaian energi listrik dalam satuan kWh.

4.2 Hasil Pengujian Energy Meter SPM93 pada Arduino

Nilai pembacaan dari energi meter SPM93 bisa dibaca dengan bantuan mikrokontroler arduino dengan memakai protokol *modbus* untuk komunikasinya. Pengujian ini bertujuan untuk membaca nilai alat ukur dengan bantuan mikrokontroler kit arduino melalui protokol *modbus* sebagai media komunikasinya.

Pengujian dilakukan dengan menampilkan nilai yang terukur pada energi meter SPM93 di *serial monitor* IDE arduino dan nilai ditampilkan setiap 5 detik. Hasil pengukurannya seperti gambar Gambar 6 berikut:

```

Sistem Informasi Energi Listrik 3 Fasa
218.21 V Fasa A
208.33 V Fasa B
218.55 V Fasa C
0.16 A Fasa A
9.26 A Fasa B
0.09 A Fasa C
809.30 Kwh
50.10 Hz
□ T\
Sistem Informasi Energi Listrik 3 Fasa
218.21 V Fasa A
208.33 V Fasa B
218.55 V Fasa C
0.16 A Fasa A
9.26 A Fasa B
0.09 A Fasa C
809.30 Kwh
50.10 Hz

```

Gambar 6. Tampilan nilai hasil pengukuran di serial monitor arduino.

4.3 Pengujian Hasil Pembacaan Arduino Disimpan ke Database

Data pengukuran yang dihasilkan oleh energi meter hanya nilai total energi listrik yang disimpan, sehingga data *realtime* seperti tegangan, arus dan frekuensi tidak disimpan. Oleh karena itu diperlukan database server untuk menyimpan data pengukuran dari energi meter. Nantinya data-data nilai yang dibaca oleh Arduino akan disimpan ke dalam database, pada penelitian ini digunakan database MySQL dengan server lokal XAMPP.

Nilai pengukuran dari energi meter yang dibaca oleh arduino tidak bisa langsung disimpan pada database server, diperlukan modul *ethernet shield* untuk arduino agar arduino bisa terhubung ke jaringan komputer dengan media kabel UTP dan konektor RJ45, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.

Ethernet shield merupakan modul yang dipasangkan diatas arduino yang befungsi menghubungkan arduino dengan jaringan komputer melalui media kabel UTP sehingga data-data yang dibaca oleh arduino bisa dikirimkan ke database server. Posisi arduino uno, ethernet shield dan modul RS485 diletakkan di dalam atau sekitar panel listrik agar koneksi antara energi meter dengan arduino tidak terlalu jauh.



Gambar 7. Instalasi sistem pada panel listrik

Sedangkan untuk untuk menyimpan nilai hasil pengukuran pada database dibutuhkan tabel database seperti Gambar 6 berikut.

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra
1	id	int(11)			No	None	AUTO_INCREMENT
2	tgl	date			No	None	
3	waktu	time			No	None	
4	volt1	float			No	None	
5	volt2	float			No	None	
6	volt3	float			No	None	
7	volt	float			No	None	
8	arus1	float			No	None	
9	arus2	float			No	None	
10	arus3	float			No	None	
11	frek	float			No	None	
12	energi	float			No	None	

Gambar 8. Database sistem

Dari Gambar 8. Untuk menyimpan nilai tegangan setiap fasa pada database, disimpan pada field volt1, volt2 dan volt3 sedangkan volt untuk menyimpan tegangan rata-rata dari setiap fasa. Field arus1, arus2 dan arus3 digunakan untuk menyimpan nilai arus setiap fasa, frekuensi yang terukur disimpan pada *field frek*. Sedangkan untuk nilai total energi listrik disimpan dalam field energi. Semua data yang dibaca arduino dikirim setiap 5 detik dari arduino ke dalam database.

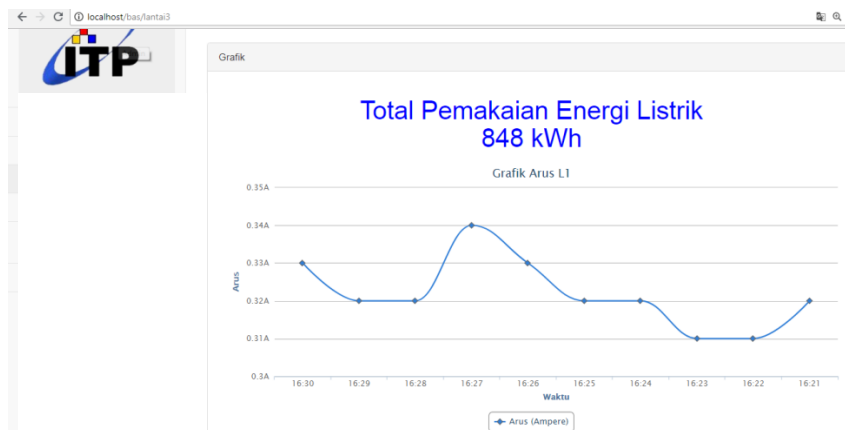
	id	tgl	waktu	volt1	volt2	volt3	volt	arus1	arus2	arus3	frek	energi
Edit 4 Copy Delete	3262	2018-08-09	07:55:16	217.75	208.05	217.72	214.51	0.16	9.15	0.09	50.05	809.4
Edit 4 Copy Delete	3261	2018-08-09	07:55:10	217.75	208.05	217.72	214.51	0.16	9.15	0.09	50.05	809.4
Edit 4 Copy Delete	3260	2018-08-09	07:55:04	217.89	208.15	217.89	214.64	0.16	9.19	0.09	50.06	809.4
Edit 4 Copy Delete	3259	2018-08-09	07:54:58	217.89	208.15	217.89	214.64	0.16	9.19	0.09	50.06	809.4
Edit 4 Copy Delete	3258	2018-08-09	07:54:53	217.98	208.14	217.98	214.7	0.16	9.19	0.09	50.04	809.4
Edit 4 Copy Delete	3257	2018-08-09	07:54:53	217.98	208.14	217.98	214.7	0.16	9.19	0.09	50.04	809.4
Edit 4 Copy Delete	3256	2018-08-09	07:54:53	217.89	208.15	217.89	214.64	0.16	9.19	0.09	50.06	809.4
Edit 4 Copy Delete	3255	2018-08-09	07:54:53	217.98	208.14	217.98	214.7	0.16	9.19	0.09	50.04	809.4
Edit 4 Copy Delete	3254	2018-08-07	17:23:31	232.88	228.83	232.01	231.24	0.32	3.68	0.52	50.12	795.8
Edit 4 Copy Delete	3253	2018-08-07	17:23:25	232.88	228.83	232.01	231.24	0.32	3.68	0.52	50.12	795.8
Edit 4 Copy Delete	3252	2018-08-07	17:23:19	232.79	228.81	231.99	231.2	0.32	3.68	0.54	50.14	795.8
Edit 4 Copy Delete	3251	2018-08-07	17:23:13	232.79	228.81	231.99	231.2	0.32	3.68	0.54	50.14	795.8
Edit 4 Copy Delete	3250	2018-08-07	17:23:07	232.79	228.81	231.99	231.2	0.32	3.68	0.54	50.14	795.8
Edit 4 Copy Delete	3249	2018-08-07	17:23:01	232.89	228.99	232.16	231.35	0.32	3.68	0.53	50.16	795.8
Edit 4 Copy Delete	3248	2018-08-07	17:22:54	232.89	228.99	232.16	231.35	0.32	3.68	0.53	50.16	795.8
Edit 4 Copy Delete	3247	2018-08-07	17:22:48	232.89	228.99	232.16	231.35	0.32	3.68	0.53	50.16	795.8
Edit 4 Copy Delete	3246	2018-08-07	17:22:42	233.01	229.11	232.16	231.43	0.32	3.68	0.52	50.21	795.8
Edit 4 Copy Delete	3245	2018-08-07	17:22:36	233.01	229.11	232.16	231.43	0.32	3.68	0.52	50.21	795.8
Edit 4 Copy Delete	3244	2018-08-07	17:22:30	233.01	229.11	232.16	231.43	0.32	3.68	0.52	50.21	795.8

Gambar 9. Hasil record database

Hasil pengukuran yang dikirim kedalam database, menjadi record database yang bisa diakses langsung melalui server databasenya, hasil record database selain berupa nilai dari tegangan, arus, frekuensi dan pemakaian energi listrik juga terdapat field id yang merupakan id atau identitas atau penanda dari record tersebut dan merupakan primari key database, field id ini bersifat auto increment artinya record dari field ini terisi secara otomatis dengan nomor berurutan sedangkan field tanggal dan waktu digunakan untuk menyimpan waktu dan tanggal dan nilai ini berdasarkan waktu dan tanggal dari server database.

4.4 Tampilan Grafik

Data yang ditampilkan dalam bentuk grafik hanya data arus yang mengalir. Data nilai tegangan tidak ditampilkan karena tegangan nilainya sudah pasti berkisar antara 210 volt sampai 230 volt. Sedangkan data pemakaian energi listrik (kWh) ditampilkan diatas grafik arus. Ketika halaman grafik dibuka maka akan langsung ditampilkan nilai pemakaian energi listrik dan grafik arus yang sedang berjalan dari masing-masing phasa.

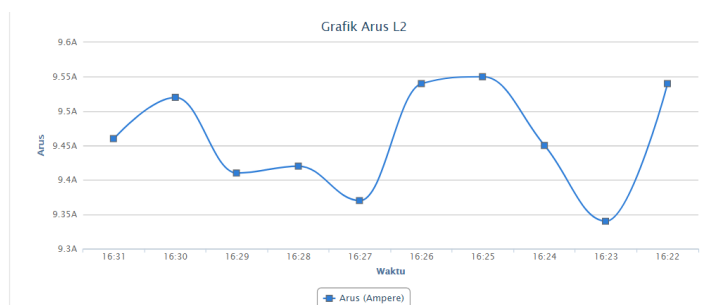


Gambar 10. Tampilan halaman grafik arus

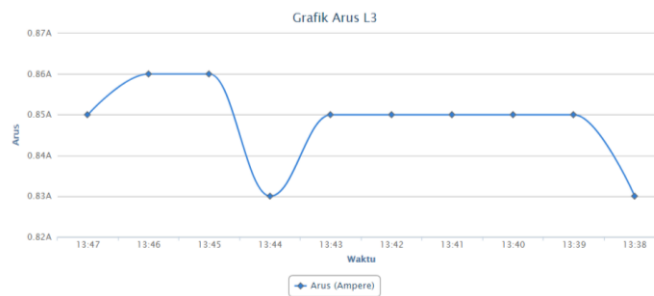
Halaman tampilan grafik secara otomatis di refresh setiap 5 detik, sehingga data terbaru dari database yang masuk langsung ditampilkan pada grafik dan begitu juga nilai total pemakaian energi listrik.



Gambar 11. Tampilan grafik arus pada jaringan L1



Gambar 12. Tampilan grafik arus pada jaringan L2



Gambar 13. Tampilan grafik arus pada jaringan L3

Dari tampilan grafik arus setiap fasa pada gambar diatas, terlihat fluktuasi arus setiap fasa berbeda-beda, hal tersebut dikarenakan setiap fasa menangani beban listrik yang tidak sama dayanya. Contohnya untuk jaringan L2 yang nilai arusnya sangat besar hingga 9 Ampere, karena jaringan L2 tersebut khusus untuk beban AC (Air Condotioner) dalam penelitian ini AC yang di jaringan L2 ada 2 buah. Sedangkan untuk jaringan L1 dan L3 yang penggunaan arus listriknya relaif lebih kecil hanya untuk beberapa komputer dan proyektor dan tidak semuanya menyala pada saat penelitian dilakukan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan sistem yang telah di buat dan data implementasi sistem pada pengujian, dapat disimpulkan beberapa hal berikut :

- Pada penelitian ini telah berhasil dibuat sistem monitoring pemakaian energi listrik 3 fasa secara real time dengan menggunakan energi meter SPM93 untuk mengukur konsumsi energi pada suatu beban di setiap fasa, mikrokontroler arduino sebagai pengontrol pengolahan data, ethernet module sebagai pengirim data ke database phpmyadmin setiap 5 detik, dan website sebagai tampilan sistem monitoring yang sudah tersimpan datanya pada database phpmyadmin.
- Sistem yang dibangun bisa menampilkan data arus dalam bentuk grafik, sehingga pengguna lebih mudah untuk memonitor perubahan nilai ukur dari energi meter.

Saran yang bisa ditambahkan adalah sistem yang dibangun saat ini masih pada satu panel listrik, kedepannya agar dapat dikembangkan dengan menggabungkan beberapa panel listrik dengan berbasis jaringan wireless sensor network (WSN) dan dilengkapi dengan sistem kontrol pada panel listrik, sehingga tidak hanya bisa monitoring tetapi juga bisa dengan kontrol.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, S., 2011, Kitab Suci Web Programing, Yogyakarta MediaKom.
- Arifin, M.A., 2017, Desain dan Implementasi Sistem Monitoring Tegangan dan Fasa Loss pada Jaringan Tenaga Listrik, Seminar Nasional Multi Disiplin Universitas Budi Luhur.
- Farid, A, M., 2005, Object Oriented Programing dengan PHP 5, Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Permadi, Y.Y.,dkk, 2016,Sistem Online Monitoring Besaran Listrik 3 Fasa Berbasis SingleBoardComputer BCM 8235, Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET), Vol 4, No. 1.
- SPM93 Three Phase Energy Meter Installation & Operation Manual V 1.2, Zhuai Pilot Technology Co., LTD.
- Subagyo, L. A., 2017, Sistem Monitoring Arus Tidak Seimbang 3 Fasa Berbasis Arduino Uno, Jurnal Teknik Elektro, Universitas Negeri Surabaya, Vol. 6 No. 3.
- Temy, N., 2015, Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Secara Real Time Berbasis Mikrokontroler. Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, Universitas Sam Ratulangi, Vol. 4 No. 5.