

APLIKASI MONITORING SISTEM KELISTRIKAN JTE UNILA BERBASIS BCM2835

Mardiana¹, Dikpride Despa², Herri Gusmedi³, Gigih Forda Nama⁴

(1) Jurusan Teknik Elektro Unila (mardiana@eng.unila.ac.id)

(2) Jurusan Teknik Elektro Unila (despa@eng.unila.ac.id)

(3) Jurusan Teknik Elektro Unila (herri@eng.unila.ac.id)

(4) Jurusan Teknik Elektro Unila (gigih@eng.unila.ac.id)

Abstract

University of Lampung (Unila), particularly the Department of Electrical Engineering (JTE) always strives to provide the best service electricity system to optimize the utilization of existing internet access. There are several electrical quantities that need to be considered and maintained its quality, so it needs to be monitored in real time, i.e.: voltage, current, cos phi, power and electrical energy consumption. Step-down transformer and a current sensor ACS712-30A are the main component for measuring voltage and current. While the values of other electrical quantities are obtained from the calculation using the Python programming based Single Board Computer BCM2835 or Raspberry Pi. Measurement and calculation results can be monitored using electrical system monitoring applications based on web. The results-based monitoring application using electrical system monitoring applications has demonstrated that the pattern of consumption of electrical energy, voltage, current, power, cos phi between the phase at JTE buildings tend to be unbalanced.

Key word : electrical system monitoring, real time, voltage sensor, current sensor, BCM2835, JTE Unila

1. Pendahuluan

Jurusan Teknik Elektro (JTE) dalam perkembangannya selalu berupaya untuk meningkatkan kualitasnya pelayanannya termasuk kualitas sistem tenaga listrik. Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengukur dan memonitor kualitas pelayanan listrik [1][2][3][4][5]. Pemasangan alat ukur pada panel distribusi yang ada di JTE adalah salah satu cara yang sudah dilakukan [1]. Pemasangan peralatan ini sangat membantu dalam hal memberikan informasi perubahan besaran listrik, hanya saja informasi tersebut masih tersimpan dalam sebuah PC *computer mini* BCM2835 yang tidak dapat diakses secara *real time* sebagai sistem *monitoring* berbasis *web*. Padahal dengan pemanfaatan fasilitas jaringan *internet* yang sudah ada mestinya data tersebut dapat secara langsung dikirimkan dan dimonitor oleh pengelola secara *real time* untuk keperluan *monitoring* dan investigasi sistem kelistrikan yang ada.

Trafo *step-down*, sensor arus ACS712-30A dan kWh meter digital adalah komponen utama perangkat keras yang digunakan pada sistem *monitoring* besaran listrik [1]. Data pengukuran dan perhitungan dibuat menggunakan bahasa pemrograman Python tersimpan pada sebuah *Single Board Computer* BCM2835 yang diteruskan ke sebuah *server* yang dapat diakses dalam bentuk aplikasi *monitoring* berbasis *web*.

Hasil *monitoring* dapat memberikan informasi besaran listrik yang terukur, selanjutnya dari hasil tersebut dapat dilakukan investigasi terhadap sistem kelistrikan di JTE Unila. Hasil investigasi yang disampaikan diharapkan

dapat dijadikan referensi untuk perencanaan sistem kelistrikan kedepan.

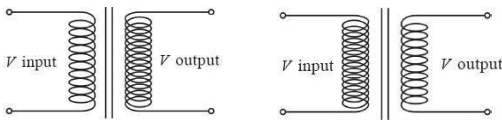
A. Sistem Monitoring

Konsep *monitoring* memungkinkan pengguna untuk menghubungkan, mengontrol, dan memantau sistem secara langsung melalui internet. Pemantauan harus memberikan informasi yang diperlukan oleh pengguna, informasi harus kompak dengan konsep SMART (*Specific, Measurable, Attainable, Relevant, Time-bound*) atau spesifik, terukur, dapat dicapai, relevan, terikat waktu [6]. Aplikasi *monitoring* menggunakan BCM2835 dilakukan pada penelitian [7]. Banyak yang memanfaatkan *realtime monitoring* ini secara *wireline* seperti LCD dan tidak sedikit pula yang memanfaatkan nya secara *wireless* seperti *bluetooth*, *text message* dan juga *web*. Sebagai contoh pemanfaatan, saat ini sistem pengontrol trafik jaringan atau *server* tidak hanya bisa diakses melalui *web browser*, akan tetapi dapat juga diakses melalui SMS dan WAP pada *handphone*. Sedangkan untuk *report*-nya dapat diakses melalui SMS sehingga dapat memudahkan pengguna untuk melakukan *monitoring* bila sedang tidak di depan *server* [8].

B. Pengukuran tegangan AC

Untuk melakukan pengukuran tegangan tinggi AC, metode yang digunakan adalah dengan cara menurunkan tegangan tinggi ke tegangan rendah. Untuk menurunkan tegangan dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan menggunakan rangkaian pembagi tegangan atau yang kedua dengan menggunakan *transformator step down* [9].

Dalam perancangan sensor tegangan digunakan *transformator step-down* untuk menurunkan tegangan dari level tegangan tinggi ke level tegangan rendah. Selanjutnya agar didapat tegangan yang sesuai dengan BCM2835 digunakan rangkaian pengkondisian sinyal yang merupakan rangkaian penyearah dan pembagi tegangan. Rangkaian tersebut berfungsi untuk mendapatkan tegangan DC yang dapat dibaca oleh ADC, kemudian dikonversikan ke dalam bentuk sinyal digital untuk diteruskan ke BCM2835.



Transformator step-up ($N_s < N_p$)
 Transformator step-down ($N_p > N_s$)

Gambar 1. Skema *Transformator*

C. Pengukuran Arus AC

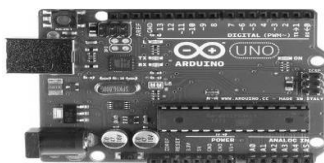
Sensor arus menggunakan ACS712 30A. Sensor ini akan memberikan tegangan *output* yang linier dengan perubahan arus yang diukur. Sinyal keluaran ACS712 tergantung sinyal masukan, jika arus yang diukur adalah arus AC maka sinyal keluaran merupakan sinyal AC dan jika arus yang diukur adalah arus DC maka sinyal keluaran merupakan sinyal DC. Pada penelitian ini arus yang akan diukur adalah arus AC sehingga perlu ditambahkan dioda penyearah agar didapat sinyal DC pada keluaran sensor sehingga dapat dibaca oleh ADC. Gambar 2 memperlihatkan sensor arus ACS712 30A.



Gambar 2. Sensor Arus ACS712 30A

D. Arduino Uno

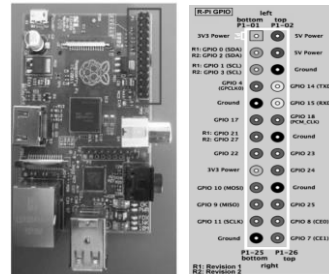
Arduino Uno merupakan salah satu kit mikrokontroler yang berbasis pada ATmega28. Arduino yang digunakan memiliki 14 pin digital *input/output*, 6 *analog* input, sebuah resonator keramik 16MHz, koneksi USB, soket *power input*, ICSP *header*, dan sebuah tombol reset [12]. Gambar 3 adalah bentuk dari Arduino Uno.



Gambar 3. Arduino Uno

E. Single Board Computer BCM2835 (Raspberry Pi)

Single Board Computer atau biasa disebut dengan Raspberry Pi adalah komputer berukuran kartu kredit yang dikembangkan oleh Raspberry Pi *Foundation*, yang memiliki fungsi yang hampir sama dengan PC kebanyakan. Bentuk dari Raspberry pi dapat kita lihat pada gambar 4 berikut:



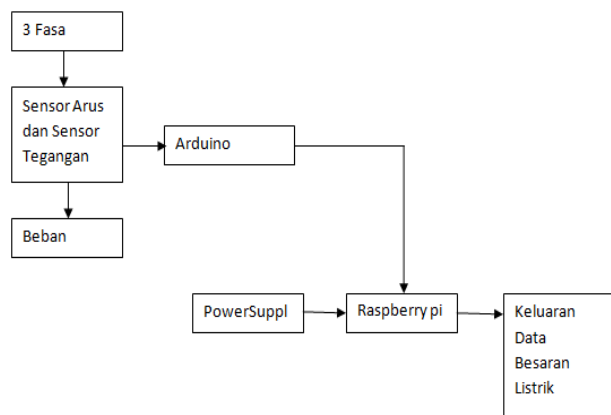
Gambar 4. GPIO BCM2835.

BCM2835 dilengkapi dengan *General Purpose Input/Output* (GPIO) [13], setiap pin dari GPIO ini dapat diatur sebagai masukan atau keluaran. Melalui GPIO, dapat menerima berbagai macam masukan untuk dilakukan pemrograman, masukan dapat berupa berbagai macam sensor seperti sensor suhu, sensor cahaya, sensor tegangan, sensor arus dan lain sebagainya.

2. Metodologi

A. Blok Diagram Sistem

Untuk mempermudah dalam memahami sistem yang dibuat maka perlu dirancang blok diagram sistem yang ditunjukkan pada gambar 5 berikut :

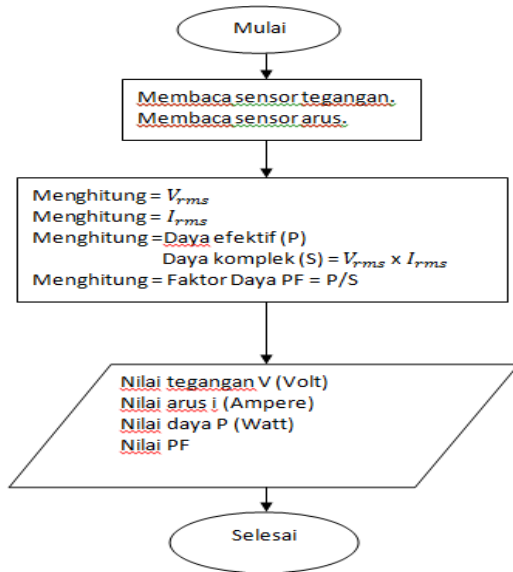


Gambar 5. Blok Diagram Sistem

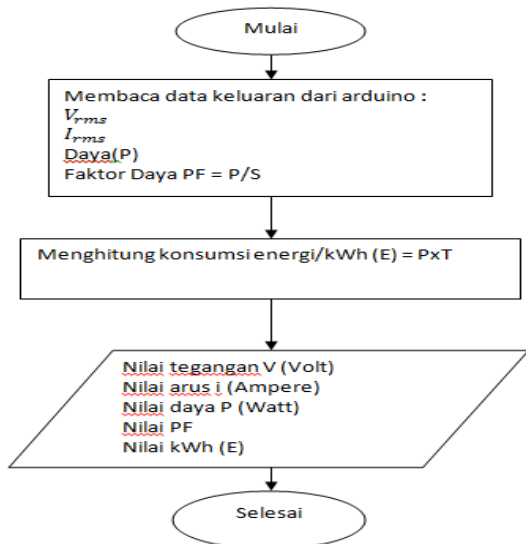
B. Pembuatan Program

Program dibuat dengan bahasa pemrograman *Python* [10] untuk membaca hasil pengukuran sensor, perhitungan guna mendapatkan nilai besaran Daya, *Cos phi* dan konsumsi energi listrik. Selanjutnya menyimpan data pada *data base* serta menampilkankannya dalam bentuk aplikasi monitoring berbasis *web*. Detail

pemrogramannya dapat dilihat pada *flowchart* pada gambar 6.



(a) Diagram alir Program Arduino



(b) Diagram alir Program BCM2835

Gambar 6. Diagram Alir Program

Dari *flowchart* dapat dilihat bahwa arus dan tegangan terukur langsung sementara untuk nilai besaran listrik lainnya didapat dari hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan berikut [11] :

$$E = P.t \text{ (Wh)}$$

$$E = (P.t) / 1000 \text{ (kWh)}$$

$$P = E / t$$

$$P = V . I \cos \phi$$

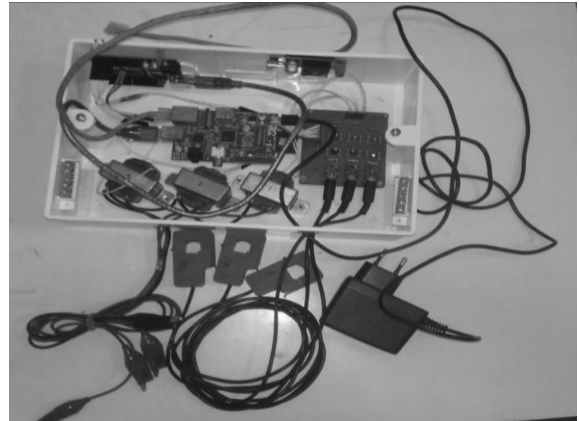
$$Pf = P / (V . I)$$

P= Daya (Watts) ; E= Konsumsi energi (KWh)

t = Waktu (hours) ; V = Tegangan (Volt)
I = Arus (Ampers) ; Pf = Faktor daya(cos ϕ)

C. Komponen Perangkat Keras

Komponen utama perangkat keras aplikasi monitoring ini adalah : trafo tegangan, sensor arus, rangkaian pengkondisian sinyal, arduino dan BCM8325 seperti pada gambar 7 dibawah ini :



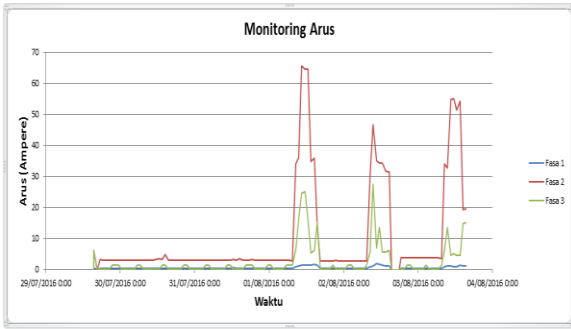
Gambar 7. Komponen Perangkat Keras

3. Pembahasan

Monitoring dan investigasi sistem kelistrikan telah dilakukan di gedung JTE Fakultas Teknik Unila pada tanggal 29 Juli 2016 hingga tanggal 3 Agustus 2016. Hasil monitoring dari sistem kelistrikan yang dimonitor dapat dilihat pada grafik pada gambar 8 sampai 11 dibawah ini.

A. Monitoring Arus

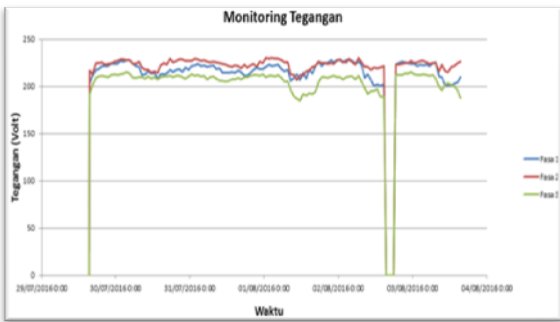
Gambar 8 adalah grafik hasil *monitoring* arus pada gedung JTE dari tanggal 30 Juli 2016 sampai 3 Agustus 2016. Dari grafik tersebut terlihat bahwa arus pada gedung teknik Elektro tidak seimbang, arus terbesar ada pada fasa 2 (2 A - 65 A), fasa 3 (0,13 A - 27 A), sedangkan arus terkecil berada pada fasa 1 (0 A - 1,76 A). Berdasarkan pada tanggal pengambilan data jelas terlihat bahwa nilai arus cenderung lebih kecil pada hari libur (30 dan 31 Agustus 2016/ sabtu- minggu) jika dibandingkan dengan hari kerja (1 s/d 3 Agustus 2016 / Senin- Selasa). Hal ini memberikan informasi bahwa aktivitas pada JTE adalah pada saat jam dan hari kerja, sementara pada jam dan hari libur hanya untuk penerangan saja.



Gambar 8. Monitoring Arus

B. Monitoring Tegangan

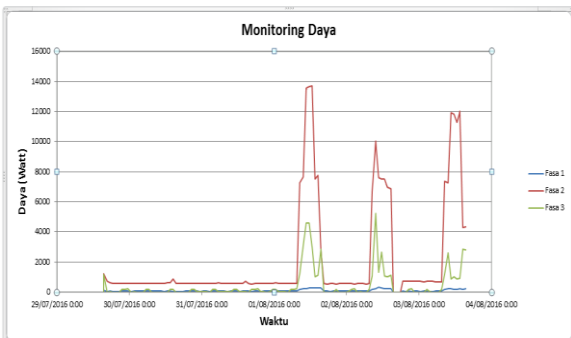
Gambar 9. merupakan hasil *monitoring* tegangan pada gedung JTE Unila. Informasi *monitoring* dari gambar bahwa tegangan setiap fasa cenderung diatas 200 Volt, hanya ada beberapa saat terjadi drop tegangan pada saat kondisi beban puncak. Pada gambar juga terlihat nilai tegangan menuju 0, ini terjadi pada saat pemadaman listrik seperti yang terlihat sebelumnya yaitu pada gambar 8 terlihat nilai aruspun menuju 0.



Gambar 9. Monitoring Tegangan

C. Monitoring Daya Listrik

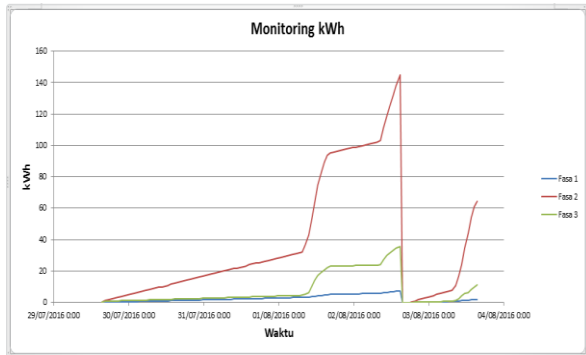
Konsumsi daya listrik pada gedung JTE Unila dapat dilihat dari gambar 10. Sesuai dengan informasi tegangan dan arus seperti pada gambar 8 dan 9 bahwa aktivitas pada JTE umumnya dilakukan pada jam dan hari kerja, sehingga jumlah konsumsi dayapun lebih besar pada waktu waktu tersebut.



Gambar 10. Monitoring Daya Listrik

D. Monitoring Konsumsi Energi Listrik

Gambar 11 adalah grafik konsumsi energi listrik. Pola konsumsi energi listrik pada tiap fasa juga tidak seimbang, yang disebabkan karena beban yang terpasang tiap fasa juga tidak merata. Seperti terlihat beban pada fasa 2 lebih besar dari pada fasa 1 dan fasa 3. Ini dapat dipahami karena fasa 2 terhubung ke gedung JTE Unila lantai 2 yang merupakan ruangan administrasi dan dosen dengan fasilitas komputer dan AC yang lebih banyak jika dibandingkan dengan fasilitas yang terdapat pada lantai 1 (fasa 1) dan lantai 3 (fasa 3).



Gambar 11. Monitoring Konsumsi Energi Listrik

Secara umum dapat dijelaskan bahwa hasil *monitoring* sistem kelistrikan yang dalam hal ini dilakukan terhadap nilai tegangan, arus, daya dan konsumsi energi listrik dapat diketahui bahwa pola pembebanan pada tiap fasa di gedung JTE adalah tidak merata.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil *monitoring* terhadap sistem kelistrikan JTE Unila dapat disimpulkan bahwa pola pembebanan di JTE Unila tidak merata antar fasanya. Ini terlihat bahwa pada fasa 1 nilai besaran listrik yang terpantau lebih besar dibandingkan dengan kedua fasa lainnya. Disamping itu dari hasil *monitoring* juga dapat dilihat bahwa JTE Unila dalam hal melakukan aktivitasnya cenderung dilakukan pada hari dan jam kerja.

Pada penelitian ini *prototype* sistem yang dibuat menggunakan energi listrik dengan sumber yang sama dengan panel listrik yang diukur dan dimonitor. Jika terjadi pemadaman maka alat ukur (*prototype*) kembali terjadi *restart* dan untuk pengukuran kembali perlu dilakukan *setting* dan kalibrasi ulang. Seharusnya hal ini tidak boleh terjadi karena sumber daya untuk kebutuhan energi listrik ke *prototype* harus selalu terjaga. Oleh karena itu sebagai lanjutan, penelitian ini dapat disempurnakan lagi dengan memanfaatkan energi baru terbarukan seperti energi surya sebagai *power supply* untuk alat ukur.

Daftar Pustaka

- [1] D. Despa, A. Kurniawan, M. Komarudin, Mardiana, G. F. Nama, "Smart monitoring of electrical quantities based on single board computer BCM2835", *2nd International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering*, pp 315-320, Indonesia, 2015.
- [2] D. Adityawarman, "Rancang Bangun Alat Ukur Arus Menggunakan Transformator Arus Berbasis Mikrokontroler ATmega32", *Universitas Lampung*, 2014.
- [3] Pratomo, "Vektor A. Rancang Bangun Pencatatan Data kWh meter Jarak Jauh Berbasis Mikrokontroler", *Universitas Budi Luhur*, 2012.
- [4] Qing Liu, Despa. D, Y. Mitani "Application of Phasor and Node Voltage Measurements to Monitoring Power Flow Stability " *International Journal Electrical Engineering and Informatics, Printed ISSN 2085-6830/online, Volume 4. Number 3 Pp 276-288, July 2012.*
- [5] D. Despa, Y. Mitani, M. Watanabe, "PMU Based Monitoring and Estimation of Inter-area Power Oscillation for Singapore-Malaysia Interconnection Power Sistem", *Journal of Energy and Power Engineering, USA*, 2012.
- [6] Z. Pei, L. Fangxing B. Navin, "Next-Generation Monitoring, Analysis, and Control for the Future Smart Control Center", *IEEE*, 2012.
- [7] G. F. Nama, M Komarudin, H.. Priambodo, Mardiana, H. D. Septama, "Electricity, Temperature, and Network Utilization Monitoring at Lampung University Data Centre Using Low Cost Low Power Single Board Mini Computer", *Regional Conference On Computer Information Engineering*, Indonesia, pp. 184-189, 2014.
- [8] Mardiana, W. E. Sulistiono, Johan, "Sistem Monitoring Server Berbasis SMS (Studi Kasus : Server Siakad Unila)", *Electrician, Jurnal Rekayasa dan Teknologi FT Unila Vol.2.No.3*, 2008.
- [9] W. H. Hayt and K. Jack E, *Rangkaian Listrik*, Jakarta: Erlangga, 1999 .
- [10] B. Rhodes, J. Goerzen, *Fondation of Python Network Programming. 2nd ed. New York: Apress*, 2010.
- [11] Fowler, Richard J, "Electricity Principles & Applications", *McGraw-Hill*, 2008.
- [12] Arduino Board Uno Data Sheet information, <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>, diakses: 24 Agustus 2016.
- [13] BCM2835 ARM Peripheral, <http://www.raspberrypi.org/wp-content/uploads/2012/02/BCM2835-ARM-Peripherals.pdf>. accessed : 24 Agustus 2016.