

## **Sistem Monitoring dan Audit Energi Listrik Berbasis *Internet Of Things* (IOT)**

**I Wayan Sukadana<sup>1</sup>, Dhimas Prayoga<sup>2</sup>, I Wayan Suriana<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Nasional Denpasar, Indonesia

<sup>3</sup>Program Studi Program Profesi Insinyur, Universitas Pendidikan Nasional Denpasar, Indonesia

Email : [sukadana@undiknas.ac.id](mailto:sukadana@undiknas.ac.id)

### **Abstrak**

Energi listrik merupakan salah satu energi yang banyak digunakan hampir di seluruh sisi kehidupan. Salah satu pengguna energi listrik yang paling banyak kita temui adalah di gedung-gedung perkantoran. Untuk menghindari penggunaan energi listrik secara berlebihan, maka perlu dilakukan sebuah audit energi listrik. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah sistem kontrol energi listrik yang didukung oleh sistem kendali energi otomatis. Sistem Monitoring dan Audit Energi Listrik ini dibagi menjadi dua bagian yaitu sistem kontrol otomatis dan sistem informasi yang dapat memberikan nilai Intensitas Konsumsi Energi. Konstruksi dari sistem kontrol otomatis yang dikembangkan menggunakan mikrokontroler ATmega328P berbasis *Internet Of Things*, yang akan memberikan data, mengolah data, dan menyajikan data dari Sistem Monitoring dan Audit Energi Listrik. Sistem ini dapat mengirimkan data tegangan, arus, daya, konsumsi energi listrik dan hasil audit energi listrik di suatu gedung perkantoran secara real time menuju ThingSpeak dengan menggunakan modul GSM. Hasil monitoring penggunaan energi listrik yang terukur selama satu bulan dengan luas bangunan 64 m<sup>2</sup> adalah sebesar 1004.87 kWh, dan nilai dari Intensitas Konsumsi Energi yang diperoleh sebesar 15.70 kWh / m<sup>2</sup>. Berdasarkan tabel Intensitas Konsumsi Energi, maka penggunaan energi listrik di gedung tersebut agak boros sehingga perlu dilakukan penghematan terhadap penggunaan energi listrik.

Keyword: *Energi Listrik, Audit Energi, ATmega328P, ThingSpeak*

### **Abstract**

*Electrical energy is one of the energies that is widely used in almost all sides of life. One of the most common users of electrical energy is in office buildings. To avoid excessive use of electrical energy, it is necessary to conduct an electrical energy audit. This research aims to produce an electrical energy control system that is supported by an automatic energy control system. This Electrical Energy Monitoring and Audit System is divided into two parts, namely an automatic control system and an information system that can provide an Energy Consumption Intensity value. The construction of an automatic control system developed using the ATmega328P microcontroller based on the Internet of Things, which will provide data, process data, and present data from the Electrical Energy Monitoring and Audit System. This system can transmit data on voltage, current, power, electrical energy consumption and the results of electrical energy audits in an office building in real time to Thing Speak using a GSM module. The results of monitoring the use of electrical energy that is measured for one month with a building area of 64 m<sup>2</sup> is 1004.87 kWh, and the value of the Energy Consumption Intensity obtained is 15.70 kWh / m<sup>2</sup>. Based on the Energy Consumption Intensity table, the use of electrical energy in the building is rather wasteful, so it is necessary to save on the use of electrical energy*

Keywords: *Electric Energy, Energy Audit, ATmega328P, ThingSpeak*

## **PENDAHULUAN**

Energi listrik merupakan salah satu energi yang banyak digunakan hampir di seluruh sisi kehidupan. Salah satu pengguna energi listrik yang paling banyak kita temui adalah di gedung perkantoran. Gedung perkantoran merupakan sebuah ruangan atau bangunan yang berfungsi sebagai tempat untuk melakukan suatu kegiatan usaha. Semakin banyak aktivitas di suatu gedung perkantoran maka berdampak pada

banyaknya penggunaan energi listrik di gedung perkantoran tersebut. Penggunaan energi listrik dapat berdampak negatif jika digunakan secara berlebihan ditambah tidak adanya kesadaran akan penggunaan energi listrik tersebut. Hal ini dapat mengakibatkan banyak kerugian baik dari sisi konsumen karena harus membayar biaya penggunaan energi listrik lebih banyak, sedangkan dari sisi PLN sebagai penyedia energi listrik juga dapat mengalami kerugian berupa bahan bakar yang terbuang sia-sia dalam proses pembangkitan energi listrik.

Untuk menghindari pemborosan dalam penggunaan energi listrik maka dilakukan sebuah audit energi listrik. Audit energi listrik menurut Badan Standarisasi Nasional SNI 6169:2011 merupakan suatu metode yang dapat digunakan dalam menelusuri dimana dan berapa energi yang digunakan, mengidentifikasi kebocoran atau ketidak efisienan energi, menentukan langkah perbaikannya serta mengevaluasi tingkat kelayakannya<sup>[1]</sup>.

Saat ini untuk menghitung energi listrik di suatu gedung dapat dilakukan dengan menggunakan kWh meter yang terpasang di suatu gedung dan untuk melihat energi yang sudah digunakan perlu adanya kunjungan secara langsung di lapangan. Dengan adanya perkembangan teknologi di bidang elektronika proses monitoring dan audit energi listrik dapat dilakukan dengan menggunakan mikrokontroler dan terintegrasi dengan sistem *Internet of Things* (IoT). Menurut Dr. Harry Hikmat, Monitoring adalah proses pengumpulan dan analisis informasi berdasarkan indikator yang ditetapkan secara sistematis dan kontinu tentang kegiatan atau program sehingga dapat dilakukan tindakan koreksi untuk penyempurnaan program atau kegiatan itu selanjutnya. *Internet of Things* (IoT) adalah sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Dengan adanya *Internet of Things* (IoT) ini memudahkan kita dalam proses monitoring dan melakukan analisis data dengan menggunakan perangkat internet yang dimiliki.

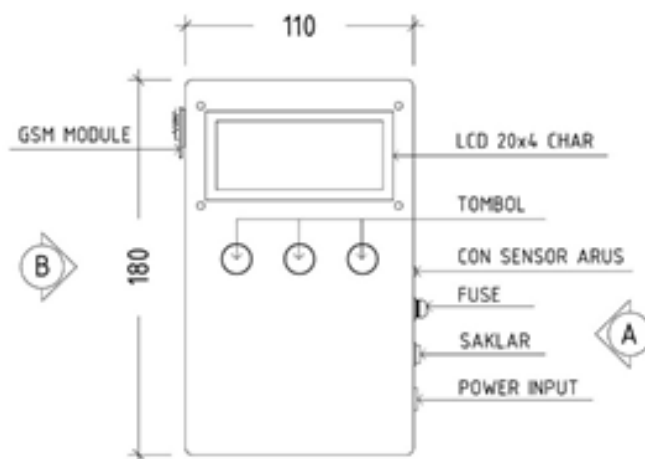
## METODE

Secara umum bahwa sistem monitoring dan audit energi listrik dilakukan dengan beberapa tahapan diantaranya : a) perancangan perangkat keras; b) perancangan perangkat lunak; c) proses pemasangan/instalasi.

### Perancangan Perangkat Keras

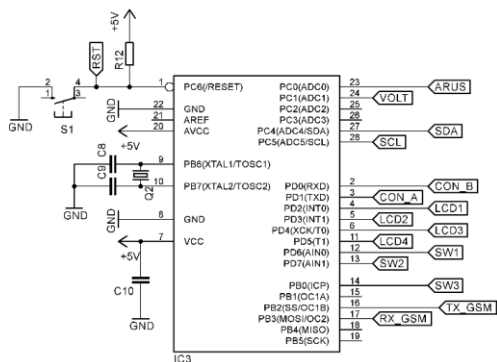
Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam perancangan perangkat keras (*hardware*) meliputi perancangan box rangkaian dan perancangan rangkaian elektronik yang terdiri dari rangkaian mikrokontroler ATmega328P, USB to serial, driver LCD, sensor tegangan dan arus, Switch, RTC, dan regulator tegangan.

Perancangan box rangkaian bertujuan untuk menempatkan semua rangkaian elektronik agar lebih praktis dan meminimalisir kerusakan pada rangkaian. Box rangkaian ini dirancang dengan dimensi 180 x 110 x 60 mm seperti pada gambar berikut.

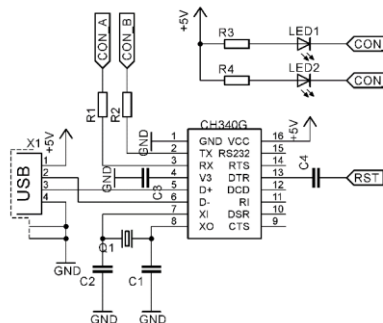


Gambar 1. Perancangan Box Rangkaian

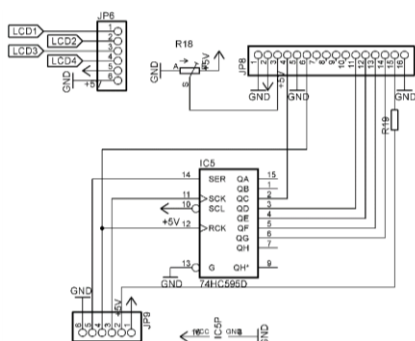
Perancangan rangkaian elektronik yang terdiri dari beberapa blok rangkaian elektronik yang memiliki fungsi berbeda – beda dan saling terhubung sehingga menciptakan suatu sistem yang dapat bekerja. Blok rangkaian yang digunakan meliputi rangkaian mikrokontroler ATmega328P, sensor tegangan dan arus, driver LCD, RTC, USB to serial dan regulator tegangan seperti pada gambar di bawah.



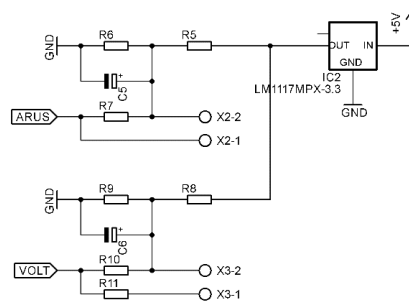
Gambar 2. Rangkaian Mikrokontroler ATmega328P



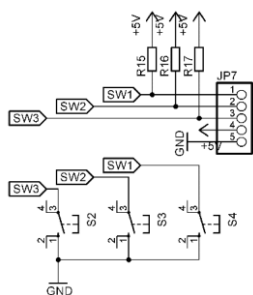
Gambar 3. Rangkaian USB to Serial



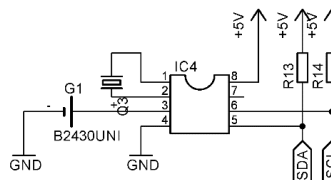
Gambar 4. Rangkaian Driver LCD



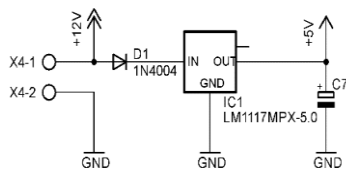
Gambar 5. Rangkaian Sensor Tegangan dan Arus



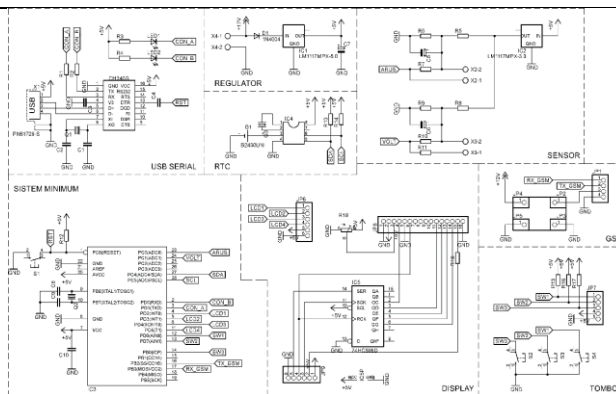
Gambar 6. Rangkaian Switch



Gambar 7. Rangkaian RTC



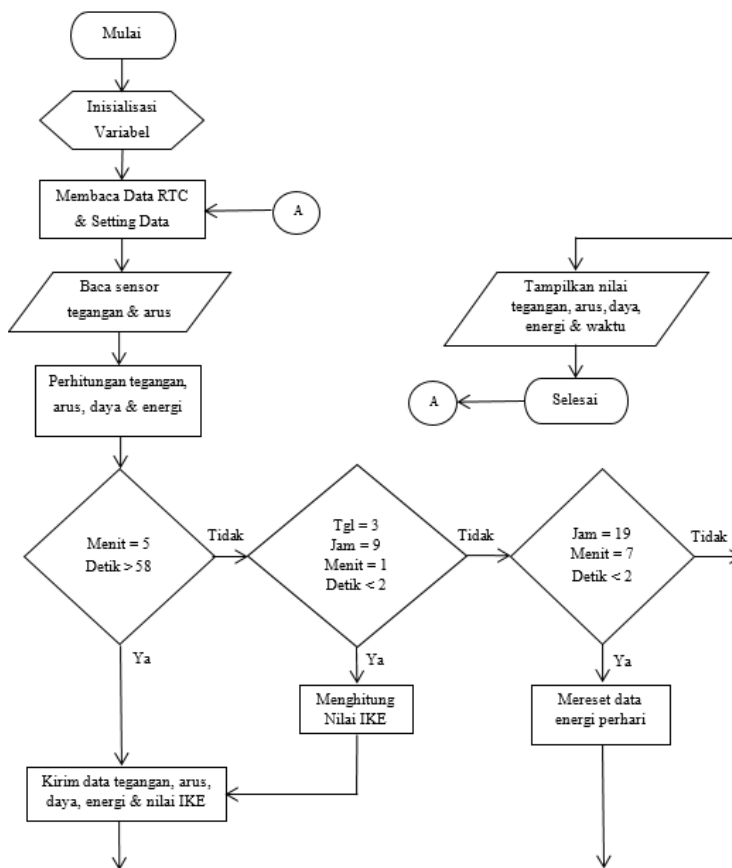
Gambar 8. Rangkaian Regulator Tegangan Keseluruhan



Gambar 9. Rangkaian Secara Keseluruhan

### Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak (*software*) menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C sesuai dengan *flowchart* berikut :



Gambar 10. Flowchart Pemrograman

Proses perancangan perangkat lunak diawali dengan (1)inisialisasi variable yang meliputi pin mikrokontroler yang digunakan dan variable pendukung lainnya, (2) melakukan proses pembacaan data waktu dari RTC untuk mendapatkan data tanggal, jam, menit dan detik yang sesuai dengan kenyataan, (3)Hasil input dari sensor akan dibaca dan diolah menjadi nilai yang tepat sesuai dengan ketentuan yang berlaku sehingga penggunaan energi listrik dapat diaudit, (4)Mikrokontroler akan mengirimkan data sesuai

dengan waktu yang sudah disetting, (5) Untuk mempermudah user dalam pembacaan data, mikrokontroler juga menampilkan nilai tegangan, arus, daya dan energi listrik pada LCD 20x4 karakter, dan (6) Jika ingin melakukan pengaturan tinggal menekan tombol menu dan masukan nilai yang diinginkan kemudian simpan data tersebut.

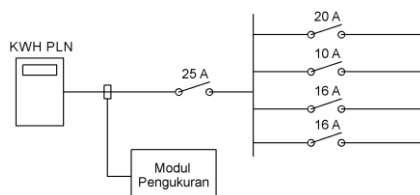
Untuk mendapatkan hasil dari audit energi maka nilai yang dihasilkan oleh sistem tersebut akan dibandingkan dengan nilai Indek Konsumsi Energi seperti pada tabel berikut,

Tabel 1. Nilai Acuan IKE Gedung Perkantoran Ber-AC

No	Kriteria	IKE (kWh/m <sup>2</sup> /bulan)
1	Sangat Boros	23,75 - 37,5
2	Boros	19,2 - 23,75
3	Agak boros	14,58 - 19,2
4	Cukup Efisien	12,08 - 14,58
5	Efisien	7,93 - 12,08
6	Sangat Efisien	4,17 - 7,93

### Proses Pemasangan/Instalasi

Proses pemasangan atau proses instalasi dilakukan dengan menempatkan sensor tegangan dan arus pada jalur MCB (*miniature circuit breaker*) utama yang bertujuan untuk mendapatkan nilai tegangan, arus dan daya serta penggunaan energi secara keseluruhan seperti gambar berikut.



Gambar 11. Proses Instalasi

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari rancangan perangkat keras (*hardware*) yang meliputi perancangan box rangkaian dan perancangan rangkaian elektronik sistem monitoring dan audit energi listrik berbasis *Internet of Things* (IoT) dilakukan dengan beberapa tahapan seperti membuat desain jalur PCB dengan menggunakan *software EAGLE*, mencetak jalur PCB, membuat lubang sesuai dengan komponen yang akan dipasang dan melakukan penyolderan komponen serta perakitan seperti ditunjukkan pada gambar berikut,



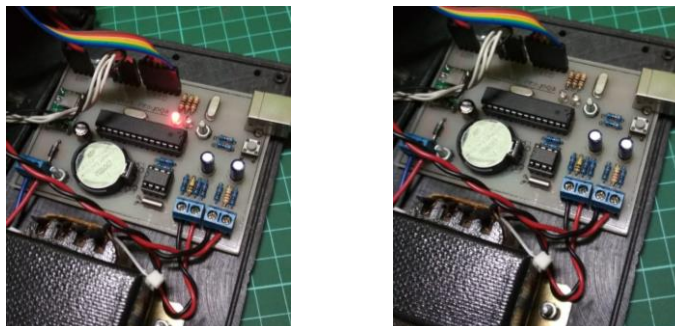
Gambar 12. Hasil Rancangan tampak depan



Gambar 13. Hasil rancangan tampak samping

Untuk mengetahui sistem tersebut dapat bekerja dengan baik, maka diperlukan adanya sebuah pengujian yang meliputi; a) pengujian rangkaian mikrokontroler ATmega328P; b) pengujian rangkaian driver LCD; c) pengujian rangkaian sensor tegangan; d) pengujian rangkaian sensor arus; e) pengujian rangkaian switch; f) pengujian RTC; g) pengujian rangkaian regulator tegangan dan h) pengujian rangkaian secara keseluruhan.

Pengujian rangkaian mikrokontroler ATmega328P bertujuan untuk mengetahui mikrokontroler ATmega328 bekerja dengan baik dan dapat menjalankan program. Pengujian dilakukan dengan cara memasukan program yang dibuat pada komputer dengan menggunakan rangkaian USB to serial yang terhubung dengan mikrokontroler. Hasil Pengujian ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 14. Hasil Pengujian Rangkaian Mikrokontroler ATmega328P

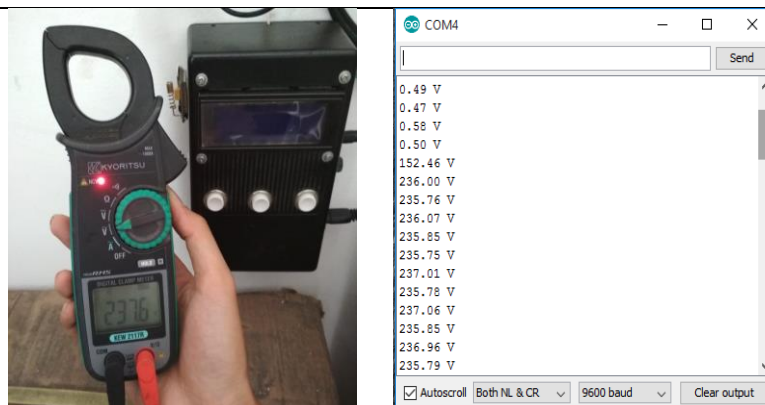
Pengujian rangkaian driver LCD berfungsi untuk menampilkan informasi berupa karakter yang dapat dimengerti oleh pengguna. Hasil pengujian rangkaian driver LCD ditunjukkan pada Gambar berikut :



Gambar 15. Hasil Pengujian Rangkaian Driver LCD

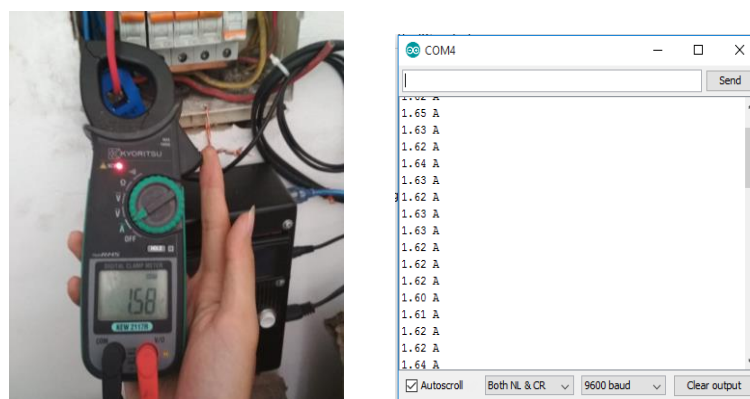
Pengujian rangkaian sensor tegangan berfungsi untuk mengetahui apakah rangkaian tersebut dapat membaca besar tegangan yang terukur kemudian menampilkan data tersebut pada serial monitor yang tersedia pada arduino IDE. Hasil Pengujian rangkaian sensor tegangan ditunjukkan pada gambar berikut :





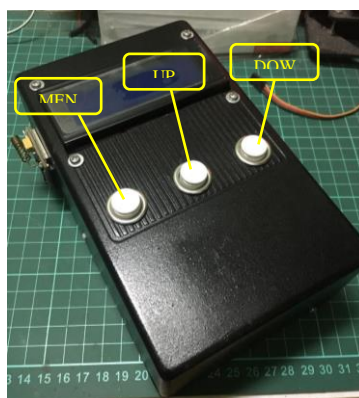
Gambar 16. Hasil Pengujian Rangkaian Sensor Tegangan

Pengujian rangkaian sensor arus berfungsi untuk mengetahui apakah rangkaian dapat membaca besar arus yang terukur kemudian menampilkan data tersebut pada serial monitor yang tersedia pada arduino IDE. Hasil Pengujian rangkaian sensor arus ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 17. Hasil Pengujian Rangkaian Sensor Arus

Pengujian rangkaian switch berfungsi untuk mengetahui apakah rangkaian dapat melakukan setting data pada alat yang dirancang kemudian menampilkan pada layar LCD. Hasil Pengujian rangkaian switch ditunjukkan pada gambar berikut :



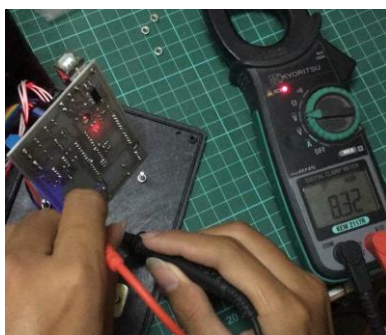
Gambar 18. Hasil Pengujian Rangkaian Switch

Pengujian rangkaian RTC berfungsi untuk mengetahui apakah rangkaian dapat menghasilkan data berupa detik, menit, jam, hari, tanggal dan bulan secara *realtime* dan dapat diproses oleh mikrokontroler. Hasil Pengujian rangkaian RTC ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 19. Hasil Pengujian Rangkaian RTC

Pengujian rangkaian regulator tegangan berfungsi untuk mengetahui apakah rangkaian dapat menghasilkan tegangan kerja yang stabil sehingga mikrokontroler dapat bekerja dengan baik. Hasil Pengujian rangkaian regulator tegangan ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 20. Hasil Pengujian Rangkaian Regulator Tegangan

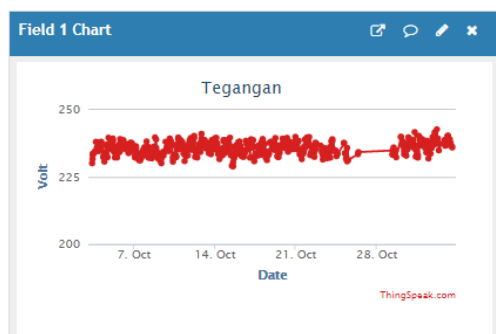
Pengujian rangkaian secara keseluruhan berfungsi untuk mengetahui apakah *prototype* dapat bekerja sesuai dengan perencanaan sistem monitoring dan audit energi listrik. Hasil Pengujian rangkaian secara keseluruhan ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 21. Hasil Pengujian Rangkaian secara keseluruhan

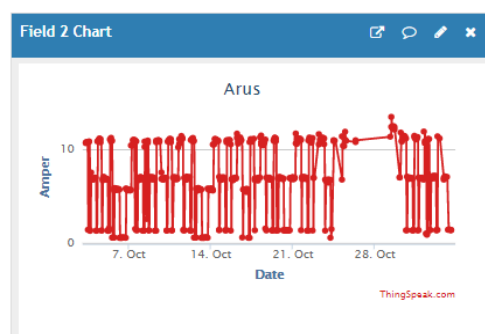


Data Hasil Pengukuran yang diperoleh dari sistem ini merupakan output dari sistem baik pengukuran tegangan, pengukuran arus, pengukuran daya listrik, data penggunaan energi, total penggunaan energi dan data intensitas konsumsi energi (IKE) yang dilakukan selama satu bulan dari tanggal 3 Oktober 2019 dan berakhir tanggal 3 November 2019 seperti terlihat pada gambar berikut.

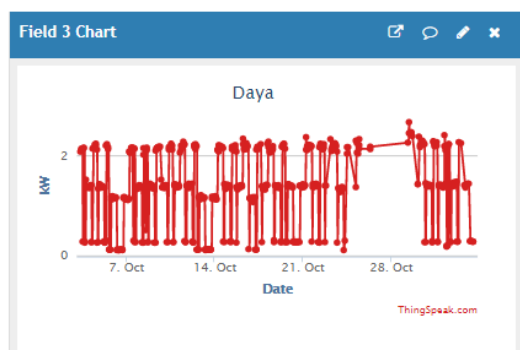


Gambar 22. Grafik output Tegangan

Arus

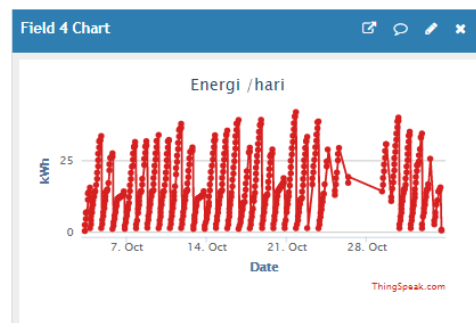


Gambar 23. Grafik output



Gambar 24. Grafik Output Daya

Energi



Gambar 25. Grafik Penggunaan

Kinerja dari sistem monitoring dan audit energi listrik dengan menggunakan mikrokontroler ATmega328P berbasis *Internet Of Things* akan memberikan gambaran tentang penggunaan energi listrik dan selanjutnya membuat suatu keputusan untuk mengambil tindakan alternatif lainnya. Hasil yang diperoleh dari kinerja sistem ini adalah bahwa total konsumsi energi listrik dalam satu bulan sebesar 1004.87 kWh, jenis bangunan yang digunakan sebagai pilot projek adalah gedung perkantoran dengan total luas bangunan sebesar 64 m<sup>2</sup>, sehingga perhitungan nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dilakukan dengan cara sebagai berikut :

$$IKE = \frac{\text{Penggunaan Energi/bulan}}{\text{Luas Bangunan}}$$

$$IKE = \frac{100.87}{64}$$

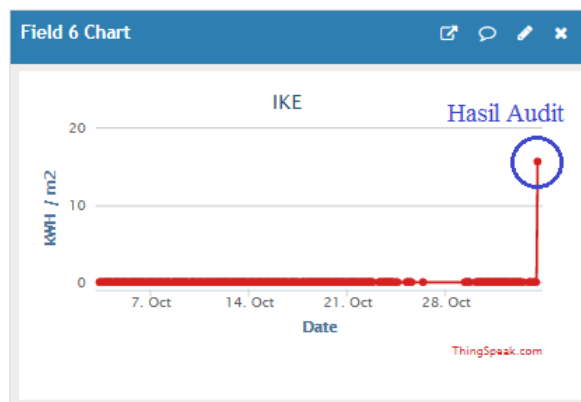
$$IKE = 15.70 \text{ kwh/m}^2$$

Hasil analisis menunjukkan nilai IKE sebesar 15.70 kWh / m<sup>2</sup>, berdasarkan tabel tentang penggunaan energi untuk bangunan perkantoran nilai bahwa nilai 15.70 kWh / m<sup>2</sup> termasuk dalam kriteria agak boros dalam penggunaan energi.

Setelah mengetahui tingkat penggunaan energi listrik di gedung tersebut maka perlu dilakukan penghematan dalam penggunaan energi listrik. Perhitungan IKE ini secara otomatis dilakukan oleh sistem monitoring yang dibuat dan data dari nilai IKE akan dikirim menuju *ThingSpeak* secara realtime seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 26. Hasil Perhitungan IKE



Gambar 27. Grafik Intensitas Konsumsi Energi

## PENUTUP

Sistem monitoring dan audit energi listrik pada gedung perkantoran berbasis *Internet of Things* (IoT) sudah dapat dirancang dan sudah dapat bekerja dengan baik dengan menggunakan mikrokontroler ATmega328P. Sistem monitoring dan audit energi listrik dapat mengukur tegangan, arus, daya, dan energi serta dapat melakukan audit energi di gedung perkantoran. Sistem ini juga dapat mengirimkan data tegangan, arus, daya dan energi secara *real time* dan dapat diakses secara *online* melalui *ThingSpeak*. Sistem ini dapat digunakan untuk melakukan monitoring penggunaan energi listrik dan melakukan audit energi pada gedung-gedung perkantoran secara *real time*. Untuk mendapatkan hasil pengukuran yang lebih akurat sebaiknya menggunakan komponen dengan kualitas yang terbaik. Untuk memperlancar proses pengiriman data sebaiknya dibuatkan jadwal untuk pengisian kuota internet setiap satu bulan sekali, agar paket internet yang terdapat pada kartu GSM bisa digunakan dalam jangka waktu yang lama tanpa mengganggu pengiriman data menuju *ThingSpeak*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standardisasi Nasional, "Prosedur Audit Energi," p. 6196, 2011.
- [2] R. Vengatesh, K. Subiramani, P. Thangamani, M. Rajeshwaran, and S. D. Kumar, "Iot Based Energy Auditing System in Boys Hostel," vol. 6, no. 07, pp. 1–6, 2018.
- [3] M. Triyo Rahmanto and K. Krismadinata, "Rancang Bangun Internet of Things (IoT) untuk Kalkulasi Intensitas Konsumsi Energi (IKE)," *J. Tek.*, vol. 13, no. 2, pp. 186–193, 2019, doi: 10.31849/teknik.v13i2.3641.
- [4] D. Despa, G. F. Nama, T. Septiana, and M. B. Saputra, "Audit Energi Listrik Berbasis Hasil Pengukuran dan Monitoring Besaran Listrik pada Gedung A Fakultas Teknik Unila," *Electrician*, vol. 15, no. 1, pp. 33–38, 2021, doi: 10.23960/elc.v15n1.2180.
- [5] Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral, "Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No. 13 Tahun 2012 Tentang Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik," *Jar. Dokumentasi dan Inf. Huk.*, pp. 1–14, 2012, [Online]. Available: <https://jdih.esdm.go.id>.

- [6] A. Kurniawan, D. Syauqy, and B. H. Prasetyo, “Pengembangan Sistem Monitoring Listrik Pada Ruangan Menggunakan NodeMCU dan MQTT,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 1, no. 6, pp. 486–491, 2017.
- [7] T. Nusa, S. R. U. A. Sompie, and E. M. Rumbayan, “Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Secara Real Time Berbasis Mikrokontroler,” *E-Jurnal Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 4, no. 5, pp. 19–26, 2015, [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/elekdankom/article/download/9974/9560>.
- [8] A. N. Widiastuti, S. P. Hadi, and B. A. W. R, “Audit Energi pada Gedung Departemen Teknik Arsitektur dan Perencanaan FT UGM,” *Citee*, pp. 101–105, 2017.
- [9] D. Despa, M. A. Muhammad, A. Suriananto, A. Hamni, G. F. Nama, and Y. Martini, “Monitoring dan Manajemen Energi Listrik Gedung Laboratorium Berbasis Internet of Things ( IoT ),” *Semin. Nas. Tek. Elektro 2018*, pp. 2–6, 2018.
- [10] Sulistyowati, “Audit energi untuk efisiensi pemakaian energi listrik,” *Eltek*, vol. 10, no. 01, pp. 14–25, 2012.

### **Biodata Penulis**

**I Wayan Sukadana**, lahir di Kuta, 09 Juli 1973. Sarjana Teknik Elektro di Jurusan Teknik Elektro FTI Universitas Pendidikan Nasional (Undiknas) Denpasar 1997. Tahun 2003 memperoleh gelar Magister Teknik di jurusan Teknik Elektro Program Pascasarjana Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya dengan bidang konsentrasi Telekomunikasi Multimedia. Tahun 2019 memperoleh gelar profesi insinyur di Program Studi Program Profesi Insinyur Undiknas Denpasar. Staf pengajar di jurusan Teknik Elektro FTI UNDIKNAS sejak tahun 1998- sekarang.