

Analisis Kinerja Penggunaan Histogram untuk Penghematan Energi Listrik pada Dispenser Air Berbasis IoT

Andi Muhammad Ishlah Diyyin¹, Aji Gautama Putrada², Maman Abdurohman³

^{1,2,3}Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

¹andimuhammadishlah@students.telkomuniversity.ac.id, ²ajigps@telkomuniversity.ac.id,

³abdurohman@telkomuniversity.ac.id.

Abstrak

Penggunaan energi pada peralatan elektronik demi memenuhi kehidupan sehari-hari cukup banyak. Terutama pada penggunaan sistem pemanas pada dispenser air minum. Namun, masih banyak manusia yang membiarkan sistem pemanas pada dispenser air minum menyala sepanjang hari. Sehingga terjadi pemborosan energi pada sistem pemanas dispenser air minum. Maka, dari permasalahan tersebut penelitian ini berfokus pada penghematan energi sistem pemanas dispenser air minum. Sehingga, pada penelitian ini mewujudkan sistem penghematan energi untuk sistem pemanas pada dispenser air minum. Sistem penghematan energi yang dibangun berupa aplikasi sistem penghematan energi berbasis *Internet of Things*. Selain itu, sistem penghematan energi ini akan menganalisis kebiasaan pengguna dalam menggunakan sistem pemanas pada dispenser air minum setiap harinya menggunakan histogram. Hasil dari analisis menggunakan histogram kebiasaan pengguna tersebut akan menyakan otomatis sistem pemanas pada dispenser air minum pada jam tertentu, dan mengirimkan rekomendasi mematikan sistem pemanas pada dispenser air minum pada jam tertentu yang bertujuan untuk penghematan energi. Dari hasil analisis menggunakan histogram kebiasaan pengguna, maka energi yang dapat dihemat selama lima hari oleh sistem penghematan energi ini adalah sebesar 5,4 kWh, dengan persentase penghematan energi sebesar 68,3%. Jadi, kinerja histogram untuk penghematan energi listrik pada dispenser air minum berbasis IoT adalah cukup baik.

Kata kunci : Sistem Penghematan Energi, Histogram, *Internet of Things (IoT)*

Abstract

The use of energy in electronic equipment to meet everyday life is quite a lot. Especially in the use of heating systems in drinking water dispensers. However, there are still many people who let the heating system on the drinking water dispenser turn on all day. So there is energy waste in the drinking water dispenser heating system. So, from these problems, this research focuses on saving energy in drinking water dispenser heating systems. Thus, in this study realizing an energy-saving system for heating systems in drinking water dispensers. The energy-saving system built is in the form of an energy-saving system application based on the Internet of Things. Also, this energy-saving system will analyze the user's habits in using the heating system in drinking water dispensers every day using a histogram. The results of the analysis using the user's habit histogram will automatically reveal the heating system in the drinking water dispenser at certain hours, and send recommendations to turn off the heating system in the drinking water dispenser at certain hours aimed at saving energy. From the analysis using the user habits histogram, the energy saved by the energy-saving system for five days is 5.4 kWh, with a percentage of energy savings of 68.3%. So, the performance of the histogram for saving electricity in an IoT-based drinking water dispenser is quite good.

Keywords: Energy Saving System, Histogram, Internet of Things (IoT)

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Penggunaan energi pada peralatan elektronik demi memenuhi kebutuhan sehari-hari cukup banyak. Sehingga, semakin banyak peralatan elektronik yang digunakan, maka semakin banyak juga energi listrik yang digunakan. Sehingga dengan banyaknya energi listrik yang digunakan, maka semakin banyak juga biaya yang dikeluarkan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik tersebut[1]. Maka dari itu, mahasiswa dianjurkan untuk menghemat penggunaan energi listrik dalam berkehidupan sehari-hari agar dapat menghemat biaya[2]. Salah satu hal paling sederhana yang dapat dilakukan oleh manusia adalah mematikan peralatan elektronik apabila peralatan elektronik tersebut sedang tidak digunakan.

Dispenser air minum merupakan salah satu perangkat elektronik yang dibiarkan tetap menyala, meskipun sedang tidak digunakan. Pada teknologi dispenser air minum yang secara umum digunakan memiliki sistem pemanas air minum[3]. Sistem pemanas air minum ini memerlukan energi listrik yang cukup banyak untuk menggunakannya[4]. Sehingga penghematan energi pada penggunaan sistem pemanas pada dispenser air minum

sangat perlu dilakukan. Dari permasalahan tersebutlah dikembangkan sebuah solusi yang dapat mengatasi permasalahan penggunaan energi listrik menjadi lebih hemat dengan sistem penghematan energi listrik yang berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk sistem pemanas pada dispenser air minum.

Sistem penghematan energi ini dapat mengontrol penggunaan energi listrik pada sistem pemanas dispenser air minum dan akan terhubung ke internet, khususnya pada sistem pemanas pada dispenser air minum. Maka, dengan sistem penghematan energi berbasis *Internet of Things* (IoT) ini dapat menghemat penggunaan energi listrik dengan sangat mudah. Keuntungan dari sistem penghematan energi ini adalah dapat mengontrol penggunaan energi listrik pada sistem pemanas air minum dengan cara menganalisis waktu kebiasaan pengguna dalam menggunakan sistem pemanas pada dispenser air minum menggunakan histogram. Sehingga dapat menyalakan sistem pemanas pada dispenser air minum dengan otomatis dan memberikan rekomendasi untuk mematikan sistem pemanas pada dispenser air minum untuk menghasilkan penghematan energi listrik.

Topik dan Batasannya

Terdapat beberapa permasalahan yang dirumuskan dari latar belakang penelitian ini, yaitu permasalahan yang pertama adalah bagaimana cara mengimplementasikan sistem penghematan energi berbasis IoT. Sistem penghematan energi berbasis IoT pada penelitian ini menggunakan aplikasi pada *smartphone* pengguna, jadi sistem penghematan energi ini dapat diakses melalui *smartphone* pengguna.

Permasalahan yang kedua adalah mengimplementasikan sensor untuk mengambil data sentuhan dan penggunaan daya berbasis IoT. Sehingga data sentuhan dan daya nanti akan dikirim ke web server melalui internet. Data tersebut akan dikirim ke web server menggunakan mikrokontroler *NodeMCU*.

Permasalahan yang terakhir adalah melakukan analisis dan prediksi untuk menyalakan *relay* pada sistem penghematan energi. Selain itu, melakukan rekomendasi untuk mematikan relay pada sistem penghematan energi. Parameter dari analisis dan prediksi tersebut berdasarkan waktu kebiasaan pengguna dalam menggunakan sistem pemanas pada dispenser air minum.

Berdasarkan perumusan masalah pada tersebut, maka penelitian ini berfokus pada pembangunan sistem penghematan energi untuk sistem pemanas pada dispenser air minum. Merek dari dispenser air minum yang digunakan adalah Miyako dengan tipe WD-289 HC. Kebiasaan yang pengguna yang dianalisis hanya kebiasaan satu pengguna dalam menggunakan sistem pemanas pada dispenser air minum. Serta hanya *smartphone* pengguna yang dapat terhubung pada sistem penghematan energi. Sehingga apabila *smartphone* terhubung ke sistem penghematan energi ini, maka pengguna akan mendapatkan pemberitahuan dari sistem penghematan energi.

Tujuan

Ada beberapa tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yang akan dijelaskan pada Tabel.1

Tabel 1. Keterkaitan antara tujuan, pengujian dan kesimpulan

No	Tujuan	Pengujian	Kesimpulan
1	Mengembangkan perangkat pada sistem penghematan energi berbasis IoT.	Menguji pengiriman data dari perangkat Sensor Sentuh TTP223B, Sensor Daya ACS712, dan <i>Relay</i> ke web server menggunakan mikrokontroler <i>NodeMCU</i> melalui internet	Web server dapat menerima data dari sensor yang dikirimkan oleh mikrokontroler melalui internet.
2	Mengembangkan aplikasi rekomendasi pada sistem penghematan energi berbasis IoT.	Menguji ketepatan rekomendasi dan kontrol relay pada sistem penghematan energi melalui internet .	Aplikasi dapat memberikan rekomendasi dan mengontrol relay untuk melakukan penghematan energi.
3	Menganalisis kinerja Histogram untuk penghematan energi listrik	Menguji seberapa besar penghematan energi yang dihasilkan dari sistem penghematan energi.	Menganalisis seberapa besar penghematan energi yang dihasilkan dari kinerja Histogram.

Organisasi Tulisan

Pada bagian selanjutnya membahas tentang penelitian yang dilakukan. Bab dua membahas tentang studi terkait mengenai sistem penghematan energi. Pada bab tiga membahas tentang bagaimana perancangan sistem

penghematan energi yang akan dibangun dan mengimplementasikannya yang berbasis IoT. Pada bab empat membahas tentang analisis seberapa besar penghematan energi yang dihasilkan oleh sistem penghematan energi yang telah dibangun. Terakhir pada bab lima membahas kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

2. Studi Terkait

Pada penelitian[5] membangun sistem penghematan energi menggunakan metode *fuzzy control*. Parameter dari sistem kontrol *fuzzy* tersebut adalah waktu dari pemanasan pada sistem pemanas dispenser air minum. Sehingga menghasilkan penghematan energi yang cukup baik. Namun sistem penghematan yang dibangun belum berbasis Internet of Things (IoT).

Pada penelitian[6] menunjukkan bahwa perangkat pada sistem penghematan energi yang dikembangkan sudah berbasis IoT. Sehingga antar perangkat dapat berkomunikasi melalui internet. Selain itu juga, sistem penghematan energi yang dibuat dapat dikontrol dengan mudah dan dari jarak jauh. Pada penelitian sistem penghematan energi ini, IoT memiliki peranan yang sangat penting untuk komunikasi antar perangkat. Hal tersebutlah yang dapat mempermudah sistem penghematan energi dalam mengontrol dan memantau penggunaan energi pada dispenser air minum.

Pada penelitian[7] menunjukkan bahwa penghematan energi listrik pada dispenser air minum menggunakan pendekatan penjadwalan waktu. Dimana penjadwalan waktu untuk pemanas pada dispenser air minum, yang selanjutnya akan melakukan penjadwalan pemanasan air pada dispenser air minum. Sehingga energi yang dihemat pada penelitian ini sebesar 49,6%

2.1 Histogram

Histogram adalah sebuah objek mendasar yang bertujuan untuk meringkas suatu frekuensi atribut[8]. Histogram biasanya digambarkan dengan sebuah grafik batang. Dimana tampilan tiap batang pada grafik tersebut menunjukkan proporsi frekuensi masing-masing deret kategori yang berdampingan. Sehingga, setiap entri histogram individu dapat didefinisikan secara matematis sebagai berikut :

$$n = \sum_{i=1}^k m_i \quad (1)$$

Dimana n adalah jumlah bilangan yang ditentukan pada masing-masing deret bilangan. Dan i adalah observasi pada deret. Dan k adalah total bilangan, dan m adalah bilangannya

2.1 NodeMCU

NodeMCU adalah sebuah mikrokontroler yang dapat terhubung ke internet karena memiliki fitur Wi-Fi[9]. Selain itu, *NodeMCU* juga merupakan sebuah *platform Internet of Things (IoT)* yang bersifat *open source* yang terdiri dari perangkat keras berupa *System On a Chip ESP8266*[10]. Artinya pada *NodeMCU* juga terdapat modul *Wi-Fi ESP8266*. Sehingga mikrokontroler ini sangat cocok diterapkan pada bidang *Internet of Things (IoT)*, karena mikrokontroler ini dapat terhubung ke internet. Selain itu, *NodeMCU* juga dilengkapi dengan *port micro USB* dan pin *GPIO*[11]. Maka dari itu, mikrokontroler ini tepat untuk diterapkan sebagai mikrokontroler pada sistem penghematan energi pada sistem pemanas dispenser air minum.



Gambar 1. *NodeMCU*

3. Sistem yang Dibangun

Sistem penghematan energi yang dibangun pada penelitian ini berbasis *Internet of Things (IoT)*. Dimana sistem penghematan energi ini akan menyalakan sistem pemanas pada dispenser air minum secara otomatis, selain itu, juga mengirimkan rekomendasi untuk mematikan sistem pemanas pada dispenser air minum. Hal tersebut berdasarkan hasil analisis yang dilakukan oleh sistem penghematan energi menggunakan histogram. Sehingga histogram dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P(n) = \sum_{i=1}^k n \quad (2)$$

Dimana $P(n)$ adalah persentase dari bilangan n . Untuk i adalah deret bilangannya dan k total dari bilangan.

Sistem penghematan energi ini akan menganalisis waktu jam penggunaan sistem pemanas pada dispenser air minum menggunakan histogram. Dimana sistem ini akan selalu mengecek waktu jam pada sistem penghematan energi dengan data waktu jam kebiasaan pengguna dalam menggunakan sistem pemanas pada dispenser air minum menggunakan histogram. Apabila waktu jam pada sistem yang sedang berjalan sama dengan waktu jam kebiasaan pengguna, maka sistem penghematan energi ini akan memberikan intruksi kepada *NodeMCU* untuk mengontrol *relay* dan menyalakan sistem pemanas pada dispenser air minum. Sedangkan, jika waktu jam pada sistem yang sedang berjalan tidak sesuai dengan waktu jam kebiasaan pengguna, maka sistem akan mengirimkan pemberitahuan rekomendasi mematikan sistem pemanas pada dispenser air minum ke pengguna melalui aplikasi pada *smartphone* pengguna.

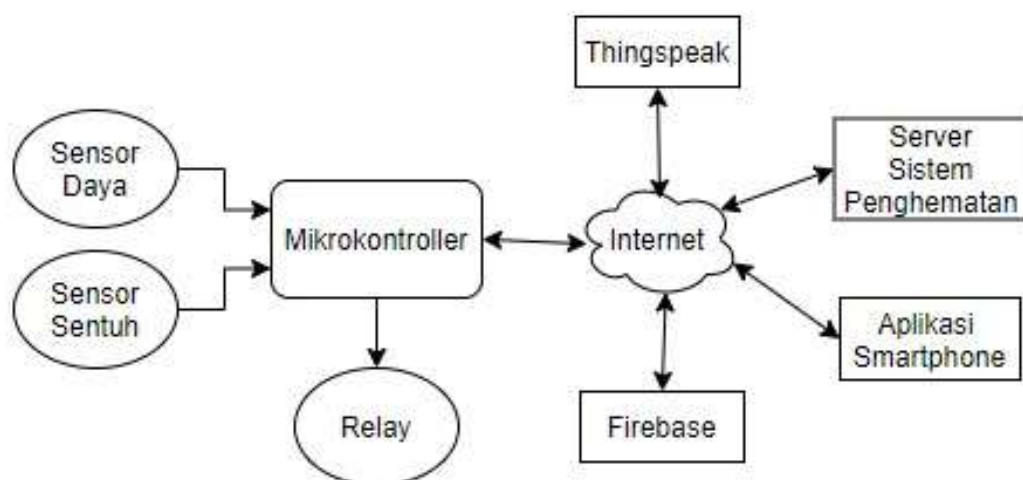
3.1 Spesifikasi Alat

Komponen-komponen perangkat keras yang digunakan pada sistem penghematan energi adalah sebagai berikut:

- Mikrokontroler *NodeMCU*, digunakan untuk mengatur, menerima, dan mengirim data yang dikirimkan oleh sensor dan *Thingspeak*. Selain itu juga, *NodeMCU* berfungsi sebagai mengeksekusi *relay*.
- Sensor sentuh TTP223B, digunakan untuk mengambil data penggunaan sistem pemanas pada dispenser air minum berdasarkan dari sentuhan pengguna.
- Sensor daya ACS712, digunakan mengambil data penggunaan daya sistem pemanas pada dispenser air minum.
- *Relay module*, digunakan untuk mengalirkan dan memutuskan listrik berdasarkan instruksi dari mikrokontroler yang didapat dari hasil prediksi dan rekomendasi dari pengguna.

3.2 Gambaran Umum Sistem

Gambaran umum sistem penghematan energi pada penelitian ini memiliki empat perangkat keras, yaitu: *NodeMCU*, sensor sentuh TTP223B, sensor daya ACS712, dan *relay module*. Selain itu pada sistem penghematan energi ini memiliki tiga perangkat lunak, yaitu: *Thingspeak*, *Python*, dan aplikasi sistem penghematan energi. Pada sensor sentuh TTP223B dan sensor daya ACS712 mengirimkan data masukan ke *NodeMCU*. Data yang berhasil diterima oleh *NodeMCU* langsung disimpan pada *Thingspeak* melalui internet. Setelah data disimpan di *Thingspeak*, kemudian data diteruskan melalui MQTT untuk dianalisis oleh sistem penghematan energi berdasarkan dari waktu kebiasaan pengguna dalam menggunakan sistem pemanas pada dispenser air minum. Kemudian hasil analisis berupa prediksi nyala otomatis sistem pemanas pada dispenser air minum, selain itu juga, mengirimkan rekomendasi ke aplikasi pada *smartphone* pengguna melalui *firebase* untuk mematikan sistem pemanas pada dispenser air minum. Hasil dari analisis pada sistem penghematan energi tersebut akan langsung diintruksikan ke *NodeMCU* untuk mengeksekusi *relay module* melalui internet. Gambaran umum sistem penghematan energi digambarkan pada Gambar 2.

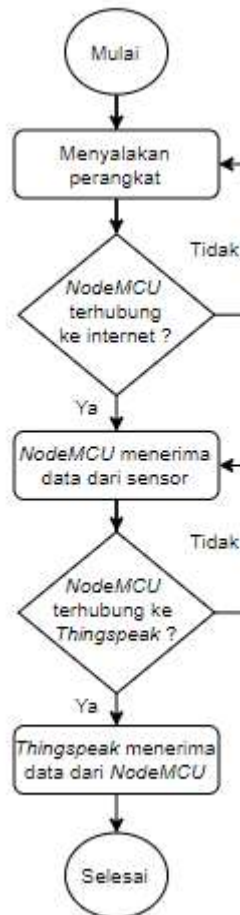


Gambar 2. Gambaran Umum Sistem Penghematan Energi.

3.3 Alur Sistem

3.3.1 Alur Sistem Sebelum Menggunakan Sistem Penghematan Energi

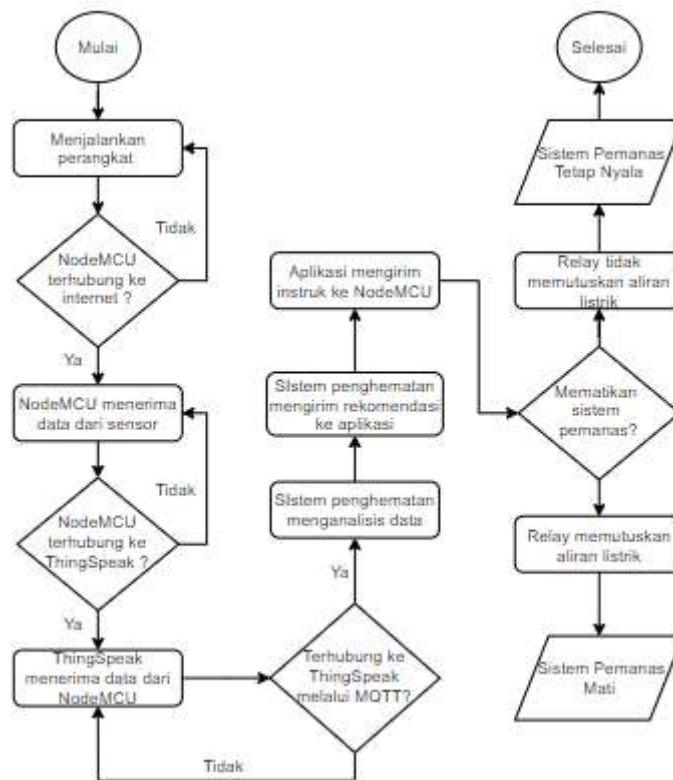
Pada saat menyalakan perangkat keras, maka *NodeMCU* akan berusaha untuk terhubung ke internet. Setelah terhubung ke internet, *NodeMCU* menerima data dari sensor. Kemudian, *NodeMCU* akan menghubungkan ke *Thingspeak*. *NodeMCU* yang telah terhubung ke *Thingspeak* akan langsung mengirimkan data ke *Thingspeak* untuk disimpan.



Gambar 3. Flow Chart Sebelum Menggunakan Sistem Penghematan Energi

3.3.2 Alur Sistem Setelah Menggunakan Sistem Penghematan Energi

Pada saat menyalakan perangkat keras sistem penghematan energi, maka *NodeMCU* akan berusaha untuk terhubung ke internet. Setelah terhubung ke internet, *NodeMCU* menerima data dari sensor. *NodeMCU* yang telah terhubung ke *Thingspeak* akan langsung mengirimkan data ke *Thingspeak*. Kemudian, sistem penghematan energi yang terhubung dengan *Thingspeak* melalui MQTT akan langsung menganalisis data dari *Thingspeak* dengan data kebiasaan pengguna. Setelah sistem penghematan energi menganalisis data, maka sistem penghematan energi akan mengirimkan rekomendasi ke aplikasi pada *smartphone* pengguna untuk mematikan sistem pemanas pada dispenser air minum. Kemudian pengguna menentukan rekomendasi yang diberikan oleh sistem penghematan energi dan mengirim instruksi ke *NodeMCU*. *NodeMCU* langsung mengeksekusi *relay* berdasarkan instruksi dari aplikasi. Pada Gambar menggambarkan *Flow Chart* dari sistem penghematan energi.



Gambar 4. Flow Chart Setelah Menggunakan Sistem Penghematan Energi

3.4 Skenario Pengujian

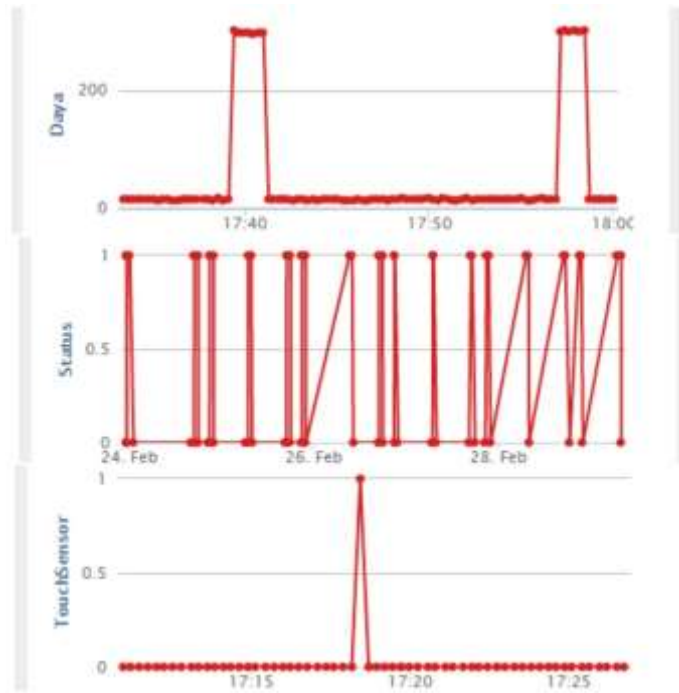
Berikut ini adalah scenario pengujian sistem penghematan energi pada penelitian ini:

- Pengujian pengiriman data perangkat keras ke web server pada sistem penghematan energi. Pengujian dilakukan dengan cara apakah *NodeMCU* dapat membaca data dari sensor sentuh TTP223B dan sensor daya ACS 712, serta mengirimkan data tersebut ke *Thingspeak*.
- Pengujian aplikasi pada sistem penghematan energi berbasis *Internet of Things* (IoT). Pegujian dilakukan dengan cara menguji apakah aplikasi dapat mengirimkan rekomendasi ke *Smartphone* pengguna melalui internet untuk penghematan. Rekomendasi yang dikirimkan berdasarkan hasil analisis dari sistem penghematan energi yang menganalisis waktu kebiasaan pengguna menggunakan sistem pemanas pada dispenser air minum. Selain itu, menguji apakah aplikasi dapat mengontrol *relay* melalui internet untuk penghematan.
- Pengujian penggunaan energi pada sistem pemanas dispenser air minum. Pengujian membandingkan penggunaan daya pada sistem pemanas dispenser air minum sebelum dan sesudah menggunakan sistem penghematan energi. Hasilnya akan menunjukkan seberapa besar energi yang dapat dihemat dari sistem penghematan energi dari kinerja Histogram untuk penghematan energi listrik.

4. Evaluasi

4.1 Hasil Pengujian Pengiriman Data

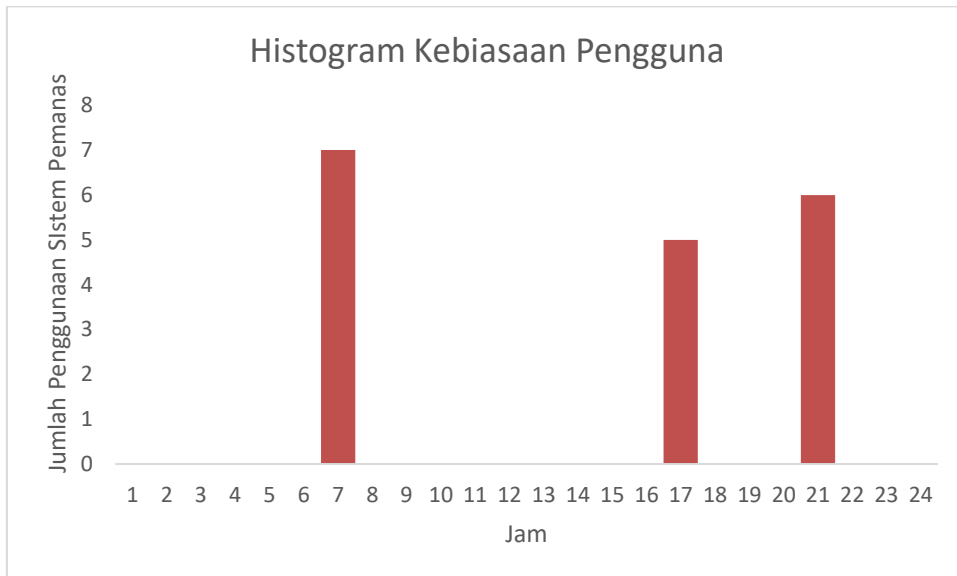
Hasil yang didapatkan dari pengujian ini adalah data dari perangkat keras dapat terkirim dengan baik ke *Thingspeak*. Data dikirim dari *NodeMCU* ke *Thingspeak* tiap 20 detik. Hal ini sesuai dengan ketentuan *Thingspeak* bagi pengguna *free*. Selain itu data yang dikirim dari *NodeMCU* ke *Thingspek* juga bias lebih lama dari 20 detik. Hal ini terjadi karena koneksi internet yang kurang stabil dan memadai. Berikut adalah contoh data grafik pada *Thingspeak* yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Data Daya, Status Powe, dan Sentuhan pada Thingspeak

4.2 Hasil Pengujian Aplikasi

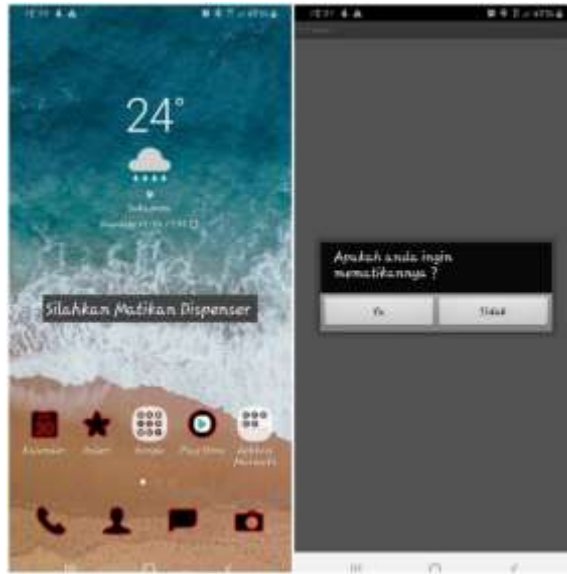
Berdasarkan hasil pengujian aplikasi sistem penghematan energi ini menunjukkan bahwa aplikasi berhasil mengirimkan rekomendasi mematikan sistem pemanas pada dispenser air minum. Rekomendasi tersebut berupa pemberitahuan dan suara agar rekomendasi tersebut dapat mengingatkan pengguna untuk mematikan sistem pemanas pada dispenser air minum. Dimana rekomendasi ini merupakan hasil analisis sistem penghematan energi berdasarkan waktu kebiasaan pengguna menggunakan sistem pemanas pada dispenser air minum. Kebiasaan pengguna dalam menggunakan sistem pemanas dispenser air minum digambarkan dalam bentuk grafik histogram pada Gambar 6.



Gambar 6. Histogram Kebiasaan Pengguna dalam Menggunakan Sistem Pemanas Pada Dispenser Air

Jadi berdasarkan pada grafik histogram diatas, maka aplikasi akan memberikan pemberitahuan rekomendasi mematikan sistem pemanas pada dispenser air minum selain dari jam 7, 17, dan 21. Selain itu, pada aplikasi ini juga memudahkan pengguna untuk mematikan sistem pemanas pada dispenser air minum yang bertujuan untuk penghematan energi. Maka, aplikasi ini dapat mengirimkan rekomendasi

dan mengontrol *relay* melalui internet. Sehingga, sistem penghematan energi untuk sistem pemanas pada dispenser air minum yang berbasis *Internet of Things* (IoT). Contoh pemberitahuan rekomendasi mematikan sistem pemanas pada dispenser digambarkan pada Gambar 7.

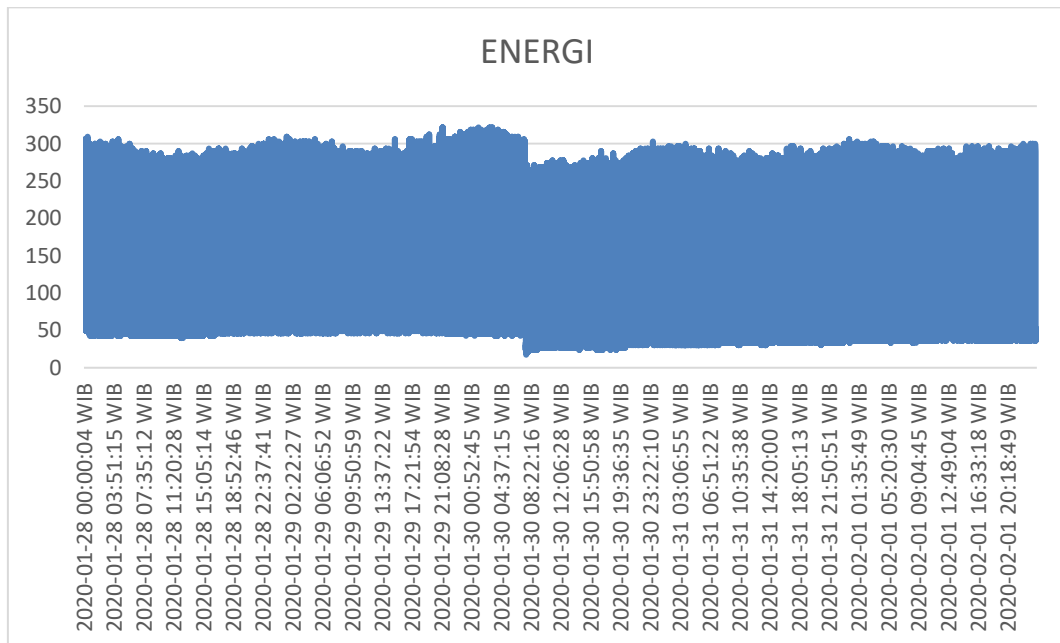


Gambar 7. Tampilan Pemberitahuan Rekomendasi dan Aplikasi

4.3 Hasil Pengujian Penghematan Energi Listrik

4.2.1 Hasil Pengujian Sebelum Menggunakan Sistem Penghematan Energi

Pengujian alat sebelum menggunakan sistem penghematan energi pada sistem pemanas dispenser air minum. Hasil dari pengujian ini adalah pengujian ini adalah seberapa besar total energi yang digunakan sistem pemanas pada dispenser air minum selama lima hari sebelum menggunakan sistem penghematan energi . Berikut ini adalah grafik penggunaan energi listrik selama lima hari sebelum menggunakan sistem penghematan energi yang digambarkan pada Gambar 8.



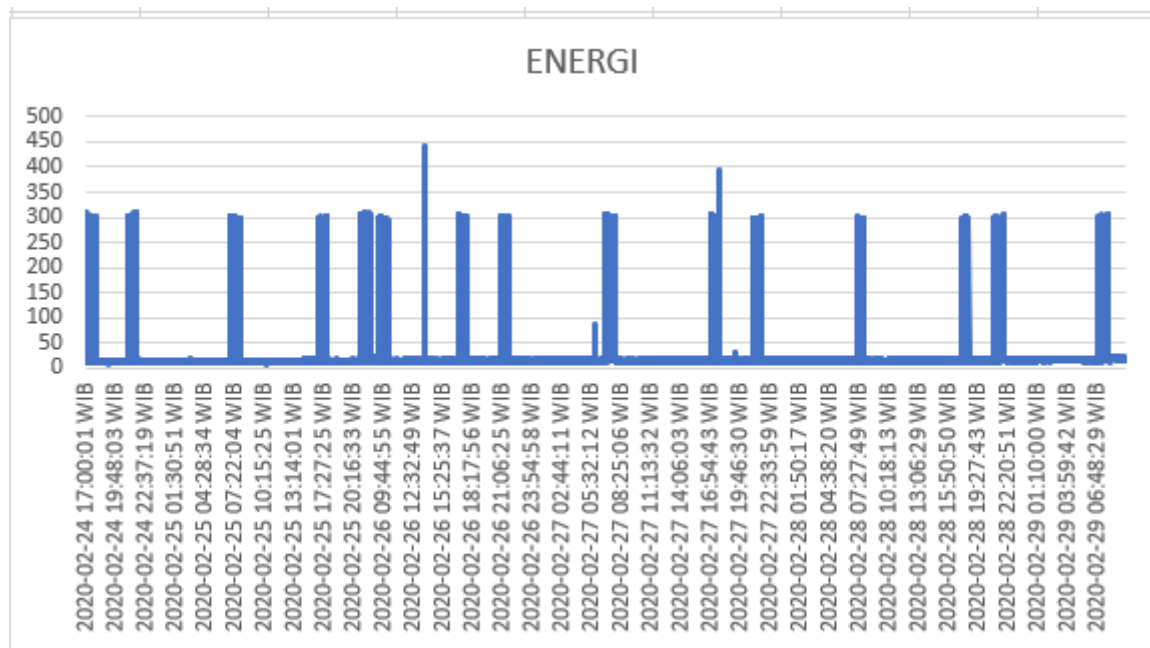
Gambar 8. Grafik Penggunaan Energi Listrik Sebelum Menggunakan Sistem Penghematan Energi Selama Lima Hari

Dimana total dari penggunaan energi listrik oleh sistem pemanas pada dispenser air minum sebelum menggunakan sistem penghematan energi selama lima hari adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total Penggunaan Energi Listrik} &= 28694660,14 \text{ Ws} \\ &= 7,9 \text{ kWh} \end{aligned}$$

4.2.2 Hasil Pengujian Setelah Menggunakan Sistem Penghematan Energi

Pengujian alat sesudah menggunakan sistem penghematan energi pada sistem pemanas dispenser air minum. Hasil dari pengujian ini adalah pengujian ini adalah seberapa besar total energi yang digunakan sistem pemanas pada dispenser air minum selama lima hari sesudah menggunakan sistem penghematan energi. Berikut ini adalah grafik penggunaan energi listrik selama lima hari sesudah menggunakan sistem penghematan energi yang digambarkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Penggunaan Energi Listrik Setelah Menggunakan Sistem Penghematan Energi Selama Lima Hari

Dimana total dari penggunaan energi listrik oleh sistem pemanas pada dispenser air minum sesudah menggunakan sistem penghematan energi listrik selama lima hari adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total Penggunaan Energi Listrik} &= 9161387 \text{ Ws} \\ &= 2,5 \text{ kWh} \end{aligned}$$

4.2.3 Hasil Kinerja Histogram untuk Penghematan Energi

Berdasarkan dari hasil pengujian penggunaan energi sistem pemanas pada dispenser air minum sebelum dan sesudah menggunakan sistem penghematan energi. Maka, energi yang dihemat pada penelitian ini dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Penghematan Energi} = \text{Total penggunaan energi listrik normal} - \text{Total penggunaan energi listrik penghematan} \quad (3)$$

$$\text{Penghematan Energi} = 7,9 \text{ kWh} - 2,5 \text{ kWh} = 5,4 \text{ kWh}$$

Adapun presentase dari penghematan energi listrik yang dihasilkan dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Presentase} = \frac{\text{Penghematan Energi}}{\text{Penggunaan Energi Sebelum Menggunakan Sistem Penghematan Energi}} \times 100\% \quad (4)$$

$$\text{Presentase} = \frac{5,4}{7,9} \times 100\% = 68,3\%$$

Jadi berdasarkan perhitungan-perhitungan tersebut, maka kinerja histogram untuk penghematan energi menghasilkan penghematan energi sebesar 5,4 kWh. Selain itu, persentase penghematan energi yang dihasilkan adalah 68,3%. Sehingga berdasarkan dari hasil penghematan energi yang dihasilkan oleh sistem penghematan energi, maka kinerja histogram untuk penghematan energi listrik adalah cukup baik.

5. Kesimpulan dan Saran

Pada penelitian ini dapat kita simpulkan bahwa perangkat-perangkat seperti: Sensor TTP223B, Sensor ACS712, *relay module*, dan *NodeMCU* dapat diimplementasikan untuk sistem penghematan energi pada sistem pemanas air minum. Serta *NodeMCU* juga bias terhubung keinternet, yang dimana perangkat dapat mengirimkan data ke *Thingspeak*. Penggunaan aplikasi berbasis *Internet of Things (IoT)* juga dapat digunakan untuk memberikan pemberitahuan rekomendasi mematikan sistem pemanas pada dispenser air minum. Rekomendasi tersebut adalah hasil analisis sistem penghematan energi yang berdasarkan waktu kebiasaan pengguna dalam menggunakan sistem pemanas pada dispenser air minum menggunakan histogram. Hasil dari penghematan energi oleh sistem penghematan energi pada sistem pemanas dispenser air minum adalah sebesar 5,4 kWh dengan persentase 68,3%. Jadi, kinerja dari histogram untuk penghematan energi listrik pada dispenser air minum berbasis IoT adalah cukup baik

Adapun saran untuk penelian selanjutnya ada dua saran. Saran yang pertama adalah merancang sistem penghematan energi untuk sistem pemanas dan sistem pendingin pada dispenser air minum. Saran yang kedua adalah menggunakan *platform* yang lebih baik untuk sistem penghematan energi, selain *platform Thingspeak* dan *platform Firebase*.

Daftar Pustaka

- [1] RAHMAN, Mochamad Bagus Arif. SISTEM KENDALI PERALATAN ELEKTRONIK RUMAH TANGGA BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) MENGGUNAKAN NODEMCU. *Ubiquitous: Computers and its Applications Journal*, 2019, 2.2: 99-104.
- [2] HARAHA, Partaonan, et al. Sosialisasi Penghematan dan Penggunaan Energi Listrik Pada Desa Kelambir Pantai Labu. In: Prosiding Seminar Nasional Kewirausahaan. 2019. p. 235-242.
- [3] DARMA, Gamis Pindhika; WENDANTO, Wisnu. Rancang Bangun Dispenser Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega 16. *Go Infotech: Jurnal Ilmiah STMIK AUB*, 2017, 21.1
- [4] NUGRAHA, Ganjar Fajar, et al. PENINGKATAN EFISIENSI DISPENSER AIR MINUM DENGAN MENGGUNAKAN BAGIAN TABUNG PEMANAS MENGGUNAKAN KAIN WOOL (WOOL FABRIC). 2019. PhD Thesis. Universitas Pasundan.
- [5] CHEN, Zhongren; HE, Yejun. A smart power saver based on composite switch and self-learning fuzzy control for drinking water dispenser. In: 2016 IEEE International Conference on Power and Renewable Energy (ICPRE). IEEE, 2016. p. 275-278.
- [6] CHENG, Wen-Zhi; CHENG, Ray-Guang; CHOU, Shuo-Yan. Power-saving for IoT-enabled Water Dispenser System. In: 2019 42nd International Conference on Telecommunications and Signal Processing (TSP). IEEE, 2019. p. 736-739.
- [7] HADZIMAH, Rizza. RANCANG BANGUN DISPENSER HEMAT ENERGI LISTRIK DAN HIGIENIS BERBASIS MIKROKONTROLER MENGGUNAKAN PENDEKATAN PENJADWALAN WAKTU. 2019. PhD Thesis. Universitas Andalas.
- [8] CORMODE, Graham, et al. Synopses for massive data: Samples, histograms, wavelets, sketches. *Foundations and Trends® in Databases*, 2011, 4.1–3: 1-294.
- [9] SANUSI, Achmad Faiz. *Prototipe sistem pemantau ketinggian level air sungai jarak jauh berbasis IoT (Internet of Things) dengan NodeMCU*. 2018. PhD Thesis. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- [10] MANALU, Sumarlin Dani Borti. Pengairan Lahan Pertanian Berdasarkan pada Kelembapan dan Suhu Tanah Berbasis IOT (Internet of Things) Menggunakan Nodemcu V3 Lolin. 2019.
- [11] PUTRA, Nasha Dewandra, et al. WIRELESS SMART TAG DEVICE SEBAGAI SISTEM KEAMANAN RUMAH BERBASIS IoT. 2018