

**RANCANG BANGUN ALAT PEMANTAU ENERGI LISTRIK BERBASIS INTERNET OF THINGS DI  
LABORATORIUM PEMROGRAMAN POLITEKNIK ATMI SURAKARTA**

**Yustina Tritularsi<sup>1\*</sup>, Hoedi Prasetyo<sup>2</sup>, Agung Pangestu<sup>3</sup>,  
Andreas Jati Surya Misesha<sup>4</sup>, Desmana Adisurya<sup>5</sup>, Mukti Tri Mustaqim<sup>6</sup>**

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Program Studi Teknik Mekatronika Politeknik

Jl. Mojo No. 1 Karangasem, Laweyan, Surakarta 57145

\*Email: yustina\_tritularsi@atmi.ac.id

**Abstrak**

*Pada Laboratorium Pemrograman di Politeknik ATMI Surakarta belum terdapat adanya alat pemantau energi listrik. Pembuatan alat pemantau energi listrik digunakan untuk mempermudah usaha penghematan energi pada operasional ruangan. Alat ini berbasis internet of thing dengan menggunakan Ethernet Shield dan NodeMCU 8266 sebagai pengirim data ke database serta kontrol lampu menggunakan Relay Module. Pengukuran tegangan, arus, dan daya menggunakan sensor PZEM – 004T. Data tersebut kemudian diteruskan oleh Arduino Mega ke Ethernet Shield dan NodeMCU 8266. Data yang akan ditampilkan meliputi pengukuran tegangan, arus, daya dan total energi dan biaya listrik. Data tersebut ditampilkan pada dashboard yang dapat diakses melalui komputer dan handphone yang terhubung pada Wi-Fi Politeknik ATMI Surakarta dengan login pada alamat URL 192.168.66.252/ta\_14. Fitur pada alat tersebut yaitu dapat mengirimkan E-mail total penggunaan energi dan biaya listrik, kontrol lampu melalui dashboard, dan indikator penghematan. Tingkat akurasi pengukuran energi listrik mencapai 99.97%, akurasi data yang dikirim oleh NodeMCU 8266 ke database yaitu 99.74%, dan kecepatan pengiriman data dari NodeMCU 8266 selama 6 detik.*

**Kata kunci:** energi, alat pemantau energi listrik, Arduino, NodeMCU 8266, sensor PZEM-004T

**1. PENDAHULUAN**

Teknik Mekatronika pada Politeknik ATMI Surakarta memiliki salah satu mata kuliah pemrograman yang terletak di Laboratorium Pemrograman. Di dalam Laboratorium Pemrograman terdapat 2 AC, 12 Komputer, 16 Lampu yang setiap harinya digunakan saat perkuliahan berlangsung. Tidak hanya itu bila mahasiswa menggunakan *charger* akan menambah konsumsi energi listrik yang digunakan. Di dalam Laboratorium Pemrograman belum ada alat untuk memantau penggunaan energi dari perangkat elektronik yang digunakan di dalam Laboratorium tersebut.

Pembuatan alat pemantau energi listrik digunakan untuk mempermudah usaha penghematan energi pada operasional ruang Laboratorium Pemrograman. Pemantauan energi listrik dapat dilakukan dengan melihat pada *dashboard* dengan *login* pada alamat URL 192.168.66.252/ta\_14 melalui komputer maupun gawai yang terhubung pada Wi-Fi POLITEKNIK ATMI SURAKARTA. Pada *dashboard* tertampil data-data pengukuran arus, tegangan, daya, total energi dan biaya listrik yang digunakan. Terdapat fitur kontrol lampu pada *dashboard*, pengirim *E-mail* total penggunaan energi dan biaya listrik dalam satu bulan, dan indikator penghematan. Informasi tersebut dapat menjadi sebuah pertimbangan apakah penggunaan energi listrik pada Laboratorium Pemrograman sudah sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan atau sebuah pemborosan.

Menurut Alidipun *et al.*, (2018 (1)), pemantauan energi listrik sering terjadi pemborosan karena waktu pemakaiannya yang sering tidak tepat. Kurangnya kesadaran masyarakat untuk menghemat energi listrik karena tidak dapat memonitoring secara langsung penggunaan energi listrik yang mereka pakai. Teknologi *IoT* ini sangat memungkinkan untuk memonitor besaran dan biaya listrik yang telah digunakan yakni berupa tegangan, arus, daya, dan harga pemakaian listrik dalam rupiah dengan mudah.

Menurut Nirwan, S., & Hafidz, M. S., (2020(5)), menjelaskan komponen yang dapat digunakan

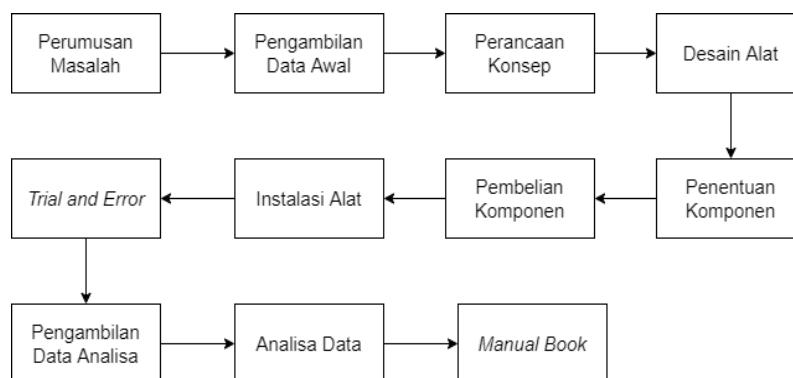
untuk membuat alat *monitoring* konsumsi energi listrik diantara lain *mikrokontroller Wemos D1 R1* dengan *chip Wi-Fi* tipe *ESP8266*, sensor *PZEM – 004T*. Penggunaan sensor *PZEM – 004T* daripada sensor arus lainnya yaitu sensor ini memiliki kelebihan dengan sistem perkabelan nya lebih fleksibel agar pengukuran dapat dilakukan dimana saja dan lebih praktis. Kelebihan lainnya dari sensor *PZEM – 004T* yaitu dapat menghasilkan data pengukuran presisi.

## 2. METODOLOGI

Proses pembuatan alat pemantauan energi listrik memerlukan beberapa bahan dan peralatan yang berupa *hardware* dan *software* sebagai perlengkapan dalam proses perancangan dan pembuatan.

### 2.1 Metode Penelitian

Langkah – langkah penelitian dan pengerjaan dalam pembuatan alat pemantauan energi listrik ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Proses Pengerjaan

### 2.2 Menentukan Kebutuhan

Langkah pertama pada pembuatan alat pemantau energi listrik adalah dengan menentukan kebutuhan. Kebutuhan – kebutuhan yang diperlukan dapat dilihat dalam tabel berikut.

Tabel 1. Requirement List

| No. | Permintaan                                                                                                                                | Solusi                                                                                             | Spesifikasi                                                                                                |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Dapat diakses melalui <i>handphone</i> dan komputer <i>server</i>                                                                         | Menambahkan fitur <i>IoT</i> dalam mengirimkan data ke <i>handphone</i> dan komputer <i>server</i> | Menggunakan <i>mikrokontroller NodeMCU8266</i>                                                             |
| 2   | Saat internet terganggu masih dapat diakses melalui komputer <i>server</i>                                                                | Menambahkan fitur LAN dalam mengirimkan data ke komputer <i>server</i>                             | Menggunakan <i>Ethernet Shield W5100</i>                                                                   |
| 3   | Dapat menghidupkan dan mematikan lampu menggunakan <i>handphone</i> dan komputer <i>server</i> serta dengan saklar lampu                  | Menggunakan <i>relay module</i> sebagai saklar <i>ON/OFF</i>                                       | Menggunakan <i>relay module 4 channel</i>                                                                  |
| 4   | Tampilan <i>dashboard</i> menampilkan data pengukuran pada masing-masing <i>device</i>                                                    | Membuat tabel informasi data pengukuran yang ditampilkan pada <i>dashboard</i>                     | Menggunakan <i>software XAMPP</i> untuk menampilkan data dan diprogram dengan <i>software Sublime Text</i> |
| 5   | Data total penggunaan energi dan biaya listrik pada setiap bulan dapat dikirim melalui <i>E-mail</i> ke pengampu Laboratorium Pemrograman | Membuat program pengiriman data tersebut                                                           | Menggunakan program <i>PHPMailer</i> untuk mengirimkan data ke <i>E-mail</i>                               |
|     |                                                                                                                                           | Membuat menu registrasi                                                                            | Menggunakan <i>software Sublime Text</i>                                                                   |

### 2.3 Perancangan Sistem Alat Pemantau Energi Listrik

Perancangan pada sistem alat ini dibagi menjadi tiga bagian, yaitu perancangan mekanik seperti *panel box*, perancangan sistem kelistrikan yang menjelaskan *wiring diagram*, dan perancangan program dalam pembacaan hasil sensor.

#### a. Perancangan Mekanik

Dalam perancangan mekanik pada alat pemantau energi listrik dilakukan pengukuran pada bidang yang akan dipasang *panel box*. Dari hasil pengukuran dilanjutkan dengan penentuan ukuran *panel box* agar sesuai pada bidang yang ditentukan dan semua komponen dapat tersusun rapi serta berfungsi dengan normal.

#### b. Perancangan Sistem Kelistrikan

Perancangan dan penentuan komponen kelistrikan ini berdasarkan pada spesifikasi komponen yang digunakan pada alat pemantau energi listrik. Penggunaan *Power Supply* 12VDC diperlukan sebagai *input* tegangan komponen yang berada dalam *panel box*. Komponen yang memerlukan tegangan 5VDC akan mendapat *input* tegangan dari *Buck Converter* yang telah menurunkan tegangan dari *Power Supply* 12VDC menjadi 5VDC. Pengaman hubung singkat yang digunakan adalah sekering 0,5A.

#### c. Perancangan Program

Perancangan program yang dilakukan adalah pembuatan program untuk mengkoneksikan NodeMCU ke *Wi-Fi*, dan koneksi *Ethernet Shield* W5100 dengan komputer *server*. Selain itu membuat desain pada halaman penampil, pengiriman data ke halaman penampil, dan program untuk mengkalibrasikan hasil pembacaan sensor.

### 2.4 Pembuatan Alat Pemantau Energi Listrik

Dalam pembuatan alat pemantau energi listrik diawali dengan melakukan pengadaan komponen pada termin pertama yaitu sensor PZEM – 004T, *Relay Module 4 channel*, *Power Supply* 12VDC, *Ethernet Shield* W5100, Arduino Mega2560, *Buck Converter* dan *panel box* akrilik. Dalam penentuan ukuran *panel box* dilakukan pengukuran pada bidang yang akan dipasang dan tata letak komponen yang diperlukan.

Pemrograman pada Arduino Mega 2560, PZEM – 004T, *Ethernet Shield* W5100 dan NodeMCU 8266 membutuhkan aplikasi Arduino.IDE sebagai *software* untuk melakukan pemrograman. Bahasa pemrograman yang digunakan merupakan bahasa C dengan tambahan beberapa *library* untuk memudahkan dalam melakukan pemrograman. *Ethernet Shield* dan NodeMCU 8266 akan mengirimkan data ke komputer *server* kemudian ditampilkan pada *dashboard* yang dapat diakses melalui *web server*.

Bagian *dashboard* dibuat dengan *text editor* pada *software Sublime Text*. Kemudian data dari NodeMCU 8266 diterima oleh *database* yang menggunakan *database MySQL*. Data tersebut akan ditampilkan dengan menggunakan *web server Apache* pada *software XAMPP*.

### 2.5 Pengujian Sistem

Pengujian yang dilakukan pada alat pemantau energi listrik adalah dengan menguji akurasi total energi dan biaya listrik, fungsi dan indikator kontrol lampu, *login* pada komputer dan *handphone*, fungsi pengiriman *E-mail*, kecepatan NodeMCU 8266 mengirim data ke *database*, data setiap bulan tersimpan pada *database*, data sensor pada NodeMCU 8266 dengan *database*, fungsi indikator penghematan. Pengujian dilakukan setelah alat pemantau melewati tahap *trial and error* sehingga pada tahap pengujian mendapatkan hasil yang sesuai dengan fungsi dari alat pemantau energi listrik.

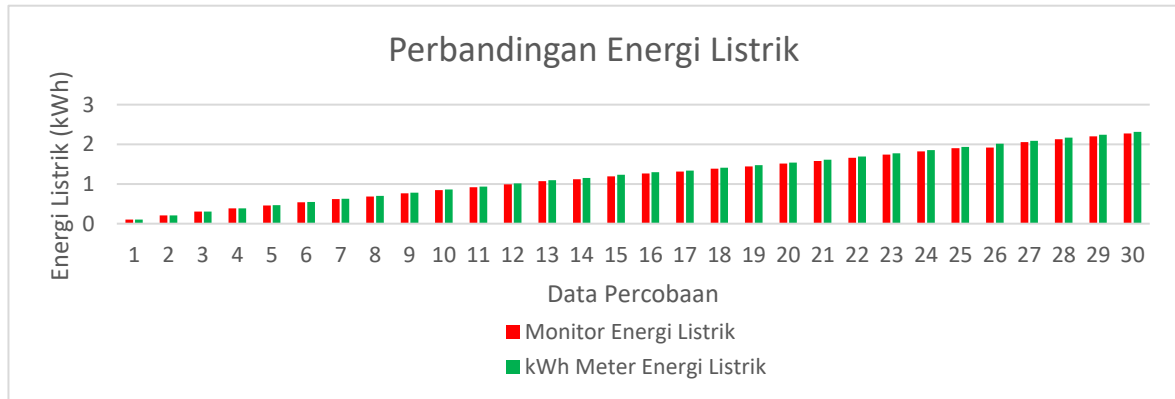
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini menjelaskan tentang pengujian-pengujian yang dilakukan terhadap alat

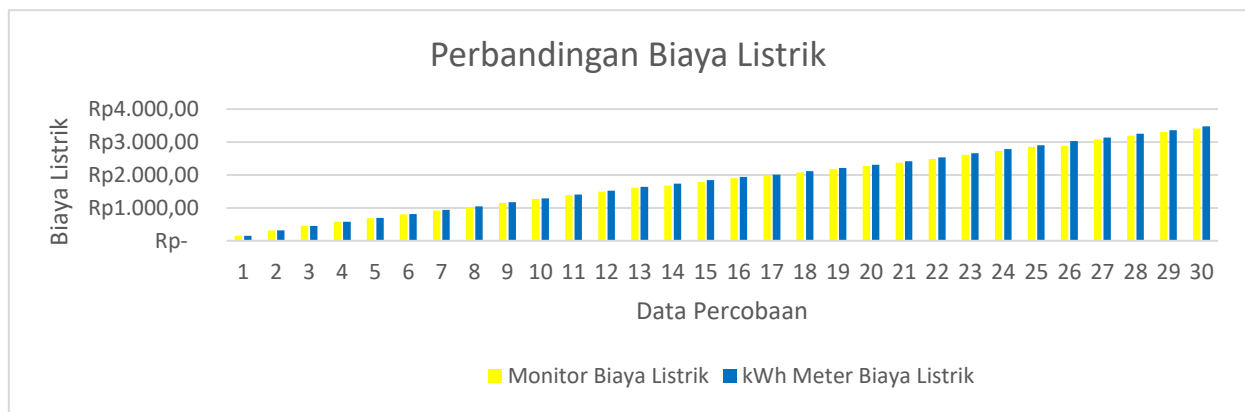
pemantau energi listrik. Berikut adalah penjelasan lengkap dari masing-masing pengujiannya.

### 3.1 Akurasi Total Energi Dan Biaya Listrik

Pengujian yang dilakukan dengan mengukur energi listrik pada 12 komputer yang telah dirangkai menjadi satu jalur sehingga dapat melakukan pengukuran dengan menggunakan kWh meter kemudian dibandingkan dengan data yang tertampil pada *dashboard*. Terdapat perbedaan hasil pengukuran sebesar 0.03kWh. Perbedaan hasil pengukuran dari alat pemantau energi listrik dengan kWh meter karena faktor pembulatan. Hasil pengukuran dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Energi Listrik *Dashboard* dengan kWh Meter



Gambar 3. Grafik Total Biaya Listrik *Dashboard* dan kWh Meter

### 3.2 Fungsi dan Indikator Kontrol Lampu

Syarat kontrol lampu dengan menggunakan tombol pada *dashboard* admin dapat dilakukan hanya saat posisi saklar utama lampu pada Laboratorium Pemrograman dalam posisi *ON*. Saat posisi saklar utama *OFF* maka kontrol lampu menggunakan tombol di *dashboard* tidak dapat berfungsi. Indikator dan fungsi kontrol lampu dapat dilihat pada gambar 4 dan gambar 5. Terdapat *delay* pada saat menyalakan lampu selama 9,95 detik dan mematikan lampu selama 7,58 detik.



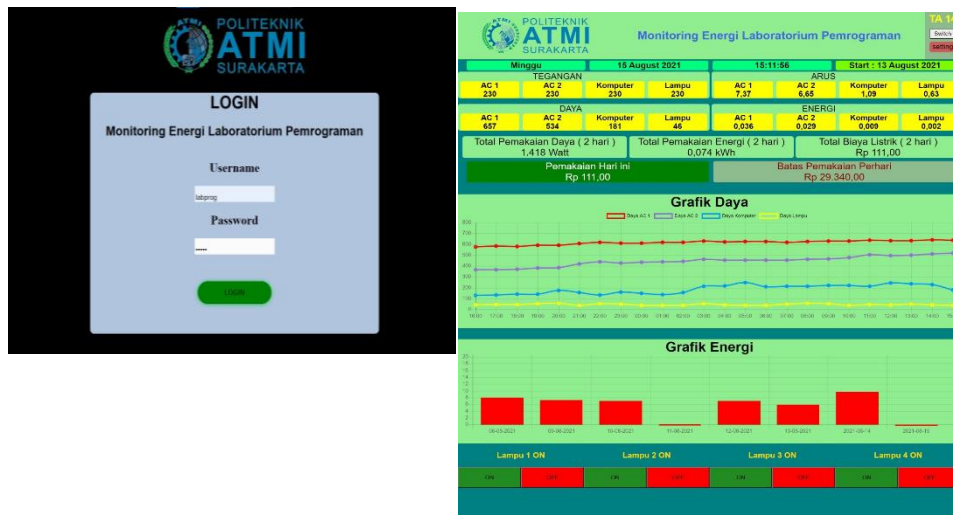
Gambar 4. Lampu OFF



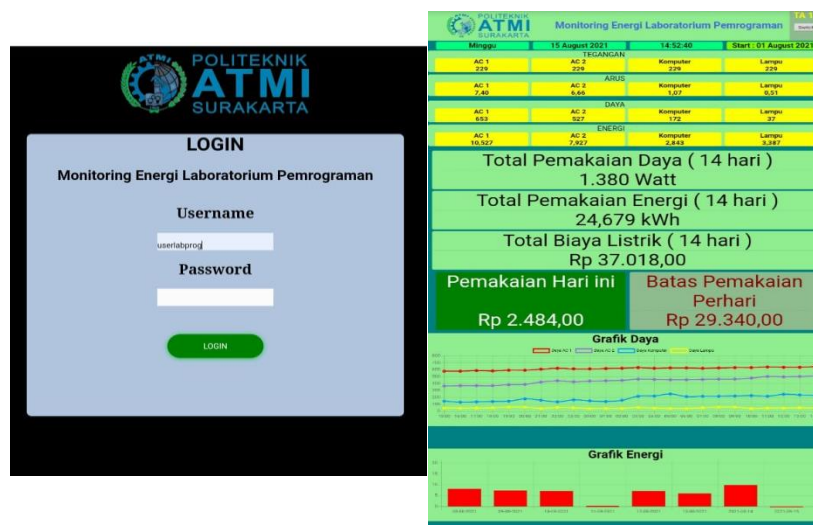
Gambar 5. Lampu ON

### 3.3 Login Pada Handphone dan Komputer

Sebelum dapat mengakses *dashboard* seorang *user* atau *admin* harus *login* pada *browser* dengan masukan IP 192.168.66.252/ta\_14 dan komputer atau *handphone* tersambung dengan *Wi-Fi* Politeknik ATMI Surakarta. Kemudian halaman *login* akan muncul dan masukan *username* dan *password*.



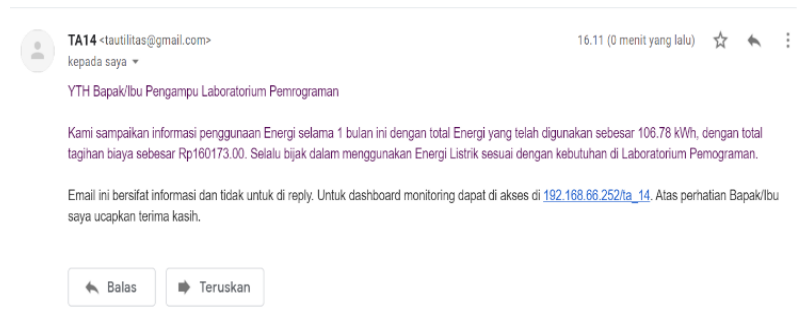
Gambar 6. Login Admin Pada Komputer



### Gambar 7. Login User Pada Handphone

#### 3.4 Login Pada Handphone dan Komputer

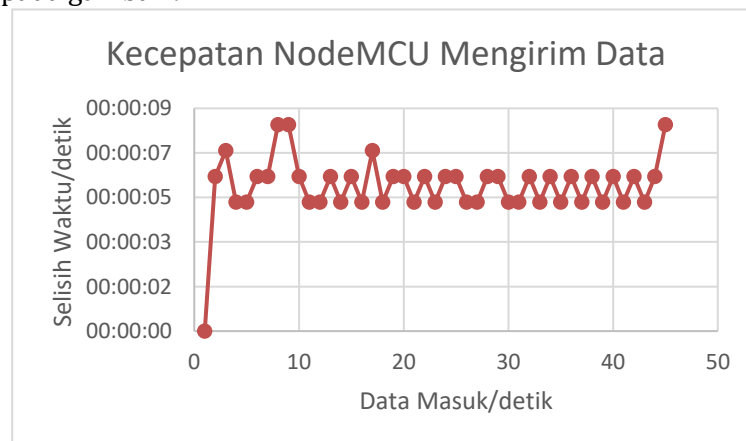
Pada setiap bulan di tanggal tertentu total energi listrik dan biaya yang telah digunakan akan dikirim melalui *E-mail* (gambar 8) kepada pengampu Laboratorium Pemrograman. Pada *database* My SQL telah diatur tanggal untuk *start* menghitung hingga satu bulan kedepan. Setelah satu bulan terpenuhi maka data total energi dan biaya penggunaan listrik di kirim dari *webserver*.



Gambar 8. E-mail terkirim

#### 3.5 Kecepatan Nodemcu 8266 Mengirim Data ke Database

Kecepatan pengiriman data tersebut ke *database* adalah selama 6 detik. Waktu tersebut diambil dari tabel\_data di *database* pada kolom waktu. Grafik kecepatan pengiriman data *NodeMCU* 8266 dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Grafik Kecepatan Pengiriman Data NodeMCU

#### 3.6 Data Setiap Bulan Tersimpan Pada Database

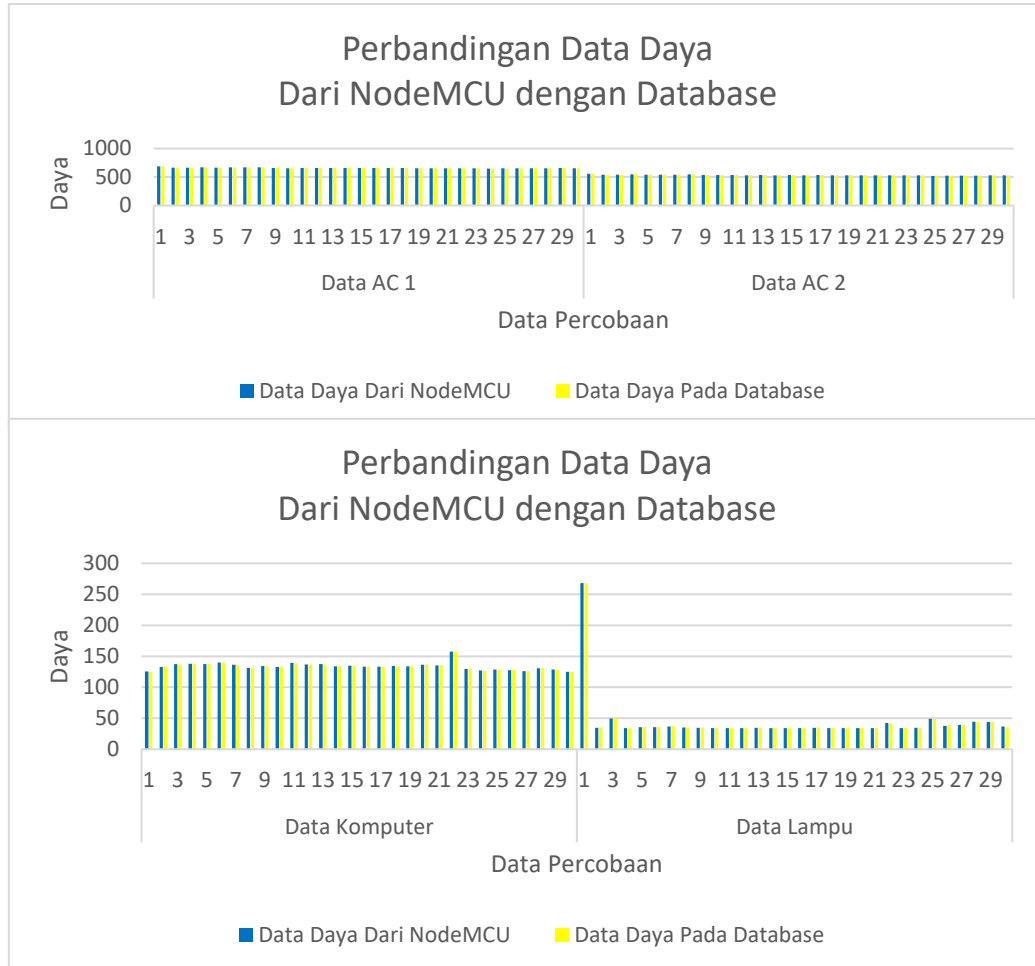
Pengujian yang dilakukan dengan membuka *webserver* kemudian pada *dashboard* klik *Setting* – pemakaian (gambar 10). Setelah satu bulan maka data total penggunaan energi dan biaya listrik tetap tertampil sehingga data tersebut tetap tersimpan pada *database*. Maka saat terjadi mati listrik data pengukuran tersebut tetap tersimpan pada *database*.

| MENU         |  | Penggunaan Energi Perbulan ( 2021 ) |          |           |         |          |           | Tahun: 2021 |
|--------------|--|-------------------------------------|----------|-----------|---------|----------|-----------|-------------|
| Dashboard    |  | Januari                             | Februari | Maret     | April   | Mei      | Jun       |             |
| Pemakaian    |  | 0.00                                | 0.00     | 0.00      | 0.00    | 0.00     | 01.22     |             |
| Biaya        |  | Juli                                | Agustus  | September | Oktober | November | Desember  |             |
| Nama Alat    |  | 147.31                              | 0.00     | 0.00      | 0.00    | 0.00     | 0.00      |             |
| Registrasi   |  | Total Biaya Perbulan ( 2021 )       |          |           |         |          |           |             |
| Balas Energi |  | Januari                             | Februari | Maret     | April   | Mei      | Jun       |             |
| Kirim E-mail |  | Rp0                                 | Rp0      | Rp0       | Rp0     | Rp0      | Rp135.526 |             |
| RESET        |  | Juli                                | Agustus  | September | Oktober | November | Desember  |             |
|              |  | Rp221.256                           | Rp0      | Rp0       | Rp0     | Rp0      | Rp0       |             |

Gambar 10. Pemakaian Total Energi dan Biaya Listrik

### 3.7 Data Sensor Pada NodeMCU 8266 dengan Database

Pengujian yang dilakukan dengan membandingkan data pengukuran dari NodeMCU 8266 melalui *Serial Monitor* pada *software* Arduino IDE dengan data yang diterima pada *database* My SQL dengan membuka tabel *daya*. Terdapat perbedaan dari data yang dikirim dan yang diterima. Perbedaan 0.25 watt terjadi karena data pada *database* yang masuk telah dibulatkan ke atas.



**Gambar 11. Grafik Perbandingan Data Daya NodeMCU dengan Database**

### 3.8 Fungsi Indikator Penghematan

Pada *dashboard* terdapat kolom "Batas Pemakaian PerHari" dan "Pemakaian Hari ini" yang dapat berfungsi sebagai indikator untuk melakukan penghematan energi listrik. Pada kolom "Batas Pemakaian PerHari" dapat diatur untuk menentukan berapa batas nominal biaya listrik yang digunakan. Pada saat melakukan pengujian "Batas Pemakaian PerHari" diatur sebesar Rp 29,340.00. Selama kolom "Pemakaian Hari ini" menunjukkan biaya listrik lebih kecil dari kolom "Batas Pemakaian PerHari" maka kolom tersebut akan berwarna hijau (gambar 12). Jika kolom "Pemakaian Hari ini" menunjukkan biaya listrik yang lebih besar dari kolom "Batas Pemakaian PerHari" maka kolom tersebut berubah warna menjadi merah (gambar 13).



**Gambar 12. Total Biaya Listrik Lebih Kecil Dari Batas Pemakaian**



### Gambar 13. Total Biaya Listrik Melebihi Batas Pemakaian

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil perancangan dan pengujian pada alat pemantauan energi listrik maka dapat disimpulkan bahwa alat tersebut dapat mempermudah pemantauan energi listrik yang telah digunakan pada Laboratorium Pemrograman dengan melihat melalui tampilan pada *dashboard* yang dapat diakses dengan mengetik alamat URL 192.168.66.252/ta\_14 kemudian memasukkan *username* dan *password* pada komputer maupun *handphone*. Pada tampilan *dashboard* dibedakan menjadi dua yaitu untuk *admin* dan *user*. Terdapat tambahan fitur *setting* pada tampilan *dashboard admin* dan juga pengontrol lampu. Sedangkan tampilan *dashboard user* hanya terdapat grafik energi listrik, tabel tegangan, arus, daya, total daya, energi dan biaya listrik yang sedang digunakan.

Hasil analisa yang telah dilakukan dari hasil percobaan terdapat penyimpangan sebesar 0.03kWh pada akurasi energi listrik dari alat pemantau terhadap kWh meter. Perbedaan hasil total energi listrik yang telah dilakukan menyebabkan perbedaan total biaya listrik sebesar Rp 1,130.40. Waktu lama pengiriman data dari *NodeMCU 8266* ke *database* yaitu selama 6 detik dan terdapat penyimpangan sebesar 0.25 Watt pada data daya yang dikirim *NodeMCU 8266* dan yang diterima oleh *database*. Pada saat menyalakan lampu terdapat *delay* selama 9.95 detik dan saat mematikan 7.58 detik.

Alat pemantau energi listrik dapat mendorong penghematan energi listrik dengan adanya indikator batas pemakaian yang dilakukan perhari sehingga dapat menekan penggunaan energi listrik pada Laboratorium Pemrograman. Terdapat kolom pemakaian perhari yang menunjukkan biaya listrik yang telah digunakan pada hari tersebut. Saat kolom pemakaian perhari menunjukkan biaya listrik yang lebih besar dari kolom batas pemakaian perhari maka kolom pemakaian perhari akan berubah warna menjadi merah. Sedangkan saat kolom pemakaian perhari lebih kecil dari kolom batas pemakaian perhari maka tetap berwarna merah.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alipudin, A. M. (2018). Rancang bangun alat monitoring biaya listrik terpakai berbasis internet of things (IoT). *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Elektro*, (1).
- Chandra, A. Y. (2019). Analisis Performansi Antara Apache & Nginx Web Server dalam Menangani Client Request. *Jurnal Sistem dan Informatika (JSI)*, (2).
- Furqon, A., Prasetyo, A. B., & Widiyanto, E. D. (2019). Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kendali Daya Listrik pada Rumah Kos Menggunakan NodeMCU dan Firebase Berbasis Android. *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, (3).
- Komputer, W. (2010). Panduan Belajar *MySQL Database Server*. Mediakita, (4).
- Nirwan, S., & Hafidz, M. S. (2020). RANCANG BANGUN APLIKASI UNTUK PROTOTIPE SISTEM MONITORING KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA PERALATAN ELEKTRONIK BERBASIS PZEM-004T. *Jurnal Teknik Informatika*, (5).
- Nugraha, N. (2017). Rancang Bangun Sistem Monitor Dan Kendali Ruang Laboratorium Berbasis Arduino Ethernet Shield. *Buffer Informatika*, (6).
- Rizky, M., & Ismail, K. M. (2020). RANCANGAN KONTROL LAMPU PENERANGAN KORIDOR DAN AIR CODITIONER PADA ASRAMA TOWER DI SEKOLAH TINGGI PENERBANGAN INDONESIA. *Langit Biru: Jurnal Ilmiah Aviasi*, (7).
- Samosir, A. S., Tohir, N. I., & Haris, A. (2017). Rancang Bangun Catu Daya Digital Menggunakan Buck Converter Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Electrician*, (8).
- Tomasua, S., Triyanto, D., dan Nirmala, I. (2016). Sistem kendali dan *monitoring* penggunaan peralatan listrik di rumah menggunakan Raspberry Pi dan Web Service. *Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi*, (9).
- Wicaksono, M. F. (2017). Implementasi modul wifi NodeMCU Esp8266 untuk smart home. *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, (10).