

## **Energy Monitoring System: Alat 1 Phasa W7**

**Josua Sianturi, Irwanto Zarma Putra**

*Politeknik Negeri Batam, Jurusan Teknik Elektro, Batam*

*E-mail: sianturijosua55@gmail.com*

*Received: 08-04-2021*

*Accepted: 30-04-2021*

*Published: 30-04-2021*

### **Abstrak**

Saat ini listrik sudah menjadi kebutuhan bagi setiap orang. Peralatan rumah tangga rata-rata sudah hampir menggunakan listrik yang menjadi kebutuhan dasar saat ini. Maka dari itu membutuhkan alat *monitoring* agar dapat mengetahui berapa besar daya yang digunakan dan estimasi biaya yang harus dibayarkan. Alat ini membutuhkan modul yang mampu membaca arus, tegangan, daya. Serta membutuhkan arduino nano. Maka dari itu alat ini membutuhkan modul PZEM-00T agar mampu membaca arus, tegangan, daya serta faktor daya. Modul PZEM ini membaca data secara digital, lalu diberi kepada arduino untuk menerima dan mengolah data yang didapat. Hasil yang didapat oleh arduino akan ditampilkan pada LCD 20x4. Dari hasil pengujian yang didapat pengukuran arus menggunakan modul PZEM didapat *error* sebesar 1% dan untuk tegangan didapat *error* sebesar 0.21%. Pada pengukuran *monitoring* daya, kWh, serta estimasi biaya pada peralatan listrik (solder 3, lampu, kipas) didapatkan hasil bahwa pengguna daya listrik tertinggi merupakan solder + lampu, hal ini dikarenakan daya pada beban lampu dan solder lebih besar dari pada daya pada beban yang lain yaitu sebesar 88.9 W dengan 0.138 kWh dan estimasi biaya sebesar Rp.199.

**Kata kunci:** *Monitoring, PZEM-004T, Arus, Tegangan*

### **Abstract**

Currently, electricity has become a necessity for everyone. Most household appliances almost use electricity, which is a basic need at this time. Therefore it requires monitoring tools in order to know how much power is used and the estimated costs that must be paid. This tool requires a module capable of reading current, voltage, power. And requires Arduino nano. Therefore this tool requires a PZEM-00T module to be able to read current, voltage, power and power factor. This PZEM module reads data digitally, then gives it to Arduino to receive and process the data obtained. The results obtained by Arduino will be displayed on a 20x4 LCD. From the test results obtained, the current measurement using the PZEM module obtained an error of 1% and for the voltage obtained an error of 0.21%. In the measurement of monitoring power, kWh, and the estimated cost of electrical equipment (soldering 3, lamps, fans), the results show that the highest power user is soldering + lamp, this is because the power in the lamp load and solder is greater than the power at the load. Another, namely 88.9W with 0.138 kWh and an estimated cost of Rp.199.

**Kata kunci:** *Monitoring, PZEM-004T, Current, Voltage*

## Pendahuluan

Pada saat ini penggunaan listrik sudah sangat banyak yang menggunakan, baik golongan masyarakat maupun dunia pendidikan, yang dimana pada saat ini tarif dasar yang meningkat membuat kekhawatiran instansi pendidikan dalam penggunaan daya listrik dan tidak tahunya mahasiswa dari mana mereka mengetahui dasar listrik yang harus dibayarkan. [1]

Penggunaan daya listrik dalam sebuah bangunan atau rumah tangga bergantung pada pemakaian. Terutama dalam dunia perkuliahan yang dimana pada jenjang vokasi banyak sekali praktik-praktik yang harus dilakukan dengan menggunakan lab atau *workshop* pratikum, maka dari itu semakin banyak peralatan pratikum yang digunakan dalam lab atau *workshop* tersebut maka daya yang terpakai akan semakin besar sehingga dapat menyebabkan beban arus yang berlebih. Dan juga pengguna listrik tidak memperhatikan penggunaan listrik secara tepat dan efektif.

Agar bisa melakukan manajemen listrik yang lebih baik dalam lab atau *workshop*, maka diperlukan suatu perangkat elektronika yang dapat *memonitor* atau memantau pemakaian energi listrik pada perangkat listrik lab yang dianggap cukup boros, seperti mesin motor listrik, solder, laptop, komputer dan beban-beban listrik lainnya.

Manfaat dari alat *monitoring* ialah dapat menghitung daya per satuan jam dan juga menghitung estimasi biaya yang dikeluarkan. Alat ini bekerja membaca arus dan tegangan yang masuk agar dapat diketahui besar daya yang dikeluarkan. Maka dari itu bisa dihitung kWh untuk dikalikan dengan standar harga listrik per kWhnya.

Dengan adanya alat ini diharapkan dapat mempermudah para mahasiswa pengguna listrik lab atau *workshop* untuk menghitung dan melakukan *management* beban listrik dengan tujuan menghemat listrik yang digunakan, dan juga mampu membantu masyarakat pengguna listrik rumah tangga dalam memantau penggunaan daya listrik.[2]

## Metode Penelitian

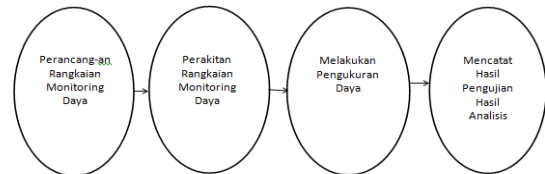
### A. Perancangan Sistem

Pada perancangan sistem ini ialah untuk merancang langkah-langkah dalam proses pengolahan data dan proses prosedur untuk man-

orong operasi sistem menjadi lebih baik lagi. Oleh karena itu yang pertama membuat Blok Diagram Sistem. Pertama ialah membuat alur penelitian

### A. Alur Penelitian

Sebelum masuk kedalam perancangan sistem maka terlebih dahulu membuat alur perancangan. Yang dimana alurnya dapat dilihat oleh gambar dibawah.

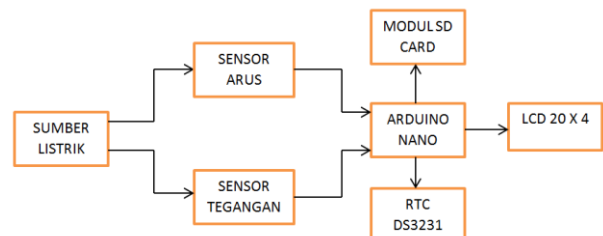


Gambar 1. Alur Penelitian

Alur diatas ialah alur penelitian yang akan penulis lakukan sebelum masuk kedalam rancang bangun alat monitoring. Alur penelitian memudahkan penulis menuju alat dan bahan yang dibutuhkan dan juga system yang ingin dibuat. Jika alur sudah dibuat maka selanjutnya melakukan perancangan untuk menuju perakitan sesuai dengan rancangan.

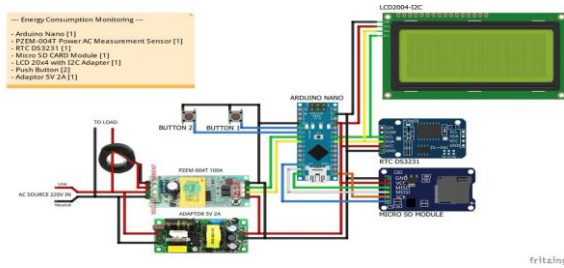
### B. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan sistem perangkat keras dilakukan berdasarkan blok diagram seperti berikut:



Gambar 2. Blok Diagram Perancangan Perangkat Keras

Cara kerja dari blok diagram diatas ialah membaca tegangan dan arus melalui data yang diambil dari dalam jaringan listrik secara digital didalam modul sensor lalu diberikan kepada mikrokontroler Arduino Nano. Yang dimana menghasilkan pembacaan tegangan dan arus yang sesuai dengan alat ukur, dan ditampilkan pada LCD, Setelah mendapatkan data maka disimpan kedalam mikro SD card.

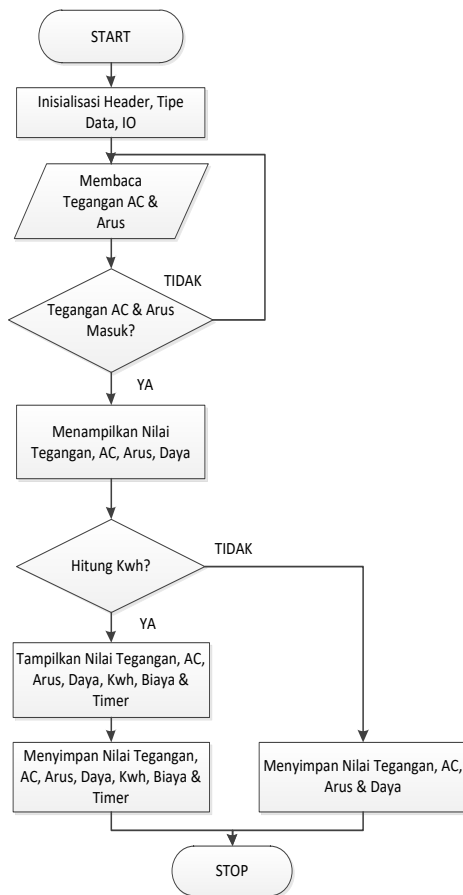


Gambar 3. Perancangan Rangkaian Elektrikal

Gambar 3 merupakan rangkaian alat *monitoring*, pada gambar tersebut terdapat rangkaian modul PZEM-004T yang dimana untuk membaca data digital dari arus, tegangan, daya aktif, dan faktor daya, adaptor untuk mensupply alat atau menghidupkan alat, modul sd card untuk menyimpan data yang terbaca, RTC memberikan keterangan waktu, dan LCD 20x4 untuk menampilkan data.

### C. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan sistem perangkat lunak dilakukan berdasarkan flowchart:



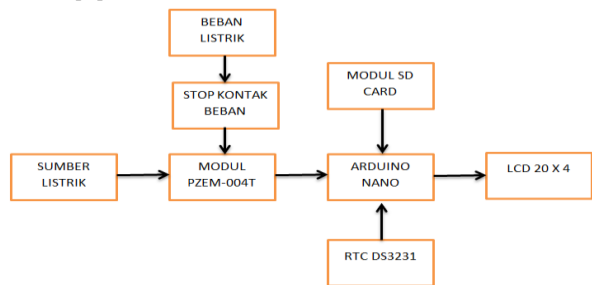
Gambar 4. Flowchart Perancangan Perangkat Lunak

Flowchart ini bekerja dengan cara membaca arus, tegangan, daya aktif, dan faktor daya. Jika tidak terbaca maka sistem akan mengembalikan kedalam pembacaan atau inisialisasi kembali sampai data yang diinginkan terbaca jika tidak terbaca maka ada yang salah modul sensor maupun program. Setelah berhasil maka akan diteruskan kedalam pengkonversian ke nilai Kwh, jika pengkonversian berhasil maka akan menerima tampilan berupa nilai arus, tegangan, Daya, faktor daya, Kwh, dan biaya, lalu data tersebut akan disimpan kedalam mikro SD Card.

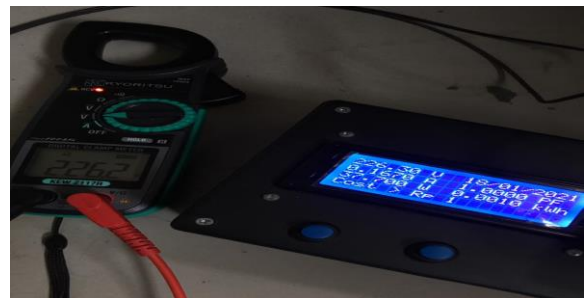
## Hasil dan Diskusi

### A. Pengujian Modul PZEM-004T Sensor Tegangan

Pengujian sensor tegangan ini bertujuan untuk memastikan modul sensor tersebut berfungsi dengan baik dalam membaca tegangan AC yang diukur. Tegangan maksimum yang mampu masuk dan terbaca ialah 260V. Sensor tegangan pada modul PZEM-004T mengeluarkan sinyal digital yang hasil pembacaannya langsung diterima oleh arduino untuk ditampilkan ke LCD.[3]



Gambar 5. Skematik Pengambilan Data Ruang Dosen W7



Gambar 6. Perbandingan Pembacaan Tegangan dengan Alat Ukur

Pada gambar dapat dilihat bahwa pengujian tegangan pada alat *monitoring* diatas dilakukan dengan membandingkan pengukuran tegangan dengan alat ukur yang sudah terstandarisasi

yaitu KYROITSU serial number 1074171. Hasil yang didapatkan dari perbandingan pembacaan tegangan oleh alat *monitoring* dengan alat ukur yang terstandarisasi KYROITSU serial number 1074171.

Tabel 1 . Hasil Pengujian Tegangan AC

| No                         | Beban                    | Pengukuran Tegangan |             | Error (%) |
|----------------------------|--------------------------|---------------------|-------------|-----------|
|                            |                          | PZEM-004T (V)       | Tang Ampere |           |
| 1                          | Kipas                    | 226                 | 225         | 0.44      |
| 2                          | Solder Hakko Red         | 226                 | 226         | 0         |
| 3                          | Kipas + Solder Hakko Red | 226                 | 226         | 0         |
| 4                          | Solder Krisbow           | 226                 | 226         | 0         |
| 5                          | Kipas + Solder Krisbow   | 226                 | 225         | 0.44      |
| 6                          | Setrika Maspion          | 235                 | 234         | 0.42      |
| 7                          | Laptop                   | 235                 | 234         | 0.42      |
| 8                          | Lampu Amasco             | 233                 | 233         | 0         |
| <b>Error Rata-Rata (%)</b> |                          |                     |             | 0.21      |

Dalam pengujian ini tak luput dari yang namanya kesalahan atau *error data*, yang dimana *error data* dapat di cari menggunakan persamaan berikut:

$$\%kesalahan = \frac{Vo \text{ Perhitungan} - Vo \text{ Pengukuran}}{Vo \text{ Perhitungan}} \times 100\%$$

$$\text{Kesalahan rata-rata} = \frac{\sum \%Kesalahan}{n}$$

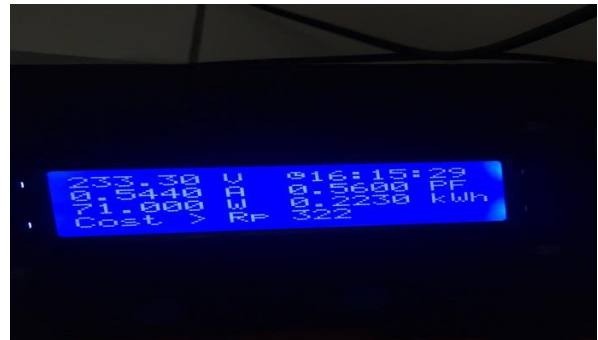
Dimana n merupakan banyaknya pengujian yang dilakukan, dan berikut contoh kesalahan pembacaan tegangan ( % *error* ) terhadap hasil pengukuran.

$$\%kesalahan = \frac{225 - 226}{225} \times 100\% = 0.44\%$$

$$\text{Kesalahan rata-rata} = \frac{1.72}{8} = 0.21\%$$

Sensor bekerja dengan baik dan didapatkan hasil *error* rata-rata 0.21%. Terdapatnya sebuah kesalahan pada alat dapat diakibatkan oleh modul PZEMnya tersebut yang dimana pada data sheet PZEM tersebut diberitahukan bahwa akurasi pengukurannya tegangan ialah 0.5% dan

juga dapat disebabkan ketidakstabilan tegangan pada saat proses pengukuran atau pengambilan data tegangan sehingga terjadi selisih pembacaan yang mungkin masih dalam tahap normal. Persentasi kesalahan rata-rata dalam pengukuran tegangan pada alat *monitoring* ini sebesar 0.21% dan bisa dikategorikan presisi. [4]



Gambar 7. Pengukuran Tegangan Ruang Dosen Lab W7

Tabel 2. Pengukuran Tegangan Ruang Dosen Lab W7

| Beban                     | Waktu        | Pengujian 1 Tegangan (V) | Pengujian 2 Tegangan (V) |
|---------------------------|--------------|--------------------------|--------------------------|
| Ruang Dosen Lab W7        | 0 menit      | 233                      | 228                      |
|                           | 30 menit (1) | 235                      | 231                      |
|                           | 30 menit (2) | 234                      | 231                      |
|                           | 30 menit (3) | 233                      | 232                      |
|                           | 30 menit (4) | 230                      | 233                      |
| <b>Rata-rata Tegangan</b> |              | 233                      | 231                      |

Pada Gambar 7 dan Tabel 2 diatas juga menampilkan pengambilan data tegangan diruang dosen lab W7. Yang dimana sistem pengambilan datanya tidak langsung dihubungkan ke MCB dikarenakan MCB 1phasa lab w7 sudah langsung tergabung dengan sumber 3phasa jadi tidak bisa dibongkar, dengan begitu pada ruang dosen semua beban listrik yang digunakan pada ruangan itu disatukan dalam beberapa colokan sambung lalu dihubungkan ke sumber listrik PLN. Colokan sambung yang menampung beban peralatan listrik yang terhubung kepada sumber listrik PLN diputuskan, lalu dihubungkan ke alat *monitoring*, lalu alat *monitoring* dihubungkan kesumber listrik PLN yang berada dalam ruang dosen. Setelah itu alat *monitoring* dihidupkan dan menampilkan beban listrik yang digunakan pada ruangan tersebut, pada saat itu beban listrik yang ditampilkan secara langsung kebanyakan ialah komputer, laptop, dan charger hp yang digunakan dosen. Pada tabel pengukuran tegangan dilakukan dua kali pengujian dengan *range*

waktu 30 menit sebanyak 4 kali yaitu 2 jam, pada pengujian pertama didapatkan rata-rata tegangan yang ditampilkan ialah 233V dan pada pengujian kedua didapatkan rata-rata tegangan 231 V. Ketidaksamaan tegangan yang ditampilkan pada pengujian 1 dan 2 dikarenakan ketidakstabilan tegangan sumber listrik pada ruang dosen. Dan juga sensitifitas pada modul sensor tegangan yang digunakan.

### B. Pengujian Modul PZEM-004T Sensor Arus

Pengujian sensor arus bertujuan untuk memastikan modul sensor arus berfungsi dengan baik dalam pembacaan data arus. Data keluaran sensor ini diambil secara berkala dan diolah untuk dipresisikan dan dicari kesalahannya dengan pembacaan arus pada tang ampere. Modul sensor ini mengeluarkan sinyal digital, hasil pembacaan oleh modul sensor secara langsung dan diterima arduin. Selanjutnya diberi untuk ditampilkan pada LCD.

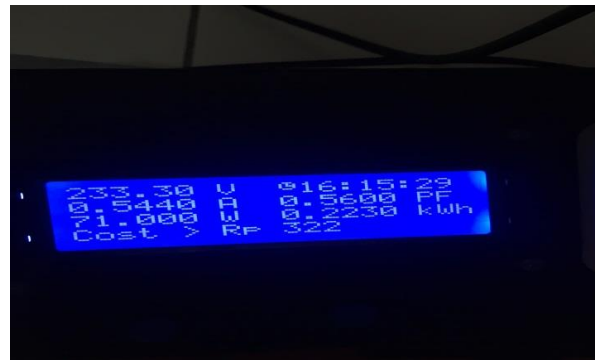


**Gambar 8.** Perbandingan Pembacaan Arus Dengan Alat Ukur

Pada gambar diatas alat *monitoring* menghasilkan pembacaan arus aktual dari beban yang terdeteksi pada jaringan PLN dalam golongan area rumah tangga. Agar dapat mengetahui karakteristik pembacaan nilai arus yang dibaca pada alat monitoring, maka melakukan perbandingan dengan pembacaan nilai arus yang dibaca pada alat ukur terstandarisasi yaitu KYROITSU serial number 1074171. Dibawah ini adalah perbandingan hasil pengujian sensor arus alat *monitoring* dengan alat ukur yang sudah terstandarisasi KYROITSU serial number 1074171.

Sensor bekerja dengan baik dan didapatkan hasil *error* rata-rata 1%, dari hasil *error* tersebut maka alat *monitoring* ini termasuk dalam golongan alat ukur kerja dengan kesalahan 1%. Terdapatnya sebuah kesalahan pada alat dapat diakibatkan oleh modul PZEMnya tersebut yang dimana pada data sheet PZEM tersebut diberitahukan bahwa

akurasi pengukurannya arus ialah 0.5% dan juga dapat disebabkan sensitifitas dan resolusi pembacaan arus dari modul sensor ataupun dari alat ukur KYROITSU serial number 1074171.



**Gambar 9.** Pengukuran Arus Ruang Dosen Lab W7

**Tabel 3.** Pengukuran Arus Ruang Dosen Lab W7

| Beban                 | Waktu        | Pengujian 1 Arus | Pengujian 2 Arus |
|-----------------------|--------------|------------------|------------------|
| Ruang Dosen Lab W7    | 0 menit      | 0.866            | 0.775            |
|                       | 30 menit (1) | 0.866            | 0.908            |
|                       | 30 menit (2) | 0.667            | 0.939            |
|                       | 30 menit (3) | 0.675            | 0.565            |
|                       | 30 menit (4) | 0.503            | 0.544            |
| <b>Rata-rata Arus</b> |              | 0.715            | 0.742            |

Pada Gambar 9 dan Tabel 3 diatas juga menampilkan pengambilan data arus diruang dosen lab w7. Pada tabel pengukuran arus dilakukan dua kali pengujian dengan *range* waktu 30 menit sebanyak 4 kali yaitu 2 jam, pada pengujian pertama didapatkan rata-rata arus yang ditampilkan ialah 0.715 dan pada pengujian kedua didapatkan rata-rata arus 0.742. Ketidaksamaan arus yang ditampilkan dikarenakan sensitifitas modul sensor arus yang digunakann dan dari faktor beban yang digunakan. Semakin banyak beban yang digunakan maka arus yang dihasilkan dan ditampilkan akan semakin besar.

### C. Pengujian Monitoring Daya

Setelah melakukan pengujian nilai arus dan tegangan menggunakan beban oleh alat *monitoring*, pengujian selanjutnya ialah pengujian *monitoring* konsumsi daya, dan dikonsumsi oleh beban peralatan rumah tangga yang diukur dengan alat *monitoring* ini seperti pada gambar 10, 11 dibawah ini.



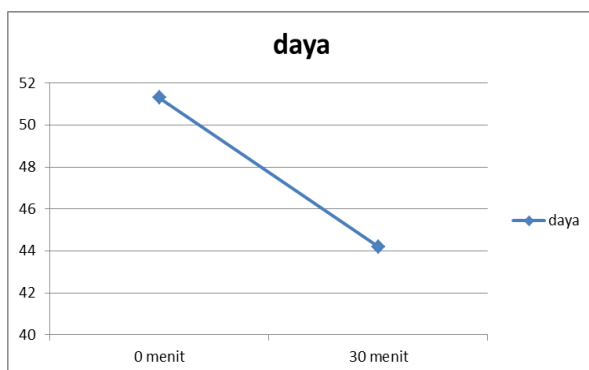


Gambar 10. Pengujian Monitoring Daya



Gambar 11. Pengujian Monitoring Daya

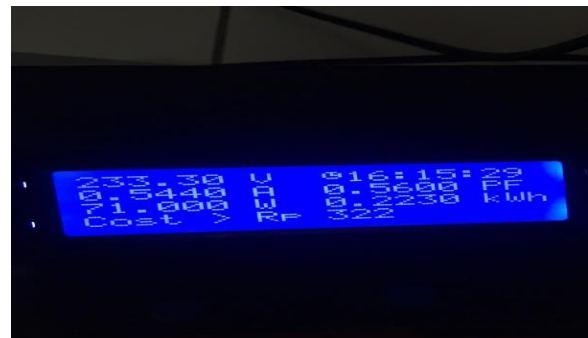
Tujuan dari pengujian daya untuk mengetahui apakah alat ini mampu mendeteksi konsumsi daya beban rumah tangga, dengan karakteristik konsumsi daya yang statis dan dinamis. Beberapa beban yang digunakan pada saat pengambilan data seperti solder, kipas, setrika yang mempunyai konsumsi daya secara dinamis. Pada pengujian *monitoring* daya ini beban yang digunakan untuk mengetahui apakah alat ini mampu mendeteksi dengan karakteristik dinamis ialah solder Krisbow 60W, adapun data yang diambil ialah seperti Tabel 4 dan Grafik 1 dibawah ini.



Grafik 1. Hasil Pengujian *Monitoring* Daya

Pada grafik diatas terlihat bahwa alat *monitoring* mampu untuk mendeteksi konsumsi daya oleh

solder yang sifatnya dinamis. Pada pengujian ini, solder menyala hingga mampu untuk memanaskan benda. Alat ini mendeteksi konsumsi daya oleh beban, dengan permulaan 0 menit dengan konsumsi daya meningkat hingga 51.300W, dan setelah 30 menit kemudian konsumsi daya menurun hingga 44.200W dengan demikian maka alat ini dinyatakan mampu untuk mendeteksi konsumsi daya dengan karakteristik dinamis.



Gambar 12. Pengukuran Daya Ruang Dosen Lab W7

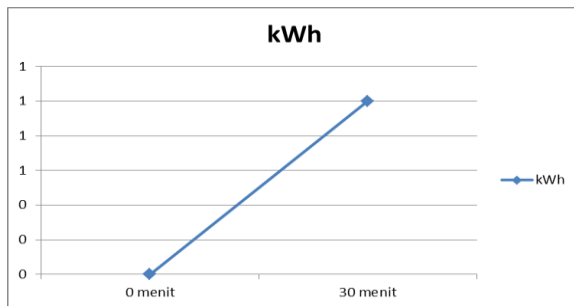
Tabel 4. Pengukuran Daya Ruang Dosen Lab W7

| Beban              | Waktu        | Pengujian 1 Daya (W) | Pengujian 2 Daya (W) |
|--------------------|--------------|----------------------|----------------------|
| Ruang Dosen Lab W7 | 0 menit      | 152.1                | 117.7                |
|                    | 30 menit (1) | 139.6                | 135.8                |
|                    | 30 menit (2) | 90.9                 | 141.8                |
|                    | 30 menit (3) | 98.9                 | 76.7                 |
|                    | 30 menit (4) | 64.3                 | 71                   |
| Rata-rata Daya     |              | 109.1                | 108.6                |

Pada Gambar 12 dan Tabel 4 diatas juga menampilkan pengambilan data daya diruang dosen lab w7. Pada tabel pengukuran arus dilakukan dua kali pengujian dengan *range* waktu 30 menit sebanyak 4 kali yaitu 2 jam, pada pengujian pertama didapatkan rata-rata daya yang ditampilkan ialah 109.1W dan pada pengujian kedua didapatkan rata-rata arus 108.6 A. Ketidaksamaan daya yang ditampilkan dikarenakan dari sensitifitas modul sensor arus dan tegangan yang menyebabkan pengukuran daya kurang stabil dan juga faktor beban yang digunakan. Semakin banyak beban yang digunakan maka arus yang dihasilkan dan ditampilkan akan semakin besar, hal ini juga ditampilkan pada grafik 2 yang dimana pada pengujian 1 dan 2 pada waktu 0 menit daya langsung meningkat 152.1W dan 117.7W setelah 30 menit pengujian 1 daya menurun hingga 12.5W dan pengujian 2 meningkat hingga 18.1W hal ini disebabkan oleh banyak dan sedikitnya beban listrik yang digunakan.

#### D. Pengujian Monitoring kWh

Pengujian *monitoring* kWh pada alat ini menggunakan beban yang sama yaitu solder krisbow 60W. Pengujian ini bertujuan untuk dapat mengetahui estimasi biaya yang didapat pada beban yang digunakan. Bentuk pengujian *monitoring* kWh menggunakan solder ini sama seperti pengujian *monitoring* daya. Dalam pengujian ini solder menyala hingga mampu untuk memanaskan benda. Adapun data yang diambil ialah seperti dan Grafik 2 dibawah ini.



Grafik 2. Hasil Pengujian *Monitoring* kWh

Pengujian ini dilakukan dalam satuan menit, tetapi kWh dalam perancangan alat ini diamati dalam satuan jam agar tetap sesuai dengan standar yang berlaku. Grafik diatas menunjukkan bahwa terdapat kenaikan kWh seiring lama waktu penggunaan beban. Hal ini terjadi dikarenakan konsumsi daya pada solder dilakukan secara berkelanjutan dengan sifat konsumsi daya dinamis seperti grafik diatas. Dari data kWh yang didapatkan pada alat *monitoring* maka alat *monitoring* ini dinyatakan mampu mendeteksi kWh beban secara berkelanjutan dengan tujuan untuk mempermudah mengetahui estimasi biaya.



Gambar 13. Pengukuran Kwh Ruang Dosen Lab W7

Tabel 5. Pengukuran kWh Ruang Dosen Lab W7

| Beban              | Waktu (Menit) | Pengujian 1 Kwh | Pengujian 2 Kwh |
|--------------------|---------------|-----------------|-----------------|
| Ruang Dosen Lab W7 | 0 menit       | 0               | 0               |
|                    | 30 menit (1)  | 0.062           | 0.066           |
|                    | 30 menit (2)  | 0.127           | 0.134           |
|                    | 30 menit (3)  | 0.173           | 0.182           |
|                    | 30 menit (4)  | 0.216           | 0.223           |

Pada Gambar 13 dan Tabel 5 diatas juga menampilkan pengambilan data kWh diruang dosen lab w7. Pada tabel pengukuran kWh dilakukan dua kali pengujian dengan range waktu 30 menit sebanyak 4 kali yaitu 2 jam, dari data pada tabel diatas didapatkan grafik yang terus meningkat, pada pengujian pertama diwaktu menit didapat kWh 0 dan setelah 30 menit pengujian pertama didapat kWh sebesar 0.062 dan pada pengujian kedua sebesar 0.066. Hal ini dikarenakan besarnya kWh bergantung kepada besarnya daya dan lamanya beban listrik yang digunakan.

#### E. Pengujian *Monitoring* Estimasi Biaya

Alat *monitoring* ini juga menampilkan fasilitas untuk mengetahui estimasi biaya yang harus dibayarkan kepada sumber penyedia listrik negara dari konsumsi daya yang didapat dari beban rumah tangga yang digunakan. Agar sesuai standar yang berlaku maka tarif dasar listrik yang menjadi acuan alat *monitoring* ini ialah tarif dasar listrik PLN. Pengunan dan pembayaran tarif konsumsi daya dilakukan dengan cara pembagian besarnya kWh dengan standar tarif yang ditetapkan PLN. Dalam pengujian ini untuk tarif konsumsi daya dilakukan dengan beberapa beban yang digunakan pada saat pengujian. Adapun datanya dapat dilihat pada tabel 11 dibawah.

**PLN**

**PENETAPAN  
PENYESUAIAN TARIF TENAGA LISTRIK (TARIFF ADJUSTMENT)  
BULAN OKTOBER - DESEMBER 2020**

| NO. | GOL. TARIF   | BATAS DAYA         | REGULER                    |  | PIRA BAYAR (Rp/kWh) |
|-----|--------------|--------------------|----------------------------|--|---------------------|
|     |              |                    | BIAYA BEBAN (Rp/kWh/bulan) | BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA KAWA (Rp/kWh) |                     |
| 1.  | S-1TR        | 900 VA-RTM         | -                          | 1.352,00   | 1.352,00            |
| 2.  | S-1TR        | 1.300 VA           | -                          | 1.444,70   | 1.444,70            |
| 3.  | S-1TR        | 2.200 VA           | -                          | 1.444,70   | 1.444,70            |
| 4.  | S-2TR        | 3.500 VA           | -                          | 1.444,70   | 1.444,70            |
| 5.  | S-3TR        | s.d. 6.600 VA      | -                          | 1.444,70   | 1.444,70            |
| 6.  | S-2TR        | 6.600 VA           | -                          | 1.444,70   | 1.444,70            |
| 7.  | S-3TM        | di atas 200 KVA    | Blok WSP                   | = K x 1.235,76                                   | -                   |
|     |              |                    | Blok LVWP                  | = 1.235,76                                       |                     |
| 8.  | I-3TM        | di atas 200 KVA    | Blok WSP                   | = K x 1.114,74                                   | -                   |
|     |              |                    | Blok LVWP                  | = 1.114,74                                       |                     |
| 9.  | I-4TT        | 30.000 KVA ke atas | Blok WSP                   | = 996,74   | -                   |
|     |              |                    | Blok LVWP                  | = 996,74   |                     |
| 10. | P-1TR        | 6.600 VA           | -                          | 1.444,70   | 1.444,70            |
| 11. | P-2TM        | di atas 200 KVA    | Blok WSP                   | = K x 1.235,76                                   | -                   |
|     |              |                    | Blok LVWP                  | = 1.235,76                                       |                     |
| 12. | S-3TR        | -                  | -                          | 1.444,70   | 1.444,70            |
| 13. | LTR, TLR, TT | -                  | -                          | 1.244,52   | -                   |

*Contoh:*  
 \*) Diterapkan Rekening Minimum (RM):  
 RM1 = 40 (Jam Nyala) x Daya terpasang (KVA) x Biaya Pemakaian.  
 RM2 = 40 (Jam Nyala) x Daya terpasang (KVA) x Biaya Pemakaian LVWP.  
 Jam nyala - kWh per bulan dibagi dengan KVA terpasang.  
 \*\*) Diterapkan Rekening Minimum (RM):  
 RM3 = 40 (Jam Nyala) x Daya terpasang (KVA) x Biaya Pemakaian WSP dan LVWP.  
 Jam nyala - kWh per bulan dibagi dengan KVA terpasang.  
 \*) Biaya kelebihan pemakaian daya reaktif (kVArh) dikenakan dalam hal faktor daya rata-rata setiap bulan kurang dari 0,85 (selain pulau lima per seratus).  
 K \*) Faktor pembesaran antara harga WSP dan LVWP sesuai dengan karakteristik beban sistem pelanggan setempat (1,4 x K-2), ditetapkan oleh Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara.  
 WSP = Waktu Beban Puncak.  
 LVWP = Luar Waktu Beban Puncak.

Jakarta, 15 September 2020  
 DIREKTUR UTAMA,

Gambar 14. Tarif Dasar Listrik PLN

Tabel 6. Hasil Pengujian Monitoring Estimasi Biaya

| Beban                         | Waktu (m)    | Harga (Rp) |
|-------------------------------|--------------|------------|
| Solder Krisbow                | 0 menit      | 0          |
|                               | 30 menit (1) | 31         |
|                               | 30 menit (2) | 65         |
| Lampu Amasco + Solder Krisbow | 0 menit      | 70         |
|                               | 30 menit (1) | 135        |
|                               | 30 menit (2) | 199        |
| Lampu Amasco                  | 0 menit      | 0          |
|                               | 30 menit (1) | 34         |
|                               | 30 menit (2) | 66         |
| Solder Hakko Red              | 0 menit      | 0          |
|                               | 30 menit (1) | 26         |
|                               | 30 menit (2) | 50         |
| Solder Visalux                | 0 menit      | 0          |
|                               | 30 menit (1) | 17         |
|                               | 30 menit (2) | 34         |
| Kipas                         | 0 menit      | 0          |
|                               | 30 menit (1) | 23         |
|                               | 30 menit (2) | 49         |
| Push Button 1                 | 0 menit      | 50         |
|                               | 30 menit (1) | 75         |
|                               | 30 menit (2) | 101        |
| Push Buttob 2                 | 0 menit      | 101        |
|                               | 30 menit (1) | 125        |
|                               | 30 menit (2) | 156        |

Beban yang memiliki daya besar maka akan menghasilkan kWh yang sebanding lurus dengan tarif yang harus dibayar oleh pengguna daya listrik. Pemakaian daya listrik dengan efisien dan hemat akan memperkecil biaya yang harus dibayarkan.

Dari data pengujian diatas membuktikan bahwa alat monitoring ini mampu membaca dan

mencatat besarnya kWh yang digunakan, dan juga mampu mengitung estimasi biaya harus dikeluarkan karena penggunaan daya yang telah dipantau menggunakan alat monitoring ini. Dan perlu diperhatikan, kestabilan dalam memperkirakan estimasi biaya dan konsumsi daya juga dapat dipengaruhi oleh naik dan turunnya arus dan tegangan jaringan listrik yang digunakan oleh beban tersebut. Hal ini dikarenakan terdapat error pada sensor arus dan tegangan.



Gambar 15. Pengukuran Estimasi Biaya Ruang Dosen Lab W7

Tabel 7. Pengukuran Estimasi Biaya Ruang Dosen lab W7

| Beban              | Waktu (Menit) | Pengujian 1 Biaya | Pengujian 2 Biaya |
|--------------------|---------------|-------------------|-------------------|
| Ruang Dosen Lab W7 | 0 menit       | 0                 | 0                 |
|                    | 30 menit (1)  | 87                | 95                |
|                    | 30 menit (2)  | 183               | 193               |
|                    | 30 menit (3)  | 249               | 262               |
|                    | 30 menit (4)  | 312               | 322               |

Pada Gambar 15 dan Tabel 7 diatas juga menampilkan pengambilan data estimasi biaya diruang dosen lab w7. Pada tabel 7 pengukuran estimasi biaya dilakukan dua kali pengujian dengan range waktu 30 menit sebanyak 4 kali yaitu 2 jam, dari data pada tabel diatas didapatkan grafik yang terus meningkat, pada pengujian pertama dan kedua diwaktu 0 menit didapat estimasi biaya 0 dan setelah 30 menit pengujian pertama didapat estimasi biaya sebesar Rp.87 dan pada pengujian kedua sebesar Rp.95. Hal ini dikarenakan besarnya estimasi biaya bergantung kepada besarnya daya dan lamanya beban listrik yang digunakan.



## Simpulan

Berdasarkan hasil data pengujian yang telah di dilakukan dan didapat adapun beberapa kesimpulan yang bisa diambil Perancangan alat *monitoring system* ini mampu bekerja dengan baik, dan mampu menjalankan perintah yang telah diprogramkan.

Sensor arus dan tegangan yang terdapat pada modul PZEM-004T mampu membaca dengan baik, dengan *error* rata-rata yang didapat pada arus sekitar 1% yang masih dalam tahap baik, dan juga *error* pada tegangan sekitar 0.21%.Ketidakstabilan pada arus dan tegangan disebabkan oleh sensitifitas dari modul PZEM-004T tersebut yang dimana sudah diberi keterangan pada data sheet modul PZEM itu tersebut untuk akurasi pengukuran sebesar 0.5%. *Monitoring* besarnya kWh dan estimasi biaya peralatan listrik ini ditentukan dari konsumsi daya yang didapat dari beban tersebut.

Alat *monitoring* belum mampu menampilkan keseluruhan daya yang terdapat di Lab W7 dikarenakan tidak terhubung langsung terhadap MCB 1phasa lab W7, hal ini dikarenakan MCB 1 phasa lab W7 sudah tergabung dengan sumber 3 phasa jadi tidak bisa untuk dibongkar.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih atas segala bantuan dan dukungan fasilitas yang diberikan oleh Laboratorium W7 sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.

## Daftar Pustaka

- [1] I. Anggraeni and M. Murti, "SENSOR ARUS BERBASIS MIKROKONTROLER AVR ATMEGA 8535," 2010.
- [2] T. Nusa, S. R. U. A. Sompie, and E. M. Rumbayan, "Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Secara Real Time Berbasis Mikrokontroler," *Tek. Elektro dan Komputrer*, vol. 4, no. 5, pp. 19–26, 2015.
- [3] A. Fitriandi, E. Komalasari, and H. Gusmedi, "Rancang Bangun Alat Monitoring Arus dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler dengan SMS Gateway," *J. Rekayasa dan Teknol. Elektro*, vol. 10, no. 2, pp. 87–98, 2016.

- [4] S.Sapiie and O. Nishino, *Pengukuran dan alat ukur listrik*. Jakarta: Pradya paramita, 1994.