

**RANCANG BANGUN ALAT *MONITORING* PEMAKAIAN TARIF LISTRIK
DAN KONTROL DAYA LISTRIK PADA RUMAH KOS BERBASIS
*INTERNET OF THINGS***

Raviki Dwi Alfian

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Ketintang 60231, Indonesia
Email: raviki.17050874024@mhs.unesa.ac.id

Subuh Isnur Haryudo, Unit Three Kartini, Nur Kholis

Dosen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Ketintang 60231, Indonesia
Email: subuhisnur@unesa.ac.id, unitthree@unesa.ac.id, nurkholis@unesa.ac.id

Abstrak

Pada kota-kota besar yang memiliki banyak perguruan tinggi, rumah kos dapat dijadikan ladang bisnis yang cukup menjanjikan. Namun, kebanyakan pemilik usaha rumah kos menerapkan peraturan menyama ratakan biaya tagihan listrik, padahal pemakaian listrik tiap kamar berbeda. Hal ini kadang membuat penyewa rumah kos merasa dirugikan dengan peraturan seperti ini. Begitupun sebaliknya kadang penyewa rumah kos membawa banyak peralatan elektronik yang menyebabkan tagihan listrik menjadi meningkat tetapi biaya sewa tetap. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membantu pemilik kosan dan penyewa kos dalam memantau pemakaian tarif listrik secara *real-time* dengan jarak jauh menggunakan alat *monitoring* pemakai tarif listrik dan kontrol daya listrik pada rumah kos berbasis *internet of things*. Pada penelitian ini menggunakan metode kuantitatif komparatif dengan pengambilan data nilai tegangan dan arus dari alat rancangan akan dibandingkan dengan alat ukur mutimeter merk cellkit. Data diambil dari alat rancangan yang terdiri dari mikrokontroler nodemcu ESP8266, modul PZEM 004-T, modul *relay* 5V, LCD 20x4 dan RTC DS3231. Pada alat rancangan ini akan menampilkan nilai tegangan, arus, energi dan biaya tagihan listrik pada LCD 20x4 dan aplikasi *blynk*. Selain itu, juga dapat memantau pemakaian energi dan tagihan listrik perhari. Setelah melakukan penelitian didapatkan hasil penelitian berupa nilai *error* rata-rata tegangan sebesar 1,4%, *error* rata-rata arus 3,7% sedangkan untuk pengujian sampel beban selama 150 menit dengan total beban 1,86 A, menggunakan energi 0,175 kWh dengan biaya tagihan listrik sebesar Rp 246. Dengan selisih nilai *error* yang cukup kecil dapat disimpulkan bahwa alat ini dikatakan cukup baik dalam memantau pemakaian tarif listrik pada rumah kos.

Kata Kunci : *monitoring*, tarif listrik, nodemcu ESP8266, *blynk*

Abstract

In big cities that have many universities, boarding houses can be used as a promising business field. However, most boarding house business owners apply regulations to equalize the cost of electricity bills, even though the electricity consumption for each room is different. This sometimes makes boarding house tenants feel disadvantaged by regulations like this. On the other hand, sometimes boarding house tenants bring a lot of electronic equipment, which causes electricity bills to increase but the rental costs remain. The purpose of this research is to assist boarding house owners and renters in monitoring the use of electricity tariffs in real-time remotely using a monitoring tool for electricity tariff usage and control of electric power in internet of things-based boarding houses. In this study, using a comparative quantitative method with data collection of voltage and current values from the design tool, it will be compared with the cellkit brand mutimeter measuring instrument. The data was taken from a design tool consisting of the nodemcu ESP8266 microcontroller, PZEM 004-T module, 5V relay module, 20x4 LCD and RTC DS3231. In this design tool will display the value of voltage, current, energy and electricity bill costs on a 20x4 LCD and *blynk* application. In addition, it can also monitor energy consumption and electricity bills per day. After conducting the research, the research results obtained in the form of an average voltage error of 1.4%, an average current error of 3.7% while for testing the load sample for 150 minutes with a total load of 1.86 A, using 0.175 kWh of energy at a cost electricity bill of Rp. 246. With a fairly small difference in the value of the error, it can be concluded that this tool is said to be quite good in monitoring the use of electricity rates in boarding houses.

Keywords: *monitoring*, electricity rates, nodemcu ESP8266, *blynk*.

PENDAHULUAN

Bisnis rumah kos berkembang pesat pada era modern ini. Terutama pada kota yang memiliki banyak Perguruan

Tinggi seperti Surabaya. Pemilik kos biasanya meratakan biaya tagihan listrik untuk setiap penyewa kos, padahal kebutuhan listrik berbeda pada tiap kamarnya, kadang

penyewa rumah kos merasa dirugikan dengan peraturan seperti ini (Hamami, 2020).

Terkadang penyewa rumah kos juga memiliki banyak barang elektronik yang dibawa, yang menyebabkan konsumsi daya listrik semakin tinggi, tetapi biaya sewa tetap. Hal itu yang menyebabkan kadang pemilik kos merasa dirugikan (Furqon, 2019). Untuk mengantisipasi hal tersebut maka pemilik kosan memasang alat untuk pencatat tagihan listrik untuk tiap kamar kos. Namun, disini penyewa kos belum dapat memantau penggunaan pemakaian tarif listrik dan mengontrol dayanya secara *real-time* dengan jarak jauh, untuk itu diperlukan teknologi *internet of things* agar alat tersebut dapat dipantau dan dikontrol dengan jarak jauh. Konsep sederhana dari *internet of things* adalah ketika suatu peralatan terhubung dengan internet maka alat tersebut dapat mengirim informasi dan menerima informasi atau saling bertukar informasi (Rismawati, 2020).

Pada penelitian sebelumnya Rancang Bangun Prototipe Pemantauan Biaya Tagihan Listrik Berbasis Arduino Mega (Pratama, 2020). Dimana penelitian ini membahas mengenai pemantauan tarif listrik berbasis berbasis arduino uno dan menampilkannya pada lcd 20x4.

a. Daya Listrik

Besarnya laju hantaran energi listrik yang terjadi pada suatu rangkaian listrik disebut daya listrik. Pada listrik AC bentuk gelombangnya adalah sinusoida serta memiliki beberapa jenis bentuk daya, yaitu daya aktif (P), daya reaktif (Q) dan daya semu (S) (Hudan, 2019). Satuan internasional yang digunakan untuk daya listrik yaitu W (Watt) kemudian diartikan sebagai besarnya usaha yang dilakukan sumber tegangan untuk mengalirkan arus listrik pada tiap satuan waktu J/s (Boylestad, 2003). Disini penulis akan membahas mengenai karakteristik daya listrik dalam arus AC.

1. Daya Aktif (P)

Daya yang digunakan untuk melakukan energi oleh beban disebut dengan daya aktif (*active power*) dengan satuan Watt. Secara umum daya yang digunakan oleh konsumen dan dikonversikan dalam bentuk kerja. Persamaan daya aktif dapat dijelaskan pada persamaan 1 :

$$P = V.I.Cos\varphi \quad (1)$$

Keterangan :

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

Cos φ = Faktor Daya

2. Daya Reaktif (Q)

Jumlah daya yang dipergunakan dalam pembentukan medan magnet disebut daya reaktif (*reactive power*) dengan satuan VAR. Pembentukan medan magnet mengakibatkan terbentuknya *fluks* medan magnet. Persamaan daya reaktif dapat dijelaskan pada persamaan 2 :

$$Q = V.I.Sin\varphi \quad (2)$$

3. Daya Semu (S)

Daya yang dihasilkan dari hasil perkalian antara arus dan tegangan pada suatu jaringan yang kemudian disebut daya semu dengan satuan VA. Persamaan daya semu dapat dijelaskan pada persamaan 3 :

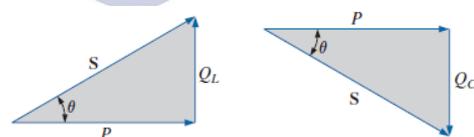
$$S = V.I \quad (3)$$

b. Faktor Daya

Perbandingan antara daya aktif (Watt) dengan daya semu (VA) dapat disebut dengan faktor daya atau Cos φ . Sudut fasa didefinisikan sebagai fasa antara arus dan tegangan dan cosinus dari sudut fasa dapat disebut faktor daya (Cos φ). Faktor daya dapat dijelaskan sebagai suatu besaran yang dinyatakan sebagai suatu perbandingan antara daya aktif dengan daya semu (Rofii, 2018). Persamaan faktor daya dapat dijelaskan pada persamaan 4:

$$Cos\varphi = \text{Faktor daya} = \frac{P}{V.I} = \frac{P}{S} \quad (4)$$

c. Segitiga Daya



Gambar 1 Segitiga daya beban induktif dan kapasitif (Sumber: Boylestad, Robert L. 2003)

Segitiga yang menjelaskan hubungan matematis dari tipe daya yang berbeda-beda, yaitu daya semu, daya aktif, dan daya reaktif disebut segitiga daya yang dijelaskan berdasarkan prinsip trigonometri dari Gambar 1 diatas.

d. Internet Of Things (IoT)

Konsep sederhana dari *internet of things* (IoT) ialah ketika suatu peralatan terhubung dengan internet maka alat tersebut dapat menerima dan mengirim informasi. Dari tahun ke tahun, IoT telah merambah luas ke berbagai aspek kehidupan manusia seperti

"Rancang bangun alat *monitoring* pemakaian tarif listrik dan kontrol daya listrik pada rumah kos berbasis *internet of things*"

universitas, pabrik, industri dan pusat layanan kesehatan (Asghari, 2019). Dalam penelitian ini *internet of things* digunakan sebagai komunikasi antara mikrokontroler nodemcu ESP8266 dengan aplikasi *blynk* dan google firebase untuk monitoring tarif listrik dan kontrol daya listrik secara jarak jauh.

e. Nodemcu ESP8266

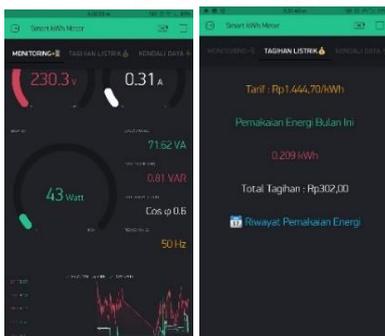
Nodemcu ESP8266 adalah sebuah perangkat mikrokontroler yang mempunyai fungsi hampir sama dengan arduino dimana didalamnya sudah dilengkapi dengan modul wifi yang berfungsi sebagai penghubung langsung dengan jaringan wifi (Supriyadi, 2020). Modul ini membutuhkan catu daya sebesar 5 VDC, nodemcu ESP8266 dilengkapi dengan prosesor, memory dan beberapa port yang disebut GPIO yang mana jumlah dari pin tersebut dapat disesuaikan dengan kebutuhan, sesuai jenis modul yang digunakan.



Gambar 2 Nodemcu ESP8266

f. Blynk

Blynk adalah sebuah aplikasi berbasis internet yang memungkinkan pengguna untuk mengendalikan alat elektronik dari jarak jauh menggunakan perangkat android dan ios. Aplikasi *blynk* menyediakan dasbor yang memungkinkan pengguna dapat membuat antarmuka grafis sendiri menggunakan *widget* yang sudah disediakan. Pada aplikasi *blynk* pengguna dapat menyimpan dan menampilkan data sensor secara *real-time* (Durani, 2018).



Gambar 3 Monitoring pada aplikasi *blynk*

g. Firebase

Firebase adalah suatu layanan yang disediakan oleh google yang berfungsi sebagai penyimpanan data, dimana didalam google firebase terdapat *real-time database* dan *cloud database*. Dalam penelitian ini data pengukuran dari alat yang dibuat dikirim ke firebase, yang nantinya data yang diterima oleh firebase diolah oleh google spreadsheet untuk menampilkan riwayat pemakaian energi dan tarif listrik per hari.

h. Modul PZEM-004T

Modul PZEM-004T merupakan modul yang sudah terintegrasi dengan sensor arus (CT) dan sensor tegangan, modul PZEM-004T merupakan modul multifungsi karena dapat mengukur arus, energi, tegangan, dan daya yang terdapat pada sebuah rangkaian listrik (Habibi, 2017). Modul PZEM-004 T membutuhkan 5 VDC sebagai catu daya, modul ini menggunakan komunikasi serial RX TX untuk mengirim dan menerima data ke mikrokontroler. Selain itu modul ini juga dapat menyimpan nilai kWh yang sudah dibaca oleh modul. Jadi, jika modul ini mati atau tidak mendapat tegangan, modul ini akan menyimpan pembacaan nilai kWh dan ketika modul ini mendapat tegangan kembali, maka pembacaan nilai kWh akan melanjutkan dari pembacaan terakhir nilai kWh. Sensor tersebut dapat digunakan untuk mikrokontroler arduino, ESP8266, ESP32, Raspberry Pi atau *platform open source* lainnya.



Gambar 4 Modul PZEM-004T

i. Modul relay 5V

Modul *relay* 5V merupakan sebuah modul saklar magnet, berfungsi sebagai pemutus dan penghubung aliran listrik, yang memungkinkan untuk mematikan dan menghidupkan rangkaian listrik (Marina Artiyasa, 2020). Dalam penelitian ini modul *relay* 5V dikontrol oleh nodemcu ESP8266 untuk menyalakan dan mematikan daya listrik.



Gambar 5 Modul relay 5V

Berdasarkan penjelasan diatas, maka peneliti ingin melakukan penelitian berupa “Rancang bangun alat *monitoring* pemakaian tarif listrik dan kontrol daya listrik pada rumah kos berbasis *internet of things*”. Dengan tujuan penelitian ini adalah untuk membantu pemilik kosan dan penyewa kos dalam memantau pemakaian tarif listrik. agar penyewa dan pemilik kosan tidak merasa dirugiksn karena pemerataan tarif listrik pada tiap kamar kos dan juga dapat mengontrol daya listrik untuk membiasakan berhemat listrik.

METODE PENELITIAN

a. Rancangan Penelitian

Dalam penelitian ini dengan judul “Rancang bangun alat *monitoring* pemakaian tarif listrik dan kontrol daya listrik pada rumah kos berbasis *internet of things*” menggunakan metodologi penulisan kuantitatif komparatif, dimana pada penelitian ini akan membahas mengenai perbandingan nilai parameter dari alat ukur multimeter kemudian akan dibandingkan dengan nilai parameter dari alat rancangan yang dibuat oleh peneliti.

Tujuan perbandingan nilai parameter dari alat ukur dan alat rancangan yang dibuat oleh peneliti adalah untuk mengetahui nilai *error* dari alat rancangan dengan mengacu pada nilai parameter dari alat ukur. Nilai *error* tersebut dapat diketahui dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

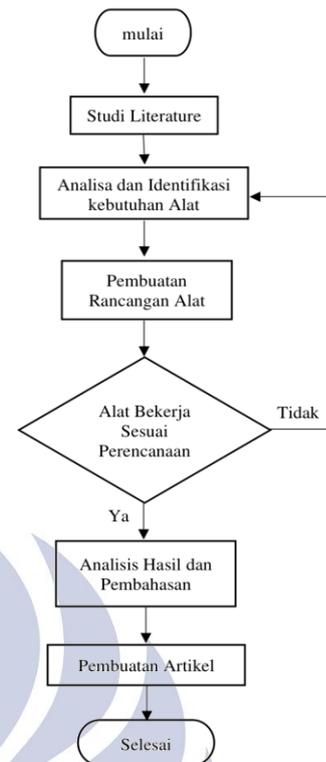
$$\%Error = \left| \frac{(X_{Ar} - X_{Alat\ Ukur})}{X_{Alat\ Ukur}} \right| \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan :

X_{Ar} = Nilai Parameter dari Alat Rancangan

$X_{Alat\ Ukur}$ = Nilai Parameter dari Alat Ukur
Multimeter

Peneliti menggunakan *flowchart* agar pembaca lebih mudah dalam memahami alur penelitian ini yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Flowchart rancangan penelitian

1. Studi literature

Studi literature dari penelitian ini dengan melaksanakan kajian secara teoritis dari beberapa referensi yang diperoleh dari buku, karya-karya ilmiah, internet dan media sosial.

2. Analisa dan identifikasi kebutuhan alat

Setelah mendapatkan referensi dan melakukan kajian teoritis peneliti menganalisa dan mengidentifikasi kebutuhan alat yang akan dibuat dalam penelitian.

3. Pembuatan rancangan alat

Pembuatan rancangan alat merupakan tahap perancangan *hardware* dan *software* yang diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan yang diteliti.

4. Alat bekerja sesuai perencanaan

Pemeriksaan kesesuaian alat dilakukan guna mengetahui apakah alat yang dikembangkan telah sesuai dengan yang apa yang diteliti. Apabila ditemukan ketidak sesuaian maka dilakukan analisa dan identifikasi kebutuhan alat

5. Analisis hasil dan pembahasan

Data yang didapatkan dari hasil pengujian akan dianalisis, kemudian dilakukan perbandingan antara data yang didapat dari multimeter dengan data yang didapat dari alat yang telah dibuat, sesuai dengan parameter yang ditentukan dalam penelitian. untuk mendapatkan kesimpulan dari penelitian ini.

"Rancang bangun alat *monitoring* pemakaian tarif listrik dan kontrol daya listrik pada rumah kos berbasis *internet of things*"

b. Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

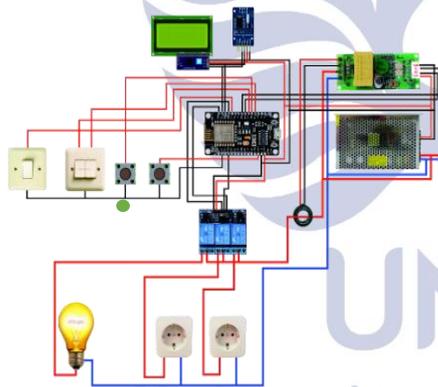
1. Mikrokontroler Nodemcu ESP8266
2. Modul PZEM-004T
3. Modul *Relay* 5V
4. Sekering Tabung 2A
5. LCD I2C 20x4
6. Modul RTC DS3231
7. Adaptor 5 VDC
8. Multimeter Digital
9. Lampu LED 15 Watt
10. *Smartphone*
11. Kotak Kontak
12. Sakelar Tunggal
13. Sakelar Seri

c. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini dilaksanakan secara bertahap agar dalam proses pengambilan data berjalan dengan baik dan benar.

1. Perancangan perangkat keras (*Hardware*)

Berikut adalah gambar perancangan perangkat keras rangkaian *monitoring* tarif listrik dan kontrol daya listrik pada rumah kos berbasis *internet of things* dapat dilihat pada Gambar 7.



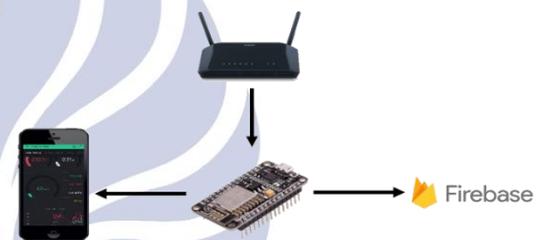
Gambar 7 Desain perangkat keras (*Hardware*)

Perancangan terdiri dari 6 bagian utama yang terdiri dari input berupa Adaptor dengan sumber tegangan PLN, kemudian diturunkan menjadi tegangan DC 5V agar dapat mensuplai mikrokontroler nodemcu ESP8266. Mikrokontroler nodemcu ESP8266 sebagai kontroler utama yang terintegrasi dengan modul PZEM-004T, modul ini yang menghitung nilai energi yang digunakan, selain itu, modul ini juga dapat mengukur nilai tegangan, arus, daya, $\cos \phi$ dan frekuensi.

Modul PZEM-004T terintegrasi dengan modul RTC DS3231 untuk menampilkan waktu, yang nantinya akan ditampilkan pada LCD I2C 20x4. Selain menampilkan informasi waktu, modul RTC DS3231 bekerja otomatis mereset nilai kWh kembali ke nilai 0 pada saat tanggal 1. *Relay* 5V berfungsi sebagai kontrol daya yang bisa di kontrol menggunakan tombol fisik maupun secara jarak jauh menggunakan aplikasi *blynk*.

2. Perancangan Integrasi Mikrokontroler Nodemcu ESP8266 dengan Aplikasi *blynk* dan Firebase.

Berikut adalah gambar perancangan integrasi mikrokontroler nodemcu ESP8266 dengan aplikasi *blynk* dan firebase dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Perancangan integrasi Mikrokontroler nodemcu ESP8266 dengan aplikasi *blynk* dan firebase

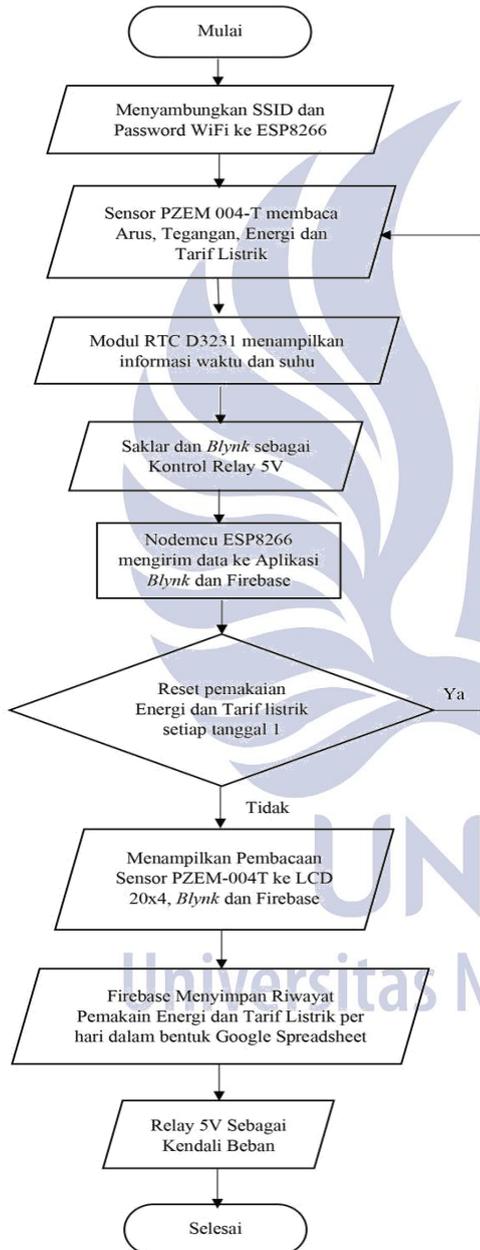
Perancangan integrasi mikrokontroler nodemcu ESP8266 dengan aplikasi *blynk* dan firebase, dimulai dengan mengintegrasikan nodemcu ESP8266 dengan aplikasi *blynk*. Mikrokontroler ESP8266 dihubungkan dengan jaringan wifi dengan memasukkan nama wifi dan password wifi pada *software* ARDUINO IDE untuk mendapatkan akses internet. Setelah mendapatkan akses internet tahap selanjutnya mengintegrasikan mikrokontroler nodemcu ESP8266 dengan aplikasi *blynk* dengan cara mengisi kode autentikasi agar dapat terkoneksi dengan aplikasi *blynk*. Jika sudah terkoneksi dengan aplikasi *blynk* maka dapat memantau pemakaian tarif listrik dan mengontrol daya listrik secara *real-time* menggunakan *smartphone*.

Untuk pemantauan riwayat pemakaian energi dan tarif listrik per hari, maka mikrokontroler nodemcu ESP8266 harus dihubungkan dengan google firebase. Dimana,

google firebase akan menyimpan database dari hasil pengukuran alat dan disimpan pada *cloud firebase* dalam bentuk google spreadsheet.

3. Perancangan perangkat lunak (*Software*)

Perancangan perangkat lunak dilakukan dengan melakukan pemrograman pada *software* ARDUINO IDE dan dilakukan secara bertahap sesuai *flowchart* yang ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9 *Floechart* perancangan perangkat lunak (*Software*)

Pada Gambar 9 menjelaskan mengenai *flowchart* pemrograman pada mikrokontroler

nodemcu ESP8266. Bahasa pemrograman yang digunakan pada *software* ARDUINO IDE menggunakan bahasa C. Untuk proses pembuatan program pada *software* ARUIDO IDE, langkah awal pemrograman dimulai dengan membuat program agar nodemcu ESP8266 dapat tekoneksi dengan wifi Tahap selanjutnya mengintegrasikan nodemcu ESP8266 dengan sensor PZEM004-T agar dapat membaca nilai tegangan, arus, pemakaian energi dan tarif listrik. Kemudian di integrasikan dengan modul RTC DS3231 untuk menampilkan informasi waktu dan pembacaan suhu sekaligus memerintah sensor PZEM 004-T untuk mereset kWh kembali ke posisi 0.

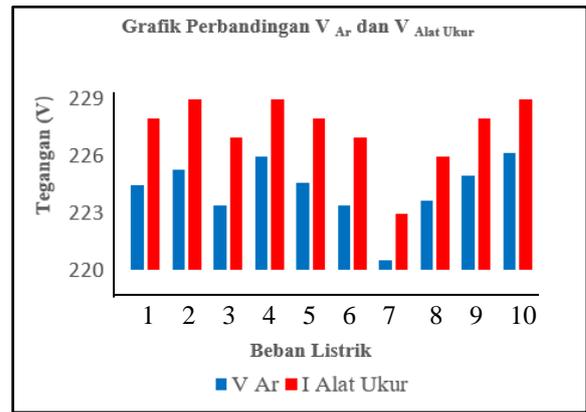
Saklar dan kontrol pada aplikasi *blynk* berfungsi untuk memerintah nodemcu ESP8266 menjalankan *relay* 5V sebagai kontrol daya listrik. Nodemcu ESP8266 menerima data dari pembacaan sensor PZEM 004-T kemudian mengirimkan data tersebut ke LCD 20x4, aplikasi *blynk* dan google firebase. Dimana fungsi *monitoring* dari aplikasi *blynk* agar mempermudah penyewa kos dalam memantau pemakaian tarif listrik dan mengontrol daya listrik secara *real-time* dan jarak jauh. Sedangkan fungsi dari google firebase sebagai pencatat riwayat pemakaian kWh dan tarif listrik tiap harinya.

LCD I2C 20x4 berfungsi menampilkan informasi dari pembacaan nilai sensor yang diterima oleh nodemcu ESP8266. Pada tampilan ke-1 LCD I2C 20x4 menampilkan informasi mengenai wifi yang sedang terhubung, menampilkan informasi SSID dari wifi yang terhubung, RSSI (*Receiver Signal Strength Indicator*) sebagai penentu seberapa baik perangkat anda dapat mendapatkan sinyal dari titik akses point atau wifi. Tampilan ke-2 menampilkan informasi hari, tanggal, jam dan suhu. Pada tampilan ke-3 menampilkan pembacaan dari modul PZEM 004-T berupa nilai tegangan, arus, faktor daya dan frekuensi. Pada tampilan ke-4 menampilkan pembacaan nilai dari daya aktif, daya reaktif dan daya semu, kemudian pada tampilan ke-5 menampilkan pemakaian energi yang digunakan serta besaran tarif listrik selama pemakaian. Tampilan LCD bisa diganti dengan menekan tombol yang terdapat pada alat.

"Rancang bangun alat *monitoring* pemakaian tarif listrik dan kontrol daya listrik pada rumah kos berbasis *internet of things*"



Gambar 10 Tampilan *monitoring* pada layar LCD



Gambar 11 Grafik perbandingan V_{Ar} dan $V_{Alat Ukur}$

d. **Pengujian Program**

Pengujian program memiliki tujuan untuk mengetahui hasil dari program yang dibuat telah sesuai dengan apa yang diinginkan oleh peneliti tanpa terjadi *error* pada *software* ARDUINO IDE. Ketika akan melaksanakan pengambilan data dan analisis dari alat, diperlukan pengujian program dulu agar tidak terjadi *error* dan saat uji coba berjalan lancar.

Tabel 2. Hasil perbandingan nilai arus dari alat rancangan dengan alat ukur multimeter.

No	Beban Listrik	I_{Ar} (A)	$I_{Alat Ukur}$ (A)	Error (%)
1	Lampu led 14 W	0,05	0,04	25%
2	Charger laptop	0,39	0,37	18%
3	Setrika	0,71	0,69	16%
4	Kipas angin (kecepatan 1)	0,10	0,08	20%
5	Kipas angin (kecepatan 2)	0,14	0,13	14%
6	Kipas angin (kecepatan 3)	0,17	0,15	33%
7	Rice cooker (cook)	1,66	1,63	3%
8	Rice cooker (warm)	0,15	0,13	25%
9	Teko listrik	1,83	1,80	2%
10	Charger handphone	0,08	0,07	14%
Total		5,28	5,09	
Error rata - rata				3,7%

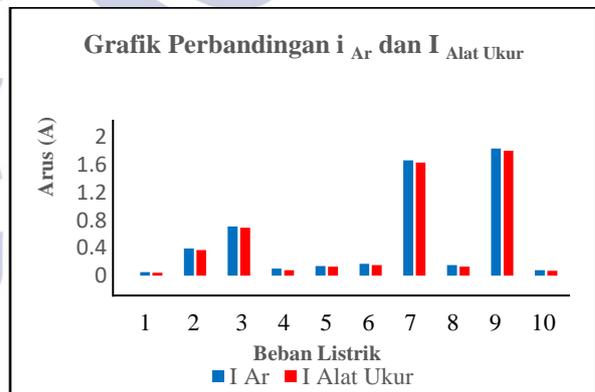
HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbandingan nilai pembacaan alat rancangan dengan alat ukur multimeter

Data dalam penelitian ini diambil dari alat rancangan dengan mengambil data pembacaan nilai tegangan dan arus untuk dibandingkan dengan alat ukur multimeter yang akan ditampilkan pada Tabel 1, 2, Gambar 11 dan Gambar 12.

Tabel 1. Hasil perbandingan nilai tegangan dari alat rancangan dengan alat ukur multimeter.

No	Beban Listrik	V_{Ar} (V)	$V_{Alat Ukur}$ (V)	Error (%)
1	Lampu led 14 W	224,5	228	1,5%
2	Charger laptop	225,3	229	1,6%
3	Setrika	223,4	227	1,5%
4	Kipas angin (kecepatan 1)	226	229	1,3%
5	Kipas angin (kecepatan 2)	224,6	228	1,4%
6	Kipas angin (kecepatan 3)	223,4	227	1,5%
7	Rice cooker (cook)	220,5	223	1,1%
8	Rice cooker (warm)	223,7	226	1,0%
9	Teko listrik	225	228	1,3%
10	Charger handphone	226,2	229	1,2%
Rata-rata		224,2	227,4	
Error rata - rata				1,4%



Gambar 12 Grafik perbandingan I_{Ar} dan $I_{Alat Ukur}$

Dari hasil percobaan yang ditunjukkan pada Tabel 1 dimana pada pengujian tersebut menggunakan beban peralatan listrik yang ada pada rumah kos untuk diambil *sample* sebagai pengujian tegangan. Dimana terdapat dua hasil pembacaan nilai tegangan, yaitu dari alat rancangan dan alat ukur multimeter dengan merk CELLKIT. Kemudian setelah didapat hasil pembacaan pada alat

rancangan dan alat ukur multimeter, selanjutnya akan dihitung nilai *error* dari alat yang dirancang dengan mempertimbangkan pada nilai pembacaan yang ditunjukkan oleh multimeter CELLKIT. Dalam Gambar 11 akan ditampilkan sebagai perbandingan nilai pembacaan tegangan dari alat rancangan dengan alat ukur multimeter merk CELLKIT.

Error pengukuran perbandingan tegangan dari alat rancangan dan alat ukur multimeter merk CELLKIT dapat dihitung dengan mengacu pada rumus sebagai berikut :

$$\%Error = \left| \frac{(V_{Ar} - V_{Alat\ Ukur})}{V_{Alat\ Ukur}} \right| \times 100\% \quad (6)$$

Keterangan :

V_{Ar} = Nilai Tegangan dari Alat Rancangan

$V_{Alat\ Ukur}$ = Nilai Tegangan dari Alat Ukur Multimeter

Jika ingin menemukan nilai *error* dari rata-rata saat pengujian tegangan dan arus dengan menggunakan alat rancangan dan alat ukur multimeter dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

$$Error\ rata - rata = \frac{Jumlah\ nilai\ error}{Banyaknya\ error\ yang\ terjadi} \quad (7)$$

Dari perhitungan menggunakan persamaan 6 dan 7 didapatkan hasil nilai *error* rata-rata pembacaan tegangan menggunakan alat rancangan sebesar 1,4%. Sedangkan untuk pengujian pembacaan nilai tegangan dari alat rancangan dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13 *Sample* hasil perbandingan pembacaan tegangan dari alat rancangan dan alat ukur menggunakan beban lampu led 14 watt

Dari hasil percobaan yang ditunjukkan pada Tabel 2 dimana pada pengujian tersebut menggunakan beban peralatan listrik yang ada pada rumah kos untuk diambil *sample* sebagai pengujian arus. Dimana terdapat dua hasil pembacaan nilai arus, yaitu dari alat rancangan dan alat ukur multimeter dengan merk CELLKIT. Kemudian

setelah didapat hasil pembacaan pada alat rancangan dan alat ukur multimeter, selanjutnya akan dihitung nilai *error* dari alat yang dirancang dengan mempertimbangkan pada nilai pembacaan yang ditunjukkan oleh multimeter merk CELLKIT. Dalam Gambar 12 ditampilkan grafik perbandingan nilai pembacaan arus dari alat rancangan dengan alat ukur multimeter merk CELLKIT.

Error pengukuran perbandingan arus dari alat rancangan dan alat ukur multimeter merk CELLKIT dapat dihitung dengan mengacu pada rumus sebagai berikut :

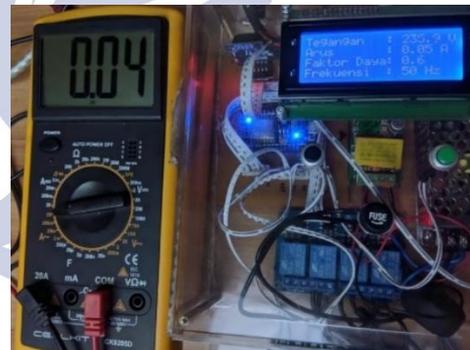
$$\%Error = \left| \frac{(I_{Ar} - I_{Alat\ Ukur})}{I_{Alat\ Ukur}} \right| \times 100\% \quad (8)$$

Keterangan :

I_{Ar} = Nilai Tegangan dari Alat Rancangan

$I_{Alat\ Ukur}$ = Nilai Tegangan dari Alat Ukur Multimeter

Dari perhitungan menggunakan persamaan 7 dan 8 didapatkan hasil nilai *error* dari rata-rata pembacaan arus menggunakan alat rancangan sebesar 3,7%. Sedangkan untuk pengujian pembacaan nilai arus dari alat rancangan dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14 *Sample* hasil perbandingan pembacaan arus dari alat rancangan dan alat ukur menggunakan beban lampu led 14 watt

Dalam pengambilan data beban yang digunakan adalah peralatan listrik yang umumnya ada pada rumah kos. Seperti *rice cooker*, setrika, lampu, televisi, dan kipas angin. Pengambilan data beban ini bertujuan untuk mengetahui berapa banyak jumlah kWh yang dipakai dan berapa harga yang harus dibayar untuk tiap beban listrik dalam waktu tertentu. Sedangkan untuk harga per-kWh menggunakan harga R-1M (non subsidi) daya 900 VA, Rp 1.352 per-kWh. Harga tersebut merupakan harga atau tarif yang sudah ditetapkan oleh pemerintah yang mengacu pada tarif dasar listrik (TDL). Pada tabel 3 dapat diketahui berapa pemakaian arus, kWh dan biaya tagihan listrik yang harus dibayar untuk tiap beban listrik dalam waktu tertentu.

"Rancang bangun alat *monitoring* pemakaian tarif listrik dan kontrol daya listrik pada rumah kos berbasis *internet of things*"

Tabel 3. Hasil pengukuran besaran pemakaian energi dan biaya tagihan listrik pada sampel beban.

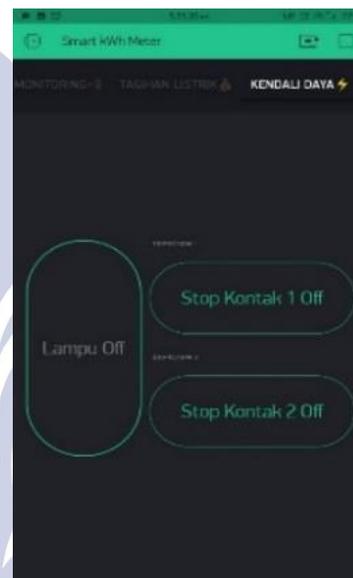
Sampel Beban	Pengukuran				Biaya
	I _{Ar} (A)	I _{Alat Ukur} (A)	Waktu (Menit)	kWh	
Rice cooker (warm)	0,14	0,12	30	0,016	Rp 21
Setrika	0,71	0,70	30	0,079	Rp 106
Lampu	0,11	0,09	30	0,012	Rp 16
Televisi	0,73	0,71	30	0,049	Rp 66
Kipas Angin	0,17	0,15	30	0,019	Rp 25
Total	1,86	1,77	150	0,175	Rp 236

Pada Tabel 3 dapat diketahui jika menggunakan beban *rice cooker (warm)* selama 30 menit akan menggunakan energi 0,016 kWh dan memakan biaya Rp 21, dengan pembacaan nilai arus sebesar 0,14 A. Sedangkan untuk total arus pada sampel beban sebesar 1,86 A, dengan pemakaian total energi sebesar 0,175 kWh dan memakan biaya sebesar Rp 236 dengan pemakaian selama 150 menit. Dalam percobaan 3 terdapat dua variabel berupa pembacaan nilai arus dengan menggunakan alat *monitoring* pemakaian tarif listrik dan kontrol daya listrik pada rumah kos berbasis *internet of things* dan pembacaan nilai arus dengan menggunakan alat ukur multimeter merk CELLKIT. Sedangkan untuk riwayat pemakai tarif listrik per hari akan disimpan ke dalam firebase dalam bentuk google spreadsheet yang dikombinasikan dengan aplikasi *blynk* untuk mempermudah dalam *monitoring* tarif listrik, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 15.

Riwayat Pemakaian Energi			
Tanggal	Waktu	kWh	Tarif
23/06/2021	1:12:51	0,001	Rp1,35
24/06/2021	1:12:52	0,008	Rp10,81
25/06/2021	1:12:52	0,013	Rp17,57
26/06/2021	1:12:51	0,015	Rp20,28
27/06/2021	1:12:53	0,018	Rp24,33
28/06/2021	1:12:52	0,021	Rp28,39
29/06/2021	1:12:51	0,021	Rp28,39
30/06/2021	1:12:51	0,021	Rp28,39
01/07/2021	1:12:53	0	Rp0,00
02/07/2021	1:12:53	0,037	Rp50,02
03/07/2021	1:12:53	0,244	Rp329,89
04/07/2021	1:12:52	0,244	Rp329,89

Gambar 15 Riwayat pemakaian tarif listrik per hari pada aplikasi *blynk*

Selain berfungsi sebagai *monitoring* aplikasi *blynk* juga berfungsi sebagai kontrol daya listrik jarak jauh. Ini dimasukkan supaya pengguna rumah kos dapat mengontrol pemakaian beban listrik secara *real-time* agar pemakaian energi menjadi lebih efisien. Dalam penelitian ini terdapat 3 beban yang dapat dikontrol secara langsung dan jarak jauh, yaitu 1 lampu dan 2 stop kontak. Prinsip kerja dari kontrol via aplikasi *blynk* mirip seperti saklar tukar, jadi jika pengguna rumah kos menyalakan beban secara langsung maka dapat dimatikan secara langsung atau dengan jarak jauh, menggunakan aplikasi *blynk*. Untuk tampilan kontrol daya listrik pada aplikasi *blynk* dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15 Kontrol daya listrik via aplikasi *blynk*

PENUTUP
Simpulan

Alat *monitoring* pemakai tarif listrik dan kontrol daya listrik pada rumah kos berbasis *internet of things* dapat membantu pemilik kosan dan penyewa kos dalam memantau pemakaian tarif listrik secara *real-time* dengan jarak jauh. Hasil pengujian perbandingan pembacaan dari alat rancangan dengan alat ukur multimeter merk CELLKIT didapatkan nilai *error* dengan rata-rata pada saat pengujian tegangan sebesar 1,4% kemudian dapat dilihat pada Tabel 1 dan untuk pengujian arus listrik didapatkan nilai *error* dengan rata-rata sebesar 5,6% kemudian dapat dilihat pada Tabel 2. Sedangkan untuk pengujian sampel beban selama 150 menit dengan total beban 1,86 A, menggunakan energi 0,175 kWh dengan biaya tagihan listrik sebesar Rp 246 dapat dilihat pada Tabel 3. Dengan selisih nilai *error* yang cukup kecil dapat disimpulkan bahwa alat ini dikatakan cukup baik dalam memantau pemakaian tarif listrik pada rumah kos.

Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu, dapat menambahkan *relay*, modul *charger* baterai otomatis dan baterai untuk *backup* sebagai cadangan daya ketika listrik padam, agar pada saat listrik PLN padam, alat ini tetap dapat memantau pemakaian energi dan biaya tagihan listrik pada tampilan LCD 20x4.

DAFTAR PUSTAKA

- Asghari, P., Rahmani, A. M., & Javadi, H. H. S. (2019). *Internet of Things Applications: A Systematic Review. Computer Networks*, 148, pp. 241–261.
- Boylestad, R. L., Robert, L., & Boylestad, L. (2003). *Introductory Circuit Analysis Library of Congress Cataloging-in-Publication Data*.
- Durani, H., Sheth, M., Vaghasia, M., & Kotech, S. (2018). *Smart Automated Home Application Using IoT with Blynk App. Proceedings of the International Conference on Inventive Communication and Computational Technologies, ICICCT 2018, Iccict*, pp. 393–397.
- 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*, 18(02), Hal 93–104.
- Habibi, F. N., Setiawidayat, S., & Mukhsim, M. (2017). *Alat Monitoring Pemakaian Energi Listrik Berbasis Android Menggunakan Modul PZEM-004T. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Elektro Terapan 2017*, 01(01), Hal 157–162.
- Hamami, K. (2020). *Prototipe Sistem Monitoring Biaya Penggunaan Listrik Pada Rumah Kos Berbasis IOT. JASEE Journal of Application and Science on Electrical Engineering*, 1(2), Hal 100–110.
- Hudan, Ivan Safril, R. T. (2019). *Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik Pada Kamar Kos Berbasis Internet of Things (IoT). Jurnal Teknik ELEKTRO*, 08(01), Hal 91–99.
- Marina Artiyasa, Ilman Himawan Kusumah, Febi Firmansyah, Muhammad Arif Efendi, M. I. (2020). *Studi Perbandingan Platform Internet of Things (IoT) untuk Smart Home Kontrol Lampu Menggunakan NodeMCU dengan Aplikasi Web Thingspeak dan Blynk. Jurnal Fidelitivy*, 2(1), Hal 59–78.
- Pratama, M. A. (2020). *Rancang Bangun Prototipe Pemantauan Biaya Tagihan Listrik Berbasis Arduino Mega. Jurnal Teknik Elektro*, 9(2), Hal 385–392.
- Rismawati, V. L., Vidyaningtyas, H., & ... (2020). *Sistem Monitoring Energi Listrik Pada Smart Energy Meter Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Android. e-Proceeding of Enginnering*, 7(2), Hal 4211–4218.
- Rofii, A., & Ferdinand, R. (2018). *Analisa Penggunaan Kapasitor Bank Dalam Upaya Perbaikan Faktor Daya. Jurnal Kajian Teknik Elektro*, 3(1), Hal 39–51.
- Supriyadi, E., & Dinaryati, S. (2020). *Rancang Bangun System Monitoring dan Kendali Listrik Rumah Tangga Berbasis ESP8266 NodeMCU. Sinusoida*, 22(4), Hal 13–23.