RANCANG BANGUN PEMANTAUAN PEMBAYARAN DAN KONSUMSI LISTRIK JARAK JAUH BERBASIS ARDUINO UNO R3 DAN MODUL BLUETOOTH

Achmad Rizal Mawali
S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : achmadmawali@mhs.unesa.ac.id

Widi Aribowo, S.T., M.T.
Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : widiaribowo@unesa.ac.id

Abstrak

Pemakaian energi listrik sering terjadi pemborosan karena waktu pemakaiannya yang sering kali tidak tepat, tidak efektif dan kurangnya kesadaran masyarakat untuk menghemat energi listrik. Jarak atau jangkauan yang dapat diakses oleh pengguna untuk mendapatkan informasi adalah permasalahan dalam melakukan pemantauan. Perangkat monitoring yang dirancang berbasis arduino uno dan modul HC-05. perangkat ini bertujuan untuk menampilkan informasi hasil pengukuran energi listrik antara lain arus, tegangan, daya, faktor daya, energi dan tarif pemakaian listrik secara real time melalui komunikasi HC-05 dengan perangkat android.

Pengukuran menggunakan modul sensor energi meter PZEM-004T. Data pengukuran diolah oleh processor dan kemudian dikirim ke perangkat penerima (receiver) melalui HC-05. hasil pengukuran dapat dimonitor saat itu juga pada layar LCD dan android. Hasil pengujian tegangan di dapat nilai error sebesar 0,218 %. Pengujian arus di dapat nilai error sebesar 5,8 %. Pengujian daya di dapat nilai error sebesar 1,1 %. Pengujian frekuensi di dapat kesimpulan bahwa frekuensi dapat bekerja stabil dengan nilai 50 Hz. Pengujian faktor daya dapat bekerja dengan baik dan nilai faktor daya yang rendah adalah beban lampu AC dengan nilai 0,43. Pengujian energi di dapat kesimpulan bahwa semakin besar daya yang digunakan maka semakin besar energi yang digunakan dan semakin cepat tarif listrik bertambah. Dari pengujian energi, daya terbesar sebesar 795 watt dengan konsumsi energi 0,22 kWh per jam dengan tarif 309,66 per jam.

Kata kunci : PZEM-004T, Modul HC-05, Android. Wireless

Abstract

Using of electricity is often a waste due to the time of use which is often incorrect, ineffective and the lack of public awareness to save electricity. The distance or range that can be accessed by the user to get information is a problem in monitoring. Monitoring device has designed based on Arduino Uno and HC-05 module. This device aims to display information on electrical energy measurement results including current, voltage, power, power factor, energy and electricity consumption rates in real time through HC-05 communication with an Android device.

Measurements of using the PZEM-004T energy meter sensor module. Measurement data is processed by the processor and then sent to the receiving device (receiver) via HC-05. Measurement results can be monitored real time on the LCD screen and Android. The voltage test results of obtained an error value of 0.218%. Testing of the current has error value of 5.8%. Testing the power of the error value of 1.1%. Frequency testing can be concluded that the frequency can work stable with a value of 50 Hz. The power factor test can work well and the low power factor value is the AC lamp load with a value of 0.43. From energy testing, the greater power used, the greater energy and electricity costs will be increase. The biggest power in testing was 795 watts with energy consumption of 0.22 kWh per hour at a rate of 309.66 per hour.

Keywords: PZEM-004T, HC-05 Module, Android. Wireless

PENDAHULUAN

Seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk, pengembangan wilayah dan pembangunan infrastruktur. Kebutuhan masyarakat terhadap energi listrik di Indonesia semakin meningkat dan menjadi bagian dari kebutuhan masyarakat yang tidak dapat dipisahkan dalam kehidupan sehari-hari. Pada saat ini pemakaian energi listrik sering terjadi pemborosan karena waktu pemakaiannya yang sering kali tidak tepat, tidak efektif dan kurangnya kesadaran masyarakat untuk menghemat energi listrik karena tidak dapat memonitor secara langsung penggunaan energi listrik yang mereka pakai.

Dalam memonitor sebuah perangkat, permasalahan yang sering muncul adalah jarak atau jangkauan yang dapat diakses oleh pengguna untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan serta kecepatan waktu informasi itu didapat. Tidak cukup sampai disitu

permasalahan kembali muncul ketika membahas seberapa besar biaya yang dibutuhkan untuk membangun infrastruktur dari perangkat komunikasi yang diinginkan. Ketika jarak untuk memoritor perangkat hanya berada pada lingkup rumah tinggal, media wireless seperti wifi, bluetooth, radio dapat dimanfaatkan untuk membangun komunikasi.

Perangkat monitoring yang dirancang berbasis arduino uno dan modul HC-05, perangkat ini bertujuan untuk menampilkan informasi hasil pengukuran energi listrik antara lain arus, tegangan, daya, faktor daya, energi, dan tarif pemakaian listrik secara real time melalui komunikasi HC-05 dengan perangkat android.

Dalam arus listrik bolak balik (AC) terdapat tiga jenis daya listrik yaitu :

a. Daya aktif (Active Power) adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Satuan daya aktif adalah Watt. Misalnya energi panas, cahaya, mekanik dan lain-lain. Berikut adalah gambar daya aktif dan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 1 :

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

b. Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk fluks medan magnet. Contoh beban yang menimbulkan daya reaktif adalah transformator, motor, lampu TL dan lain-lain. Satuan daya reaktif adalah Var. berikut adalah gambar daya reaktif dan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2 :

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

Daya semu merupakan daya listrik yang melalui suatu penghantar transmisi atau distribusi. Daya ini merupakan hasil perkalian antara tegangan rms dan arus rms dalam suatu jaringan atau daya yang merupakan hasil penjumlahan dapat dihitung dengan persamaan 3 :

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

Keterangan :

V	: Tegangan	(V)
I	: Arus	(A)
P	: Daya Aktif	(Watt)
Q	: Daya reaktif	(VAR)
S	: Daya semu	(VA)
Cos φ	: Faktor daya	

Dalam istilah sehari-hari , pengukuran faktor daya memiliki tujuan mengetahui penunjukan secara langsung dari perbedaan atau selisih fasa antara arus dan tegangan listrik. Yang ditunjukkan dari pengukuran ini adalah bukan penunjukan sudut fasa tetapi penunjukan nilai dari faktor daya. Untuk mengetahui besar nilai faktor daya dapat dihitung dengan persamaan 4 (Muslim, 2009:78) :

$$Cos\ \varphi = P/(V.I) \quad (4)$$

Besarnya energi listrik yang diperlukan untuk memindahkan muatan listrik tersebut, ditentukan oleh jumlah muatan dan selisih potensial ujung-ujung penghantar tersebut. Artinya semakin besar selisih potensial dan jumlah muatan yang dipindahkan, maka energi yang diperlukan akan semakin besar. Dalam bentuk persamaan 5 :

$$W = V\ I\ t \quad (5)$$

Keterangan :

q	= muatan, satuan coulomb (C)
W	= energi, satuan (kWh)
t	= Waktu, satuan sekon (s)

METODE

Pendekatan Penelitian

Seiring meningkatnya tarif listrik, upaya untuk menghemat listrik sangat penting terutama bagi kalangan yang tinggal dirumah kos. Upaya untuk menghemat tersebut tentunya tidak lepas dari upaya untuk memonitoring tarif secara langsung dan real time. Upaya untuk memonitoring tersebut juga harus didukung dengan fasilitas komunikasi yang mudah dan efisien dalam memonitoring variable-variabel yang berpengaruh terhadap tarif listrik

Tegangan listrik adalah perbedaan potensial listrik antara dua titik dalam rangkaian listrik, dan dinyatakan dalam satuan volt. Besaran ini mengukur energi potensial dari sebuah medan listrik yang mengakibatkan adanya aliran listrik dalam sebuah konduktor listrik.

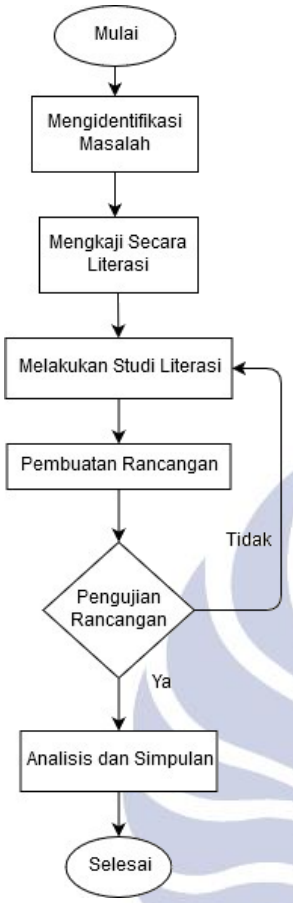
Instrument Pengumpulan Data

Instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa laptop (PC) dan perangkat lunak (*software*) Arduino IDE yang digunakan untuk menganalisis data sensor PZEM-004T.

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini secara garis besar diawali dengan mengidentifikasi masalah dan mengkaji secara literasi. Kemudiian dilanjutkan dengan melakukan studi literasi dan pembuatan rncangan. Setelah rancangan dibuat maka pengujian rancangan dapat dilakukan dan jika pengujian berhasil maka data dapat dianalisis dan disimpan. Apabila pengujian tidak sesuai maka dapat mengulang secara studi literasi hingga sesuai dengan

target yang diinginkan. Berikut gambar diagram alir pada Gambar 1.

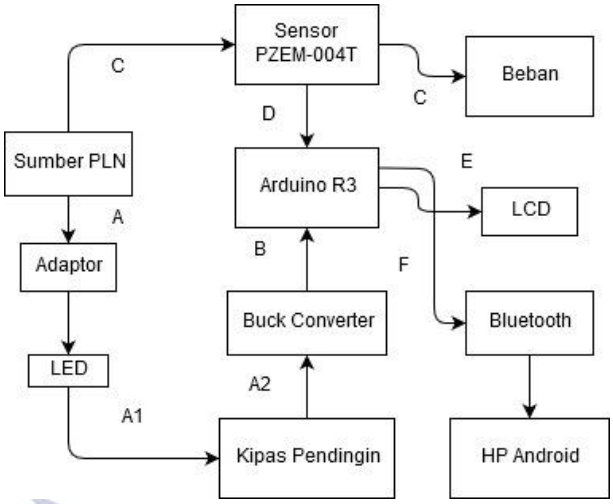


Gambar 1. Diagram alir tahapan penelitian
(Sumber: Data Primer, 2019)

Diagram Hardware sistem

Pada Gambar 2. dapat dilihat bahwa sistem kerja alat ini adalah memonitoring tegangan, arus, faktor daya, frekuensi, dan daya aktif terhadap waktu yang artinya adalah ketiga besaran tersebut akan dimonitoring selama proses konsumsi energi listrik berlangsung. Kemudian setelah diketahui nilai daya yang telah digunakan maka akan dikonversi menjadi tarif atau rupiah yang telah dipakai sehingga nilai dari besaran tarif tersebut dapat dikontrol dan dimonitoring oleh pengguna sekaligus pemilik.

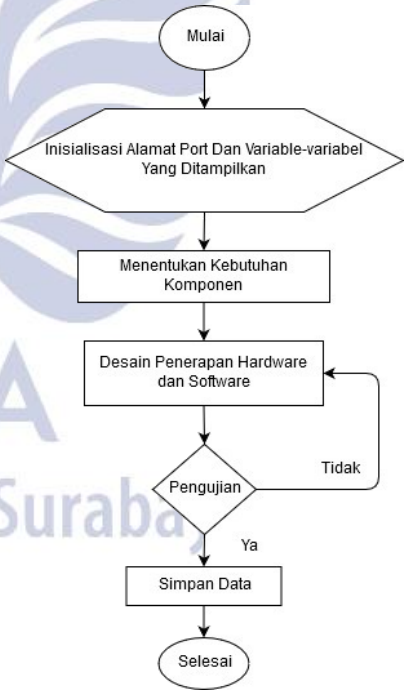
Monitoring yang dirancang memiliki 2 jenis monitoring yaitu melalui LCD hardware dan melalui Android. Pada sistem monitoring melalui android, komunikasi yang digunakan adalah komunikasi melalui Bluetooth. Hardware Bluetooth yang digunakan adalah HC-05 dengan spesifikasi jarak sebesar kurang lebih 10 meter.



Gambar 2. Diagram Hardware sistem
(Sumber: Data Primer, 2019)

Diagram Alir Perancangan Hardware

Diagram alir untuk perancangan hardware dimulai dengan menginisialisasi variabel dan port sehingga dapat dilakukan desain dan penerapan hardware dan software. Kemudian dapat dilakukan pengujian hingga data dapat disimpan. Apabila pengujian tidak berhasil maka dapat mengulang desain dan penerapan hardware dan software. dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Hardware Sistem
(Sumber: Data Primer, 2019)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancang bangun pemantauan dan pembayaran konsumsi listrik ini telah melalui beberapa pengujian. Beban yang digunakan antara lain setrika (S), rice cooker (RC), lampu (L) dan kipas angin (KA).

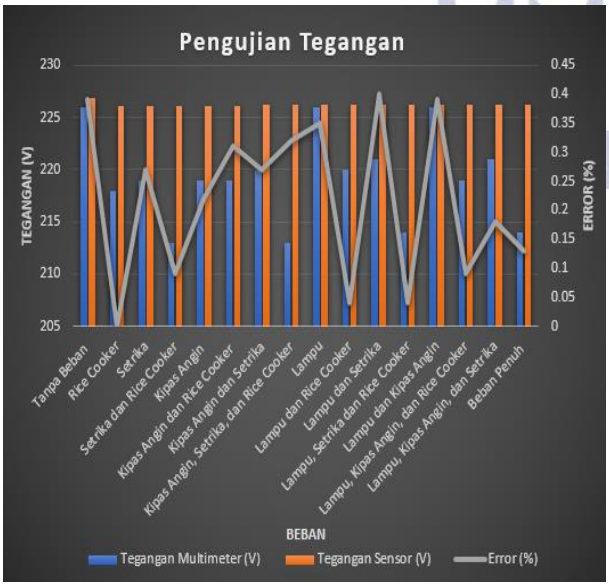
UNESA Universitas Negeri Surabaya

Pengujian Tegangan

Pengujian tegangan dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran dari sensor PZEM-004T dengan hasil pengukuran multimeter. Pengujian dilakukan mulai dengan tanpa beban hingga beban maksimal dengan ketentuan beban alat elektronik yang telah ditentukan. Jumlah pengujia sebanyak 16 kali pengujian dengan beban yang bervariasi sehingga memiliki daya yang bervariasi. Pengujian ini dilakukan di rumah peneliti pada pukul 16.00 sore hari. Berikut adalah tabel hasil pengujian tegangan adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Pengujian Tegangan

L	KA	S	RC	Tegangan Multimeter (V)	Tegangan Sensor (V)	Error (%)
0	0	0	0	226	226,9	0,39
0	0	0	1	218	218,0	0
0	0	1	0	219	219,6	0,27
0	0	1	1	213	213,2	0,09
0	1	0	0	219	219,5	0,22
0	1	0	1	219	219,7	0,31
0	1	1	0	220	220,6	0,27
0	1	1	1	213	213,7	0,32
1	0	0	0	226	227,8	0,35
1	0	0	1	220	220,1	0,04
1	0	1	0	221	221,9	0,40
1	0	1	1	214	214,1	0,04
1	1	0	0	226	226,9	0,39
1	1	0	1	219	219,2	0,09
1	1	1	0	221	221,4	0,18
1	1	1	1	214	214,3	0,13



Gambar 4. Grafik Pengujian Tegangan
(Sumber: Data Primer, 2019)

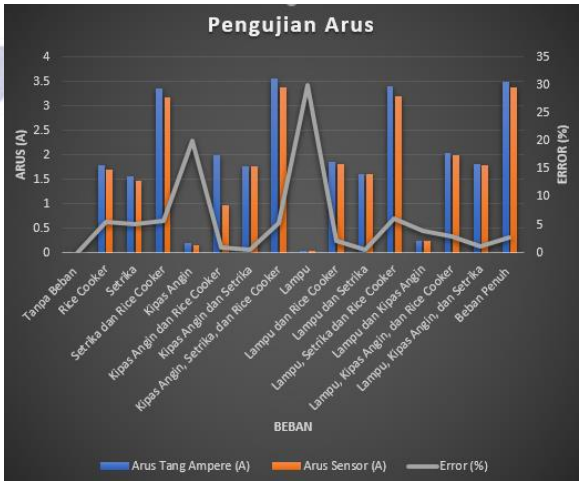
Dari hasil percobaan diatas rata – rata error yang yang terjadi adalah 0,218 % yang artinya adalah hasil pengukuran sistem cukup akurat ketika dibandingkan dengan alat ukur lain yaitu multimeter. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 4.

Pengujian Arus

Pengujian arus dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sistem dengan hasil pengukuran dari tang ampere. Pengujian ini tentunya dilakukan dengan menggunakan beban. Beban yang digunakan adalah beban peralatan elektronik sehari – hari. Berikut adalah tabel hasil pengujian arus :

Tabel 2. Pengujian Arus

L	KA	S	RC	Arus Clamp (A)	Arus Sensor (A)	Error (%)
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1,8	1,7	5,5
0	0	1	0	1,56	1,48	5,12
0	0	1	1	3,36	3,17	5,65
0	1	0	0	0,2	0,16	20
0	1	0	1	2	1,98	1
0	1	1	0	1,77	1,76	0,56
0	1	1	1	3,56	3,37	5,33
1	0	0	0	0,05	0,049	2
1	0	0	1	1,85	1,81	2,16
1	0	1	0	1,61	1,60	0,62
1	0	1	1	3,41	3,20	6,1
1	1	0	0	0,25	0,24	4
1	1	0	1	2,05	1,99	2,9
1	1	1	0	1,81	1,79	1,1
1	1	1	1	3,49	3,39	2,8



Gambar 5. Grafik Pengujian Arus
(Sumber: Data Primer, 2019)

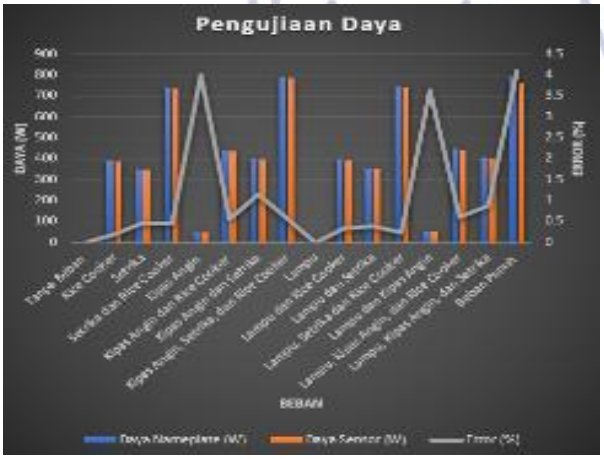
Hasil pengujian arus tersebut, hasil pengukuran antara sensor PZEM-004T dengan tang ampere cukup baik. Selisih antara kedua pengukuran tersebut tidak terlalu jauh, rata rata nilai error dari hasil pengukuran tersebut sebesar 4,05 %. Hasil keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 5.

Pengujian Daya

Pengujian daya dilakukan dengan membandingkan hasil dari daya pengukuran beban dengan data sheet daya pada tiap beban elektronik. Terdapat 16 jenis dengan variasi beban yang berbeda–beda dengan percobaan terakhir menggabungkan keseluruhan beban. Adapun hasil pengukuran pengujian daya adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Pengujian Daya

L	KA	S	RC	Daya Nameplate (W)	Daya Sensor (W)	Error (%)
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	390	389,3	0.18
0	0	1	0	350	348,4	0,46
0	0	1	1	740	736,7	0,45
0	1	0	0	50	48	4
0	1	0	1	440	437,5	0,57
0	1	1	0	400	395,4	1,15
0	1	1	1	790	785,3	0,59
1	0	0	0	5	5	0
1	0	0	1	395	393,7	0,33
1	0	1	0	355	353,6	0,39
1	0	1	1	745	743,1	0,25
1	1	0	0	55	53	3,64
1	1	0	1	445	442,3	0,61
1	1	1	0	405	401,4	0,89
1	1	1	1	795	762,2	4,1



Gambar 6. Grafik Pengujian Daya
(Sumber: Data Primer, 2019)

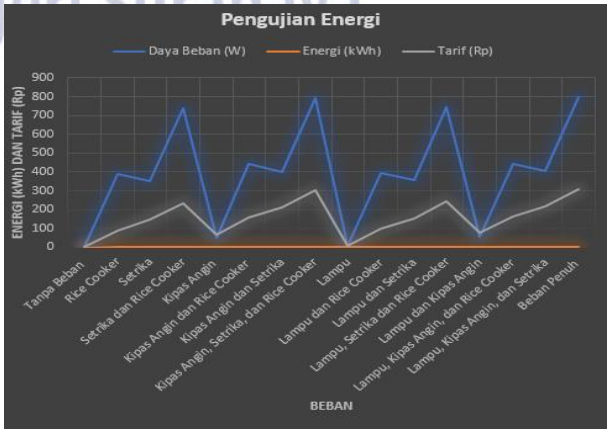
Hasil dari pengukuran daya sensor dengan nameplate yang terdapat pada setiap beban elekronik memiliki nilai error sebesar 1,1 %. Hal ini berarti sistem kerja sensor dapat bekerja dengan baik. Hasil keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 6.

Pengujian Energi

Pengujian energi dilakukan dengan menggunakan beberapa percobaan yaitu dengan beban elektronik pada umunya Dalam setiap pengujian akan dibatasi dengan melakukan pengujian energi per 1 jam sehingga dapat diketahui dalam setiap 1 jam beban – beban tersebut seberapa besar dalam mengkonsumsi energi dan dikonfersi dalam tarif.

Tabel 4. Pengujian Energi

L	KA	S	RC	Mode	Daya Beban (W)	Energi (kWh)	Tarif (Rp)
0	0	0	0	-	0	0	0
0	0	0	1	cook	400,9	0,18	246,87
				warm	10,6		
0	0	1	0	On	340,4	0,1	148,41
				Off	0		
0	0	1	1	-	751,9	0,28	395,28
0	1	0	0	-	48	0,049	67,07
0	1	0	1	-	459,5	0,229	313,94
0	1	1	0	-	388,4	0,149	215,48
0	1	1	1	-	799,9	0,329	462,35
1	0	0	0	-	5	0,004	7,13
1	0	0	1	-	416,5	0,184	254
1	0	1	0	-	345,4	0,104	155,54
1	0	1	1	-	756,9	0,284	402,41
1	1	0	0	-	53	0,053	74,2
1	1	0	1	-	464,5	0,233	321,07
1	1	1	0	-	393,4	0,153	222,61
1	1	1	1	-	804,9	0,333	469,48



Gambar 7. Grafik Pengujian Energi
(Sumber: Data Primer, 2019)

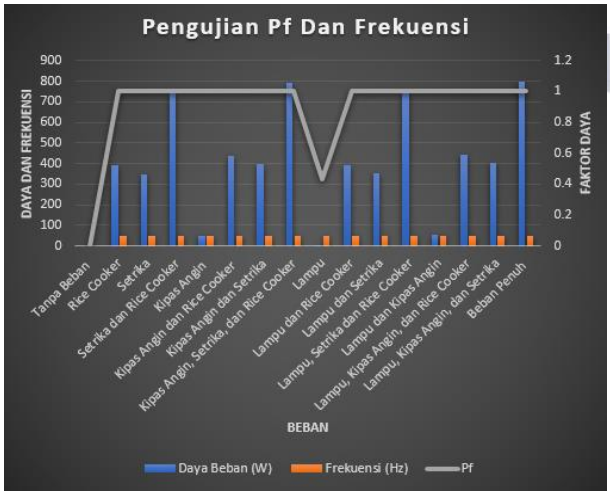
Dari 16 percobaan tersebut energi akan bertambah dengan cepat pada kondisi beban penuh karena daya yang dibebankan sebesar 804,9 Watt sehingga tarif akan bertambah lebih cepat. Hasil keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 7.

Pengujian Faktor Daya dan Frekuensi

Dilakukan dengan melakukan 16 percobaan dengan nilai daya beban yang berbeda – beda. Faktor daya adalah perbandingan antara daya aktif dan daya semu. Pengujian faktor daya dilakukan dengan melihat apakah beban tersebut memiliki nilai faktor daya yang bagus ataupun tidak bagus. Berikut adalah hasil pengujian faktor daya adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Pengujian Faktor Daya dan Frekuensi

L	KA	S	RC	Daya Beban (W)	Frekuensi (Hz)	Pf
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	390	49,9	1
0	0	1	0	350	49,9	1
0	0	1	1	740	50,0	1
0	1	0	0	50	49,9	1
0	1	0	1	440	49,9	1
0	1	1	0	400	49,9	1
0	1	1	1	790	49,9	1
1	0	0	0	5	49,9	0,43
1	0	0	1	395	49,9	1
1	0	1	0	355	50,0	1
1	0	1	1	745	50,0	1
1	1	0	0	55	49,9	1
1	1	0	1	445	49,9	1
1	1	1	0	405	49,9	1
1	1	1	1	795	50,0	1



Gambar 8. Grafik Pengujian Pf dan Fr
(Sumber: Data Primer, 2019)

Beban yang memiliki faktor daya yang kurang baik adalah beban lampu AC dengan nilai sebesar 0,43 dan beban yang memiliki faktor daya yang baik adalah kipas angin, setrika, dan rice cooker dengan nilai faktor daya sebesar 1. Semakin besar nilai faktor daya atau mendekati 1, berarti bahwa rasio besarnya daya aktif (P) yang bisa dimanfaatkan oleh beban terhadap daya tampak (S) yang dihasilkan sumber. Hasil keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 8.

PENUTUP

Simpulan

Pada hasil analisa percobaan yang dilakukan, berikut beberapa hal yang dapat disimpulkan:

Sistem perancangan dapat berjalan sesuai dengan hasil rancangan yang diinginkan. Dapat mendeteksi besaran – besaran yang diinginkan sesuai dengan hasil perancangan. Dalam sistem komunikasi serial, sistem dapat berjalan dengan baik antara modul Bluetooth dengan android.

Hasil output berupa besaran – besaran yang akan dilakukan pengujian yaitu tegangan, arus, daya, faktor daya, frekuensi, energi , dan tarif. Dari hasil pengujian tegangan (Tabel 1) dapat diambil nilai rata-rata error sebesar 0,218 %, dalam pengujian arus (Tabel 2) dapat diambil nilai rata-rata error sebesar 4,05 %, dalam pengujian daya (Tabel 3) dapat diambil nilai rata-rata error sebesar 1,1 %, dalam pengujian frekuensi (Tabel 5) dapat diambil kesimpulan bahwa frekuensi dapat bekerja stabil dengan nilai ± 50 Hz, dalam pengujian faktor daya (Tabel 5) bahwa nilai faktor daya yang rendah adalah beban lampu AC dengan nilai 0,43. dalam pengujian energi dapat diambil kesimpulan bahwa semakin besar daya yang digunakan maka semakin besar pula energi yang akan digunakan dan semakin cepat pula tarif akan bertambah. Dari pengujian energi (Tabel 4), daya terbesar sebesar 804,9 watt dengan konsumsi energi 0,33 kWh per jam dengan tarif 469,48 per jam.

Sistem kerja alat dapat bekerja dengan baik mulai dari sistem pengukuran atau monitoring, kemudian sistem pengamanan dalam memasukkan nilai golongan dan tarif, kemudian sistem komunikasi antara HC-05 dengan Bluetooth pada android. Sistem komunikasi dirancang memiliki 2 fungsi yaitu sistem monitoring melalui android dan kontrol nilai golongan dan tarif untuk perhitungan tarif listrik yang akan dibebankan oleh konsumen.

Saran

Saran yang dapat diberikan pada pengembangan tugas akhir ini adalah bagian pembuatan program aplikasi android dapat dilakukan dengan menggunakan media lain seperti android studio, dll. Jenis media

komunikasi dapat menggunakan media lain seperti wifi ataupun sim card.

DAFTAR PUSTAKA

Afrizal tanjung, R. P. (2017). Prototype Sistem Monitoring Daya Pada KWH Meter 1 Phasa Dan Sistem ON/OFF Via SMS Modul. *Teknik Elektro UMRAH*, 1-7.

Andi Wawan Indrawan, N. A. (2018). Pemanfaatan Jaringan Listrik Tegangan Rendah Sebagai Media Pembawa Informasi Hasil Pengukuran Besaran Listrik. *Bidang Ilmu Teknik Elektro*, 1-6.

Asep Muhammad Alipudin, D. N. (2018). Rancang Bangun Alat Monitoring Biaya Listrik Terpakai Berbasis IOT. *Fakultas Teknik Universitas Pakuan*, 1-11.

Dolly Handarly, J. L. (2018). Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis IOT. *JEECAE*, 1-4.

Fatoni Nur Habibi, S. S. (2017). Alat Monitoring Pemakaian Energi Listrik Berbasis Android . *Jurnal Poltek Malang*, 1-8.

Hartono Budi Santoso, S. P. (2018). Pengembangan Sistem Pemantauan Konsumsi Energi Rumah Tangga Berbasis IOT. *Elkomika*, 1-10.

Heri Andrianto, A. D. (2016). *Arduino belajar Cepat Dan Pemrograman* . Bandung: Informatika Bandung.

Hudan, I. S. (2019). Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya listrik Pada Kamar Kos Berbasis IOT. *Jurnal UNESA*, 1-9.

Lestari, S. (2016). Pengaruh Pemanasan Permainan Tradisional Terhadap Denyut Nadi dan Keaktifan Gerak. *Universitas Pendidikan Indonesia*, 2.

Mochamad Hanif Dwi Wicaksono, W. A. (2019). Pengendalian Motor DC Menggunakan Arduino Uno Pada Rancang Bangun Electrostatic Partisiple. *International Journal of Engineering and Technology (INAJET)*, 1.

Solso, M. (2002). modifikasi kondisi yang dilakukan secara sengaja dan terkontrol dalam menentukan peristiwa atau kejadian, serta pengamatan terhadap perubahan yang terjadi. *Jurnal*, 23.

UNESA Universitas Negeri Surabaya