

PROTOTIPE SISTEM MONITORING DAYA LISTRIK PADA GEDUNG A8 LANTAI 2 FT UNESA BERBASIS ARDUINO UNO

Rakhmad Nugroho Jati

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : rakhmadjati@mhs.unesa.ac.id

Tri Rijanto

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : tririjanto@unesa.ac.id

Abstrak

Monitoring daya listrik perlu dilakukan untuk mengetahui keadaan *real* dari sebuah sistem tenaga listrik. Dengan menggunakan bluetooth HC-05 sebagai koneksi diharapkan dapat mengetahui beban atau daya yang di konsumsi oleh Gedung A8 FT Unesa. Pengukuran atau pemantauan harus memberikan data yang kompleks yaitu spesifik, dapat dicapai, relevan, dan dalam rentan waktu. Data yang dikirimkan yaitu berupa daya yang terpakai selama 5 hari pengukuran. Prototipe sistem monitoring daya listrik ini sendiri terdiri dari berbagai komponen yaitu Arduino Uno sebagai mikrokontroler program, pengkondisian signal sebagai pembaca output dari sensor agar bisa di baca arduino, Sensor Arus SCT-013-100A, Power Supply sebagai sumber tegangan pada arduino, LCD sebagai displai pada box panel dan lampu indikator. Penelitian dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran dari prototipe yang di buat dengan alat ukur pabrikan (Tang Ampere). Hasil penelitian berupa variable yang di bandingkan adalah keluaran arus (I) yang di hasilkan prototipe dengan alat ukur, menunjukkan bahwa data yang didapat dari prototipe yang dibuat sebesar 2.603,4 Ampere dan alat ukur (Tang Ampere) sebesar 2.603,07 Ampere. Terdapat selisih sebesar 0,33 Ampere atau sebesar 0,012%.

Kata Kunci : Arduino Uno, Bluetooth HC-05, MIT APP, Tang Ampere

Abstract

Monitoring of electrical power needs to be done to determine the real state of an electric power system. By using bluetooth HC-05 as a connection, it is expected to be able to find out the load or power consumed by the Unesa FT A8 Building. Measurement or monitoring must provide complex data that is specific, achievable, relevant, and vulnerable to time. The data sent is in the form of power used for 5 days of measurement. The prototype of the electric power monitoring system itself consists of various components, namely Arduino Uno as a microcontroller program, signal conditioning as an output reader from the sensor so that it can be read Arduino, SCT-013-100A, Power Supply as a voltage source on Arduino, LCD as display on the panel box and indicator lights. The study was conducted by comparing the results of measurements from the prototype made with the manufacturer's measuring instrument (Clamp Ampere). The results of the study are variables that are compared with the output current (I) produced by a prototype with a measuring instrument, indicating that the data obtained from the prototype made is 2.603,4 Amperes and the measuring instrument (Clamp Ampere) is 2.603,07 Amperes. There is a difference of 0.33 Ampere or equal to 0.012%.

Keywords: Arduino Uno, Bluetooth HC-05, MIT APP, Clamp Ampere

PENDAHULUAN

Listrik merupakan kebutuhan yang sangat vital, hampir semua peralatan rumah tangga dan pabrik menggunakan energi listrik untuk menjalankannya. Namun penggunaan energi listrik tersebut tidak gratis. Pemakaian energi listrik tersebut harus dibayar sesuai dengan jumlah pemakaian, semakin lama dan banyak penggunaan maka akan semakin besar biaya yang akan dikeluarkan. Dalam pengelolaan listrik diatur oleh perusahaan milik negara dalam hal ini adalah PT. PLN (Perusahaan Listrik Negara), PT. PLN menggunakan KWH (*Kilo Watt Hour*) meter sebagai alat ukur untuk menghitung pemakaian energi listrik yang digunakan

oleh pelanggan, baik pelanggan rumah tangga maupun pabrik.

KWH (*Kilo Watt Hour*) adalah alat ukur yang dibutuhkan untuk mengukur pemakaian energi listrik, pada pengukuran KWH (*Kilo Watt Hour*) meter tiga fasa sering kali terjadi kesalahan, salah satu penyebabnya adalah hilangnya salah satu fasa arus pada KWH (*Kilo Watt Hour*) meter tersebut. Jika terdapat gangguan pada salah satu fasa tidak segera dilakukan pengecekan dan perbaikan, maka kerugian pelanggan listrik akan semakin besar. Hal ini dikarenakan perhitungan di KWH (*Kilo Watt Hour*) meter tidak sesuai dengan pemakaian pelanggan.

Jika pemakaian energi listrik bisa terpantau secara *real time*, pengguna atau pelanggan dapat melakukan antisipasi atau *manage* energi yang lebih baik. Hal ini diperlukan untuk mengetahui berapa energi yang terpakai, apakah mengalami kenaikan atau penurunan sehingga bisa segera dilakukan pengecekan dan perbaikan apabila terjadi gangguan atau eror. Sehingga tidak merugikan pelanggan dan pihak PLN.

Dalam penelitian ini mengacu pada penelitian Riswandi yang berjudul Perancangan Alat Monitoring Arus KWH (*Kilo Watt Hour*) Meter Tiga Fasa Dengan Memanfaatkan Mikrokontroler Arduino dan Sms Gateway Berbasis Web. Dalam penelitiannya masih terdapat beberapa kekurangan, seperti masih menggunakan SMS yang memerlukan pulsa dan *output* dari alat tersebut hanya menampilkan nilai arus saja.

Dari permasalahan di atas penulis memiliki gagasan untuk membuat proposal skripsi dengan judul alat monitoring daya listrik tiga fasa dengan memanfaatkan mikrokontroler arduino uno dan bisa di monitoring melalui aplikasi android dengan koneksi bluetooth HC-05.

KAJIAN PUSTAKA

Energi Listrik

Energi listrik merupakan suatu energi yang berasal dari muatan listrik yang menimbulkan medan listrik statis atau Bergeraknya elektron pada konduktor (pengantar listrik) atau ion (positif atau negatif) pada zat cair atau gas. Listrik mempunyai satuan ampere yang disimbolkan dengan A dan tegangan listrik yang disimbolkan dengan V dengan satuan volt dengan ketentuan kebutuhan pemakaian daya listrik Watt yang disimbolkan dengan W. Energi listrik bisa diciptakan oleh sebuah energi lain dan bahkan sanggup memberikan suatu energi yang nantinya bisa dikonversikan pada energi yang lain.

Jika di dalam sebuah rangkaian diberi beda potensial V sehingga mengalirkan suatu muatan listrik sejumlah Q dan arus listrik sebesar I, maka energi listrik yang diperlukan,

$$W = Q \cdot V \quad (1)$$

$$Q = I \cdot t \quad (2)$$

Keterangan :

W = Energi listrik (*Joule*)

Q = Muatan Listrik (*Columb*)

V = Beda potensial (*Volt*)

I = Arus Listrik (*Ampere*)

t = Waktu (*Second*)

(Sumber : Daryanto, 2016)

Arduino Uno

Arduino Uno adalah arduino board yang menggunakan mikrokontroler ATmega328P. Arduino Uno memiliki 14 pin digital (6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah 16 MHz osilator kristal, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah header ICSP, dan sebuah tombol reset. Arduino Uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroler. Hanya dengan menghubungkannya ke sebuah komputer melalui USB atau memberikan tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke DC sudah dapat membuatnya bekerja. (Andi, dkk, 2017). Untuk mikrokontroler Arduino uno dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini :

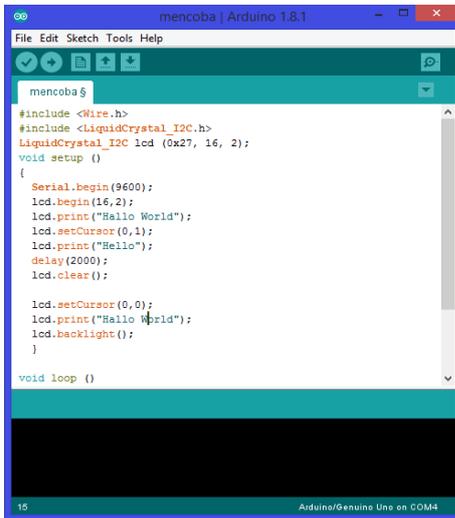


Gambar 1 Mikrokontroler Arduino Uno

(Sumber : arduino.cc, 2018)

Arduino IDE

Arduino IDE (*Intergrated Development Environment*) merupakan software yang digunakan untuk membuat kode program dilengkapi dengan fitur pada toolbar memiliki fungsi yang dapat membantu dalam menghubungkan program dengan mikrokontroler arduino. (Abdul kadir, 2015) Untuk program Arduino IDE dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini :



Gambar 2 Tampilan IDE Arduino uno
(Sumber : arduino.cc, 2018)

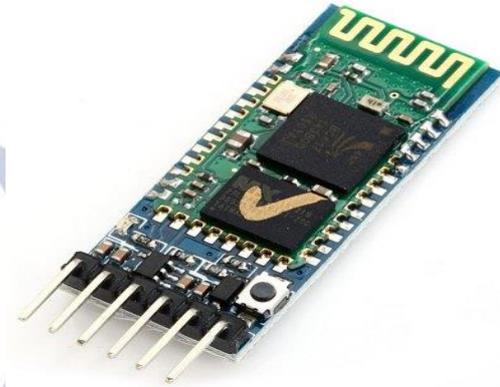
Tabel 1. Deskripsi Arduino Uno
(Sumber: arduino.cc, 2018)

Mikrokontroler	ATmega 328
Tegangan pengoperasian	5 V
Tegangan input yang disarankan	7-12 V
Batas tegangan input	6-20 V
Jumlah pin I/O	14 pin digital (6 diantaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah pin input analog	6 pin
Arus DC tiap pin I/O	40 Ma
Arus DC untuk pin 3,3 V	50 Ma
Memori flash	32 KB (ATmega 328) sekitar 0,5 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2 KB (ATmega 328)
EPROM	1 KB (ATmega 328)
Clock speed	16 MHz

Bluetooth HC-05

Bluetooth adalah suatu peralatan media komunikasi yang dapat digunakan untuk menghubungkan sebuah perangkat komunikasi dengan perangkat komunikasi lainnya, Bluetooth yaitu sebuah teknologi wireless atau tanpa kabel yang beroperasi pada pita frekuensi 2.4 Ghz (antara 2.402 GHz s/d 2.480 GHz) untuk pertukaran data pada perangkat bergerak seperti PDA, laptop, HP, dan lain-lain. Dengan menggunakan sebuah *frequency hopping*

tranciver yang mampu menyediakan layanan komunikasi data dan juga suara secara *real-time* antara *host-host* Bluetooth dengan jangkauan layanan jarak yang terbatas sekitar 10 meter. Salah satu hasil contoh modul Bluetooth yang paling banyak digunakan adalah tipe HC-05. Modul Bluetooth HC-05 terdiri dari 6 pin konektor, yang setiap pin konektor memiliki fungsi yang berbeda-beda Untuk gambar module bluetooth dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini:



Gambar 3 Bloetooth HC-05
(Sumber : howtomechatronics.com, 2018)

MIT App Inventor

APP Inventor adalah aplikasi web sumber terbuka yang awalnya dikembangkan oleh google. APP Inventor memungkinkan pengguna baru untuk memprogram komputer guna menciptakan aplikasi perangkat lunak bagi sistem android dan menggunakan sebuah tool untuk membuat aplikasi pada android, yang menyenangkan dari tool ini adalah karena berbasis visual *block programming*. Jadi bisa membuat aplikasi tanpa kode satupun. Disebut visual *block programming* karena akan melihat, menggunakan, dan menyusun dan drag- drobs “Blok” yang merupakan simbol-simbol perintah dan fungsi tertentu dalam membuat aplikasi, dan secara sederhana kita bisa menyebutnya tanpa menuliskan kode program. (Andi, 2018)

Sensor arus SCT-013-100A

Splilt-core Current Transformer adalah sensor arus yang menggunakan konsep kinerja dari trafo arus. Transformator arus dirancang untuk menghasilkan nilai arus sekunder yang lebih kecil dibandingkan sisi primernya. Trafo arus mengubah nilai arus pada suatu saluran transmisi ke nilai yang lebih kecil sehingga lebih aman untuk dilakukan pengukuran. Trafo arus terdiri dari lilitan sekunder yang terdapat pada cincin *ferromagnetic*, dengan lilitan primer yang melewati bagian tengah dari cincin. Cincin *ferromagnetic* menahan sedikit fluks dari

lilitan primer. Untuk gambar sensor arus dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini :



Gambar 4 Sensor Arus SCT-013-100A
(Sumber : Data Penelitian, 2018)

Tang Ampere

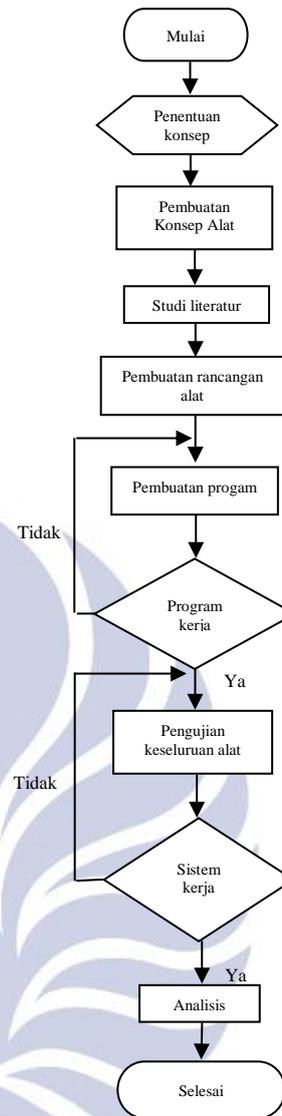
Tang Ampere atau juga di sebut Clamp Meter merupakan sebuah alat ukur yang sangat nyaman dipakai dan memberikan kemudahan pengukuran arus listrik tanpa mengganggu rangkaian listriknya. Alat ini berfungsi untuk mengukur arus listrik tanpa memutus jalur arus listrik tersebut. Tang Ampere ini memiliki fungsi lain, selain untuk mengukur arus listrik alat ini juga dapat digunakan untuk ukur voltase atau ukur nilai tahanan.



Gambar 5 Tang Ampere
(Sumber: Data Penelitian, 2018)

METODE PENELITIAN

Pendekatan penelitian ini dilakukan dengan metode kuantitatif. Metode kuantitatif adalah penelitian ilmiah yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena serta hubungan-hubungannya. Tujuan metode kuantitatif adalah mengembangkan dan menggunakan model-model matematis, teori-teori atau hipotesis yang berkaitan dengan fenomena alam. Gambar 6 menunjukkan alur penelitian :

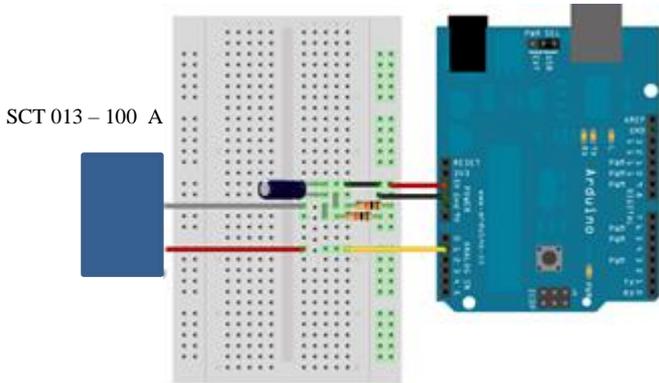


Gambar 6 Alur Penelitian
(Sumber : Data Penelitian, 2018)

Gambar 6 dapat dilihat diagram alur penelitian yang dimulai dengan penentuan konsep alat yang akan di buat, setelah itu membuat konsep yang telah di tentukan tadi yaitu box, membuat rangkaian pengkondisian sinyal, LCD 20x4, lampu indikator, sensor arus dan arduino uno. Setelah itu membuat program keseluruhan alat, apabila program jalan akan langsung di lakukan pengujian keseluruhan alat sedangkan apabila program tidak jalan maka akan di lakukan pembuatan program lagi sampai benar. Setelah itu dilakukan pengujian keseluruhan alat apabila sistem yang dibuat tidak berjalan sesuai harapan maka akan di lakukan pengujian berulang sampai sistem berjalan, setelah sistem bekerja sesuai dengan apa yang di harapkan maka akan di lakukan analisis dimana data yang di kirimkan sensor akan di terima dan diolah oleh arduino uno, setelah itu data yang di tampilkan akan dibandingkan dengan alat pabrikan yaitu tang ampere sebagai alat pembandingnya.

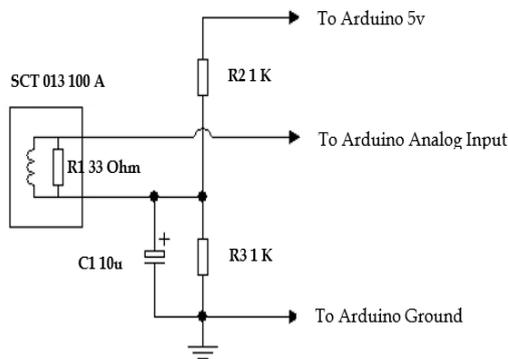
Rangkaian Sensor Arus

Sensor arus pada rancangan alat ini berfungsi sebagai tempat untuk input sensor arus, sehingga ketika sensor arus terpasang pada kabel sistem 3 fasa maka sensor arus akan bekerja dan melalui mikrokontroller arduino. Rangkaian ini dibuat sebanyak 3 buah, karena untuk inputannya sendiri membutuhkan 3 rangkaian sebagai pembacaan nilai arus R, S, T. Rangkaian pada Gambar 7 menunjukkan contoh rangkain sensor arus hanya 1 fasa :



Gambar 7 Rangkain Detector Sensor Arus SCT-013-100 A
(Sumber : Data Penelitian, 2018)

Pada Gambar 8 menunjukkan rangkaian pengkondisian sinyal sensor arus SCT 013-100A dapat dilihat di bawah ini :



Gambar 8 Rangkain Pengkondisian Sinyal
(Sumber : Data Penelitian, 2018)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh dari pengukuran menggunakan prototipe 3 fasa yang di lakukan selama 5 hari mulai pukul 08.00 s/d 16.00, di bandingkan dengan alat ukur pabrikan (Tang Ampere). Besar nilai-nilai yang di hasilkan dapat dilihat pada Tabel 1 sampai Tabel 5.

Tabel 2 Pengukuran Hari Senin
(Sumber : Data penelitian, 2018)

No	Pukul	Prototipe											
		R				S				T			
		V	I	It	P	V	I	It	P	V	I	It	P
1.	08.00	220	13,80	13,80	4.309,9	220	4,62	4,60	1.442,7	220	16,20	16,20	5.059
2.	09.00	220	24,79	24,80	7.741,6	220	5,53	5,50	1.726,9	220	22,40	22,40	6.995,2
3.	10.00	220	25,20	25,18	7.869,7	220	7,80	7,80	2.435,8	220	33,10	33,10	10.336,7
4.	11.00	220	25,90	25,90	8.088,3	220	6,30	6,30	1.967,4	220	33,50	33,50	10.461,7
5.	12.00	220	23,80	23,80	7.432,5	220	7,12	7,11	2.220,3	220	32,80	32,80	10.243,1
6.	13.00	220	27,13	27,10	8.472,4	220	7,80	7,80	2.435,8	220	36,06	36,06	11.261,1
7.	14.00	220	26,80	26,80	8.369,3	220	6,90	6,90	2.154,8	220	37,50	37,50	11.710,8
8.	15.00	220	27,30	27,30	8.525,5	220	6,10	6,10	1.904,9	220	36,70	36,70	11.461
9.	16.00	220	25,30	25,30	7.900,9	220	4,00	4,00	1.249,1	220	36,61	36,60	6.995,2
Rata-rata												19.457,2	

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa pemakaian daya listrik pada Gedung A8 lantai 2 FT Unesa beban puncak pada fasa R terjadi pada pukul 15.00 yaitu sebesar 8.525,5 Watt, fasa S terjadi pada pukul 10.00 & 13.00 yaitu sebesar 2.435,8 Watt, fasa T terjadi pada pukul 14.00 yaitu sebesar 11.710,8 Watt. Beban puncak dari fasa R, S, T terjadi pada pukul 13.00 yaitu pada fasa R sebesar 8.474,4 Watt, fasa S sebesar 2.435,8 Watt, fasa T sebesar 11.261,1 Watt.

Pemakaian daya listrik terendah pada fasa R terjadi pada pukul 08.00 yaitu sebesar 4309,9 Watt, fasa S terjadi pada pukul 16.00 yaitu sebesar 1.249,1 Watt, fasa T terjadi pada pukul 08.00 yaitu sebesar 5.059 Watt. Beban terendah pada fasa R, S, T terjadi pada pukul 08.00 yaitu pada fasa R sebesar 4.309,9 Watt, fasa S sebesar 1.442,7 Watt, fasa T sebesar 5.059 Watt. Dari Tabel 2 di atas dapat di ketahui rata-rata pemakaian daya listrik pada Gedung A8 lantai 2 FT unesa sebesar 19.457,2 Watt/Jam.

Tabel 3 Pengukuran Hari Selasa
(Sumber : Data penelitian, 2018)

No	Pukul	Prototipe											
		R				S				T			
		V	I	It	P	V	I	It	P	V	I	It	P
1.	08.00	220	11,20	11,20	3.497,6	220	4,30	4,30	1.342,8	220	14,41	14,40	4.500
2.	09.00	220	16,40	16,40	5.121,5	220	4,72	4,70	1.474	220	25,20	25,20	7.869,7
3.	10.00	220	27,79	27,80	8.678,5	220	5,90	5,90	1.842,5	220	36,00	36,00	11.242,4
4.	11.00	220	27,69	27,70	8.647,3	220	6,70	6,70	2.092,3	220	35,60	35,60	11.117,5
5.	12.00	220	25,90	25,88	8.088,3	220	6,40	6,40	1.998,6	220	35,20	35,20	10.992,6
6.	13.00	220	30,10	30,10	9.399,9	220	7,10	7,10	2.217,2	220	28,29	28,30	8.834,6
7.	14.00	220	29,31	29,30	9.153,2	220	6,80	6,80	2.123,5	220	28,90	28,90	9.025,1
8.	15.00	220	25,20	25,20	7.869,7	220	6,60	6,60	2.061,1	220	24,30	24,30	7.588,6
9.	16.00	220	24,60	24,60	7.682,3	220	4,20	4,22	1.311,6	220	18,20	18,20	5.683,6
Rata-rata												17.925,9	

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa pemakaian daya listrik pada Gedung A8 lantai 2 FT Unesa beban puncak pada fasa R terjadi pada pukul 13.00 yaitu sebesar 9.399,9 Watt, fasa S terjadi pada pukul 13.00 yaitu sebesar 2.217,2 Watt, fasa T terjadi pada pukul 10.00 yaitu sebesar 11.242,4 Watt. Beban puncak dari fasa R, S, T terjadi pada pukul 11.00 yaitu pada fasa R sebesar 8.647,3 Watt, fasa S sebesar 2.092,3 Watt, fasa T sebesar 11,117,5 Watt.

Pemakaian daya listrik terendah pada fasa R terjadi pada pukul 08.00 yaitu sebesar 3.497,6 Watt, fasa S terjadi pada pukul 16.00 yaitu sebesar 1.311,6 Watt, fasa T terjadi pada pukul 08.00 yaitu sebesar 4.500 Watt. Beban terendah pada fasa R, S, T terjadi pada pukul 08.00 yaitu pada fasa R sebesar 3.497,6 Watt, fasa S sebesar 1.342,8 Watt, fasa T sebesar 4.500 Watt. Dari Tabel 3 di atas dapat di ketahui rata-rata pemakaian daya listrik pada Gedung A8 lantai 2 FT unesa sebesar 17.925,9 Watt/Jam.

Tabel 4 Pengukuran Hari Rabu
(Sumber : Data penelitian, 2018)

No	Pukul	Prototipe											
		R				S				T			
		V	I	It	P	V	I	It	P	V	I	It	P
1.	08.00	220	24,20	24,20	7.557,4	220	6,20	6,20	1.936,1	220	18,60	18,60	5.808,5
2.	09.00	220	18,90	18,90	5.902,2	220	5,90	6,90	1.842,5	220	24,70	24,70	7.713,5
3.	10.00	220	22,90	22,90	7.151,4	220	7,30	7,30	2.279,7	220	25,11	25,10	7.841,4
4.	11.00	220	24,97	25,00	7.797,8	220	7,81	7,80	2.438,8	220	25,70	25,70	8.025,8
5.	12.00	220	23,71	23,70	7.404,2	220	7,20	7,20	2.248,4	220	26,81	26,80	8.372,3
6.	13.00	220	36,80	36,80	11.492,2	220	8,10	8,10	2.529,5	220	24,20	24,20	7.557,4
7.	14.00	220	36,20	36,20	10.905,7	220	7,70	7,70	2.404,6	220	24,72	24,72	7.719,7
8.	15.00	220	32,20	32,20	10.055,7	220	6,92	6,92	2.386,4	220	25,00	25,00	7.807,2
9.	16.00	220	14,79	14,80	4.618,7	220	4,90	4,90	1.530,2	220	24,80	24,80	7.744,7
Rata-rata												17.915	

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa pemakaian daya listrik pada Gedung A8 lantai 2 FT Unesa beban puncak pada fasa R terjadi pada pukul 13.00 yaitu sebesar 11.492,2 Watt, fasa S terjadi pada pukul 13.00 yaitu sebesar 2.529,5 Watt, fasa T terjadi pukul 12.00 yaitu sebesar 8.372,3 Watt. Beban puncak pada fasa R, S, T terjadi pada pukul 13.00 yaitu pada fasa R sebesar 11.492,2 Watt, fasa S sebesar 2.529,5 Watt, fasa T sebesar 7.447,4 Watt.

Pemakaian daya listrik terendah pada fasa R terjadi pada pukul 16.00 yaitu sebesar 4.618,7 Watt, fasa S terjadi pada pukul 16.00 yaitu sebesar 1.530,2 Watt, fasa T terjadi pada pukul 08.00 yaitu sebesar 5.808,5 Watt. Pemakaian daya listrik terendah pada fasa R, S, T terjadi pada pukul 16.00 yaitu pada fasa R sebesar 4.618,7 Watt, fasa S sebesar 1.530,2 Watt, fasa T sebesar 7.744,7

Watt. Dari Tabel 4 di atas dapat di ketahui rata-rata pemakaian daya listrik pada Gedung A8 lantai 2 FT unesa sebesar 17.915Watt/Jam.

Tabel 5 Pengukuran Hari Kamis
(Sumber : Data penelitian, 2018)

No	Pukul	Prototipe											
		R				S				T			
		V	I	It	P	V	I	It	P	V	I	It	P
1.	08.00	220	11,50	11,50	3.591,3	220	3,90	3,90	1.217,9	220	16,40	16,40	5.121,5
2.	09.00	220	17,90	17,90	5.589,9	220	4,41	4,40	1.377	220	21,31	21,30	6.654,7
3.	10.00	220	27,81	27,81	8.684,5	220	4,70	4,70	1.467,7	220	39,00	39,00	12.179,3
4.	11.00	220	26,80	26,80	8.369,3	220	5,20	5,20	1.623,9	220	37,98	38,00	11.835,7
5.	12.00	220	27,10	27,10	8.466	220	4,01	4,00	1.252,1	220	38,60	38,60	12.054,3
6.	13.00	220	26,20	26,20	8.185	220	4,80	4,80	1.498,9	220	48,20	48,20	15.052,3
7.	14.00	220	16,60	16,60	5.184	220	4,91	4,90	1.533,2	220	47,71	47,70	14.899,2
8.	15.00	220	16,82	16,80	5.252,3	220	4,70	4,70	1.467,7	220	43,80	43,80	13.678,3
9.	16.00	220	16,40	16,40	5.121,5	220	4,60	4,60	1.436,5	220	14,88	14,90	4.646,7
Rata-rata												18.604,8	

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa pemakaian daya listrik pada Gedung A8 lantai 2 FT Unesa beban puncak pada fasa R terjadi pada pukul 10.00 yaitu sebesar 8.684,5 Watt, fasa S terjadi pada pukul 11.00 yaitu sebesar 1.623,9 Watt, fasa T terjadi pada pukul 13.00 yaitu sebesar 15.052,3 Watt. Beban puncak pada fasa R, S, T terjadi pada pukul 13.00 yaitu pada fasa R sebesar 8.185 Watt, fasa S sebesar 1.498,9 Watt, fasa T sebesar 15.052,3 Watt.

Pemakaian daya listrik terendah pada fasa R terjadi pada pukul 08.00 yaitu sebesar 3.591,3 Watt, fasa S terjadi pada pukul 08.00 yaitu sebesar 1.217,9 Watt, fasa T terjadi pada pukul 16.00 yaitu sebesar 4.464,7 Watt. Beban terendah pada fasa R, S, T terjadi pukul 08.00 yaitu pada fasa R sebesar 3.591,3 Watt, fasa S sebesar 1.217,9 Watt, fasa T sebesar 5.121,5 Watt. Dari Tabel 5 di atas dapat di ketahui rata-rata pemakaian daya listrik pada Gedung A8 lantai 2 FT unesa sebesar 18.604,8 Watt/Jam.

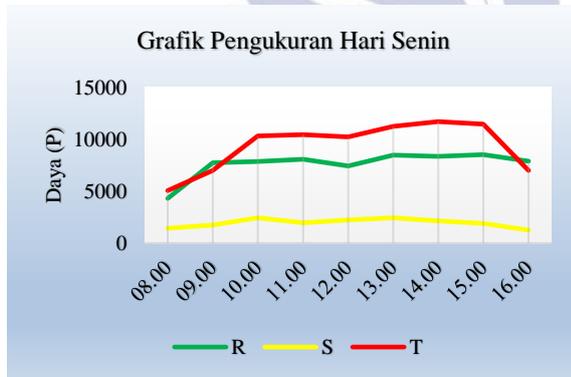
Tabel 6 Pengukuran Hari Jum'at
(Sumber : Data penelitian, 2018)

No	Pukul	Prototipe											
		R				S				T			
		V	I	It	P	V	I	It	P	V	I	It	P
1.	08.00	220	14,89	14,90	4.649,9	220	3,90	3,90	1.217,9	220	13,20	13,20	4.122,2
2.	09.00	220	25,10	25,10	7.838,4	220	4,11	4,10	1.283,3	220	22,10	22,10	6.901,6
3.	10.00	220	25,80	25,80	8.057	220	3,90	3,90	1.217,9	220	23,20	23,20	7.245,1
4.	11.00	220	25,61	25,60	7.997,6	220	3,90	3,90	1.217,9	220	24,00	24,00	7.494,9
5.	12.00	220	24,80	24,80	7.744,7	220	2,00	2,00	624,5	220	35,01	35,00	10.933,2
6.	13.00	220	25,80	25,80	8.057	220	2,22	2,20	687	220	34,10	34,10	10.649
7.	14.00	220	25,43	25,40	7.935,1	220	4,01	4,00	1.252,1	220	33,20	33,20	10.368
8.	15.00	220	24,00	24,00	7.494,9	220	3,81	3,80	1.189,7	220	23,91	23,90	7.466,7
9.	16.00	220	25,91	25,90	8.091,3	220	2,02	2,00	630,7	220	16,80	16,80	5.246,4
Rata-rata												16.401,7	

Dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa pemakaian daya listrik pada Gedung A8 lantai 2 FT Unesa beban puncak pada fasa R terjadi pada pukul 16.00 yaitu sebesar 8.091,3 Watt, fasa S terjadi pada pukul 09.00 yaitu sebesar 1.283,3 Watt, fasa T terjadi pada pukul 12.00 yaitu sebesar 10.933,2 Watt. Beban puncak pada fasa R, S, T terjadi pada pukul 14.00 yaitu pada fasa R sebesar 7.935,1 Watt, fasa S sebesar 1.252,1 Watt, fasa T sebesar 10.368 Watt.

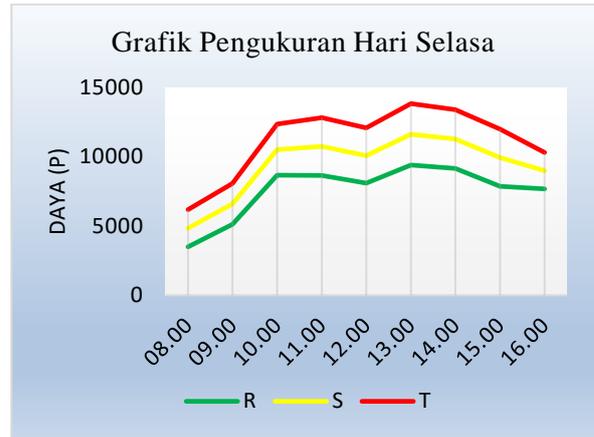
Pemakaian daya listrik terendah pada fasa R terjadi pada pukul 08.00 yaitu sebesar 4649,9 Watt, fasa S terjadi pada pukul 12.00 yaitu sebesar 624,5 Watt, fasa T terjadi pada pukul 08.00 yaitu sebesar 4.122,2 Watt. Beban terendah pada fasa R, S, T terjadi pukul 08.00 yaitu pada fasa R sebesar 4649,9 Watt, fasa S sebesar 1.217,9 Watt, fasa T sebesar 4.122,2 Watt. Dari Tabel 6 di atas dapat di ketahui rata-rata pemakaian daya listrik pada Gedung A8 lantai 2 FT unesa sebesar 16.401,75 Watt/Jam.

Dari data Tabel di atas maka di dapatkan Grafik pengujian, bisa di lihat Grafik hasil pengujian selama 5 hari mulai hari senin sampai jum'at, di bawah ini merupakan Gambar 9 sampai 13 :



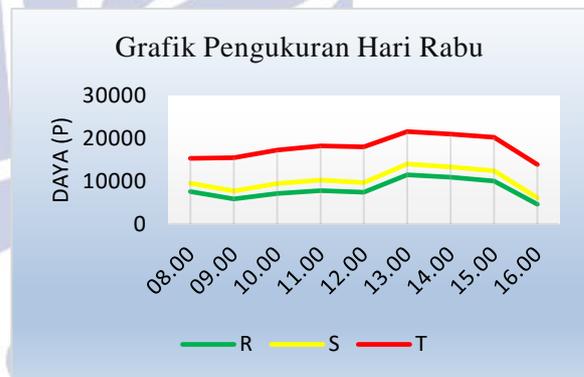
Gambar 9 Grafik Pengukuran Hari Senin

Pada Gambar 9 menunjukkan Grafik hasil pengukuran 3 fasa yang dilakukan pada Gedung A8 FT Unesa mulai pukul 08.00 sampai 16.00, dari grafik di atas menunjukkan beban puncak terjadi pada pukul 13.00 yaitu sebesar 22.235 Watt, dan beban terendah terjadi pada pukul 08.00 yaitu sebesar 10.813,1 Watt. Pada pengukuran di atas prototipe yang dibuat dibandingkan dengan alat ukur pabrikan (Tang Ampere) dalam hal ini bertujuan untuk mengetahui akurasi alat sudah sesuai atau belum dengan alat ukur tersebut.



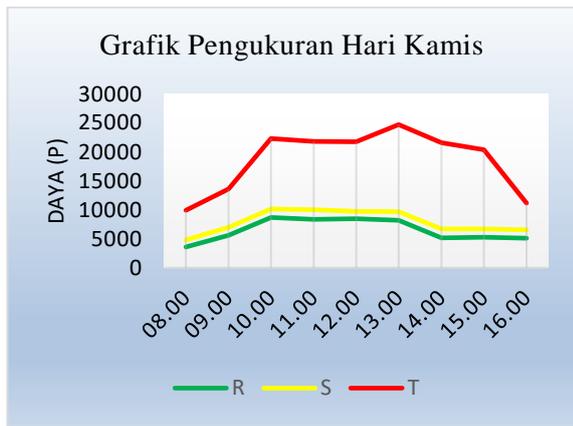
Gambar 10 Grafik Pengukuran Hari Selasa

Pada Gambar 10 menunjukkan Grafik hasil pengukuran 3 fasa yang dilakukan pada Gedung A8 FT Unesa mulai pukul 08.00 sampai 16.00, dari grafik di atas menunjukkan beban puncak terjadi pada pukul 11.00 yaitu sebesar 21.857,1 Watt, dan beban terendah terjadi pada pukul 08.00 yaitu sebesar 9.340,4 Watt. Pada pengukuran di atas prototipe yang dibuat dibandingkan dengan alat ukur pabrikan (Tang Ampere) dalam hal ini bertujuan untuk mengetahui akurasi alat sudah sesuai atau belum dengan alat ukur tersebut.



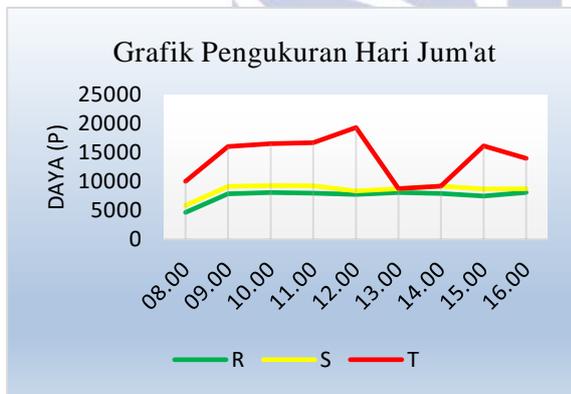
Gambar 11 Grafik Pengukuran Hari Rabu

Pada Gambar 11 menunjukkan Grafik hasil pengukuran 3 fasa yang dilakukan pada Gedung A8 FT Unesa mulai pukul 08.00 sampai 16.00, dari grafik di atas menunjukkan beban puncak terjadi pada pukul 13.00 yaitu sebesar 21.579,2 Watt, dan beban terendah terjadi pada pukul 16.00 yaitu sebesar 13.893,7 Watt. Pada pengukuran di atas prototipe yang dibuat dibandingkan dengan alat ukur pabrikan (Tang Ampere) dalam hal ini bertujuan untuk mengetahui akurasi alat sudah sesuai atau belum dengan alat ukur tersebut.



Gambar 12 Grafik Pengukuran Hari Kamis

Pada Gambar 12 menunjukkan Grafik hasil pengukuran 3 fasa yang dilakukan pada Gedung A8 FT Unesa mulai pukul 08.00 sampai 16.00, dari grafik di atas menunjukkan beban puncak terjadi pada pukul 13.00 yaitu sebesar 24.736,3 Watt, dan beban terendah terjadi pada pukul 08.00 yaitu sebesar 9.930,8 Watt. Pada pengukuran di atas prototipe yang dibuat dibandingkan dengan alat ukur pabrikan (Tang Ampere) dalam hal ini bertujuan untuk mengetahui akurasi alat sudah sesuai atau belum dengan alat ukur tersebut.



Gambar 13 Grafik Pengukuran Hari Jum'at

Pada Gambar 13 menunjukkan Grafik hasil pengukuran 3 fasa yang dilakukan pada Gedung A8 FT Unesa mulai pukul 08.00 sampai 16.00, dari grafik di atas menunjukkan beban puncak terjadi pada pukul 14.00 yaitu sebesar 19.555,5 Watt, dan beban terendah terjadi pada pukul 08.00 yaitu sebesar 9.990,1 Watt. Pada pengukuran di atas prototipe yang dibuat dibandingkan dengan alat ukur pabrikan (Tang Ampere) dalam hal ini bertujuan untuk mengetahui akurasi alat sudah sesuai atau belum dengan alat ukur tersebut.

Dari pengukuran yang di lakukan pada hari senin sampai hari jum'at di dapatkan data arus yang terukur pada Tabel 7 sebagai berikut :

Tabel 7 Data Arus
(Sumber : Data Penelitian, 2018)

No	Hari	Arus						Total	
		R		S		T		Alat	TA
		Alat	TA	Alat	TA	Alat	TA		
1.	Senin	220,02	219,98	56,17	56,11	284,87	284,86	561,06	560,95
2.	Selasa	218,19	218,18	52,17	52,68	246,11	246,11	517,02	516,97
3.	Rabu	234,68	234,70	62,03	62,02	219,64	219,62	516,35	516,34
4.	Kamis	187,13	187,11	41,23	41,20	307,88	307,90	536,24	536,21
5.	Jum'at	217,34	217,30	29,87	29,80	225,52	225,50	472,73	472,60
Total								2.603,4	2.603,07

$$\text{persentase error} = \frac{\left(\frac{\text{Total hasil pengukuran prototipe}}{\text{Total hasil pengukuran alat ukur}} \right) \times 100}{\text{total hasil pengukuran prototipe}} \quad (3)$$

Dari Tabel 7 di atas menunjukkan hasil pengukuran pada hari senin s/d jum'at dengan menggunakan prototipe sebesar 2.603,4 Ampere dan alat ukur (Tang Ampere) sebesar 2.603,07 Ampere. Dari 5 hari pengukuran terdapat selisih hasil dari prototipe dengan alat ukur (Tang Ampere) yang telah di hitung dengan rumus persamaan (3) yaitu sebesar 0,33 Ampere atau sebesar 0,012 %.

Untuk akurasi dari prototipe dapat diketahui dengan rumus berikut :

$$\text{Akurasi prototipe} = 100\% - \text{eror} \% \quad (4)$$

$$\text{Akurasi prototipe} = 100\% - 0,012 \%$$

$$\text{Akurasi prototipe} = 99,988 \%$$

Jadi akurasi prototipe berdasarkan perhitungan yang di lakukan pada rumus persamaan (4) yaitu sebesar 99,988 %.

PENUTUP Simpulan

Kinerja prototipe sistem monitoring daya listrik menggunakan arduino uno yaitu dengan cara mengaitkan sensor arus sct 100 A pada kabel setiap fasa R, S dan T, kemudian data keluaran dari sensor diterima dan diolah oleh Arduino uno yang kemudian di kirim ke android menggunakan software Bluetooth HC-05 sebagai media dan besar daya pengukuran dapat dilihat atau diamati lewat aplikasi android (MIT App2) yang telah di buat.

Dari hasil analisis penelitian yang dilakukan, akurasi prototipe system monitoring daya listrik pada Gedung A8 Lantai 2 FT Unesa berbasis arduino uno yang telah di hitung menggunakan rumus persamaan (4) yaitu sebesar 99,988%.

Saran

Sensor yang digunakan kapasitasnya hanya sebesar 100 A dan hanya mampu mengukur kabel sebesar 12 Mm, kedepannya supaya lebih efisien dalam memilih kapasitas sensor dan penampang untuk pengukuran kabel sehingga lebih kompleks manfaatnya.

Sistem monitoring masih menggunakan Bluetooth sebagai alat koneksinya, kedepan agar membuat sistem monitoring secara online atau memakai internet sehingga dapat dilihat atau di pantau dari jarak jauh.

DAFTAR PUSTAKA

Andi. 2018. Pemrograman android dengan App Inventor.

Ardiansyah, Andi, Oka Hidyatama. 2017. Rancang Bangun Prototipe Elevator Menggunakan Mikrokontroler Arduino Atmega 328P : 122

Daryanto. 2016. Konsep dasar teknik elektronika kelistrikan.

Kadir, Abdul. 2015. Buku pintar pemrograman arduino.

Riswandi. 2018. perancangan alat monitoring arus KWH (Kilo Watt Hours) meter tiga phasa dengan memanfaatkan mikrokontroler arduino dan sms gateway berbasis web

<https://www.arduino.cc/>. 2018.

<http://howtomechatronics.com>. 2018.

