

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAYA LISTRIK BERBASIS
INTERNET OF THINGS (IOT) MENGGUNAKAN
ARDUINO UNO**

SKRIPSI

Oleh:

CINDY FEBRIANTIKA RAHAYU

NIM. 13640053



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020**

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAYA LISTRIK BERBASIS
INTERNET OF THINGS (IOT) MENGGUNAKAN
ARDUINO UNO**

SKRIPSI

Diajukan Kepada:

**Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

Oleh:

**CINDY FEBRIANTIKA RAHAYU
NIM. 13640053**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAYA LISRTIK BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) MENGGUNAKAN ARDUINO UNO

SKRIPSI

Oleh:

Cindy Febriantika Rahayu

NIM. 13640053

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Pada tanggal 17 Juni 2020

Pembimbing I,

Farid Samsu Hananto, M.T
NIP. 19740513 200312 1 001

Pembimbing II,

Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 003

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

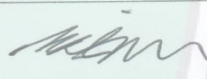
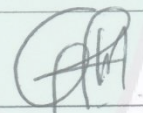
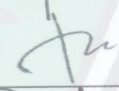
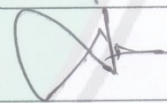
RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAYA LISRTIK BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) MENGGUNAKAN ARDUINO UNO

SKRIPSI

Oleh:

Cindy Febriantika Rahayu
NIM. 13640053

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 30 Juni 2020

Penguji Utama	:	<u>Irjan M.Si</u> NIP. 19691231 200604 1 003	
Ketua Penguji	:	<u>Erna Hastuti M. Si</u> NIP. 19811119 200801 009	
Sekretaris Penguji	:	<u>Farid Samsu Hananto, M.T</u> NIP. 19740513 200312 1 001	
Anggota Penguji	:	<u>Drs. Abdul Basid, M.Si</u> NIP. 19650504 1990031 1 003	

Mengesahkan,

Ketua Jurusan Fisika



Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003

HALAMAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Cindy Febriantika Rahayu
NIM : 13640053
Jurusan : Fisika
Fakultas : Sains Dan Teknologi
Judul Penelitian : Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis
Internet of Things (IoT) Menggunakan Arduino Uno

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutip dan daftar pustaka.

Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk mempertanggung jawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 28 Juni 2020
Yang Membuat Pernyataan



Cindy Febriantika Rahayu
NIM. 13640053

MOTTO

*“Kau Tak Dapat Meraih Sesuatu Dalam Hidup Tanpa Pengorbanan Sekecil
Apapun”*

*Pandanglah Orang Lain Dengan Kasih Sayang, Karena Pandangan Merendahkan
Menjadi Sebab Tercabutnya Hidayah*



HALAMAN PERSEMBAHAN

*Penguasa Alam semesta yang mengatur kehidupan di Langit dan di Bumi yang terindah,
serta Pemberi Hidup dan Rahmat, Semoga lembaran-lembaran karya ini menjadikan Amal
Sholeh*

*Rasa syukur yang tiada henti saya haturkan kepada Allah Swt yang telah memberikan
nikmat yang begitu besar baik berupa menyirami hati dengan darah dan air mata, sebelum la
mengukir rahasia-rahasi-Nya*

*Gelar S.Si yang menjadi tolak ukur manusia sebagai penghormatan bagi orang lain ini saya
persembahkan untuk orang-orang yang telah mendukung, membimbing saya dalam do'a
maupun selalu ada didekat saya*

*Untuk kedua orang tua yang terburuk sampai dititik ini yang tak pernah lelah mengalirkan
do'anya untuk saya, hingga menjadikan saya wanita yang tangguh*

*Untuk Almarhum nenek buyut Karsimah yang tak pernah pamrih dan lelah mengasuh dan
mengasihi saya sampai akhir hayatnya*

*Para Dosen dan Pembimbing yang telah menunjukkan kebesaran Tuhan melalui keindahan dan
keluasan ilmu yang tak terhingga nilainya semoga berkah dan bermanfaat di Dunia dan di
Akhirat*

*Untuk sahabat terbaik saya Citra Oktavidiana Sakti yang selalu ada pertama kali semuanya
menjauh dan Vonny Mentari Wijayanti. Untuk teman terbaik saya Lailatul Maghfiroh
Sulaiman, Ahmad Najibul Khoir, Masfufi Salsabila, Anna Syuroya Sulthony, Ruby Maulana
Putra*

Semoga kita selalu dalam Rahmat-Nya. Aamiin...

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah rabbil'alamin, segala puji bagi Allah SWT pencipta seluruh alam semesta yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi berjudul “Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Arduino Uno” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si). Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian skripsi ini masih terdapat banyak kesalahan dan kekurangan. Namun, semoga segala usaha yang telah dilakukan tersebut dapat bermanfaat sebagai ilmu yang bermanfaat dan barokah bagi semua makhluk hidup.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak terkait. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyusun penulisan skripsi. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. Abdul Haris, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Drs. Abdul Basid, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang dan selaku Dosen Pembimbing Agama, yang bersedia meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan pengarahan bidang integrasi Sains dan Al-Qur'an serta Hadist
4. Farid Samsu Hananto, M.T selaku Dosen Pembimbing Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
5. Segenap Dosen, Laboran dan Admin Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah bersedia mengenalkan ilmunya, membimbing dan memberikan pegasarahan serta membantu selama proses perkuliahan.

6. Kedua orang tua, adik dan keluarga yang selalu mendoakan serta memberi dukungan yang berharga.
7. Teman-teman fisika instrumentasi dan komputasi (ELINS) serta sahabat-sahabat fisika 2013 yang selalu memberikan dukungan dan bantuan dalam penyusunan skripsi ini.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga skripsi ini bisa memberikan manfaat, tambahan ilmu dan dapat menjadikan inspirasi kepada para pembaca *Amin Ya Rabbal Alamin*.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Malang, 25 Februari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Energi Listrik	6
2.2 Daya Listrik.....	7
2.3 Faktor Daya.....	9
2.4 Perangkat IoT (Arduino).....	10
2.4.1 Arduino Uno	11
2.4.2 Ethernet Shield.....	12
2.4.3 Sensor Tegangan ZMPT101b	13
2.4.4 Sensor Arus The Yhdc Current Transformer	14
2.4.5 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	15
2.4.6 Relay.....	16
2.5 Efisiensi Dalam Kajian Al-Qur'an	17
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Jenis Penelitian.....	21
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	21
3.3.1 Alat	21
3.3.2 Bahan	22
3.4 Rancangan Penelitian	23
3.4.1 Perancangan Perangkat Keras Secara Keseluruhan.....	24
3.4.2 Perancangan Arduino Uno dan Ethernet Shield Arduino	25
3.4.3 Perancangan Rangkaian Sensor Tegangan	26
3.4.4 Perancangan Rangkaian Sensor Arus	26
3.4.5 Perancangan Rangkaian LCD Grafik 16x2	27
3.4.6 Rangkaian Relay Untuk Kontrol Beban	28
3.4.7 Perancangan Software Arduino Webserver	28

3.4.8 Rangkaian Pengkondisian Sinyal	29
3.4.9 Pengambilan Data	31
3.4.10 Langkah Kerja Penelitian	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Penelitian	33
4.1.1 Pengujian Ethernet Shield dan Arduino Uno.....	33
4.1.2 Pengujian Sensor Tegangan.....	36
4.1.3 Pengujian Sensor Arus.....	36
4.1.5 Pengujian Liquid Crystal Display (LCD)	37
4.1.6 Pengujian Power Supply	38
4.1.7 Perancangan Prototipe	39
4.1.8 Hasil Pengujian Alat	43
4.1.9 Hasil Pengujian Akurasi Alat	49
4.5 Pembahasan.....	54
4.2.1 Pembahasan Alat	54
4.2.2 Akurasi Sensor Arus dan Sensor Tegangan.....	56
4.2.3 Integrasi	57
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Bentuk Gelombang Listrik Sinusoidal	8
Gambar 2.2	Segitiga Daya	9
Gambar 2.3	Arduino Uno.....	12
Gambar 2.4	Arduino Ethernet Shield.....	13
Gambar 2.5	Sensor Tegangan ZMPT101b	14
Gambar 2.6	The Yhdc <i>Current Transformer</i>	15
Gambar 2.7	LCD 2x16 Karakter	15
Gambar 2.8	Relay Modul	16
Gambar 2.9	Rangkaian Relay	17
Gambar 3.1	Flowcart Rencana Penelitian	23
Gambar 3.2	Blok Diagram Perancangan Alat.....	24
Gambar 3.3	Rangkaian Arduino Uno dan Ethernet Shield.....	25
Gambar 3.4	Rangkaian Sensor Tegangan	26
Gambar 3.5	Rangkaian Sensor Arus	27
Gambar 3.6	Rangkaian LCD 16x2.....	27
Gambar 3.7	Rangkaian Relay Kontrol Beban.....	28
Gambar 3.8	Arduino IDE	29
Gambar 3.9	Diagram Sirkuit dan Bentuk Tegangan	30
Gambar 3.10	Diagram Sirkuit dan Bentuk Gelombang	30
Gambar 3.11	Flowchart Pengambilan Data	31
Gambar 4.1	Desain Skematik Ethernet Shield.....	34
Gambar 4.2	Gabungan Arduino Uno dengan Ethernet Shield.....	35
Gambar 4.3	Proses Upload Program Arduino.....	35
Gambar 4.4	Rangkaian Uji Sensor Tegangan.....	36
Gambar 4.5	Rangkaian Sensor Arus dengan Rangkaian Pendukung	37
Gambar 4.6	Skema Rangkaian LCD ke Arduino dan Ethernet Shield	38
Gambar 4.7	Rangkaian Power Supply	39
Gambar 4.8	Hasil Bentuk Case Prototipe	40
Gambar 4.9	Bentuk Prototipe Sistem Pemantau Daya Listrik.....	41
Gambar 4.10	Koneksi Prototipe dengan Platform Cayenne	42
Gambar 4.11	Grafik Error Pengukuran Hp	45
Gambar 4.12	Grafik Error Pengukuran Kipas.....	46
Gambar 4.13	Grafik Error Pengukuran Magicom.....	47
Gambar 4.14	Grafik Error Pengukuran Setrika.....	48
Gambar 4.15	Grafik Hasil Pengujian Sensor Tegangan	51
Gambar 4.16	Grafik Hasil Pengujian Sensor Arus	53
Gambar 4.17	Error Pengujian Sensor Arus dan Tegangan	53

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Sistem Monitoring Pengukur Alat	44
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Sensor Tegangan	50
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Sensor Arus	52



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Hasil Pengujian Sistem Monitoring Pengukuran Alat
- Lampiran 2 Hasil Pengujian Sensor Tegangan
- Lampiran 3 Hasil Pengujian Sensor Arus
- Lampiran 4 Gambar Pengujian Beban Kipas
- Lampiran 5 Gambar Pengujian Beban Setrika
- Lampiran 6 Gambar Pengujian Magicom
- Lampiran 7 Gambar Pengujian Cas HP
- Lampiran 8 Kode Program/ Sketch Arduino



ABSTRAK

Rahayu, Cindy Febriantika.2020. **Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Arduino Uno**. Skripsi. Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Farid Samsu Hananto, M.T, (II) Drs. Abdul Basid, M.Si

Kata Kunci: Sensor Arus, Sensor Tegangan, IoT, Ethernet Shield

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan utama yang diperlukan dalam berbagai kegiatan di dalam lingkungan masyarakat termasuk di perkantoran maupun perguruan tinggi. Seperti kegiatan untuk mengolah data, kegiatan kepegawaian dan sebagainya yang perlu dijaga kualitasnya

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat alat pemantauan dan penghitung jarak jauh pengguna daya listrik pada alat elektronik maupun keseluruhan pengguna daya listrik pada rumah kontrakan dengan menggunakan transmisi data media internet, dan daya listrik yang terpakai bisa ditampilkan pada halaman web. Untuk menunjang dalam pembuatan alat ini maka digunakan beberapa komponen elektronik lainnya antara lain Mikrokontroler Ethernet Shield, sensor arus, sensor tegangan, LCD, dan perangkat power step-down.

Analisis data pada pengujian akurasi sensor arus dan tegangan memiliki error pengukuran 11,5% dan 2,994%, koefisien korelasi sebesar $R = 0,9995$ dan $0,9984$. Hal ini dikarena dipengaruhi oleh beberapa faktor baik dari jenis beban yang berbeda maupun faktor dalam dari komponen itu sendiri. Dengan demikian maka prototipe sistem pemantau daya listrik berbasis IoT (Internet of Things) dengan Ethernet Shield ini telah bekerja sesuai program dan dapat digunakan untuk pengukuran dikarenakan pengukuran error tidak boleh melebihi dari 3%.

ABSTRACT

Rahayu, Cindy Febriantika.2020. **Internet of Things (IoT) based-Electrical Power Monitoring System Design Using Arduino Uno**. Thesis. Physics Department, Science and Technology Faculty, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang. Supervisor : (I) Farid Samsu Hananto, M.T, (II) Drs. Abdul Basid, M.Si

Keyword: Current Sensor, Voltage Sensor, IoT, Ethernet Shield

Electrical energy is one of the main need that required in every community enviroment activities as well as in office and college activities, such as processing data, staffing activities and other main activities that their qualities need to be maintained.

The aim of this research is making a monitoring and remote counter device of electrical power usage in electronic device or whole electrical power user at a rented house using an internet data transmission. Then, the electrical power used can be shown in a web page. To support in making this device, there are some electronic components used, such as Ethernet Shield microcontroler, current sesnsor, voltge sensor, LCD, dan power step-down device.

Data analysis in current and voltage sensor accuracy test has 11,5% and 2,994% measurement error, $R = 0,9995$ and $0,9984$ correlation coefficient. This happpens because affected by several factors, both of the difference of loads types, factors within the component itself. Then, this IoT (Internet of Things) based-electric power monitoring system prototype with Ethernet Shield has worked according to the program, and can be used for measurements, because the measurement error must not exceed 3%.

ملخص البحث

راحابو، جيندي فبريانتيكا. 2020. تصميم نظام مراقبة الطاقة الكهربائية القائم على إنترنت الأشياء أردنيو أونو Arduino Uno. رسالة الجامعي. قسم الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف: (1) فريد شمس حناط، الماجستير. (2) عبد السيد، الماجستير.

الكلمات المفتاحية: الاحساس الحالي، جهاز استشعار الجهد، إنترنت الأشياء IoT، درع إترنت

إن الطاقة الكهربائية واحدة من الاحتياجات الرئيسية المطلوبة في الأنشطة المختلفة داخل المجتمع، بما في ذلك في المكاتب والجامعات. مثل أنشطة معالجة البيانات، وأنشطة التوظيف وما إلى ذلك التي تحتاج إلى الحفاظ على الجودة. الهدف من هذا البحث لصنع أداة المراقبة وألة الحاسبة عن بعد لمستخدمي الطاقة الكهربائية على الأجهزة الإلكترونية وكذلك جميع مستخدمي الطاقة الكهربائية في المنازل المستأجرة باستخدام نقل بيانات وسائط الإنترنت، ويمكن عرض الطاقة الكهربائية المستخدمة على صفحات الويب. لدعم هذه الأداة فاستخدم العديد من المكونات الإلكترونية الأخرى ، والاحساس الحالي، وجهاز استشعار الجهد، *Ethernet Shield Microcontroller* منها متحكم درع إترنت وشاشات الكريستال السائل، وأجهزة تنحي السلطة. تحليل البيانات على اختبار دقة الاحساس الحالي وجهاز استشعار الجهد على أخطاء قياس تبلغ 11.5 في المائة و $0.9995 = 0.9984$. هذا يتأثر بالعوامل إما من أنواع الأحمال المختلفة $2.994R$ في المائة، ومعاملات الارتباط أو العوامل الداخلية من المكون. وبالتالي، فقد عمل النموذج المبدئي لنظام مراقبة الكهرباء القائم على إنترنت الأشياء وفقاً للبرنامج ويمكن استخدامه للقياسات لأن خطأ القياس يجب ألا *Ethernet Shield* مع درع إترنت *IoT* يتجاوز 3 في المائة.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan utama yang diperlukan dalam berbagai kegiatan di dalam lingkungan masyarakat termasuk di perkantoran maupun perguruan tinggi. Seperti kegiatan untuk mengolah data, kegiatan kepegawaian, dan sebagainya yang perlu dijaga kualitasnya. Kualitas ini dapat mempengaruhi kinerja dan usia pakai dari peralatan yang digunakan, sehingga mempengaruhi kualitas energi listrik seperti tegangan, arus, dan faktor daya pada sistem (Amaro, 2017).

Daya listrik dinyatakan dalam Watt. Daya sebenarnya yang dikonsumsi oleh beban atau suatu peralatan listrik adalah daya nyata (p) yang dinyatakan dalam watt (Suryaningsih, 2016). Upaya efisiensi energi listrik dapat dilakukan dengan cara memperbaiki kualitas daya listrik. Kualitas daya yang baik akan memperbaiki drop tegangan, faktor daya, kapasitas daya dan efisiensi energi listrik. Salah satu upaya untuk meningkatkan efisiensi energi listrik adalah dengan memperbaiki faktor daya.

Efisiensi dalam pemanfaatan sumber energi listrik persediaan yang terbatas, diperlukan alat yang dapat memonitoring besaran listrik. Besaran listrik dapat dijaga dalam kondisi atau batasan standar yang diizinkan. Monitoring besaran listrik seperti tegangan, arus, dan daya. Besaran-besaran listrik ini yang nantinya diolah oleh arduino dan dikirim ke pengguna listrik dan pegawai PLN untuk melihat rekaman data secara *real time*.

Internet of Things (IoT) merupakan suatu konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. IoT sebagai hubungan jaringan yang menjadikan objek tersebut. Perkembangan teknologi pemantau saat ini mulai memanfaatkan teknologi IoT yaitu memanfaatkan teknologi internet untuk pemantau jarak jauh.

Dalam pengembangan aplikasi pemantauan konsumsi energi listrik juga telah memanfaatkan teknologi IoT. Sri Suryaningsih, dkk mengembangkan perangkat pemantau konsumsi energi menggunakan teknologi IoT. Hasil pengembangan menunjukkan sistem pemantau telah bekerja dengan akan tetapi hasil pengukuran menunjukkan pengukuran arus dan tegangan masih kurang akurat (Suryaningsih, 2016).

Konsep sistem monitoring via internet memungkinkan pengguna untuk menghubungkan, mengontrol, mengolah dan memantau sistem secara langsung melalui internet atau secara online. Pemantauan harus memberikan informasi yang diperlukan oleh pengguna, informasi harus kompak dengan konsep *SMART* (*Specific, Measurable, Attainable, Relevant, Time-bound*) spesifik, terukur, dapat diperoleh, relevan, dalam rentang waktu (Amaro, 2017).

Konsep Iot ini diharapkan dapat meningkatkan peluang integrasi yang semakin baik antara dunia fisik dengan dunia komputer agar menghasilkan suatu pekerjaan atau proses menjadi lebih efisien baik dalam aspek energi, akurasi, dan ekonomi. Sistem Iot dalam penerapan di era ini diprediksikan menjadi infrastruktur utama yang baru bagi seluruh bidang yang ada seperti industri, ekonomi,

transportasi, dan lainnya. Perangkat IoT yang digunakan pada penelitian ini yaitu Arduino Uno yang dimanfaatkan sebagai mikrokontroler.

Pengolahan data Arduino Uno yang diberikan sensor tegangan dan sensor arus dikirimkan ke server dengan bantuan perangkat Ethernet Shield. Proses pengukuran menggunakan sensor yang dapat melakukan pengukuran tanpa harus memotong daya dari panel distribusi sehingga tidak akan merusak peralatan. Sensor YHDC SCT013 sebagai untuk membaca arus pada beban, transformasi *step-down* sebagai sensor tegangan untuk membaca tegangan yang bekerja pada tegangan AC 220 volt, kWh meter sebagai sensor konsumsi energinya, dan ADC sebagai perubah nilai analog menjadi nilai digital. Arduino Uno sebagai pengolah data yang dikirimkan ke server untuk menyimpan data (Amaro, 2017).

Tujuan penelitian ini adalah membuat alat pemantauan dan penghitung jarak jauh pengguna daya listrik pada alat elektronik maupun keseluruhan pengguna daya listrik pada rumah kontrakan dengan menggunakan transmisi data media internet, dan daya listrik yang terpakai bisa ditampilkan pada halaman web. Penelitian ini dilakukan untuk *real time* monitoring besaran listrik tiga fasa dalam waktu nyata yang bersifat online dengan teknologi IoT. Dan diperlukan sebuah *prototype* untuk memonitor dan menyimpan data besaran listrik secara *real time*. Allah SWT berfirman didalam Al-Qur'an surat Al-Isra ayat 27:

إِنَّ الْمُبَدِّرِينَ كَانُوا إِخْوَانَ الشَّيَاطِينِ وَكَانَ الشَّيْطَانُ لِرَبِّهِ كَفُورًا

“*Sesungguhnya pemboros-pemboros itu adalah saudara-saudaranya setan dan sesungguhnya setan itu sangat ingkar kepada Tuhannya.*” (QS Al-Isra': 27).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa sebagai makhluk kita dilarang melakukan pemborosan, menghambur-hamburkan, dan menyia-nyiakan apa yang kita gunakan. Perbuatan yang dilarang Allah SWT berarti sesuatu yang tidak baik dan tidak membawa manfaat. Untuk itu dikembangkan teknologi untuk memantau kebutuhan energi listrik yang diakibatkan para konsumen yang tidak efektif dalam penggunaan. Penelitian ini dibangun suatu sistem monitoring energi listrik menggunakan web yang dapat mengukur serta memantau pemakaian energi listrik secara *real time*.

Pengukuran energi listrik berhubungan dengan *real power* (watt), *Voltage* (V), dan *Current* (A) secara *real time* yang dapat diakses dari jaringan internet kapan saja. Pengukuran error tidak boleh melebihi dari 3%, jika hasil nilai pengukuran error semakin mendekati 0% maka semakin bagus. Nilai error disini hasil perbandingan pengukuran nilai dari multimeter digital dengan hasil pengukuran nilai dari sensor atau sistem untuk mengetahui nilai error. Perangkat ini dirancang untuk menggantikan sistem pengukuran energi listrik secara manual dan konvensional. Tujuan pembuatan alat ini agar daya listrik pada rumah kontrakan menjadi lebih efektif, efisien, cepat tanpa harus mendatangi lokasi titik pengukuran tersebut dan penggunaanya sangat mudah, sehingga membantu untuk melakukan konservasi energi, penghematan energi dan menyelamatkan energi untuk kehidupan yang akan datang.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang prototype untuk monitoring besaran-besaran listrik pada alat yang dipakai berbasis IoT?

2. Bagaimana efektifitas dan efesiensi pada alat yang dipakai secara *real time*?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk membuat *prototype* sistem monitoring besaran-besaran listrik pada alat yang dipakai berbasis IoT.
2. Untuk efektifitasn dan efesiensi pada alat yang dipakai secara *real time*.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Menghemat penggunaan daya listrik pada alat yang dipakai secara efektif.
2. Menambah pengetahuan tentang monitoring besaran-besaran listrik secara *real time*.
3. Memberi kemudahan dalam memantau besaran-besaran secara *real time*.

1.5 Batasan Masalah

1. Sebagai monitoring besaran-besaran listrik digunakan Arduino Uno dan Ethernet Shield.
2. Besaran yang diukur melibatkan tegangan, kuat arus, dan waktu.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Energi Listrik

Listrik didefinisikan sebagai perkalian antara daya dan waktu. Daya adalah perkalian antara tegangan dengan arus listrik, sehingga di dalam mencari rumusan energi besaran-besaran yang dilibatkan adalah tegangan, kuat arus, dan waktu (Hanif dkk, 2015). Energi listrik W yang tersimpan dalam kapasitor yang bermuatan q dan mempunyai beda potensial V adalah (Bueche, 1989):

$$w = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} \quad 2.1$$

Tegangan listrik sama dengan beda potensial (*voltage*) adalah kerja yang dilakukan untuk menggerakkan satu muatan (sebesar satu *coulomb*) pada elemen atau komponen dari satu terminal atau kutub ke terminal atau kutub lainnya, atau pada kedua terminal atau kutub akan mempunyai beda potensial jika kita menggerakkan atau memindahkan muatan sebesar satu *coulomb* dari satu terminal ke terminal lainnya. Keterkaitan antara kerja yang dilakukan sebenarnya adalah energi yang dikeluarkan, sehingga pengertian di atas dapat disederhanakan bahwa tegangan adalah energi per satuan muatan (Dinata dkk, 2015):

$$v = \frac{dw}{dq} \quad 2.2$$

Arus listrik adalah mengalirnya elektron secara kontinu pada konduktor akibat perbedaan jumlah elektron pada beberapa lokasi yang jumlah elektronnya tidak sama. Satuan arus listrik adalah Ampere. Satu ampere arus adalah

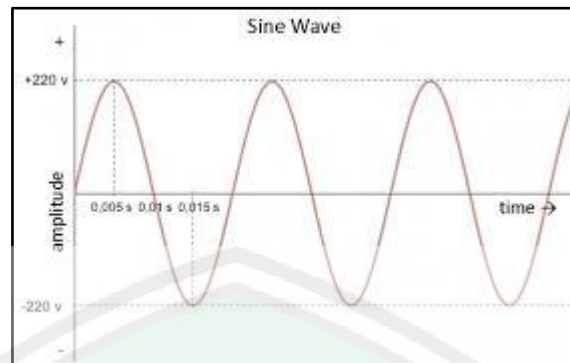
mengalirnya elektron sebanyak 628×10^{16} atau sama dengan satu *coulomb* per detik melewati suatu penampang konduktor (Dinata dkk, 2015):

$$i = \frac{q}{t} \quad 2.3$$

2.2 Daya Listrik

Daya listrik didefinisikan sebagai laju hantaran energi listrik dalam rangkaian listrik (Nusa dkk, 2015). Satuan SI (*Standard Internasional*) adalah Watt. Arus listrik yang mengalir dalam rangkaian dengan hambatan listrik menimbulkan kerja. Listrik dapat diperoleh dari pembangkit listrik atau penyimpanan. Daya listrik sesaat dihitung menggunakan hukum Joule, sesuai nama fisikawan Britania James Joule, yang pertama kali menunjukkan bahwa energi listrik dapat berubah menjadi energi mekanik ataupun sebaliknya (Hanif, 2015). Berdasarkan jenisnya daya listrik dapat dikategorikan menjadi 2 jenis, yaitu daya listrik AC dan DC. Sebagian besar sistem kelistrikan dan beban yang dilayani adalah daya listrik AC. Daya listrik AC dapat dibagi menjadi tiga macam yaitu: daya aktif, daya semu dan daya reaktif (Yulizar dkk, 2016).

Daya Aktif atau Nyata (*Active* atau *Real Power*) yaitu daya dengan satuan Joule/detik atau watt disebut sebagai daya aktif, simbolnya adalah P . Daya aktif adalah daya sebenarnya yang dihaburkan atau dipakai oleh beban (Nusa dkk, 2015).



Gambar 2.1 Bentuk Gelombang Listrik Sinusoidal (Nusa dkk, 2015).

Dari gambar 2.1 di dapat persamaan sebagai berikut:

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi \quad 2.4$$

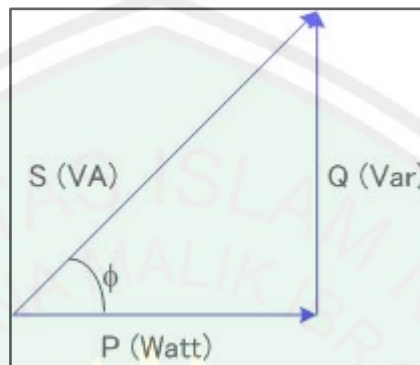
Daya reaktif (*reactive power*) adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk fluks magnet. Contoh daya yang menimbulkan daya reaktif adalah transformator, motor, lampu TL dan lain-lain. Satuan daya reaktif adalah VAR. Daya reaktif dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini (Yasin, 2013):

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \theta \quad 2.5$$

Daya semu (*Apparent Power*) merupakan daya listrik yang melalui suatu penghantar transmisi atau distribusi. Daya ini merupakan merupakan hasil perkalian antara tegangan *rms* dan arus *rms* dalam suatu jaringan listrik atau daya yang merupakan hasil penjumlahan trigonometri antara daya aktif dan daya reaktif. Satuan daya nyata adalah VA (volt ampere). Daya semu dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini (Yasin, 2013):

$$S = V \cdot I \quad 2.6$$

Segitiga daya merupakan segitiga yang menggambarkan hubungan matematis antara tipe-tipe daya yang berbeda (daya aktif, reaktif dan semu) berdasarkan prinsip trigonometri. Berikut gambar segitiga daya (Yasin, 2013):



Gambar 2.2 Segitiga Daya (Yasin, 2013)

2.3 Faktor Daya

Faktor Daya (*power factor*) atau sering disebut $\cos\phi$ dapat didefinisikan sebagai rasio perbandingan antara daya aktif (P) dan daya semu (S) yang digunakan dalam sirkuit AC atau beda sudut fasa antara V dan I yang biasanya dinyatakan dalam $\cos\phi$. Faktor daya dihitung dengan persamaan (Yasin, 2013):

$$\text{faktor daya} = \frac{\text{daya aktif (P)}}{\text{daya semu (S)}} \quad 2.7$$

Kualitas daya listrik (*power quality*) adalah syarat umum yang menggambarkan karakteristik parameter catuan seperti arus, tegangan dan frekuensi. Permasalahan mengenai daya listrik yang mengalami penyimpangan baik tegangan, arus dan frekuensi sehingga menimbulkan kegagalan atau kesalahan operasi pada peralatan. Suplai Daya listrik dari generator pembangkit sampai ke beban dioperasikan dalam batas toleransi parameter kelistrikan seperti tegangan, arus frekuensi dan bentuk gelombang. parameter tersebut sangat berpengaruh terhadap

kualitas daya yang menyebabkan operasi tidak efisien dan dapat merusak perangkat (Dugan, 1996).

Kualitas daya listrik banyak dipengaruhi antara lain oleh beban-beban induktif, beban non-linier, ketidak seimbangan pembebanan, transient, flicker dan lain-lain. Penurunan kualitas daya dapat menyebabkan peningkatan rugi-rugi pada sisi beban, bahkan menyebabkan penurunan kapasitas daya pada sumber pembangkit (Dugan, 1996).

2.4 Perangkat IoT (Arduino)

Konsep sistem monitoring via internet memungkinkan pengguna untuk menghubungkan. Mengontrol, mengolah dan memantau sistem secara langsung melalui internet atau secara online. Pemantauan harus memberikan informasi yang diperlukan oleh pengguna, informasi harus kompak dengan konsep *SMART* (*Specific, Measurable, Attainable, Relevant, Time-bound*) spesifik, terukur, dapat dapat diperoleh, relevan, dalam rentang waktu. Banyak yang memanfaatkan *realtime* monitoring ini secara *wireline* seperti LCD dan tidak sedikit pula yang memanfaatkannya secara *wireless* seperti *Bluetooth*, *text message*, dan juga *web*. IoT dapat digambarkan sebagai koneksi dari perangkat seperti ponsel pintar, komputer pribadi, sensor, dan aktuator melalui jaringan internet, perangkat yang terhubung bisa menghasilkan informasi yang dapat digunakan oleh manusia atau sistem lainnya (Amaro, 2017).

Perangkat IoT yang digunakan pada penilitan tugas akhir ini ialah Arduino Uno yang dimanfaatkan sebagai mikrokontroler. Pengolahan data Arduino Uno yang diberikan sensor tegangan dan sensor arus dikirimkan ke server dengan

bantuan perangkat tambahan yang bernama Ethernet Shield (Amaro, 2017). Arduino adalah platform pembuatan *prototype* elektronik yang bersifat *open-source hardware* yang berdasarkan pada perangkat keras dan perangkat lunak yang fleksibel dan mudah digunakan. Platform arduino terdiri dari arduino *board*, *shield*, bahasa pemrograman arduino, dan arduino *development environment*. Arduino *board* biasanya memiliki sebuah chip dasar mikrokontroler Atmel AVR ATmega8 berikut. Shield adalah sebuah papan yang dapat dipasang di atas arduino *board* untuk menambah kemampuan dari arduino *board*. Bahasa pemrograman arduino adalah bahasa pemrograman yang umum digunakan untuk membuat perangkat lunak yang ditanamkan pada arduino *board*. Bahasa pemrograman arduino mirip dengan bahasa pemrograman C++ (Simanjutak, 2013).

2.4.1 Arduino Uno

Arduino *Development Environment* adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis dan meng-*compile* program untuk arduino. Arduino *Development Environment* juga digunakan untuk meng-upload program yang sudah di-*compile* ke memori program arduino *board*. Perangkat lunak yang ditulis menggunakan Arduino *Development Environment* disebut *sketch*. *Sketch* ditulis pada editor teks. *Sketch* disimpan dengan file berekstensi .ino. Area pesan memberikan informasi dan pesan error ketika kita mengkompail *sketch*. Pada sudut kanan bawah dari jendela Arduino *Development Environment* menunjukkan jenis *board* dan port serial yang sedang digunakan. Tombol toolbar digunakan untuk mengecek dan meng-*upload sketch*, membuat, membuka atau menyimpan *sketch*, dan menampilkan serial monitor (Simanjutak, 2013).



Gambar 2.3 Arduino Uno (Simanjutak, 2013)

2.4.2 Ethernet Shield

Ethernet Shield merupakan perangkat tambahan yang digunakan untuk menghubungkan Arduino ke dalam jaringan komputer atau internet. Shield ini memakai WIZnet W5100 *Ethernet Chip* yang dapat memberi kemudahan untuk membuat arduino dapat diakses secara online. Pengguna shield ini disertai *library* arduino untuk menulis *sketch*. *Chip wiznet w5100* mendukung hingga empat koneksi soket secara simultan. Dalam menggunakan perangkat ini cukup dengan menancapkan shield diatas arduino uno yang ada. Begitupun untuk programannya cukup menghubungkan arduino dengan komputer via USB sebagaimana memprogramannya Arduino seperti biasa, serta menghubungkan Ethernet Shield dengan komputer atau hub atau router, dapat menggunakan kabel UTP Cat5 dengan konektor RJ45 (Dinata dkk, 2015).



Gambar 2.4 Arduino Ethernet Shield (Dinata dkk, 2015).

2.4.3 Sensor Tegangan ZMPT101b

Sensor tegangan menggunakan transformator tegangan sebagai penurun tegangan dari 220 ke 5 Volt AC kemudian disearahkan menggunakan jembatan diode untuk mengubah tegangan AC ke tegangan DC, kemudian difilter menggunakan kapasitor setelah itu masuk kerangkaian pembagi tegangan untuk menurunkan tegangan, tegangan yang dihasilkan tidak lebih dari 5 Volt DC sebagai inputan ke mikrokontroler (Fitriandi dkk, 2016). Sensor tegangan ZMPT101b merupakan sebuah sensor yang diaplikasikan untuk berbagai macam fungsi salah satunya dapat digunakan untuk memantau nilai tegangan sumber arus bolak-balik AC (*Alternating Current*) yang terdapat pada dua buah titik dalam sebuah rangkain. Sensor ZMPT101b ini dapat mengukur tegangan listrik yang berkisar antara 110-250V AC dengan fitur sistem aktif transformer, kompatibel dengan arduino ataupun mikrokontroller AVR, serta dapat langsung disambungkan dengan sumber listrik tegangan PLN 220V (Safril, 2019). Bentuk fisik dari sensor tegangan ZMPT101b dapat dilihat pada gambar bawah ini :



Gambar 2.5 Sensor Tegangan ZMPT101b (Safril, 2019)

2.4.4 Sensor Arus The Yhdc Current Transformer

Sensor arus hampir sama dengan teknologi sensor tegangan yaitu dengan menggunakan trafo arus yang dikenal dengan *Current Trafo* (CT) dan menggunakan teknologi efek hall. Sensor ini tergolong komponen yang memiliki tingkat stabilitas yang baik. Jenis sensor arus yang banyak dipakai adalah The Yhdc / *current transformer* dikenal sebagai CT sensor merupakan inti dari sebuah pengukuran arus listrik bolak balik, sebuah non-invasive sensor yang dapat mendeteksi aliran arus yang melalui sebuah kawat penghantar (Dinata dkk, 2015).

Dalam proses induksi, arus listrik yang melalui kawat sisi primer akan menghasilkan sebuah medan magnet pada inti *ferrite* CT sensor. Kawat pada sisi sekunder yang mengelilingi inti tersebut menghasilkan arus listrik kecil yang proporsional. Selanjutnya CT sensor dengan penambahan sebuah resistor kecil (*Burden Resistor*) yang akan menghasilkan keluaran berupa tegangan yang dapat diukur oleh Arduino (Dinata dkk, 2015).



Gambar 2.6 The Yhdc Current Transformer (Dinata dkk, 2015)

2.4.5 LCD (Liquid Crystal Display)

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan suatu perangkat elektronika yang telah terkonfigurasi dengan Kristal cair dalam gelas plastik atau kaca sehingga mampu memberikan tampilan berupa titik, garis, simbol, huruf, angka ataupun gambar. LCD terbagi menjadi dua macam berdasarkan bentuk tampilannya, yaitu Text-LCD dan Graphic-LCD. Berupa huruf atau angka. Sedangkan bentuk tampilan pada *Graphic-LCD* berupa titik, garis dan gambar. Dalam LCD setiap karakter ditampilkan dalam matriks 5x7 pixel. LCD 2x16 yang berguna untuk menampilkan pembacaan sensor arus dan tegangan yang sudah diolah di mikrokontroler dan kemudian ditampilkan ke LCD untuk menjadi *interface* hasil pembacaan sensor (Fitriandi dkk, 2016):



Gambar 2.7 LCD 2x16 Karakter (Fitriandi dkk, 2016)

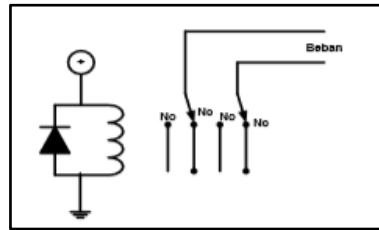
2.4.6 Relay

Relay adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk memutus atau menyambungkan aliran listrik secara tidak langsung. Relay disebut juga sebagai saklar magnet cara kerja relay adalah ketika arus listrik tersambung maka akan terjadi kontak antar plat sehingga arus listrik dapat mengalir. Fungsi sebuah relay utamanya adalah sebagai sebuah saklar elektronik yang diperlukan untuk mengontrol arus dan tegangan yang tinggi. Adapun fungsi relay pada rangkaian listrik diantaranya adalah menyambung dan memutuskan aliran listrik secara tidak langsung menyambung dan memutuskan aliran listrik secara bersamaan, berikut ini bentuk fisik dari Relay Modul dapat dilihat pada gambar di bawah ini (Safril, 2019):



Gambar 2.8 Relay Modul (Safril, 2019)

Rangkaian relay disini berfungsi untuk memutus arus bila ada beban lebih dan membuka arus pada kondisi normal atau pada saat ada beban normal. Kerjanya rangkain relay ini dipicu oleh rangkaian *driver* relay (Sulistyowati, 2012):



Gambar 2.9 Rangkaian Relay (Sulistiyowati, 2012)

2.5 Efisiensi Dalam Kajian Al-Qur'an

Allah SWT menciptakan dunia dan seluruh isinya ini dengan sangat lengkap, dimana semua yang diciptakan mempunyai kegunaan dan manfaat masing-masing. Semua yang ada dipermukaan bumi merupakan perhiasan bagi bumi dan sengaja diciptakan Allah SWT agar manusia memikirkan bagaimana cara mengambil manfaat dari semua itu. Alam semesta ini diatur dengan tatanan yang sangat rapi, hal ini menunjukkan keseimbangan kontrol yang dibuat oleh Allah SWT untuk kemaslahatan demi kelangsungan hidup makhluk-Nya (Abdullah, 2007).

Allah SWT telah mengatur isi jagat raya, sehingga berlaku hukum alam dan keteraturan. Menjadikan sesuatu memiliki kadar serta sistem tertentu dan teliti baik itu yang berkaitan dengan materi, maupun waktu seperti siang, malam, pagi, sore semua itu telah diatur oleh ketentuan Allah Swt. Maksudnya Dialah yang menerapkan seluruh ketetapan dan hukumnya yang diberlakukan terhadap semua makhluk-Nya sesuai dengan kehendak dan keinginan-Nya (Shihab, 2003).

Di dalam Al-Qur'an surat Al-Fatir (35):43 Allah SWT berfirman:

اسْتِكْبَارًا فِي الْأَرْضِ وَمَكْرُ السَّيِّئِ ۚ وَلَا يَحِيقُ الْمَكْرُ السَّيِّئِ إِلَّا سُنَّتَ ٱلْأَوَّلِينَ ۚ فَلَن يَجِدَ فَهْلًا يَنْظُرُونَ
إِلَّا سُنَّتَ ٱلْأَوَّلِينَ ۚ فَلَن يَجِدَ لِسُنَّتِ ٱللَّهِ تَبْدِيلًا ۖ وَلَن يَجِدَ لِسُنَّتِ ٱللَّهِ خَوِيلًا

“Karena kesombongan (mereka) di muka bumi dan karena rencana (mereka) yang jahat. Rencana yang jahat itu tidak akan menimpa selain orang yang merencanakannya sendiri. Tiadalah yang mereka nanti-nantikan melainkan (berlakunya) sunnah (Allah yang telah berlaku) kepada orang-orang yang terdahulu. Maka sekali-kali kamu tidak akan mendapat penggantian bagi sunnah Allah, dan sekali-kali tidak (pula) akan menemui penyimpangan bagi sunnah Allah itu.” (Al-Fatih: 43).

Kata (سنة) sunnah antara lain berarti kebiasaan. Sunnatullah atau sunnah Allah SWT adalah kebiasaan-kebiasaan yang diberlakukan Allah SWT terhadap apa, siapa dan kapanpun. Karena ia adalah sunnah yang tidak menyimpang dari arah yang telah ditetapkan dari hukum-hukum Allah SWT. Siapapun dari makhluk yang ada di dunia ini, tidak akan mampu mengalihkan hukum Allah SWT dari arah yang telah ditentukan (Shihab, 2003).

Kata kunci dari tafsir ayat di atas adalah sunnah yang dapat diartikan sebagai ketetapan hukum. Dalam kajian ilmu fisika beban listrik yang bersifat induktif akan menyerap daya aktif dan daya reaktif. Sedangkan beban listrik yang bersifat kapasitif akan menyerap daya aktif dan memberikan atau mengeluarkan daya reaktif kapasitif. Besarnya daya reaktif pada beban induktif menyebabkan turunnya nilai faktor daya. Kualitas dan efisiensi daya listrik ditentukan oleh nilai faktor daya. Untuk memantau nilai faktor daya pada beban maka dibutuhkan monitoring daya listrik agar tidak terjadi pemakaian yang berlebihan. Berkurangnya nilai daya reaktif akan menyebabkan kenaikan nilai faktor daya, sehingga daya aktif yang diberikan dapat dimanfaatkan secara maksimal untuk di ubah menjadi kerja. Allah SWT telah menetapkan suatu hukum pada sesuatu yang telah diciptakan-Nya agar dapat diambil manfaatnya oleh umat manusia.

Banyak diantara konsumen energi listrik yang belum menyadari atau tidak peduli dengan perilaku selama ini dalam menggunakan energi. Seperti masih banyak dijumpai di perkantoran yang melakukan pemborosan listrik dalam pemakaian lampu, AC, TV, dan sebagainya. Pemboros dilarang agama, bukan saja merugikan pemboros, tetapi juga pihak lain. Pemboros dalam memakai BBM dan listrik misalnya, secara tidak langsung adalah mengurangi jatah orang lain terhadap sumber energi tersebut. Masih banyak lagi perilaku pemborosan yang dilakukan untuk disebutkan contohnya baik yang disadari ataupun tidak disadari.

Firman Allah Swt dalam surat Al-A'raf (7):31

يَا بَنِي آدَمَ خُذُوا زِينَتَكُمْ عِنْدَ كُلِّ مَسْجِدٍ وَكُلُوا وَاشْرَبُوا وَلَا تُسْرِفُوا ۚ إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ

“Hai anak adam, pakailah pakaianmu yang indah di setiap (memasuki) masjid, makan dan minumlah, dan janganlah berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebih-lebihan” (Al-A'raf:31).

Kata kunci tafsir ayat diatas adalah (خُذُوا زِينَتَكُمْ) khudhu ziinatakum memiliki makna menutupi aurat. Kata (اسرف) israf bermakna berlebih-lebihan (Asy-Syuyuthi, 2010). Dalam hal beribadah kepada Allah SWT dianjurkan untuk memakai pakaian yang indah untuk menutupi aurat. Makan dan minum diperbolehkan sesuka yang diinginkan namun tidak boleh berlebih-lebihan. Upaya penggunaan daya listrik secara *real time* dengan menggunakan teknologi IoT agar bisa memantau pemakaian yang efektif dan efisien dengan nilai faktor daya mendekati nilai satu atau 0,85 dan tidak boleh berlebih.

Allah SWT berfirman dalam surat Al-Isra' (17):16

وَأَتِذَا الْقُرُؤِ حَقَّهُ وَالْمِسْكِينَ وَابْنَ السَّبِيلِ وَلَا تُبَذِّرْ تَبْذِيرًا

“Dan berikanlah kepada keluarga-keluarga yang dekat akan haknya, kepada orang miskin dan orang yang dalam perjalanan dan janganlah kamu menghambur-hamburkan (hartamu) secara boros” (Al-Isra’: 26).

Kata (الثَّوَا) atau bermakna pemberian sempurna. Pemberian yang dimaksud bukan hanya terbatas pada hal-hal materi tetapi juga imateri. Kata tabdzir atau pemborosan dipahami oleh ulama dalam arti pengeluaran yang bukan haq, karena itu jika seseorang menafkahkan atau membelanjakan semua hartanya dalam kebaikan atau haq, maka ia bukan seorang pemboros (Shihab, 2002). Kualitas faktor daya listrik yang buruk menyebabkan pemakaian daya listrik menjadi boros. Besaran listrik dapat dijaga dalam kondisi atau batasan standart yang diperlukan, maka dibutuhkan relay untuk menonaktifkan agar tidak terjadi pemakaian yang berlebihan dengan memonitoring daya listrik secara *real time*.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis Penelitian ini merupakan penelitian rancang bangun sistem monitoring daya listrik berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan Arduino Uno. Pengembangan ini dilakukan untuk realtime monitoring daya listrik tiga fasa dalam waktu nyata yang bersifat online dengan memanfaatkan teknologi internet untuk pemantau jarak jauh yaitu teknologi *Internet of Things* (IoT).

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian tentang rancang bangun sistem monitoring daya listrik berbasis *Internet of Things* (IoT), akan dilaksanakn pada bulan September sampai bulan November di Laboratorium Fisika Modern Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan dalam rancang bangun ini adalah:

1. Power Supply
2. Multimeter
3. Kabel Penghubung
4. Solder
5. Timah
6. Personal Komputer

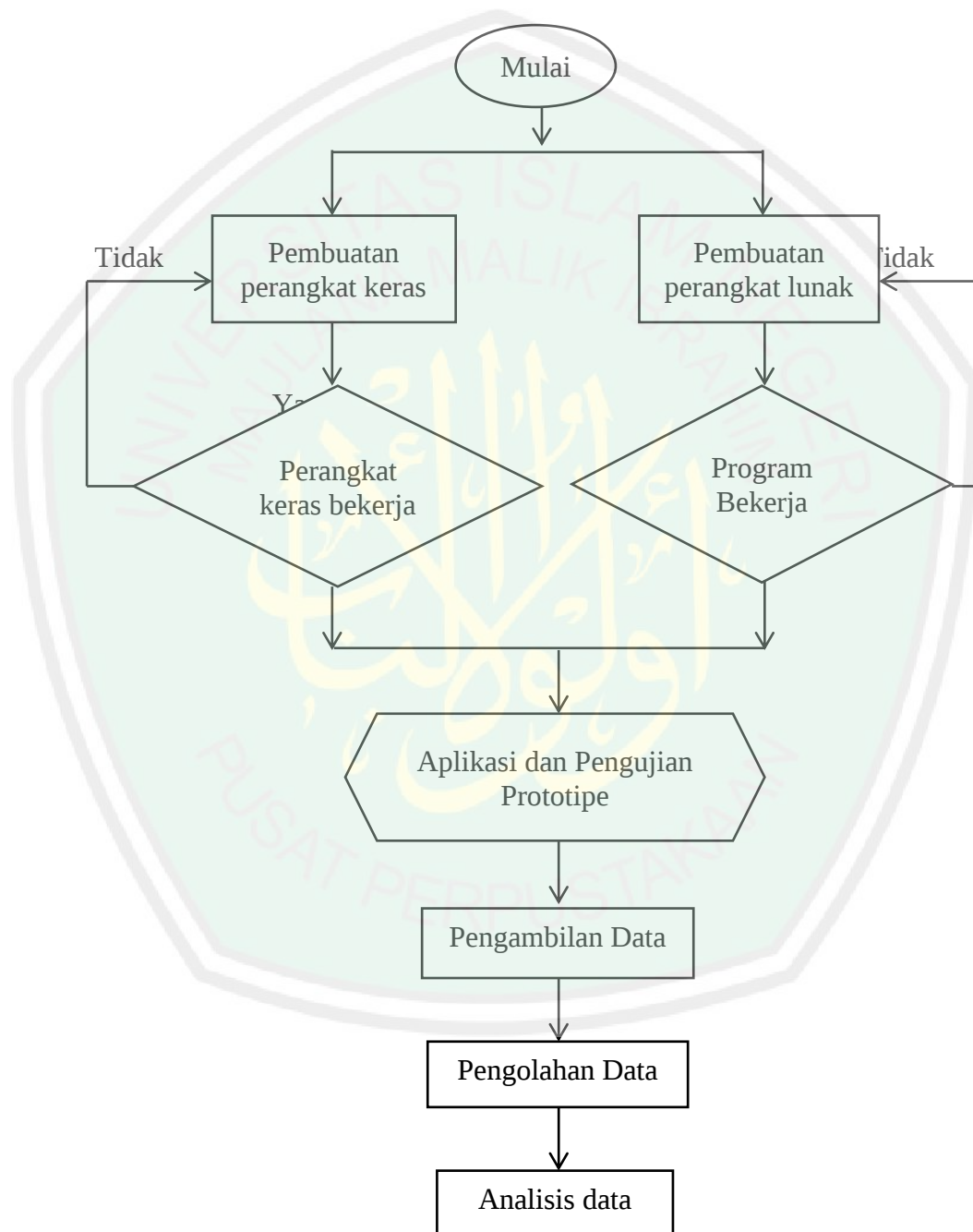
3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan alat adalah:

1. Arduino Uno
2. 16x2 LCD display green
3. Resistor
4. LED
5. Relay
6. Sensor arus YHDC SCT013
7. Sensor tegangan ZMPT101b
8. Ethernet Shield
9. Lampu
10. Kapasitor
11. Breadboard
12. Power Supply
13. Stop Kontak
14. USB Jack Arduino
15. Lampu Pijar 25 W
16. Setrika
17. Laptop
18. Kipas
19. Socket female yang terhubung dengan beban

3.4 Rancangan Penelitian

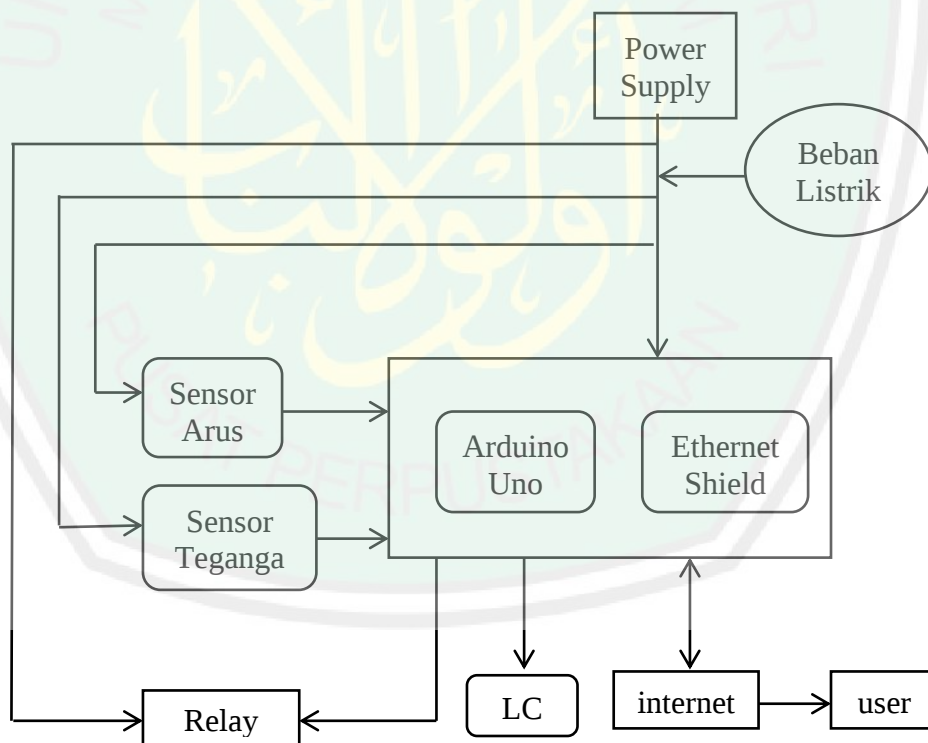
Perancangan dan pembuatan alat dibagi menjadi dua tahap yaitu pembuatan perangkat keras (*hardware*) dan pembuatan perangkat lunak (*software*).



Gambar 3.1 Flowcart Rencana Penelitian

3.4.1 Perancangan Perangkat Keras Secara Keseluruhan

Perancangan pembuatan alat monitoring daya listrik secara *real time* mengacu pada blok diagram yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini. Alat yang dibuat bertujuan untuk meningkatkan pemakaian yang efisien dan optimal dengan memonitoring daya listrik yang efektif. Sensor yang digunakan pada rancang bangun sistem ini menggunakan sensor arus dan tegangan sebagai sensor untuk mengetahui nilai arus, tegangan dan daya dari sumber AC 220 volt serta penggunaan relay modul 5v sebagai sensor untuk mengontrol arus dan tegangan yang cukup tinggi. Untuk mengamankan rangkaian apabila terjadi beban yang lebih.

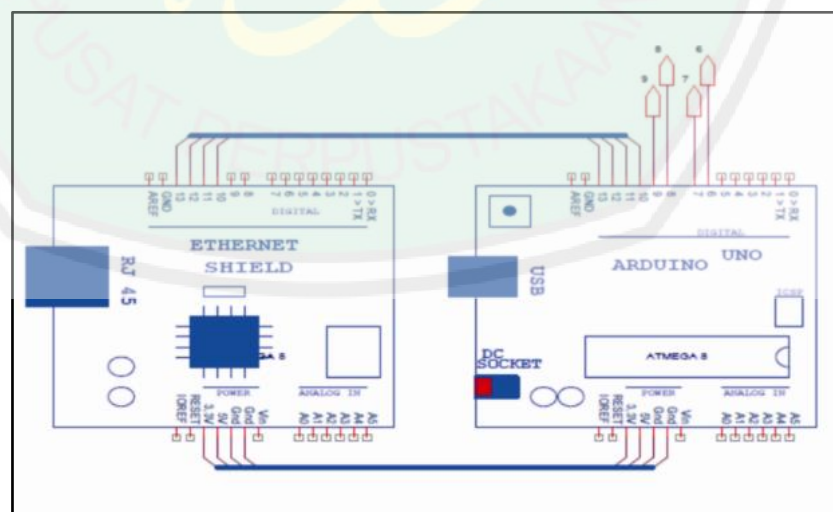


Gambar 3.2 Blok Diagram Perancangan Alat

3.4.2 Perancangan Arduino Uno dan Ethernet Shield Arduino

Rangkaian Arduino Uno memiliki 14 pin input Output (I/O) digital dimana 6 pin sebagai input Analog, 6 pin sebagai input Analog, 1 pin untuk Rx-Tx (*Receiver/Transmitter*) dan 1 pin untuk AREF (*Analogue Reference*). Pin analog digunakan untuk masukan tegangan analog dan juga dapat mengenali sinyal pada rentang nilai *voltage* tegangan yang masuk. Pada pin analog terdapat fitur yang dapat mengubah sinyal analog yang masuk menjadi nilai digital yang mudah dibaca. Pin digital yang terdapat pada arduino, pin digital hanya dapat mengenali sinyal 0 Volt sebagai nilai *LOW* dan 5 Volt sebagai nilai *HIGH*.

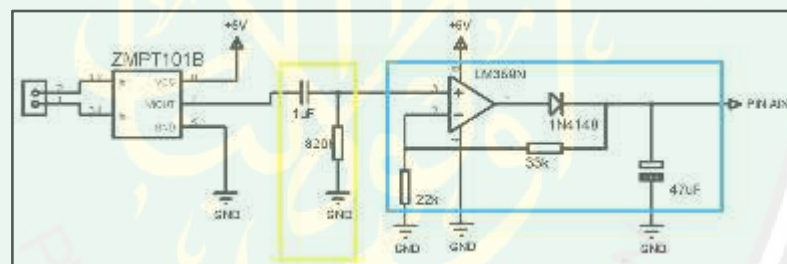
Rangkaian Ethernet Shield yang dikombinasikan dengan Arduino Uno menggunakan kaki pin 11, 12, dan 13 yang terdapat pada Arduino Uno sehingga pin tersebut tidak bisa digunakan untuk keperluan lain jika menggunakan Ethernet Shield. Pemilihan Arduino Uno karena jumlah pin dan memori pada Arduino Uno cukup untuk pengoperasian alat.



Gambar 3.3 Rangkaian Arduino Uno dan Ethernet Shield (Kurniawan, 2016)

3.4.3 Perancangan Rangkaian Sensor Tegangan

Sensor tegangan yang digunakan pada sistem ini adalah transformator *step-down* yang bertujuan menurunkan level tegangan AC 220 volt menjadi 5 volt dan sekaligus sebagai isolasi antara tegangan yang akan diukur dengan alat ukur. Rancangan sensor tegangan ini menggunakan rangkaian penyearah gelombang tegangan masukan dari sensor tegangan. Arduino dapat membaca tegangan DC maksimal 5V. rancangan sensor tegangan dibuat menggunakan transformator *step down*, diode *bridge* dan kapasitor sebagai filter. Tegangan masukan dari belitan primer 220 V dan belitan sekunder pada 3V sebagai V_{ef} . Sensor tegangan ini dapat membaca gelombang tegangan AC yang masuk ke analog pin arduino.

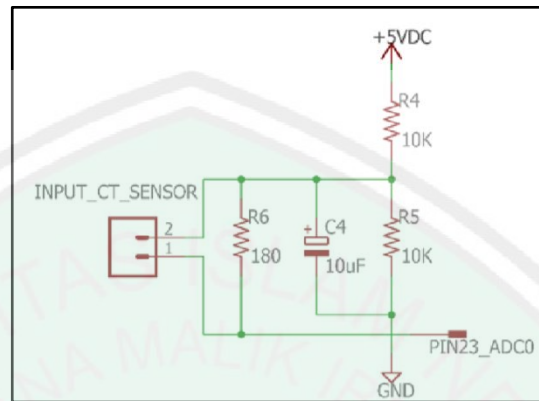


Gambar 3.4 Rangkaian Sensor Tegangan (Mario dkk, 2018)

3.4.4 Perancangan Rangkaian Sensor Arus

Rangkaian sensor arus AC berfungsi untuk mendeteksi besarnya nilai arus yang mengalir ke beban pada suatu kawat penghantar dan untuk mendapatkan data arus yang terukur pada keadaan tertentu. Arus yang diukur didapatkan dari pembaca Yhdc CT yang bekerja dengan mengubah arus AC besar menjadi amplitudo kecil.

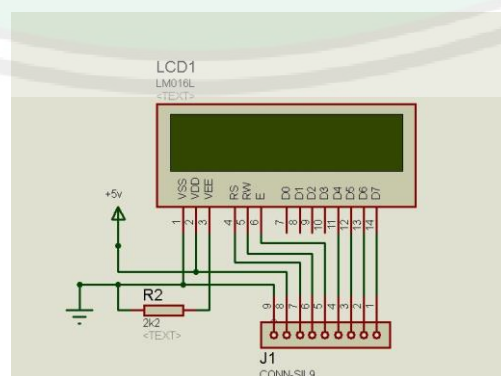
Sensor arus yang digunakan SCT013-010 dengan kemampuan pengukuran arus maksimal 10 A. Rangkaian sensor arus ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



Gambar 3.5 Rangkaian Sensor Arus (Juliantara dkk, 2018)

3.4.5 Perancangan Rangkaian LCD Grafik 16x2

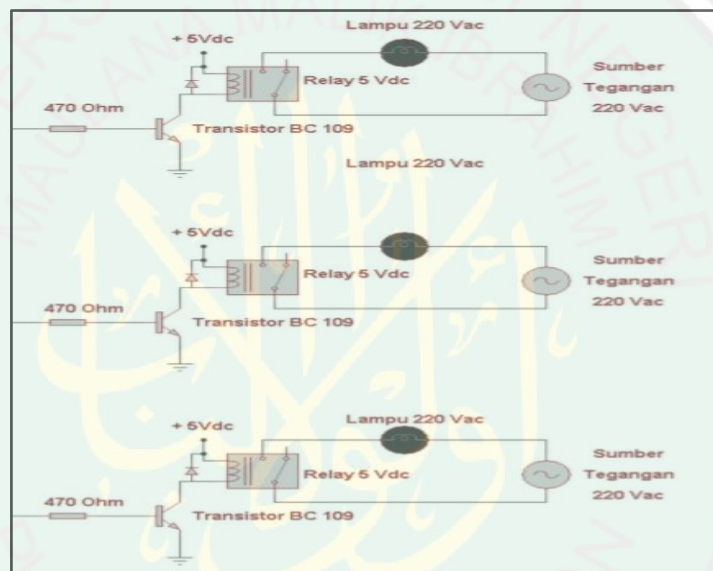
Rangkaian LCD grafik 16x2 berfungsi untuk menampilkan hasil pengolahan data pada mikrokontroler berupa bentuk tulisan. Pada alat yang dibuat pin data LCD dihubungkan ke PORTC mikrokontroler. Potensiometer pada LCD digunakan untuk mengatur kecerahan tampilan karakter. Fungsi dari rangkaian LCD adalah untuk menampilkan nilai arus, tegangan dan daya yang sudah diolah oleh mikrokontroler.



Gambar 3.6 Rangkaian LCD 16x2 (Kurniawan, 2016)

3.4.6 Rangkaian Relay Untuk Kontrol Beban

Pengontrolan on/off lampu dapat dilakukan dari jarak jauh dengan mengakses internet. Jadi, rangkaian relay akan dihubungkan ke arduino Uno pada pin yang sudah ditentukan. Relay akan bekerja apabila memperoleh input logika *High* dari arduino. Untuk rangkaian relay pengontrolan lampu dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 3.7 Rangkaian relay control beban (Kurniawan, 2016)

3.4.7 Perancangan Software Arduino Webserver

Perancangan bahasa pemrograman menggunakan Arduino IDE yang merupakan *software downloader* untuk Arduino Uno. Program Arduino IDE ini yang menjadi interface antara *hardware* dan *software*. Rancangan *software* yang nantinya untuk kendali tiap jenis beban. Pada program Arduino Web Server yang menampilkan

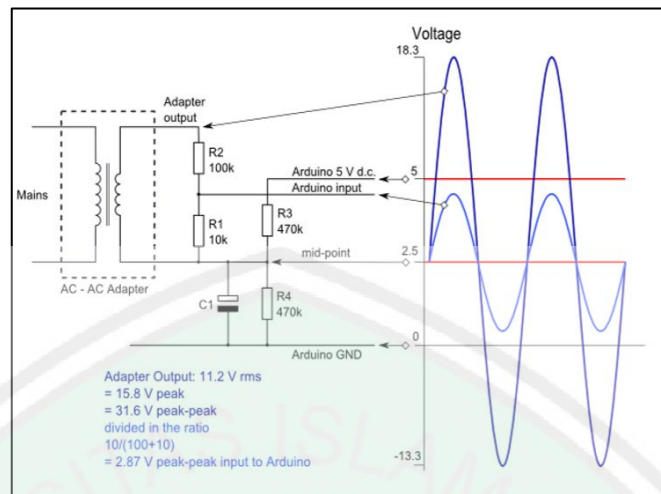
status peralatan yang terhubung dengan rangkaian relay yang berfungsi sebagai on atau off pada beban.



Gambar 3.8 Arduino IDE

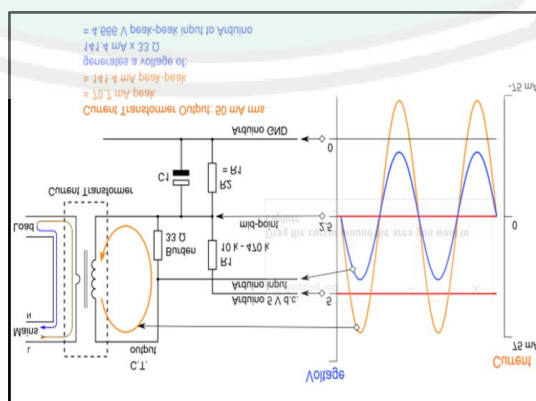
3.4.8 Rangkaian Pengkondisian Sinyal

Rangkaian utama rangkaian pengkondisian sinyal ialah untuk kondisi keluaran sensor tegangan memenuhi syarat masukan ke analog Arduino. Tegangan positif antara 0 volt dan tegangan referensi ADC 5 volt. Rangkaian pengkondisian sinyal harus dapat mengubah keluaran sensor ke gelombang puncak positif 5 volt dan puncak negatif 0 volt. Karena itu perlu adanya penambahan sebuah offset hingga skala bawah tidak bernilai negatif. Gelombang dapat diperkecil dengan menggunakan pembagi tegangan pada keluaran sensor dan *offset* dapat ditambahkan dengan menggunakan sumber tegangan yang diperoleh dari pembagi tegangan dari Arduino ini. Penjelasannya dapat dilihat pada gambar di bawah ini, rangkaian pengkondisian sinyal ini menentukan nilai *sample* yang diterima Arduino agar sesuai dengan ADC.



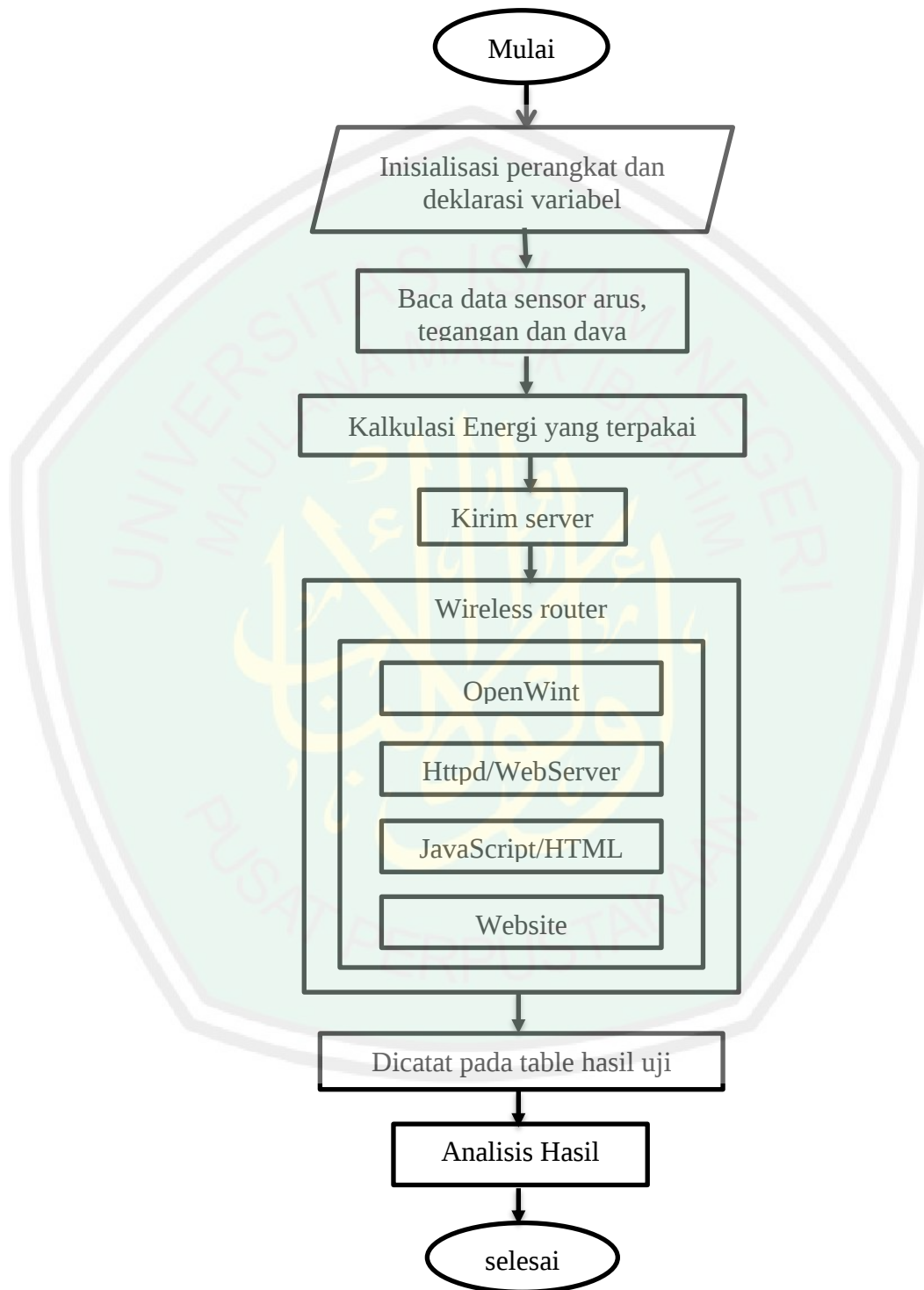
Gambar 3.9 Diagram Sirkuit dan Bentuk Tegangan (Amaro, 2017)

Gambar diatas menunjukkan diagram sirkuit dan bentuk gelombang arus, dimana resistor R1 dan R2 membentuk pembagi tegangan yang skala bawah tegangan AC keluaran sensor tegangan. Resistor R3 dan R4 memberikan tegangan bias. Kapasitor C1 menyediakan jalur impedensi rendah ke tanah untuk sinyal AC dengan nilai kisaran kapasitor 1 uF dan 10 uF akan mencukupi. Untuk menghubungkan sensor arus perlu dikondisikan hingga memenuhi persyaratan masukan dari input analog Arduino, yaitu tegangan positif 0 volt dan tegangan referensi ADC 5 volt.



Gambar 3.10 Diagram Sirkuit dan Bentuk Gelombang (Amaro, 2017)

3.4.9 Pengambilan Data



Gambar 3.11 Flowchart Pengambilan Data

3.4.10 Langkah Kerja Penelitian

1. Pengujian dimulai untuk memastikan alat yang digunakan dan dipasang telah memenuhi kriteria yang diinginkan
2. Pengujian multimeter arus digital dan sensor arus pada tiap jenis beban
3. Pengujian multimeter volt meter digital dan sensor tegangan pada tiap jenis beban
4. Pengujian monitoring daya listrik menggunakan arduino berbasis IoT
5. Pengujian perbandingan daya monitoring dengan watt meter



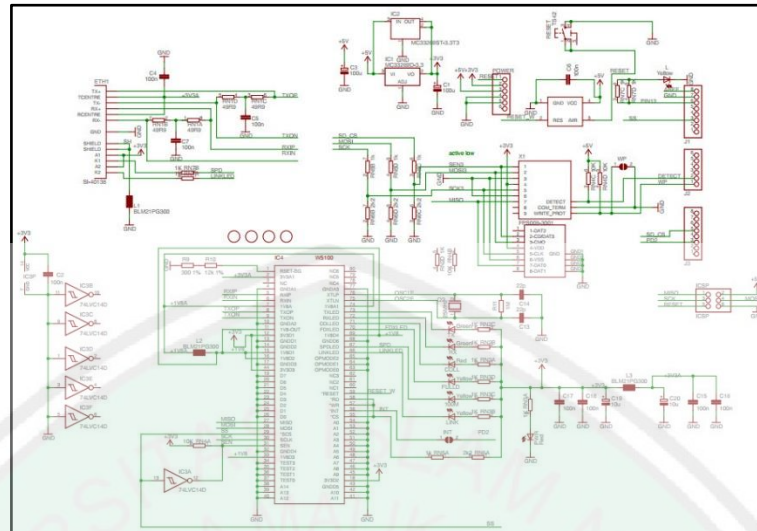
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian prototipe sistem pemantau dan penghitung jarak jauh pengguna daya listrik pada alat elektronik maupun keseluruhan pengguna daya listrik pada alat elektronik berbasis IoT (*Internet of Things*) dengan Ethernet Shield memerlukan pengujian secara keseluruhan baik perangkat keras (*Hardware*) maupun perangkat lunak (*Software*). Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui alat yang dibuat dapat bekerja sesuai spesifikasi perencanaan yang telah ditentukan. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kerja perangkat keras pada masing-masing blok rangkaian penyusun sistem, antara lain pengujian rangkaian sensor tegangan, pengujian rangkaian sensor arus, pengujian rangkaian sistem mikrokontroler, pengujian rangkaian monitoring besaran-besaran listrik. Pengujian pertama dimulai dengan uji coba setiap bagian-bagian sistem untuk memastikan setiap bagian telah bekerja dan mensinkronisasikan tiap bagian sistem sesuai dengan harapan, dalam hal ini sesuai dengan spesifikasi yang telah ditulis. Sedangkan analisis digunakan untuk membandingkan hasil perancangan dengan hasil pengujian.

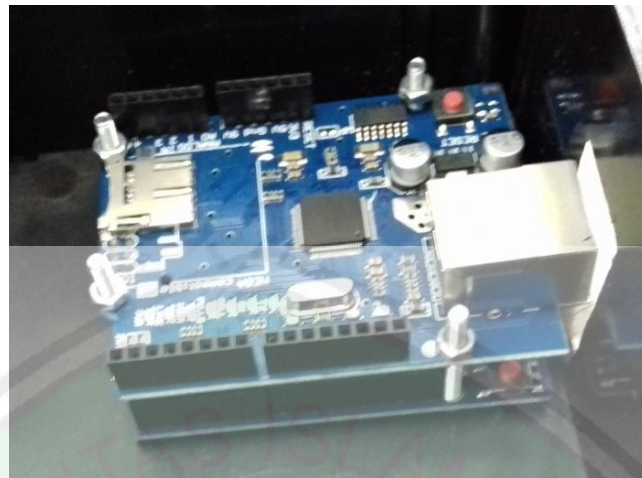
4.1.1 Pengujian Ethernet Shield dan Arduino Uno

Pengujian rangkaian pengendali utama meliputi koneksi Arduino dengan serial *port* komputer serta pengujian dengan ditambahkan Ethernet Shield di atas papan Arduino. Penambahan Ethernet Shield untuk menambah kemampuan Arduino agar terhubung ke jaringan komputer. Skema rangkaian Ethernet Shield dapat dilihat Gambar 4.1.

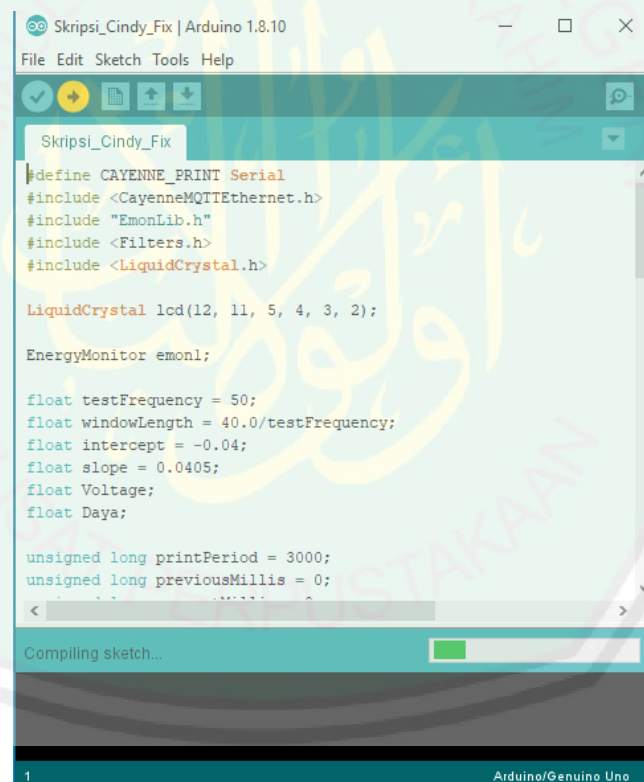


Gambar 4. 1 Desain Skematik Ethernet Shield

Pertama pengujian koneksi Arduino dengan menghubungkan kabel USB dari komputer ke serial Arduino, selanjutnya *software* IDE Arduino dijalankan. Jika Arduino telah terhubung dengan komputer maka ada IDE Arduino akan memberikan tanda koneksi serial *port* pada komputer yang digunakan Arduino. Kedua pengujian penambahan Ethernet shield dengan menghubungkan modul diatas papan Arduino. Kabel UTP dengan konektor RJ-45 yang di *cramping* crossover untuk menghubungkan *localhost* komputer dengan Ethernet Shield. Penambahan Ethernet shield berfungsi mengontrol dan monitoring melalui komputer dan smartphone melalui internet ataupun wifi dalam jangkaun jaringan LAN. Ketiga pada IDE Arduino di-*upload* program *examples* dari *library* Ethernet, alamat IP komputer dengan Ethernet Shield disesuaikan agar satu jaringan. Jika Arduino bekerja dengan baik maka jika dilihat pada serial monitor IDE Arduino akan terampil *connected*, dan pada titlebar serial monitor terdapat *port* yang digunakan oleh Arduino seperti pada Gambar 4.2.



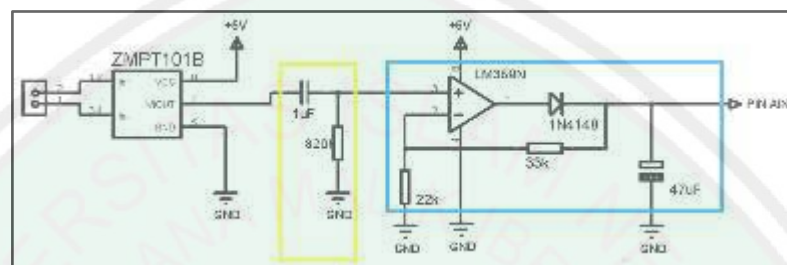
Gambar 4.2 Gabungan Arduino Uno dengan Ethernet Shield



Gambar 4.3 Proses Upload Program Arduino

4.1.2 Pengujian Sensor Tegangan

Pengujian rangkaian sensor tegangan dilakukan untuk mengetahui bentuk sinyal keluaran dari rangkaian sensor tegangan. Pengujian rangkaian sensor tegangan dapat dilakukan dengan menggunakan rangkaian seperti Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Rangkaian Uji Sensor Tegangan

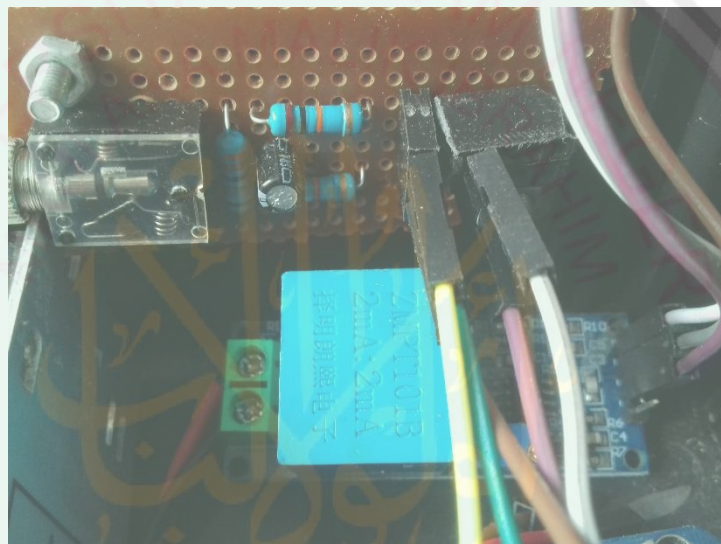
Sensor yang dapat bekerja dengan baik yaitu sensor yang memiliki sifat linieritas yang baik, yang dimana nilai output dari sensor akan naik ataupun turun sesuai dengan naik turunnya input dari sensor. Untuk menentukan tingkat linieritas sensor dapat dilakukan dengan mencari koefisien korelasi antara input dan output dari sensor menggunakan metode regresi linier.

Berdasarkan hasil pengujian rangkaian sensor tegangan diperoleh sinyal output berupa sinyal analog kemudian oleh arduino uno menjadi sinyal digital menggunakan fitur ADC (Analog to Digital Converter). Agar nilai akurasi parameternya benar-benar tepat perlu dilakukan perhitungan nilai ADC dengan tepat pula.

4.1.3 Pengujian Sensor Arus

Pengujian rangkaian sensor arus dilakukan untuk membaca arus pada beban, sensor arus yang digunakan pada prototipe sistem yang akan dirancang ini

menggunakan YHDC SCT013. Sensor arus SCT013 ini dilakukan pengkalibrasian menggunakan sensor dan kapasitor yang ditentukan. Penguji sensor ini pada salah satu kawat penghantar yaitu kawat fasa atau kawat netral yang dipasang ke jack sensor ke jack female pada body alat monitoring. Apabila kawat penghantar tadi diberikan beban maka akan tampil nilai pengukuran dari sensor SCT013 pada LCD seperti pada Gambar 4.5.

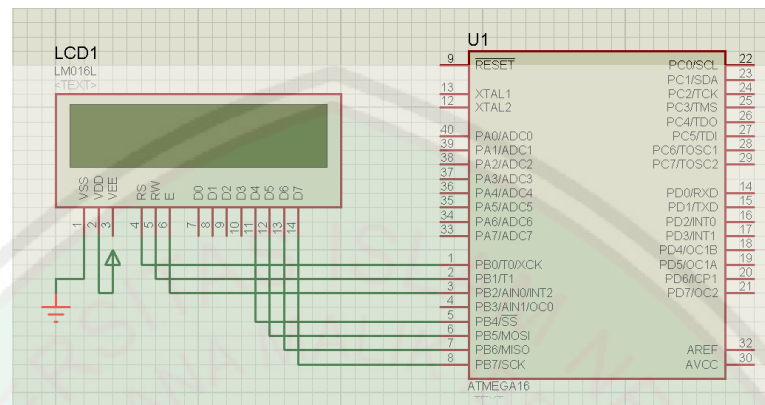


Gambar 4.5 Rangkaian Sensor Arus dengan Rangkaian Pendukung

4.1.5 Pengujian Liquid Crystal Display (LCD)

Penelitian ini menggunakan LCD (*Liquid Crystal Display*) untuk menampilkan output data. Pengujian LCD dilakukan dengan menghubungkan pin-pin LCD pada pin-pin mikrokontroller Ethernet Shield. Adapun skema rangkaian LCD dengan Mikrokontroller Ethernet Shield dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Setelah pin LCD dengan pin Ethernet Shield terhubung, maka dilanjutkan mengupload *code source* menggunakan software Arduino

(Arduino IDE) untuk LCD yang bernama “Hello Word”. Apabila LCD berfungsi maka akan tampak seperti Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Skema Rangkaian LCD ke Arduino dan Ethernet Shield

4.1.6 Pengujian Power Supply

Pengujian power supply terdiri dari pengujian tegangan input power supply dan pengujian tegangan output power supply. *Nameplate* yang tertera pada power supply yaitu mempunyai tegangan sebesar 5VDC dengan arus 3 Ampere. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besarnya tegangan input pada rangkaian power supply. Pengujian ini dilakukan pada power supply yang akan di hubungkan pada board Arduino guna pengujian arus yang memberikan supply pada Arduino, seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini. Pengujian ini menggunakan multimeter digital yang bertujuan untuk menguji apakah tegangan sumber dan arus yang akan digunakan sudah sesuai dengan keperluan Arduino. Untuk skema proses pengujian tegangan power supply dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Rangkaian Power Supply

4.1.7 Perancangan Prototipe

Perancangan prototipe dilakukan setelah semua komponen-komponen telah diuji dan layak digunakan. Perancangan prototipe dibagi menjadi dua tahap, yakni tahap pembuatan perangkat keras (*hardware*) dan tahap pembuatan perangkat lunak (*software*). Pembuatan perangkat keras dimulai dengan membuat modul Ethernet shield. Modul Shield merupakan papan elektronik tambahan untuk komunikasi mikrokontroller arduino dengan PC/ LAN.

Setelah pembuatan modul shield selesai. Maka hal berikutnya adalah tahap pembuatan tempat/ wadah (*case* untuk prototipe). Wadah prototipe sistem pemantau dan penghitung jarak jauh pengguna daya listrik pada alat elektronik berbasis IoT (*Internet of Things*) dengan Ethernet shield ini dibuat dari plastic project box. Plastic project box yang digunakan berdimensi 11 cmx 8cmx 6cm.

Pembuatan wadah dimulai dengan mengukur dimensi LCD, power jack dari arduino uno dan Ethernet shield. Kemudian *plastic project box* dilubangi dengan gergaji dan bor sesuai dimensi komponen yang telah diukur. Pemilihan tempat

komponen harus dilakukan untuk memberikan hasil wadah prototipe yang bagus dan rapi. Hasil pembuatan wadah prototipe ditunjukkan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Hasil Bentuk Case Prototipe

Setelah wadah prototipe siap, maka wadah prototipe disatukan dengan Ethernet shield, arduino uno, sensor arus, sensor tegangan, PC, LCD. Komponen diletakkan dan ditata pada lubang yang telah ditentukan. Komponen dilekatkan dengan baut dan mur agar komponen tidak bergeser atau terlepas dari tempatnya. Setelah semua komponen telah terpasang, maka pin dari LCD, sensor arus, sensor tegangan disambungkan ke shield menggunakan kabel. Bentuk perangkat keras dari prototipe dapat dilihat pada Gambar 4.9.

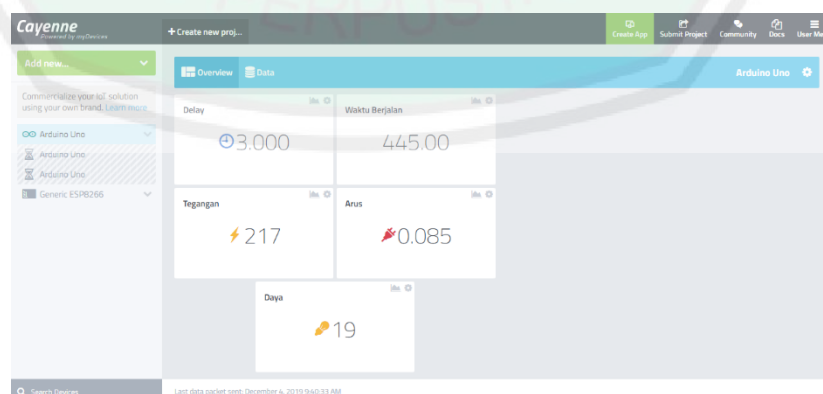


Gambar 4.9 Bentuk Prototipe Sistem Pemantau Daya Listrik

Tahap berikutnya merupakan tahap pembuatan perangkat lunak (*software*). Pembuatan perangkat lunak dibagi menjadi mempersiapkan *webserver* IoT dan pembuatan program prototipe. *Webserver* IoT merupakan syarat utama pembuatan perangkat IoT, karena perangkat IoT membuat internet sebagai media penghubung antar perangkat. *Webserver* IoT merupakan syarat utama pembuatan perangkat IoT, karena perangkat IoT membutuhkan internet sebagai media penghubung antar perangkat. *Webserver* IoT atau yang lebih dikenal sebagai platform IoT telah banyak beredar dikalangan masyarakat. Setiap platform memiliki keunikan dan fitur tersendiri, Pada prototipe sistem pemantau dan penghitung jarak jauh pengguna daya listrik pada alat elektronik berbasis IoT (*Internet of Things*) dengan Ethernet Shield ini digunakan platform Cayenne. Cayenne merupakan aplikasi pembangun IoT *open source* berbasis platform yang dapat digunakan pada modul Arduino, Raspberry-Pi, ESP8266, *serial device*, dan termasuk MQTT API. Platform IoT Cayenne dapat diakses dengan mendaftarkan diri (*sign up*) menggunakan e-mail. Setelah proses pendaftaran selesai, maka

proses berikutnya adalah pemilihan perangkat (*device*) mikrokontroller yang digunakan. Kemudian cayenne memberikan MQTT *username*, MQTT *password*, dan *client ID platform* sebagai alamat *platform*.

Pada pembuatan program prototipe, prototipe deprogram menggunakan tools integrasi sesuai menurut mikrokontroller yang digunakan. Mikrokontroller Ethernet shield menggunakan LUA dan Arduino IDE sebagai tools integrasi. Dalam pembuatan prototipe system pemantau dan penghitung jarak jauh pengguna daya listrik pada alat elektronik berbasis IoT (*Internet of Things*) dengan Ethernet shield digunakan arduino IDE sebagai aplikasi pemrograman dikarenakan kemudahan dan fitur-fitur yang disediakan. Program prototipe dibuat berdasarkan gabungan *code source* MQTT Cayenne, *Liquid Crystal Display*, sensor arus, dan sensor tegangan yang ada pada *library* Arduino. Program prototipe juga membutuhkan MQTT *username*, MQTT *password*, dan *client ID* sebagai alamat tujuan pengiriman data. Selajutnya, program di upload ke mikrokontroller Ethernet shield menggunakan kabel USB. Bila perangkat prototipe dan platform Cayenne terhubung bisa dilihat pada seperti Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Koneksi Prototipe dengan Platform Cayenne

Uji coba prototipe dilakukan setelah pembuatan perangkat keras (*hardware*) dan pembuatan perangkat lunak (*software*) selesai. Uji coba dilakukan untuk mengetahui kinerja dan efisiensi prototipe yang telah dibuat. Prototipe sistem pemantau dan penghitung jarak jauh pengguna daya listrik pada rumah kontrakan ke prototipe dan mengirimkan data tersebut ke PC atau handphone melalui media internet. Prototipe dikatakan mampu bekerja apabila telah memenuhi kriteria tersebut.

4.1.8 Hasil Pengujian Alat

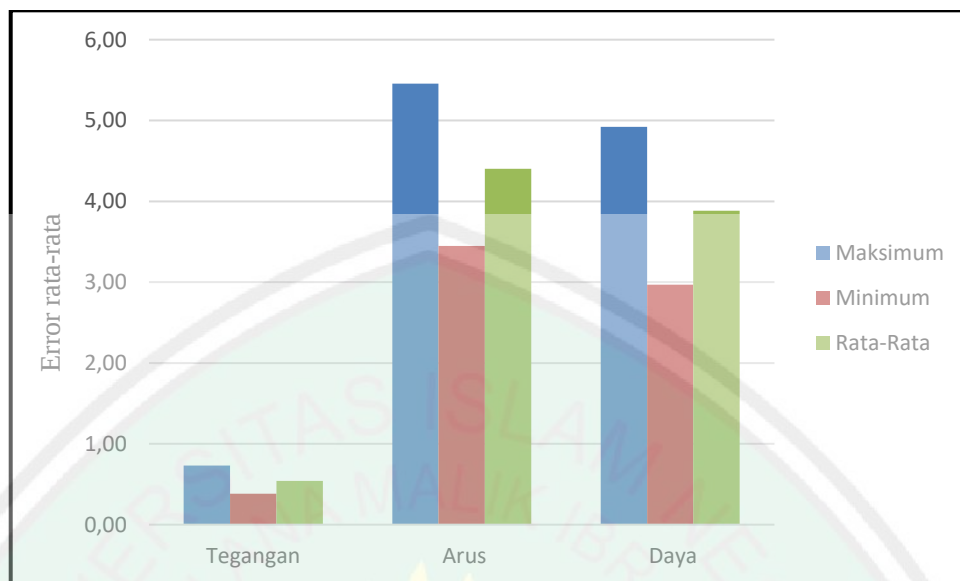
Pengujian alat dimaksudkan untuk mengamati dan memastikan fungsionalitas serta kinerja dari prototipe. Pengujian dilakukan dengan mengoperasikan alat kemudian memperhatikan kinerja dari setiap komponen alat seperti LCD, sensor zmpt101b, sensor sct013, Ethernet shield, power supply.

Setelah menguji bagian perangkat keras (*hardware*), kemudian dilakukan pengujian pada bagian perangkat lunak (*software*). *Software* pada prototipe ini terdiri dari *software* mikrokontroller dan platform IoT. *Software* mikrokontroller tersebut memuat program perintah pengatur kinerja alat. Sedangkan platform IoT membuat tentang program visualisasi data yang diterima dari mikrokontroller.

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Sistem Monitoring Pengukuran Alat

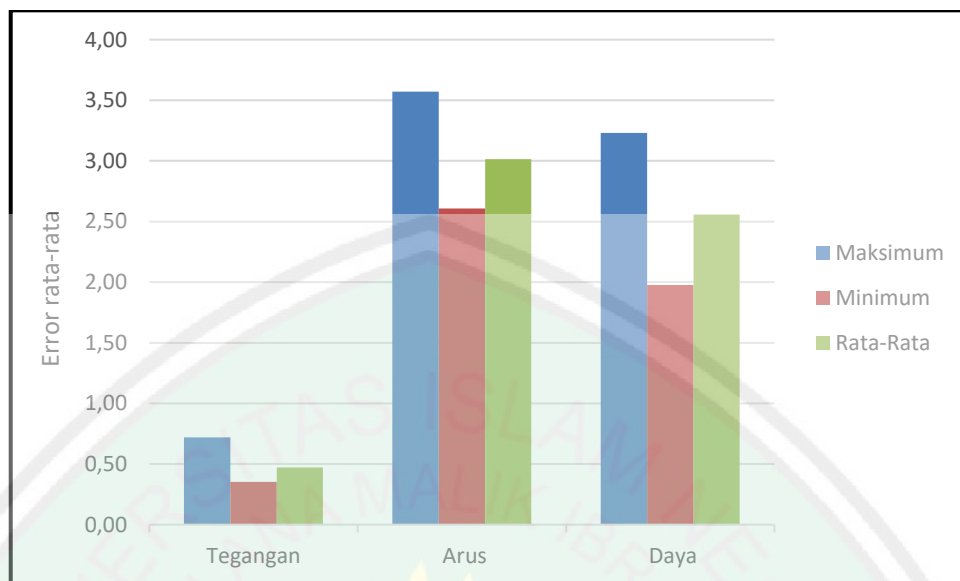
No	Jenis	Hasil Pengukuran Alat								
		Multimeter			Sensor			Error(%)		
		Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Tegangan	Arus	Daya
1	Charger HP	215,59	0,058	12,50	216,66	0,056	12,13	0,50	3,45	2,97
		215,01	0,057	12,26	216,16	0,054	11,67	0,53	5,26	4,76
		213,18	0,05	10,66	214,74	0,048	10,31	0,73	4,00	3,30
		215,22	0,052	11,19	216,04	0,050	10,80	0,38	3,85	3,48
		214,75	0,055	11,81	215,96	0,052	11,23	0,56	5,45	4,92
		Maksimum						0,73	5,45	4,92
		Minimum						0,38	3,45	2,97
		Rata-Rata						0,54	4,40	3,88
2	Kipas	215,64	0,115	24,7986	216,68	0,112	24,27	0,48	2,61	2,14
		215,28	0,112	24,11136	216,17	0,109	23,56	0,41	2,68	2,28
		215,49	0,113	24,35037	216,33	0,109	23,58	0,39	3,54	3,16
		215,3	0,112	24,11136	216,85	0,109	23,64	0,72	2,68	1,98
		215,45	0,112	24,1304	216,21	0,108	23,35	0,35	3,57	3,23
		Maksimum						0,72	3,57	3,23
		Minimum						0,35	2,61	1,98
		Rata-Rata						0,47	3,02	2,56
3	Magicom	215,16	0,156	33,56496	216,1	0,158	34,14	0,44	1,28	1,72
		216,12	0,147	31,76964	217,76	0,148	32,23	0,76	0,68	1,44
		215,98	0,16	34,5568	217,01	0,161	34,94	0,48	0,63	1,10
		216,39	0,16	34,6224	217,29	0,161	34,98	0,42	0,63	1,04
		216,58	0,152	32,92016	217,61	0,154	33,51	0,48	1,32	1,80
		Maksimum						0,76	1,32	1,80
		Minimum						0,42	0,63	1,04
		Rata-Rata						0,51	0,91	1,42
4	Setrika	209,87	1,371	287,73177	210,98	1,471	310,35	0,53	7,29	7,86
		210,07	1,318	276,87226	211,33	1,462	308,96	0,60	10,93	11,59
		210,63	1,346	283,50798	211,5	1,462	309,21	0,41	8,62	9,07
		212,53	1,378	292,86634	213,22	1,471	313,65	0,32	6,75	7,10
		210,31	1,353	284,54943	211,17	1,465	309,36	0,41	8,28	8,72
		Maksimum						0,60	10,93	11,59
		Minimum						0,32	6,75	7,10
		Rata-Rata						0,46	8,37	8,87

Pengambilan data pengujian sistem monitoring yang dibuat menggunakan sensor dengan alat ukur multimeter dapat dilihat pada tabel 4.1 bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sistem monitoring yang dibuat dapat bekerja dengan baik atau tidak dengan menggunakan beban rumah tangga. Hasil pengujian didapat selisih pengukuran antara sistem monitoring yang menggunakan sensor dengan alat ukur multimeter. Presentase Error rata-rata yang didapat tiap jenis beban berbeda-beda.



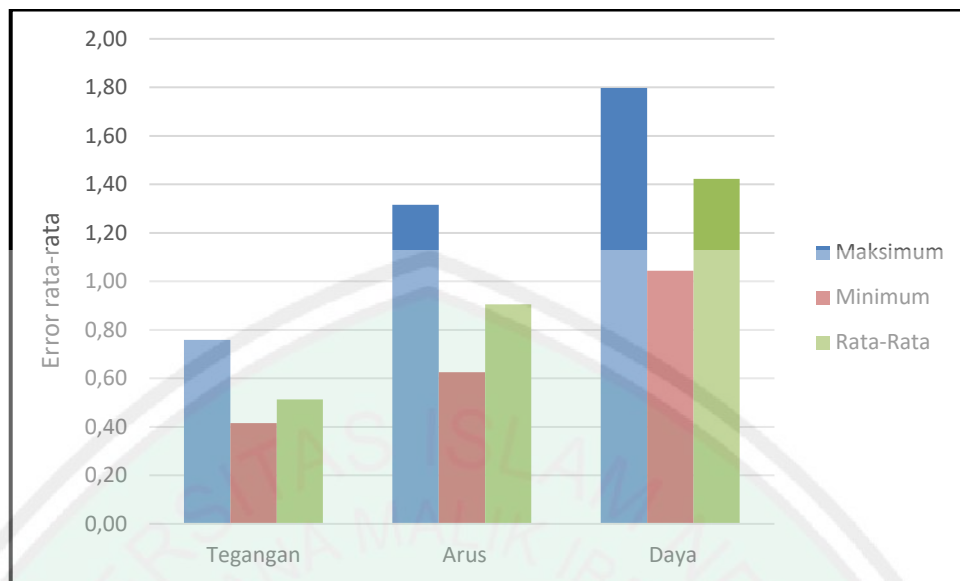
Grafik 4.11 Error Pengukuran Hp

Pada gambar 4. 11 dapat dilihat nilai presentase error rata-rata pada charger hp untuk tegangan; 0,54% arus; 4,40% daya; 3,88% nilai ini didapatkan dengan membandingkan alat monitoring dengan alat ukur multimeter. Dari data pengukuran nilai tegangan mempunyai nilai berbeda-beda dengan nilai yang tidak terlalu jauh akurasi dibandingkan dengan hasil pengukuran dari multimeter sehingga mendapatkan rata-rata error 0,54% yang artinya alat sensor yang digunakan yaitu sensor zmpt101b baik untuk digunakan. Data pada pengukuran nilai arus dan daya mempunyai nilai yang cukup besar dengan nilai yang tidak terlalu jauh akurasi dibandingkan dengan hasil pengukuran dari multimeter sehingga mendapatkan rata-rata error arus 4,40% dan daya 3,88% yang artinya menghasilkan nilai error cukup besar dengan melebihi batas pengukuran error untuk standart spesifikasi alat 3%. Diakibatkan beban yang diukur terlalu kecil. Sehingga menghasilkan error lebih tinggi.



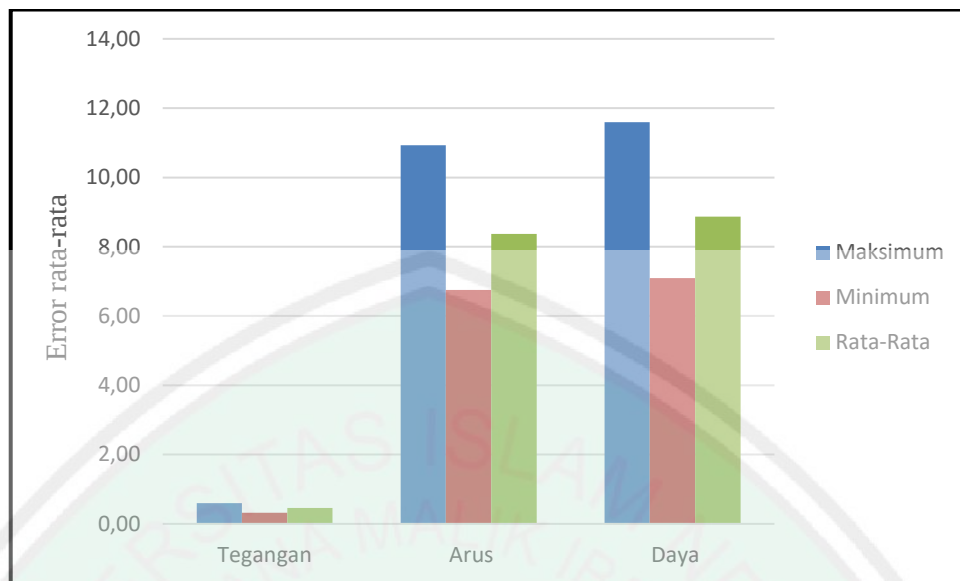
Grafik 4.12 Error Pengukuran Kipas

Pada gambar 4.12 dapat dilihat nilai presentase error rata-rata pada kipas untuk tegangan; 0,47% arus; 3,02% daya; 2,56% nilai ini didapatkan dengan membandingkan alat monitoring dengan alat ukur multimeter. Dari data pengukuran nilai tegangan mempunyai nilai berbeda-beda dengan nilai yang tidak terlalu jauh akurasi dibandingkan dengan hasil pengukuran dari multimeter sehingga mendapatkan rata-rata error tegangan 0,54% dan daya 2,56% yang artinya alat sensor yang digunakan baik untuk digunakan. Data pada pengukuran nilai arus mempunyai nilai yang cukup besar dengan nilai yang tidak terlalu jauh akurasi dibandingkan dengan hasil pengukuran dari multimeter sehingga mendapatkan rata-rata error arus 3,02% yang artinya dengan sedikit melebihi batas pengukuran error untuk standart spesifikasi alat 3%. Diakibatkan beban yang diukur terlalu kecil. Sehingga menghasilkan error cukup tinggi.



Grafik 4.13 Error Pengukuran Magicom

Pada gambar 4. 13 dapat dilihat nilai presentase error rata-rata pada Magicom untuk tegangan; 0,51% arus; 0,91% daya; 1,42% nilai ini didapatkan dengan membandingkan alat monitoring dengan alat ukur multimeter. Dari data pengukuran nilai tegangan mempunyai nilai berbeda-beda dengan nilai yang tidak terlalu jauh akurasiya dibandingkan dengan hasil pengukuran dari multimeter sehingga mendapatkan rata-rata error seperti diatas yang artinya alat sensor yang digunakan yaitu baik untuk digunakan. Hasil nilai error yang mendekati pengukuran 0% maka semakin bagus dan sebaliknya.



Grafik 4.14 Error Pengukuran Setrika

Pada gambar 4. 14 dapat dilihat nilai presentase error rata-rata pada setrika untuk tegangan; 0,46% arus; 8,37% daya; 8,87% nilai ini didapatkan dengan membandingkan alat monitoring dengan alat ukur multimeter. Dari data pengukuran nilai tegangan mempunyai nilai berbeda-beda dengan nilai yang tidak terlalu jauh akurasinya dibandingkan dengan hasil pengukuran dari multimeter sehingga mendapatkan rata-rata error 0,46% yang artinya alat sensor yang digunakan yaitu sensor zmpt101b baik untuk digunakan. Data pada pengukuran nilai arus dan daya mempunyai nilai yang cukup besar dengan nilai yang tidak terlalu jauh akurasinya dibandingkan dengan hasil pengukuran dari multimeter sehingga mendaptkan rata-rata error arus 4,40% dan daya 3,88% yang artinya menghasilkan nilai error cukup besar dengan melebihi batas pengukuran error untuk standart spesifikasi alat 3%. Diakibatkan beban yang diukur terlalu kecil. Sehingga menghasil error lebih tinggi.

4.1.9 Hasil Pengujian Akurasi Alat

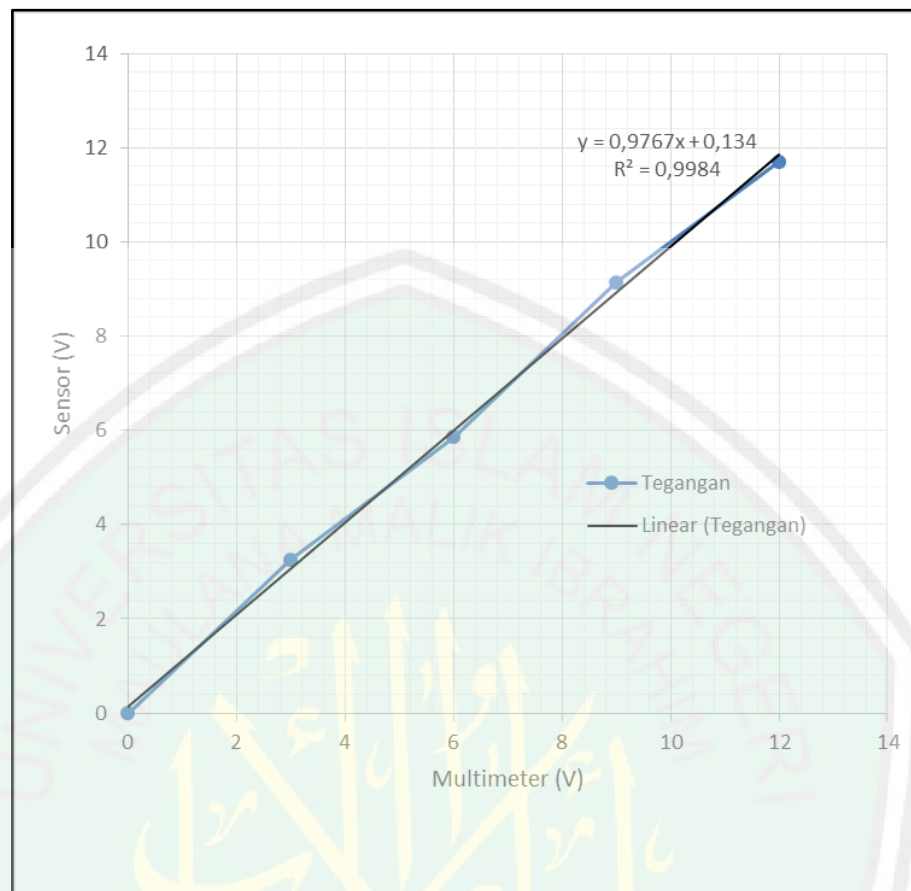
Pada pengujian akurasi alat ini digunakan sensor arus yang dirangkai dengan mikrokontroller Ethernet shield seperti gambar 4.6. Tujuan dari pengujian akurasi alat adalah untuk mengetahui apakah Prototipe mampu memberikan nilai sensor arus yang sesuai ketika dibandingkan dengan nilai manual atau multimeter digital. Pengujian akurasi alat ini dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran menggunakan manual atau multimeter dengan pengukuran yang dilakukan oleh sensor arus pada objek yang berbeda-beda. Pengujian dilakukan hingga 4 kali percobaan.

Analisis pengujian alat ini dilakukan dengan mencocokkan kinerja dari perangkat komponen dengan program perintah yang dieksekusi. Sensor yang dapat bekerja dengan baik yaitu sensor yang memiliki sifat linieritas yang baik, artinya nilai output dari sensor akan naik ataupun turun sesuai dengan naik atau turunnya input dari sensor. Untuk menentukan tingkat linieritas sensor dapat dilakukan dengan mencari koefisien korelasi antara input dan output dari sensor menggunakan metode Regresi Linier. Selain itu, analisis dilakukan dengan mencocokkan data yang dikirim pada prototipe dan data yang diterima pada platform IoT sehingga nantinya bisa ditentukan alat bekerja dengan efisien dan efektif. Seperti pengujian hasil sensor tegangan ZMPT101B yang dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan multimeter digital. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Sensor Tegangan

No	Hasil Pengujian Sensor Tegangan ZMPT101B		Error (%)
	Multimeter Digital (V)	Sensor Tegangan (V)	
1.	0	0	0
2.	3	3,26	8,667
3.	6	5,86	2,333
4.	9	9,14	1,556
5.	12	11,71	2,417
Maksimum			8,667
Minimum			0,000
Rata-rata			2,994

Tabel 4.1 didapat selisih hasil pengukuran antara pengukuran sensor ZMPT101B dengan hasil pengukuran multimeter digital. Didapat nilai presentasi kesalahan (Error) dalam pengujian sensor tegangan tersebut dengan Error maksimum sebesar 8,667%, error minimum sebesar 0,000% dan rata-rata Error adalah 2,994%. Sehingga bisa disimpulkan sensor tegangan memiliki tingkat ketelitian dan presisi yang tertinggi. Untuk memudahkan dalam melihat selisih hasil pengukuran dibuat grafik yang ditampilkan pada gambar 4.11.



Gambar 4.15 Grafik Hasil Pengujian Sensor Tegangan

Gambar 4.15 merupakan grafik hasil pengujian sensor tegangan yang didapat selisih pengukuran antara pengukuran menggunakan alat ukur multimeter dapat disimpulkan bahwa sensor yang dipakai berhasil dan baik digunakan untuk system monitoring pada penelitian ini. Dan dapat dilihat nilai R^2 atau nilai korelasi untuk sensor tegangan adalah 0,9984, menurut (sugiono, 2008) tingkat korelasi 0.80-1 memiliki tingkat hubungan linieritas yang sangat kuat.

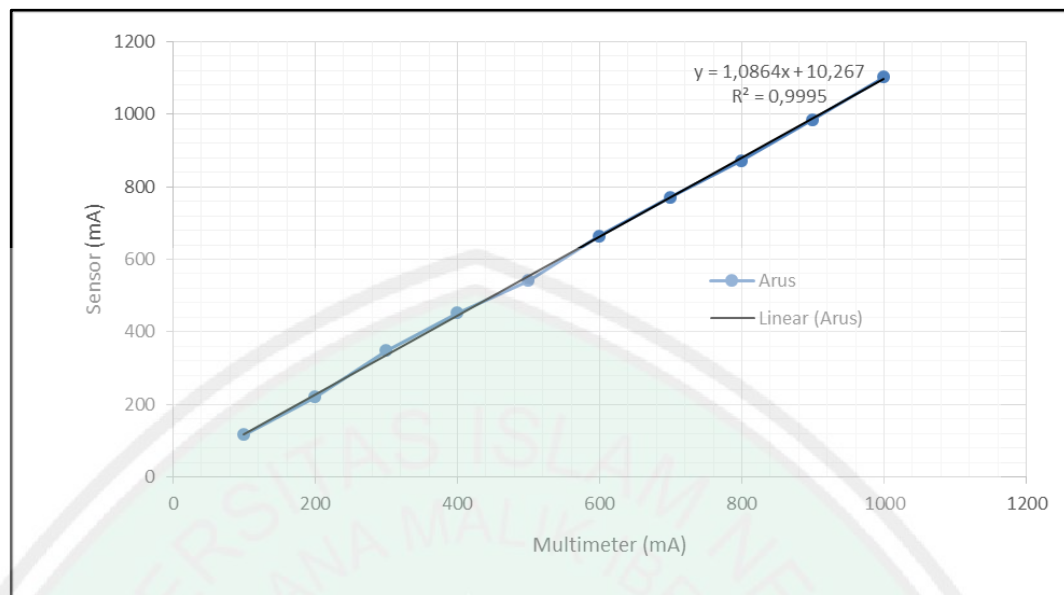
Pengujian sensor arus dilakukan dengan cara mengukur arus yang diberikan beban listrik yang berubah-ubah dengan menggunakan sensor yang dibuat dan multimeter digital, kemudian membandingkan hasil pengukuran menggunakan

sensor arus dengan hasil pengukuran menggunakan multimeter digital. Data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Sensor Arus

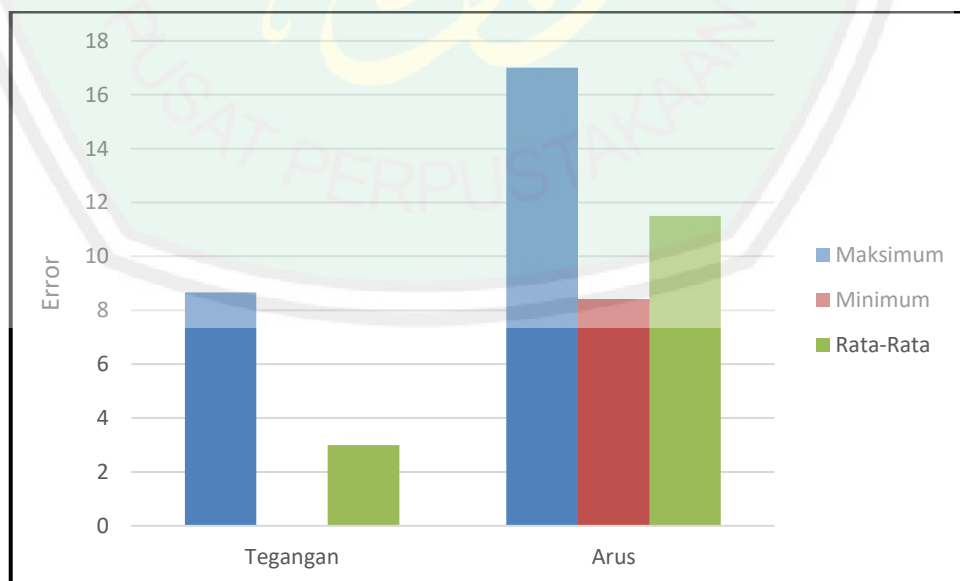
No	Hasil Pengujian Sensor Arus SCT013		Error (%)
	Multimeter Digital (mA)	Sensor Arus (mA)	
1	100	117	17,0
2	200	221	10,5
3	300	348	16,0
4	400	453	13,3
5	500	542	8,4
6	600	664	10,7
7	700	772	10,3
8	800	873	9,1
9	900	985	9,4
10	1000	1103	10,3
Maksimum			17,0
Minimum			8,4
Rata-rata			11,5

Berdasarkan hasil pengujian diatas maka dapat diketahui selisih hasil pengukuran antara hasil pengukuran sensor arus dengan hasil pengukuran multimeter digital. Didapat nilai persentase kesalahan (Error) dalam pengujian sensor arus tersebut. Didapat Error maksimum sebesar 17,0%, error minimum sebesar 8,4% dan rata-rata Error adalah 11,5%. Sehingga sensor arus memiliki tingkat ketelitian dan presisi yang kurang, namun masih bisa digunakan dalam penelitian ini. Untuk memudahkan dalam melihat selisih hasil pengukuran dibuat grafik yang ditampilkan pada gambar 4.16.



Gambar 4.16 Grafik Hasil Pengujian Sensor Arus

Terlihat pada gambar 4.16 merupakan grafik hasil pengujian sensor arus yang didapat selisih pengukuran antara alat ukur multimeter digital cukup kecil jika dibandingkan dengan pengukuran sensor arus. Sehingga sensor arus masih bisa digunakan untuk sistem monitoring pada penelitian ini.



Grafik 4.17 Error Pengujian Sensor Arus dan Tegangan

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pembahasan Alat

Prototipe sistem pemantau hasil konsumsi energi listrik secara langsung melalui internet atau secara online berbasis IoT (*Internet of Things*) dengan Ethernet Shield dibagi menjadi 2 bagian yaitu kotak kompartemen/*project box* dan IoT Platform. Prototipe sistem pemantau hasil konsumsi energy listrik menggunakan sensor arus YHDC SCT013 sebagai pembaca arus listrik dan sensor tegangan ZMPT101b sebagai pembaca nilai tegangan. Prototipe ini juga terdapat LCD (*Liquid Crystal Display*) yang berfungsi untuk menampilkan data. Pada mikrokontroller Ethernet Shield dilengkapi oleh perangkat WIZnet W5100 *Ethernet Chip* yang dapat memberi kemudahan untuk membuat arduino dapat diakses secara online.

Berdasarkan hasil penelitian melalui teknik pengujian black box, kotak kompartemen yang terdiri dari mikrokontroller, LCD, sensor arus, sensor tegangan, dan bagian IoT serta Platform dapat bekerja sesuai perencanaan. Hal tersebut ditunjukkan pada tabel 1 dimana kinerja dari 2 bagian tersebut yang mana data yang terbaca dan dikirimkan dari kotak kompartemen sama dengan data yang diterima pada platform IoT. Alat Monitoring besaran-besaran listrik yang telah dibuat terdiri dari beberapa blok rangkaian diantara yaitu rangkaian sensor arus dan sensor tegangan, rangkaian LCD, rangkaian power supply.

Hasil pengolahan data pada mikrokontroler arduino akan ditampilkan pada LCD. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat. Selain ditampilkan pada LCD, status kerja alat akan ditampilkan pada serial monitor di PC. Penambahan alat pendukung

sensor arus yaitu resistor 3 (10k 2, 33 ohm, 1), kapasitor 10uf, audio jack, dirangkai secara sebagai pembagi tegangan, penambahan rangkain ini agar sensor arus bisa dibaca. Hasil pengujian rangkaian tegangan menunjukkan bahwa adanya beda potensial di suatu medan listrik yang mengakibatkan pada aliran listrik yang mengalir pada material yang berbahan dari konduktor. Dan hal yang yang harus diamati yaitu diawali dengan mengecek keluaran adc, sekaligus mengkalibrasi sensor tegangan agar mendapatkan ukuran yang akurat.

Pengendalian sistem kontrol otomatis secara keseluruhan berpusat pada mikrokontroller. Alur jalannya kontrol yang dilakukan oleh mikrokontroller sepenuhnya diatur oleh program utama yang ditanam pada chip mikrokontroller. Program tersebut dibuat menggunakan bahasa pemrograman C. Dalam program utama yang dibuat terdapat rutin-sub berupa intruksi-intruksi logika program yang akan mengaktifkan beberapa fitur mikrokontroller dalam mengontrol sistem secara keseluruhan.

Prinsip kerja dari alat yang dibuat yaitu, mikrokontroler akan mendeteksi apakah ada arus listrik yang terbaca jika menggunakan sensor arus maupun sensor tegangan yang terhubung pada pin-pin mikrokontroller. Jika ada arus listrik yang mengalir, maka mikrokontroller akan mengaktifkan mode pembacaan dan perhitungan nilai daya yang kemudian ditampilkan pada LCD. Setelah itu akan dikoneksikan ke HP maupun laptop menggunakan web cayenne untuk mengetahui hasil secara online. Hasil pengujian monitoring daya listrik terlihat pada konsumsi daya yang membuktikan kinerja alat secara fungsional telah berfungsi maksimal, walaupun alat ini mempunyai delay jangka waktu selama 3 detik.

4.2.2 Akurasi Sensor Arus dan Tegangan

Pada hasil pengujian akurasi alat didapatkan perbandingan nilai arus yang diukur menggunakan sensor arus dengan arus yang diukur menggunakan multimeter digital. Hasil pengujian tersebut menunjukkan nilai arus yang diperoleh menggunakan sensor arus kurang mendekati nilai aktual. Dengan melihat hasil rata-rata nilai error pengukuran 11,5% maka dapat disimpulkan bahwa ke erroran pengukuran yang dilakukan oleh modul sensor arus sangat besar.

Pada hasil pengujian akurasi arus multimeter digital 100 mA – 1000 mA dari didapatkan nilai koefisien korelasi sebesar $R^2 = 0,9995$. Koefisien korelasi adalah nilai yang menunjukkan kuat atau tidaknya hubungan antara satu variable dengan variable lainnya. Sehingga hubungan antara arus yang diukur dari sensor arus dengan multimeter digital adalah mendekati linier. Linearitas merupakan persyaratan umum sebuah sensor dalam menjelaskan perubahan tanggapan terhadap perubahan lingkungan fisik atau kimia. Semakin linier hubungan antara nilai keluaran sebuah sensor terhadap perubahan fisik atau kimia, maka semakin akurat tersebut.

Pada hasil pengujian akurasi alat didapatkan perbandingan nilai tegangan yang diukur menggunakan sensor tegangan dengan tegangan yang diukur menggunakan multimeter digital. Hasil pengujian tersebut menunjukkan nilai tegangan yang diperoleh menggunakan sensor tegangan mendekati nilai aktual. Dengan melihat hasil rata-rata nilai error pengukuran 2,994% maka dapat disimpulkan bahwa ke erroran pengukuran yang dilakukan oleh modul sensor

tegangan sangat kecil. Pada hasil pengujian akurasi tegangan multimeter digital 0 V – 12 V dari didapatkan nilai koefisien korelasi sebesar $R = 0,9984$.

Pada penelitian ini jenis beban pada tabel 4.1 menghasilkan nilai besaran-besaran yang berbeda-beda. Maka dapat disimpulkan bahwa arus tersebut pada penelitian ini terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja sesuai jenis pada beban satu sama lain.

4.2.3 Integrasi

Al Qur'an adalah firman Allah SWT yang diturunkan bagi umat manusia sebagai petunjuk dan pedoman hidup agar manusia selamat dunia akhirat. Di dalam Al Qur'an juga menjelaskan bukti kebesaran Allah SWT dalam mengatur isi alam jagat raya sesuai dengan ketetapanNya (sunnatullah). Allah Swt menciptakan dunia dan seluruh isinya ini dengan sangat lengkap, dimana semua yang diciptakan mempunyai kegunaan dan manfaat masing-masing.

Di dalam Al-Qur'an surat Al-Fatir (35):43 Allah SWT berfirman:

استكبارا في الارض ومكر السيي ولا يحيق المكر السيي الا باهله فهل ينظرون الا سنت الاولين فلن تجد لسنة الله تبديلا ولن تجد لسنة الله تحويلا

“Karena kesombongan (mereka) di muka bumi dan rencana (mereka) yang jahat. Rencana yang jahat itu tidak akan menimpa selain orang yang merencakannya sendiri. Tiadalah yang mereka nanti-nantikan melainkan (berlakunya) sunnah (Allah yang telah berlaku) kepada orang-orang yang terdahulu. Maka sekali-kali kamu tidak akan mendapat penggantian bagi sunnah Allah, dan sekali-kali tidak (pula) akan menemui penyimpangan bagi sunnah Allah itu.” (Al-Fatir:43).

Kata (سنة) sunnah antara lain berarti kebiasaan. *Sunnatullah* atau *sunnah* Allah adalah kebiasaan-kebiasaan yang berlakukan Allah SWT terhadap apa, siapa dan kapanpun. Karena ia adalah *sunnah* yang tidak menyimpang dari arah

yang telah ditetapkan dari hukum-hukum Allah SWT. Siapapun dari makhluk yang ada di dunia ini, tidak akan mampu mengalihkan hukum Allah SWT dari arah yang telah ditentukan (Shihab, 2003).

Kata kunci dari tafsir ayata di atas adalah *sunnah* yang dapat diartikan sebagai ketetapan hukum (*sunnatullah*). Dalam kajian ilmu fisika beban listrik yang bersifat induktif akan menyerap daya aktif dan daya reaktif. Sedangkan beban listrik yang bersifat kapasitif akan menyerap daya aktif dan memberikan atau mengeluarkan daya reaktif kapasitif. Allah SWT telah menetapkan suatu hukum pada sesuatu yang telah diciptakan-Nya agar dapat diambil manfaatnya oleh umat manusia.

Dalam ajaran islam pemborosan adalah hal yang dicela oleh agama. Baik tidak disadari atau disengaja, apalagi kalau dilakukan dengan sengaja. Firman Allah Swt dalam surat Al-A'raf (7): 31

يٰۤاٰدَمُ خُذْ زِينَتَكَ مَعَ كُلِّ مَسْجِدٍ وَكُلُوا وَشَرِبُوا وَلَا تُسْرِفُوا اِنَّهٗ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِيْنَ

“Hai anak Adam, pakailah pakaianmu yang indah disetiap (memasuki) masjid, makan dan minumlah, dan janganlah berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak orang-orang yang berlebih-lebihan” (Al-A'raf: 31).

Kata kunci tafsir ayat diatas adalah (اسرف) israf bermakna berlebih-lebihan (Asy-Syuyuthi, 2010). Ayat di atas menganjurkan sikap berbuat hemat dan melarang sikap berlebih-lebihan. Berkaitan dengan upaya perbaikan. Ayat Al-Qur'an tersebut menganjurkan dalam memakai dan memanfaatkan sesuatu harus dilakukan secara efektif dan efisien.

Hadist nabi yang berkaitan dengan berhemat:

عن انس قال: كان النبي يتوضأ بالماء ويغسل باصبعه الى خمسة امداد

Dari Anas Rodhiyallahu Anhui a berkata: *“Nabi Shollallahu Alaiha wa Sallam biasa berwudhu dengan memakai satu mud* dan mandi dengan satu sho’ sampai 5 mud.”* {HR. Muslim 1:156, Mukhtashor Shohih Muslim no. 136}

Hadist tersebut menunjukkan betapa hematnya Rasulullah Swt menggunakan air untuk berwudhu’. Satu mud seukuran dengan satu tadah kedua telapak tangan orang dewasa. Rasulullah berusaha semaksimal mungkin memperhemat penggunaan air wudhu’. Hal ini sebagai salah satu perbuatan untuk menghindari pemborosan air. Sama seperti halnya pemakaian daya listrik, agar daya listrik dapat digunakan secara efektif dan efisien, maka perlu dilakukan perbaikan kualitas faktor daya beban induktif, sehingga pemakaian daya listrik menjadi hemat.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai prototipe sistem pemantau dan penghitung jarak jauh pengguna daya listrik pada alat elektronik maupun keseluruhan pengguna daya listrik pada rumah kontrakan berbasis IoT dengan Ethernet Shield maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pembuatan Prototipe sistem pemantau daya listrik berbasis IoT dengan Ethernet Shield menggunakan sensor arus dan sensor tegangan dengan prinsip memonitoring besaran-besaran listrik secara jarak jauh dengan prototipe yang didukung oleh beberapa komponen yang sudah teruji keakuratannya.
2. Penentuan tingkat keakurat prototipe sistem pemantau daya listrik berbasis IoT dengan Ethernet Shield ini dilihat dari pengukuran error rata-rata 2.994% dari perbandingan antara pengukuran menggunakan sensor tegangan dengan alat ukur multimeter mempunyai nilai yang tidak terlalu jauh akurasinya. Pada penelitian koefisien korelasi yang didapat $R^2 = 0,9984$, sehingga bisa disimpulkan sensor yang dipakai memiliki tingkat ketelitian dan presisi yang cukup.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, maka disarankan:

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan rangkaian sensor lain yang memiliki spesifikasi yang lebih tinggi agar data mudah diakses dan diolah lebih baik.
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan metode terbaru lainnya dalam pengembangan internet guna menunjang tingkat IPTEK



DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah. 2007. *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 2*. Bogor: Pustaka Imam Asy-syafi'i.
- Al-qur'an Terjemahan. 2008. *Departemen Agama RI*. Bandung: Diponegoro.
- Amaro, Najib. 2017. *Sistem Monitoring Besaran Listrik Dengan Teknologi IoT (Internet of Things)*. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- As-Syuyuti, Jalaluddin Abdurrahman. 2010. *Tafsir Jalalain*. Surabaya: Pustaka Elba.
- Bueche, Frederick J. 1989. *Fisika Edisi Kedelapan*. Jakarta: Erlangga.
- Dinata, Irwan, dkk. 2015. *Implementasi Wireless Monitoring Energi Listrik Berbasis Web Database*. Bangka Belitung: Universitas Bangka Belitung.
- Dugan, R.C., McGranaghan, M.F., Santoso, S. and Beaty, H.W. (1996) *Electrical Power System Quality*. 2nd Edition, McGraw-Hill, New York.
- Fitriandi, A, dkk. 2016. *Rancang Bangun Alat Monitoring Arus dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler Dengan SMS Gateway*. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Hanif, M, A. 2015. *Sistem Monitoring Secara Real-Time Penyimpanan Energi Listrik dari Wind Turbine of Lentera Angin Nusantara (LAN)*. Bandung: Telkom University.
- Juliantara, P, A, dkk. 2018. *Rancang Bangun Kapasitor Bank Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega 328P Untuk Perbaikan Faktor Daya*. Bali: Universitas Udayana Denpasar.
- Kurniawan. 2016. *Purwa Rupa IoT (Internet of Things) Kendali Lampu Gedung*. Lampung: Universitas Lampung
- Mario, dkk. 2018. *Rancang Bangun Sistem Proteksi dan Monitoring Penggunaan Daya Listrik Pada Beban Skala Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler ATmega328P*. Tanjungpura: FMIPA Universitas Tanjungpura.
- Nusa, Temy, dkk. 2015. *Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Secara Real Time Berbasis Mikrokontroler*. UNSRAT. Manado.

Safril, Ivan, H. 2019. *Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik Pada Kamar Kos Berbasis Internet of Things (IoT)*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.

Shihab, M Quraish. 2002. *Tafsir Al-Misbah*. Jakarta: Lentera Hati.

Shihab, M Quraish. 2003. *Tafsir Al-Misbah Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati.

Simanjuntak, Maratur G, (2013), *Perancangan Prototipe Smart Building Berbasis Arduino Uno*. Medan: Universitas Sumatera Utara.

Suryaningsih, Sri, dkk. 2016. *Rancang Bangun Alat Pemantau Penggunaan Energi Listrik Rumah Tangga Berbasis Internet*. Bandung: Universitas Padjadjaran.

Sulistyowati, Riny. 2012. *Perancangan Prototype Sistem Kontrol dan Monitoring Pembatas Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler*. Surabaya: ITATS.

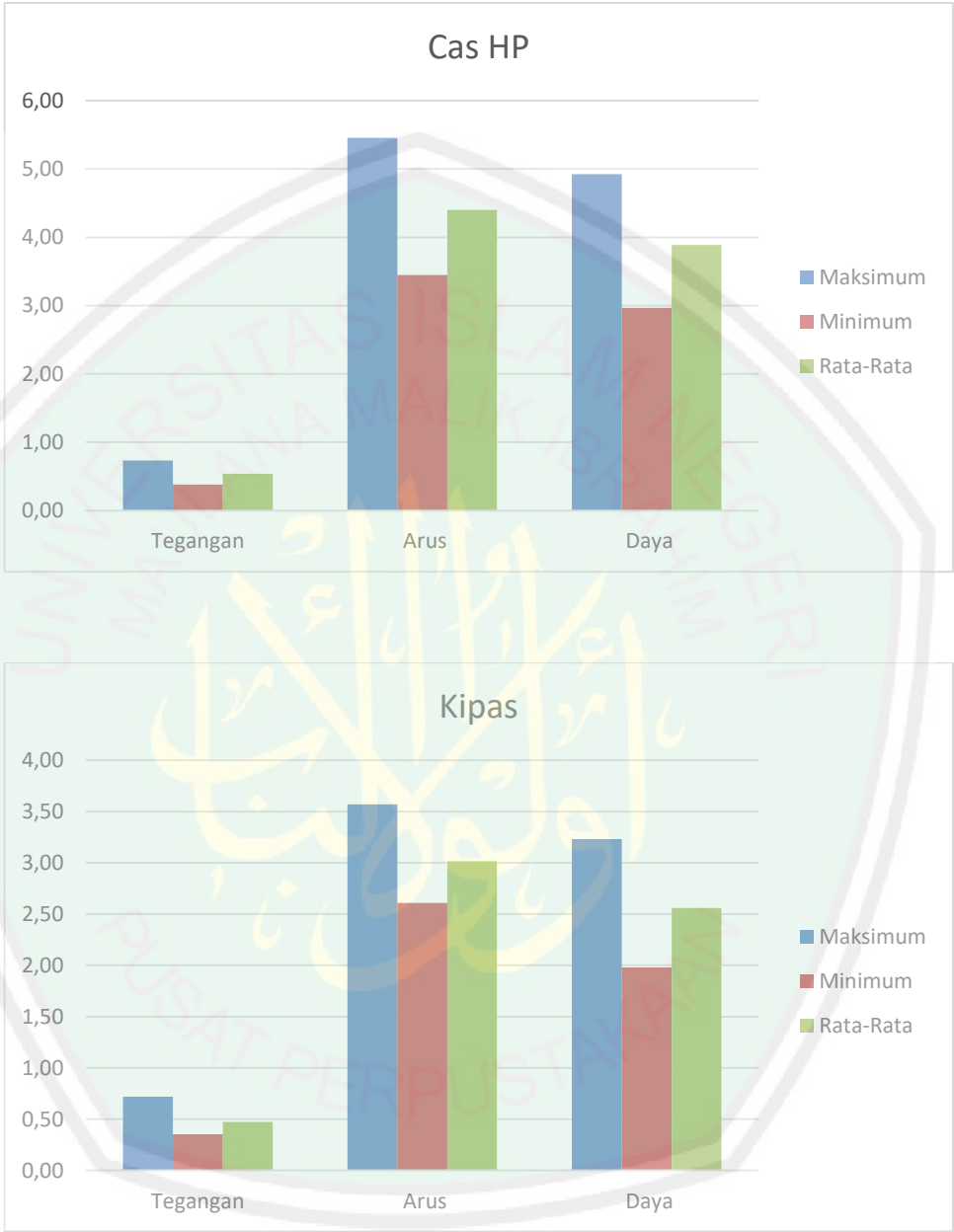
Yasin, Muhammad. 2013. *Perancangan Cos Phi Meter Digital Berbasis Mikrokontroler Atmega16*. Bogor: Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Pakuan Bogor.

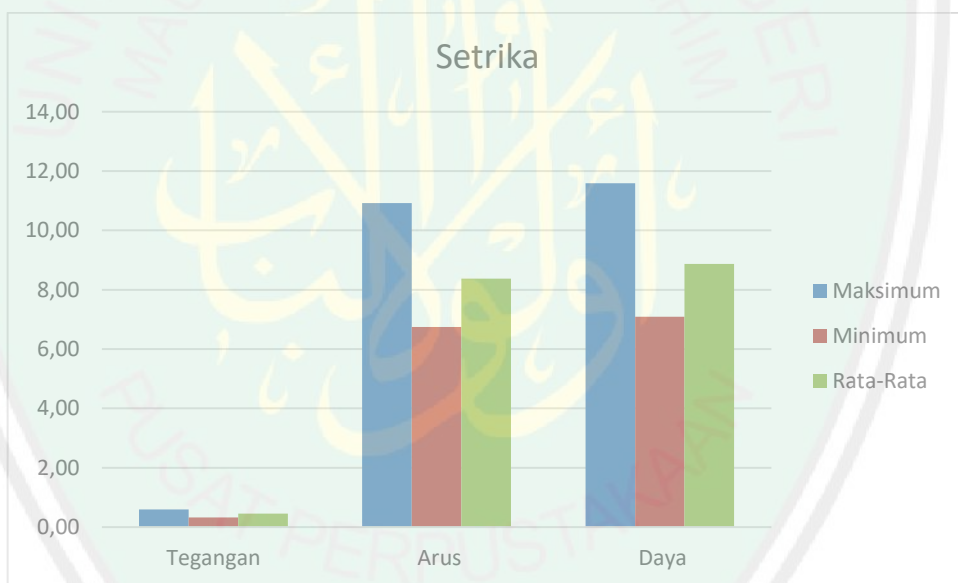
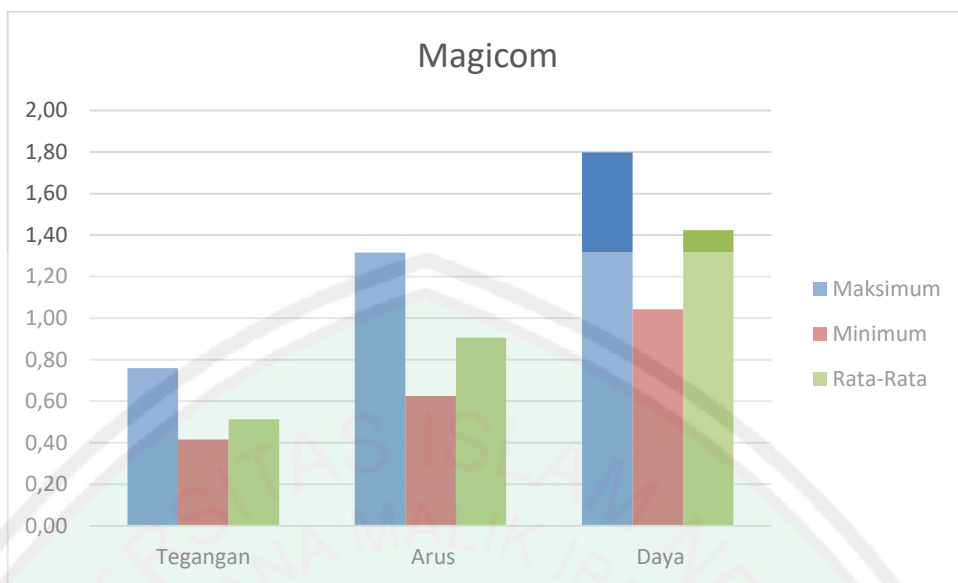
Yulizar, dkk, 2016. *Prototipe Pengukuran Pemakaian Energi Listrik Pada Kamar Kos Dalam Satu Hunian Berbasis Arduino Uno R3 Dan GSM Shield SIM900*. Banda Aceh: Unibersitas Syiah Kuala.



LAMPIRAN

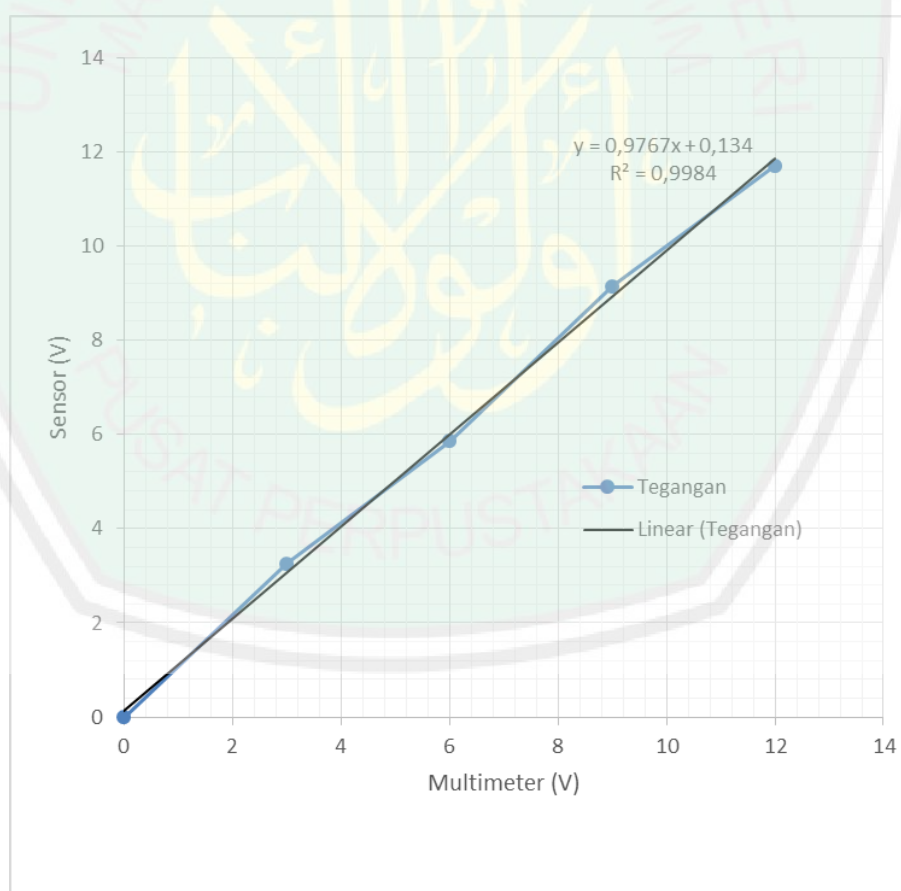
Lampiran 1. Hasil Pengujian Sistem Monitoring Pengukur Alat





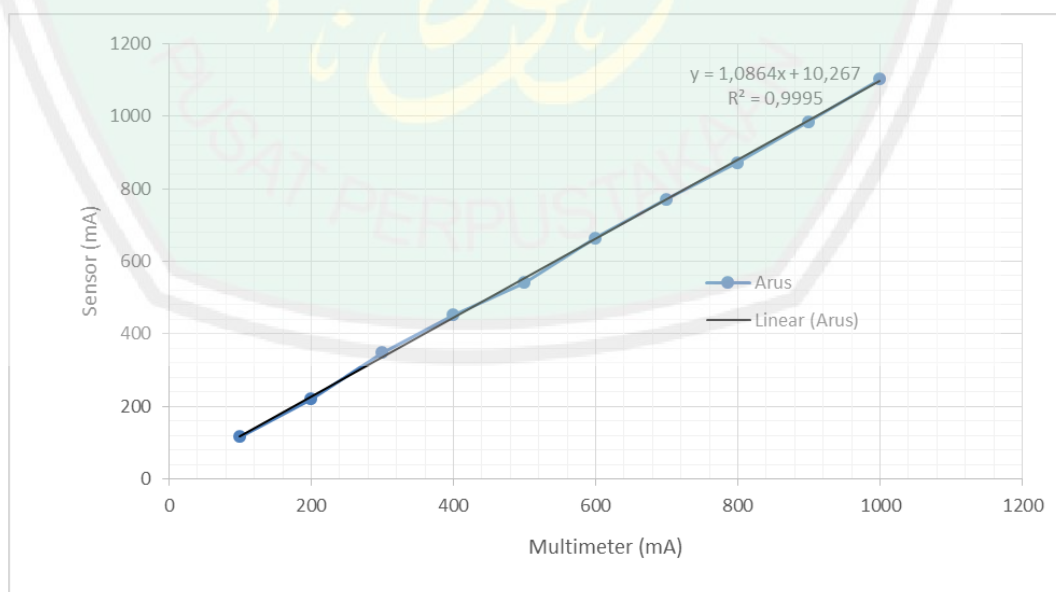
Lampiran 2. Hasil Pengujian Sensor Tegangan

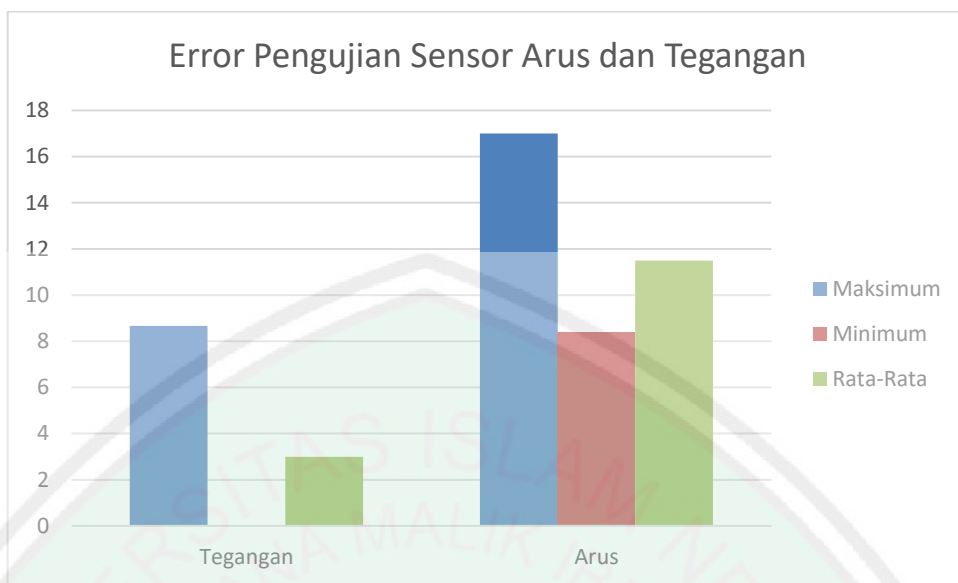
No	Hasil Pengujian Sensor Tegangan ZMPT101B		Error (%)
	Multimeter Digital (V)	Sensor Tegangan (V)	
1.	0	0	0
2.	3	3,26	8,667
3.	6	5,86	2,333
4.	9	9,14	1,556
5.	12	11,71	2,417
Maksimum			8,667
Minimum			0,000
Rata-rata			2,994



Lampiran 3 Hasil Pengujian Sensor Arus

No	Hasil Pengujian Sensor Arus SCT013		Error (%)
	Multimeter Digital (mA)	Sensor Arus (mA)	
1	100	117	17,0
2	200	221	10,5
3	300	348	16,0
4	400	453	13,3
5	500	542	8,4
6	600	664	10,7
7	700	772	10,3
8	800	873	9,1
9	900	985	9,4
10	1000	1103	10,3
Maksimum			17,0
Minimum			8,4
Rata-rata			11,5



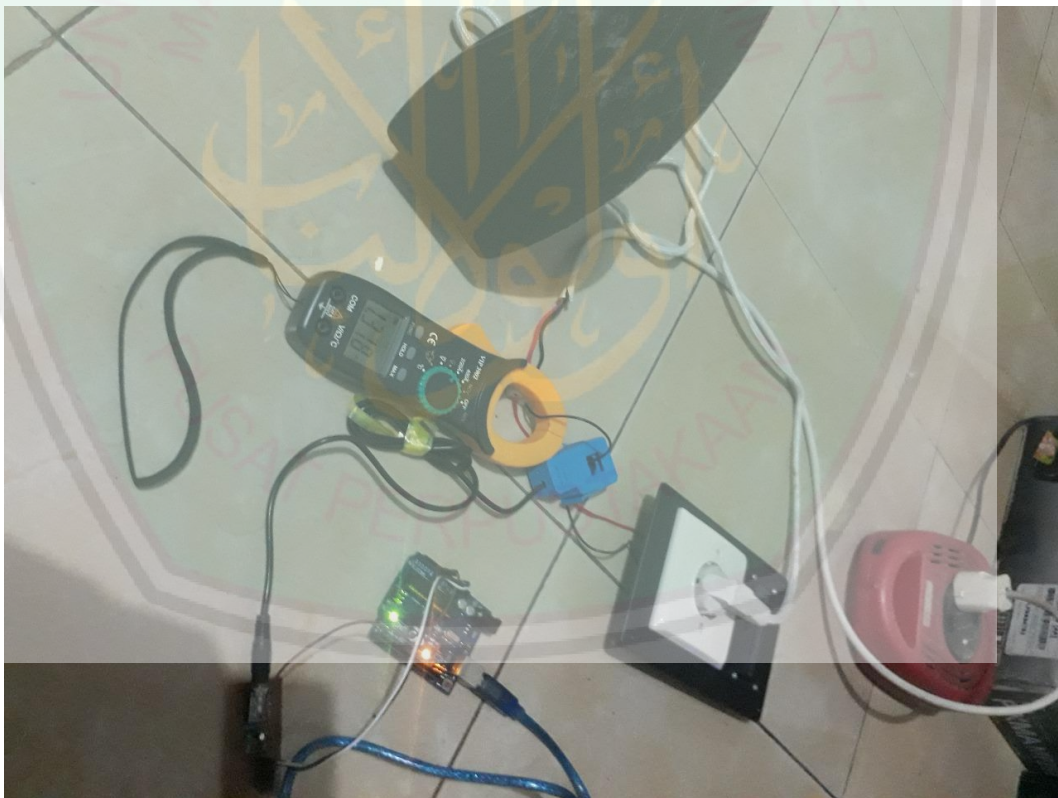


Lampiran 4. Gambar Pengujian Beban Kipas



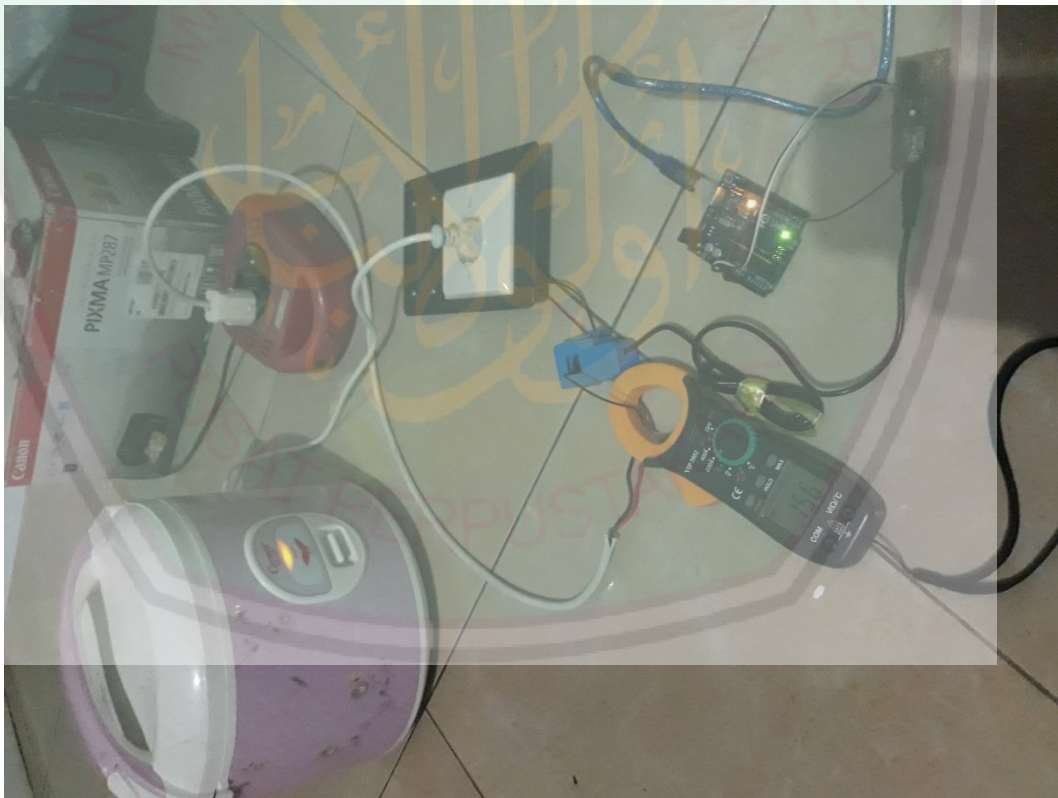


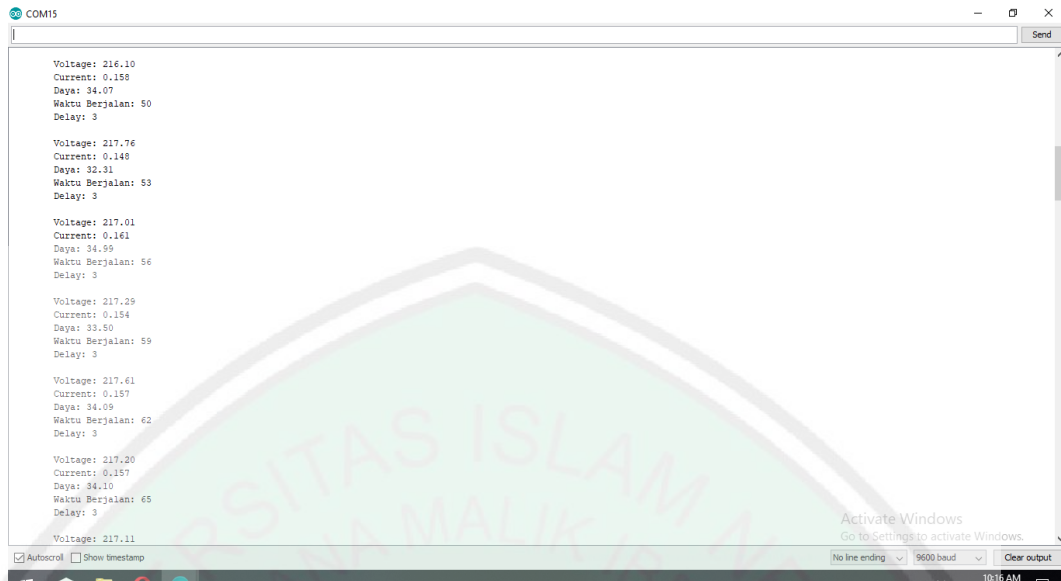
Lampiran 5. Gambar Pengujian Setrika



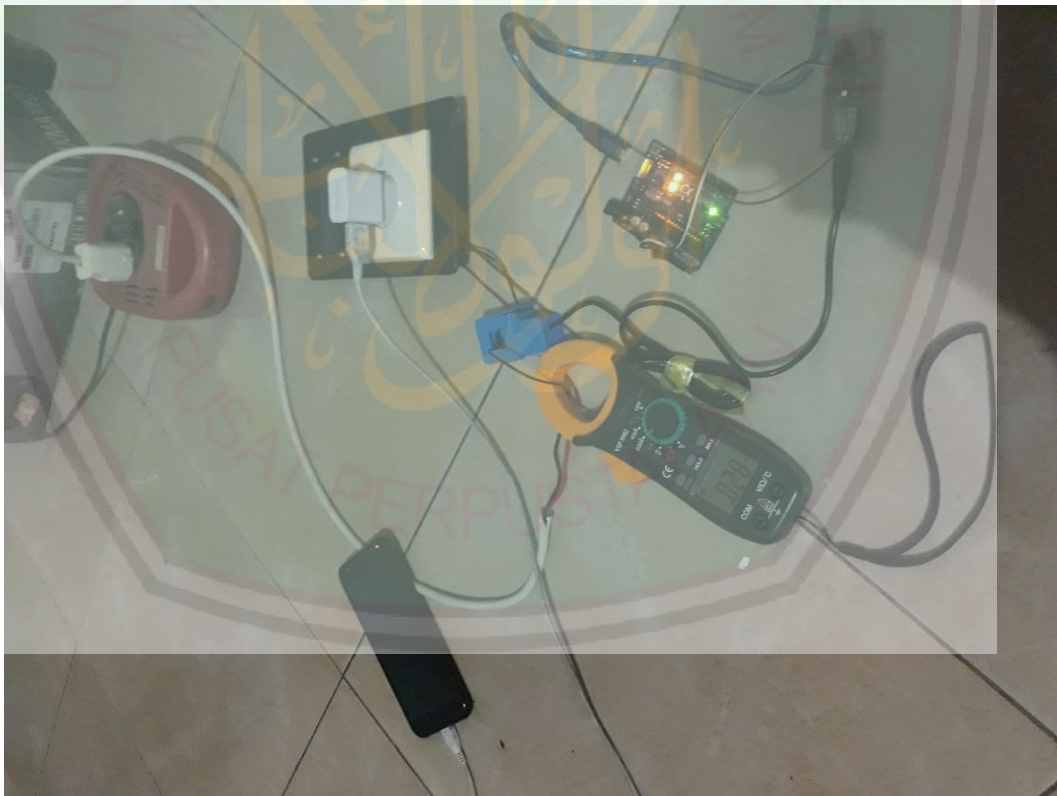


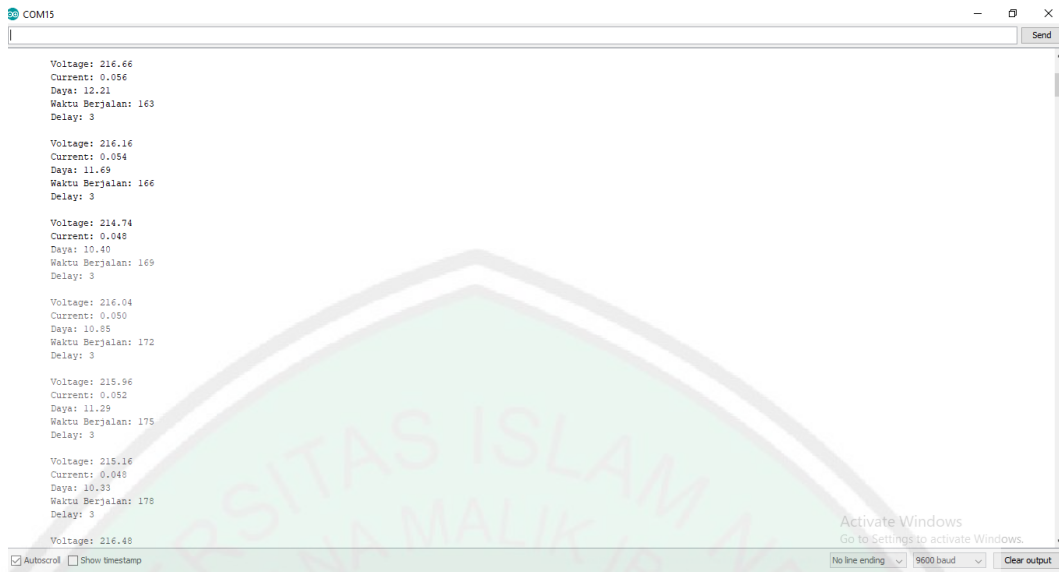
Lampiran 6. Gambar Pengujian Magicom





Lampiran 7. Gambar Pengujian Cas HP





Lampiran 8. Kode Program/ Sketch Arduino

```
#include "EmonLib.h"
#include <Filters.h>
#include <LiquidCrystal.h>
```

```
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
```

```
EnergyMonitor emon1;
```

```
float testFrequency = 50;
float windowLength = 40.0/testFrequency;
float intercept = -0.04;
float slope = 0.0405;
float Voltage;
```

```
unsigned long printPeriod = 3000;
unsigned long previousMillis = 0;
```

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16, 2);
  emon1.current(A1, 40);
}
```

```
void loop() {
```

```
  RunningStatistics inputStats;
  inputStats.setWindowSecs( windowLength );
```

```
  while( true ) {
    inputStats.input(analogRead(A0)); // log to Stats function
```

```

if((unsigned long)(millis() - previousMillis) >= printPeriod) {
    previousMillis = millis(); // update time every second

    Serial.print( "\n" );

    Voltage = intercept + slope * inputStats.sigma(); //Calibrations for offset and amplitude
    Voltage= Voltage*(37.3231); //Further calibrations for the amplitude
    double Irms = emon1.calcIrms(1480);

    Serial.print("\tVoltage: ");
    Serial.print(Voltage);
    Serial.print("\tCurrent: ");
    Serial.print(Irms, 3);
    Serial.print("\tDaya: ");
    Serial.println(Irms*Voltage);

    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Voltage:");
    lcd.setCursor(0, 10);
    lcd.print(Voltage);
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Current:");
    lcd.setCursor(0, 10);
    lcd.print(Irms, 3);
}

}

#define CAYENNE_PRINT Serial
#include <CayenneMQTTEthernet.h>
#include "EmonLib.h"
#include <Filters.h>
#include <LiquidCrystal.h>

LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);

EnergyMonitor emon1;

float testFrequency = 50;
float windowLength = 40.0/testFrequency;
float intercept = -0.04;
float slope = 0.0405;
float Voltage;
float Daya;

unsigned long printPeriod = 3000;
unsigned long previousMillis = 0;
unsigned long currentMillis = 0;

char username[] = "39d75260-f386-11e8-9c33-75e6b356cec4";
char password[] = "a94c419b8aef065b90245b8936c15cc08f9ca743";
char clientID[] = "6a840da0-042d-11ea-a4a3-7d841ff78abf";

```

```

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Cayenne.begin(username, password, clientID);
  lcd.begin(16, 2);
  emon1.current(A1, 40);
}

void loop() {

  RunningStatistics inputStats;
  inputStats.setWindowSecs( windowLength );

  while( true ) {
    inputStats.input(analogRead(A0)); // log to Stats function

    if(((unsigned long)(millis() - previousMillis) >= printPeriod) {
      currentMillis = millis() - previousMillis;
      previousMillis = millis(); // update time every second

      Serial.print( "\n" );

      Voltage = intercept + slope * inputStats.sigma(); //Calibartions for offset and amplitude
      Voltage= Voltage*(37.3231); //Further calibrations for the amplitude
      double Irms = emon1.calcIrms(1480);
      Daya = Irms*Voltage;

      Cayenne.virtualWrite(0, (currentMillis/1000));
      Cayenne.virtualWrite(4, (millis()/1000));
      Cayenne.virtualWrite(1, Voltage);
      Cayenne.virtualWrite(2, Irms);
      Cayenne.virtualWrite(3, Daya);

      Serial.print("\tVoltage: ");
      Serial.println(Voltage);
      Serial.print("\tCurrent: ");
      Serial.println(Irms, 3);
      Serial.print("\tDaya: ");
      Serial.println(Irms*Voltage);
      Serial.print("\tWaktu Berjalan: ");
      Serial.println(millis()/1000);
      Serial.print("\tDelay: ");
      Serial.println(currentMillis/1000);

      lcd.setCursor(0, 0);
      lcd.print("Voltage:");
      lcd.setCursor(0, 10);
      lcd.print(Voltage);
      lcd.setCursor(0, 0);
      lcd.print("Current:");
      lcd.setCursor(0, 10);
      lcd.print(Irms, 3);
    }
  }
}

```



**KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang (0341) 551345 Fax. (0341) 572533

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Cindy Febriantika Rahayu
NIM : 13640053
Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi/ Fisika
Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Arduino Uno
Pembimbing I : Farid Samsu Hananto, M.T
Pembimbing II : Drs. Abdul Basid, M.Si

NO	TANGGAL	MATERI	TANDA TANGAN
1	20 Mei 2019	Konsultasi Bab I, dan II	
2	25 Mei 2019	Konsultasi Bab III	
3	06 September 2019	Konsultasi Pegolahan Data	
4	18 September 2019	Konsultasi Pembahasan Bab IV	
5	11 November 2019	Konsultasi Kajian Al-Quran, Bab I, II dan IV	
6	24 Februari 2020	Konsultasi Bab IV dan V	
7	18 Mei 2020	Konsultasi kajian agama dan Acc	
8	20 Juni 2020	Konsultasi semua Bab, Abstrak dan Acc	

Malang,
Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika

Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003