

**INVESTIGASI BESARAN LISTRIK DENGAN MENGGUNAKAN
RASPERRY PI DAN ARDUINO**

Skripsi

**Oleh
Danial Rasta Ginting**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRAK

INVESTIGASI BESARAN LISTRIK DENGAN MENGGUNAKAN RASPERRY PI DAN ARDUINO

Oleh

DANIAL RASTA GINTING

Investigasi besaran listrik dengan menggunakan Raspberry Pi dan Arduino telah dilakukan di Gedung Lab Terpadu Jurusan Teknik Elektro. Investigasi dilakukan berdasarkan hasil pengukuran, untuk pengukuran tegangan digunakan trafo *step-down* sebagai sensor tegangan, sedangkan arus diukur dengan menggunakan sensor arus CT 100 A. Nilai daya didapat dari perhitungan, hasil kali antara nilai tegangan, nilai arus dan $\cos \phi$. Sedangkan nilai $\cos \phi$ didapat dari nilai daya dibagi dengan perkalian nilai tegangan dan arus.

Investigasi pada tugas akhir ini dilakukan di gedung Lab Terpadu JTE yang ada di Universitas Lampung. Monitoring yang dilakukan adalah: monitoring tegangan, arus, daya, $\cos \phi$ dan konsumsi energi.

Berdasarkan hasil investigasi yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa: kondisi besaran listrik di gedung Lab Terpadu JTE cenderung tidak stabil antara fasanya yang disebabkan oleh pembebanan yang tidak merata antar fasa. Karena itu untuk pemasangan beban ke depan perlu menjadi perhatian kondisi pembebanan fasa saat ini.

Kata kunci : Investigasi sistem 3 fasa, sensor tegangan, sensor arus, Arduino, Raspberry Pi, Gedung Lab Terpadu JTE.

ABSTRACT

INVESTIGATION AMOUNT OF ELECTRICITY USING RASPBERRY PI AND ARDUINO

By

DANIAL RASTA GINTING

Investigation of electrical quantities using the Raspberry Pi and Arduino has been done in the BuildingLab Terpadu Jurusan Teknik Elektro. Investigations carried out by the measurement results, for the measurement of the voltage step-down transformer is used as a voltage sensor, while the current is measured using flow sensor CT 100 A. Power value obtained from the calculation, the product of the rated voltage, rated current and $\cos \phi$. While the value of $\cos \phi$ obtained from the power value divided by multiplying voltage and current values.

Investigation on this final project in the building Lab Terpadu JTE in the University of Lampung. Monitoring were conducted: monitoring voltage, current, power, $\cos \phi$ and energy consumption.

Based on the results of the investigation can be concluded that: the condition of electrical quantities in the building Lab Terpadu JTE tend to be unstable between the phase caused by uneven loading between phases. Because it's mounting burden to the future needs to the attention of the current phase loading conditions.

Keywords : Investigation 3 phase system, voltage sensors, flow sensors, Arduino, Raspberry Pi, Building Lab Terpadu JTE.

**INVESTIGASI BESARAN LISTRIK DENGAN MENGGUNAKAN
RASPBERRY PI DAN ARDUINO**

**Oleh
Danial Rasta Ginting**

**Skripsi
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK
Pada
Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

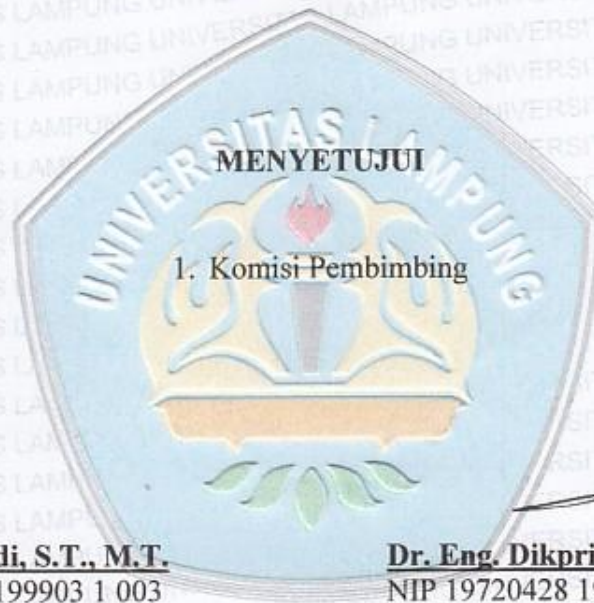
Judul Skripsi : **INVESTIGASI BESARAN LISTRIK
DENGAN MENGGUNAKAN RASPBERRY
PI DAN ARDUINO**

Nama Mahasiswa : **Danial Rasta Ginting**

Nomor Pokok Mahasiswa : 0745031009

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik



1. Komisi Pembimbing


Herri Gusmedi, S.T., M.T.
NIP 1970813 199903 1 003


Dr. Eng. Dikpride Despa, S.T., M.T.
NIP 19720428 199803 2 001

2. Ketua Jurusan Teknik Elektro


Dr. Ing. Ardian Ulvan, S.T., M.Sc.
NIP 19731128 199903 1 005

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Herri Gusmedi, S.T., M.T.



Sekretaris : Dr. Eng. Dikpride Despa, S.T., M.T.



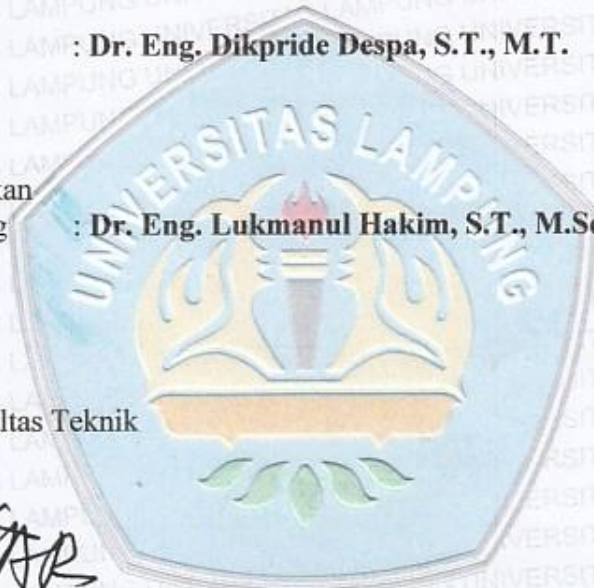
Penguji Bukan Pembimbing : Dr. Eng. Lukmanul Hakim, S.T., M.Sc.



2. Dekan Fakultas Teknik

Prof. Dr. Suharno, M.Sc., Ph.D.

NIP: 19620717 198703 1 002 #



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 19 Agustus 2016

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri. Adapun karya orang lain yang terdapat dalam skripsi ini telah dicantumkan sumbernya pada daftar pustaka.

Apabila saya tidak benar maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, Agustus 2016



Danial Rasta Ginting
0745031009

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 23 Mei 1988, sebagai anak pertama dari tiga bersaudara dari Bapak Suhendra Bahagia Ginting dan Ibu Samtariana Br Tarigan. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD SEJAHTRA IV Kedaton pada tahun 2000, Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama di SLTP Gajah Mada Bandar Lampung pada tahun 2003, Sekolah Menengah Kejuruan di SMK/STM Bhinneka Bandar Lampung pada tahun 2006 dan penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung pada tahun 2007.

Pada tanggal 1 Juni 2013 samapi tanggal 30 Juni 2013 penulis melaksanakan kerja praktek di PT Fika Abadi Mandiri yang beralamatkan di Jl. MayJend Ryacudu No. 99 Sukarame, kota Bandar Lampung, laporan yang dibuat tentang “Perawatan Dan Jenis-Jenis Gangguan Pada Jaringan SUTM Dan SUTR Yang Dilakukan PT. Fika Abadi Mandiri Di Area Kerja PT. PLN (Persero) Rayon Natar”.



MOTTO

"Jangan menunda - nunda
untuk melakukan sesuatu di
hari ini, karena kita belum
tahu hari esok masih misteri"

SANWACANA

Segala puji syukur saya ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi / tugas akhir ini dengan judul “Investigasi Besaran Listrik Dengan Menggunakan Raspberry pi Dan Arduino”.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis telah banyak mendapat bantuan baik ilmu, materil, petunjuk, bimbingan, dan saran dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih dan rasa syukur yang sebesar – besarnya, baik langsung maupun tidak langsung kepada :

1. Bapak Prof. Drs. Suharno, M.Sc., Ph.D. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Ing. Ardian Ulvan, S.T.,M.Sc., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.
3. Bapak Herri Gusmedi, S.T.,M. T., selaku pembimbing utama atas bimbingannya dalam penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Dr. Eng. Dikpride Despa, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing pendamping atas bimbingannya pembuatan alat dan penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Eng. Lukmanul Hakim, S.T., M.Sc., yang telah bersedia menjadi penguji dalam tugas akhir ini.

6. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Elektro atas didikan, bimbingan, serta ilmu pengetahuan yang telah diberikan.
7. Mejin ku Christy Imay Putri Tarigan yang udah sabar menunggu, mendoakan, mendukung dan meberi semangat dimasa penyelesaian skripsi ini.
8. Teman-temanku Adi Kurniawan, Yusuf Yukie, Septian Riwanto dan Belwanto Sagala, Remy Martin, Indra terima kasih atas bantuan dan dukungannya dalam penyelesaian skripsi ini.
9. Rekan-rekan mahasiswa di Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung angkatan 2005, 2006, 2007 Non Reg dan seluruh teman-teman semua mahasiswa jurusan teknik elektro dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah turut membantu penulis dalam pembuatan alat dan penyusunan skripsi ini.
10. Embak Ning dan mas Dar atas bantuannya dalam mengurus atministrasi selama penulis menjadi mahasiswa.

Penulis menyadari masih adanya kekurangan dalam penulisan laporan ini, sehingga kritik dan saran sangat diharapkan demi kebaikan dan kemajuan di masa yang akan datang. Harapan penulis semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas semua kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis dan semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat serta menambah ilmu pengetahuan bagi yang membacanya.

Bandar Lampung, Agustus 2016

Penulis

Danial Rasta Ginting

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	v
RIWAYAT HIDUP	vi
HALAMAN MOTTO	vii
SANWACANA	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Manfaat Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	4
1.5. Hipotesis	4
1.6. Penelitian Terdahulu.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Rangkaian Listrik Tiga Fasa	7

2.2. Pengukuran Besaran Listrik	8
2.3. Pengukuran Tegangan Tinggi AC	12
2.4. Pengukuran Arus Bolak-balik (AC)	15
2.5. Arduino Uno	16
2.6. Single Board Computer BCM2835 (Raspberry Pi)	17

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.2. Alat Bantu yang Digunakan	20
3.3. Langkah Kerja Penelitian	21
3.4. Diagram Alir Penelitian	23
3.5. Blok Diagram Sistem	24
3.6. Kalibrasi prototype	25

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengukuran Sistem	27
4.2. Prototype Sistem yang Digunakan	28
4.3. Investigasi Sistem	30
4.4. Pembahasan	42

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan	45
5.2. Saran	46

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Rangkayan Listrik Tiga Fasa	7
Gambar 2.2 Bentuk dari Segitiga Daya	11
Gambar 2.3 Sekema Transformator	14
Gambar 2.4 Sensor Arus CT 100 A	16
Gambar 2.5 Arduino Uno	17
Gambar 2.6 GPIO Raspberry Pi	18
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem	24
Gambar 3.3 Digital Power Clamp Meter	26
Gambar 4.1 <i>Hardware</i> Sistem Prototipe “Smart Monitoring”	29
Gambar 4.2 Grafik Hasil Monitoring Arus Pada Gedung Lab Terpadu JTE	32
Gambar 4.3 Grafik Hasil Monitoring Tegangan Pada Gedung Lab Terpadu JTE	34
Gambar 4.4 Grafik Hasil Monitoring Daya Pada Gedung Lab Terpadu JTE	36
Gambar 4.5 Grafik Hasil Monitoring Faktor Daya Pada Gedung Lab Terpadu JTE.....	38
Gambar 4.6 Grafik Hasil Monitoring kWh Pada Gedung Lab Terpadu JTE	40

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Daftar Alat Bantu	20

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Listrik adalah suatu gejala yang diakibatkan adanya gerakan dari muatan-muatan (elektron-elektron atau ion-ion) sehingga menimbulkan gaya listrik. Sedangkan energi listrik ialah energi yang berasal dari muatan listrik yang menyebabkan medan listrik statis atau gerakan elektron dalam konduktor (pengantar listrik) atau ion (positif atau negatif) dalam zat cair atau gas.

Ada dua jenis arus listrik yaitu arus listrik searah atau biasa disebut arus Searah (*DC/Direct Current*) dan arus listrik bolak - balik atau yang biasa di sebut arus bolak-balik (*AC/Alternating Current*). Satuan arus listrik adalah ampere (A), sedangkan tegangan listrik mempunyai satuan volt (V) dan daya listrik memiliki satuan watt (W). Energi listrik dapat dihasilkan dari berbagai sumber diantaranya adalah: air, minyak, batu bara, angin, panas bumi, nuklir, matahari, dan lainnya. Kebanyakan dari pembangkit listrik memiliki bagian utama sebuah generator. Generator pada pembangkit adalah suatu mesin yang berfungsi mengubah energi mekanis menjadi energi listrik dengan prinsip kerja medan magnet. Mesin generator ini dapat diaktifkan dengan menggunakan berbagai jenis sumber energi yang tersedia.

Manfaat energi listrik bagi kehidupan manusia sehari-hari sangatlah banyak. Jika di lihat secara lebih jelas kehidupan manusia sudah sangat bergantung pada listrik, bisa di bayangkan apabila terjadi pemadaman listrik sehari saja, maka banyak sekali pengusaha yang mengeluh akibat adanya pemadaman listrik dan masyarakat juga banyak mengalami kendala karena pemadaman tersebut. Berikut ini manfaat atau kegunaan listrik dalam kehidupan sehari-hari:

1. Untuk penerangan pada saat malam hari.
2. Untuk menghidupkan berbagai alat rumah tangga, kantor serta peralatan industri dan lain-lain.

Saat ini di gedung Lab JTE tidak diketahui dengan pasti kondisi sistem kelistrikannya, untuk itu lah perlu dilakukan investigasi. Supaya dapat memonitoring besaran listrik yang ada di gedung tersebut. Investigasi dapat dilakukan dengan cara memonitor besaran listrik yang menggambarkan kondisi kelistrikan. Salah satu cara untuk memonitoring besaran energi listrik yaitu dengan cara memasang alat ukur listrik pada panel listrik sebelum masuk ke beban.

Tetapi cara ini memiliki banyak kekurangan diantaranya adalah:

1. Untuk mengetahui status kelistrikan harus langsung melihat lokasi tempat alat ukur dipasang sehingga sangat tidak efisien.
2. Dengan cara ini hanya dapat dilihat besaran - besaran listrik pada saat itu saja tidak ada rekaman yang dapat dilihat dan digunakan sebagai bahan analisa.

Pada tugas akhir ini dilakukan pengambilan data dengan menggunakan alat yang dapat menginvestigasi besaran listrik di panel listrik 3 Ø dan dapat merekam data selama pengambilan data dilakukan, serta dapat menampilkan hasilnya sehingga lebih efektif dan efisien.

Pada tugas akhir ini untuk mengetahui besaran arus dan tegangan digunakan sensor arus dan sensor tegangan. Untuk pemrograman digunakan sebuah Arduino Uno dimana arduino uno menggunakan pemograman dengan menggunakan bahas C++. tinggal hubungkan ke power suply atau melalui kabel USB ke Raspberry Pi. Hasil pengukuran pun dapat langsung dapat ditampilkan dan direkam pada sebuah database. Respberry Pi juga dapat langsung disambungkan ke jaringan internet layaknya seperti komputer PC, sehingga dapat dikendalikan dari jarak jauh.

1.2. Tujuan Penelitian

- Melakukan investigasi terhadap konsumsi energi listrik serta perubahan besaran listrik (arus, tegangan, daya, faktor daya dan konsumsi energi).
- Menganalisa hasil investigasi konsumsi energi dan besaran listrik yang dilakukan.

1.3. Manfaat Penelitian

Dari investigasi yang dilakukan maka di peroleh:

- Sebagai dasar studi untuk penghematan konsumsi energi listrik
- Memberikan gambaran trend kondisi besaran listrik digedung Lab Terpadu JTE.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Besaran listrik yang dilakukan pengukurannya adalah arus, tegangan, daya, faktor daya dan konsumsi energi dengan menggunakan prototype “Smart Monitoring”.^[18]
- Pengambilan data dan analisis terhadap hasil investigasi dilakukan pada panel box listrik 3 Ø pada gedung Lab Terpadu JTE yang ada di Universitas Lampung.

1.5. Hipotesis

Dengan alat ukur yang disusun dan dirancang dengan menggunakan sensor arus dan sensor tegangan yang dihubungkan langsung dengan Arduino, maka nilai dari beberapa besaran listrik seperti arus, tegangan, daya, dan faktor daya dapat diperoleh kemudian nilai tersebut akan dikirim ke Raspberry pi. Karena Raspberry pi merupakan sebuah komputer mini dan juga dapat langsung disambungkan ke jaringan internet layaknya seperti komputer PC, sehingga dapat dikendalikan dari jarak jauh dan nilai dari besaran listrik tersebut dapat direkam pada sebuah database.

1.6. Penelitian Terdahulu

- a. **Monitoring Besaran Listrik Dengan Jarak Jauh Pada Jaringan Listrik 3 Fasa Berbasis *Single Board Computer* BCM 2835** (Adi

kurniawan, Dikpride Despa 2015). ^[6] Penelitian ini membuat sebuah prototype yang dapat memonitor besaran listrik pada jaringan listrik 3 fasa dan mampu merekam hasil monitoring tersebut. Hanya saja dalam pemasangan prototypenya harus memutus sumber listrik ke bebandan sehingga tidak efisien terhadap jaringan.

- b. **Rancang Bangun Sistem Monitoring Bandwidth, Koneksi Listrik dan Temperatur Ruang Berbasis Raspberry Pi pada Gedung Pusat Data Universitas Lampung** (Hanang Priambodo, 2014). ^[19] Penelitian ini menghasilkan Prototype untuk memonitor bandwidth pada koneksi internet, untuk memonitor koneksi listrik dan suhu ruang. Data hasil monitoring disimpan pada database MySQL dan dapat dilihat dari WEB dalam bentuk grafik.
- c. **Monitoring dan Kontrol Konsumsi Energi Listrik Sebagai Upaya Penghematan Energi** (Dikpride Despa, 2015). ^[12] Penelitian ini membuat sebuah prototype yang dapat memonitoring dan membatasi jumlah konsumsi energi listrik dengan cara memutus pasokan energi listrik dengan menggunakan sensor arus dan mikrokontroler sebagai pengendali utama.
- d. **Smart Monitoring Data Centre base on Mini Single Board Computer BCM 2835** (Dikpride Despa, Mardiana, Gigih F N, 2015). ^[16] (“ICSTAR-2015”) Penelitian ini dilakukan di gedung UPT-TIK Unila hasil penelitian memberikan gambaran tentang kondisi besaran listrik yang tidak setimbang dan kondisi energi cenderung pada siang hari / atau hari kerja yang dipengaruhi oleh pola kerja civitas akademika UNILA.

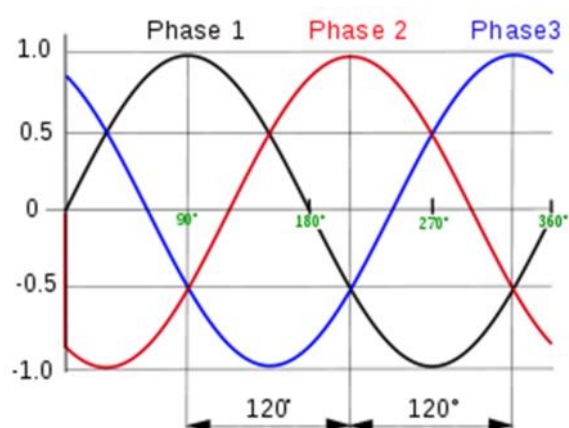
- e. ***Smart Monitoring of Electrical Quantities Based on Single Board Computer BCM 2835*** (Dikpride Despa, Ady Kurniawan, M. Komarudin, Mardiana, Gigih F N.) ^[17] (“ICITACE-2015”) Penelitian ini membuat sebuah prototype yang dapat memonitor besaran listrik pada jaringan listrik 3 fasa dan mampu merekam hasil monitoring.
- f. **Smart Monitoring Besaran Listrik Temperatur dan Bndidth Besaran Mini *Single Board Computer BCM 2835*** (Dikpride Despa 2015). ^[18] (“Penelitian HB-2015”) Penelitian ini adalah membuat sebuah prototype yang dapat memonitoring besaran listrik, temperatur dan bndidth. Prototype smart monitoring besaran listrik yang digunakan adalah komponen utama yang akan digunakan pada tugas akhir ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Rangkaian Listrik Tiga Fasa

Sistem 3 fasa adalah sistem instalasi listrik yang menggunakan 3 kawat fasa dan satu kawat 0 (netral). Sistem 3 fasa umum bertegangan 380V yang banyak digunakan Industri atau pabrik. Listrik 3 fasa merupakan listrik AC (*Alternating Current*) yang menggunakan 3 kawat penghantar yang mempunyai tegangan sama tetapi berbeda dalam sudut fasa sebesar 120 degree . Ada 2 macam hubungan dalam koneksi 3 fasa yaitu, hubungan bintang (“Y” atau star) dan hubungan delta. Berikut ini adalah bentuk dari gelombang 3 fasa yang mempunyai tegangan yang sama tetapi berbeda dalam sudut fasanya dapat terlihat pada gambar 2.1 :



Gambar 2.1. Gelombang Tiga Fasa.^[1]

2.2. Pengukuran Besaran Listrik

Dalam suatu rangkaian listrik, terdapat berbagai komponen listrik dengan besaran dan satuannya masing-masing. Untuk mendapatkan nilai dari besaran tersebut, diperlukan pengukuran besaran listrik. Pengukuran yang dilakukan pada pengujian ini adalah pengukuran arus, tegangan, daya, faktor daya dan energi listrik.

1. Arus listrik

Arus listrik adalah banyaknya muatan listrik yang disebabkan dari pergerakan elektron-elektron yang mengalir melalui satu titik dalam sirkuit listrik tiap satuan waktu. Arus listrik mengalir dari tempat yang berpotensi tinggi ke tempat yang berpotensi rendah. Satuan untuk arus listrik adalah Ampere (A), sedangkan alat untuk mengukur kuat arus listrik dinamakan Ampere meter. Berikut adalah persamaan dari arus listrik:^[4]

$$I = \frac{Q}{t} \quad (2.1)$$

Dimana : I = kuat arus (ampere)

Q = muatan listrik (coloumb)

t = waktu (sekon)

2. Tegangan Listrik

Tegangan listrik sering di sebut dengan beda potensial, beda potensial adalah usaha yang digunakan untuk memindahkan satuan muatan listrik. Cara untuk mengatur tegangan listrik yaitu dengan cara memindahkan muatan listrik dan potensial tinggi ke potensial rendah. Tegangan dapat diukur menggunakan alat ukur Volt meter. Dan dapat di tulis dengan rumus sebagai berikut.^[4]

$$V = \frac{W}{Q} \quad (2.2)$$

Dimana: V = tegangan (volt)

W = energi (joule)

Q = jumlah muatan (coloumb)

3. Daya Listrik

Daya listrik adalah besar energi listrik yang di sambungkan oleh suatu rangkaian listrik tertutup. Daya merupakan jumlah energi listrik yang mengalir dalam setiap satuan waktu (detik). Satuan dari daya itu sendiri adalah Watt, alat ukur untuk mengukur daya listrik adalah Watt meter. Daya listrik terbagi menjadi tiga macam atau sering disebut dengan (segitiga daya), yaitu:

1. Daya Listrik Nyata/Aktif (Watt): Daya listrik yang terpakai sebenarnya:^[4]

$$P = V.I.Cos\theta \quad (2.3)$$

Dimana: P = Daya dalam satuan watt (W)

V = Tegangan dalam satuan volt (V)

I = Arus dalam satuan Ampere (A)

$\cos\theta$ = Faktor daya

2. Daya Listrik Reaktif (*VAR/Volt Ampere Reactive*): Daya yang dipakai untuk pembentukan medan magnet yang menghasilkan fluks medan magnet. Daya tersebut juga dipakai untuk daya mekanik dan panas. Contoh: transformer, motor, lampu pijar, dan lainnya. Berikut adalah persamaan dari daya reaktif:^[4]

$$Q = V.I.\sin\theta \quad (2.4)$$

Dimana: Q = Muatan listrik dalam satuan coulumb (C)

V = Tegangan dalam satuan volt (V)

I = Arus dalam satuan Ampere (A)

$\sin\theta$ = Faktor daya

3. Daya listrik Semu (*VA/Volt Ampere*): Total daya aktif dan reaktif, berikut persamaanya:^[4]

$$S = V.I \quad (2.5)$$

Dimana: S = Daya semu dalam satuan volt ampere

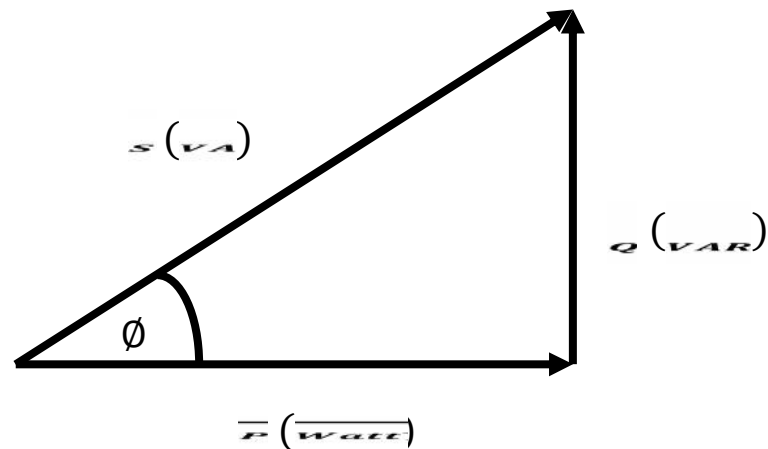
V = Tegangan dalam satuan volt (V)

I = Arus dalam satuan Ampere (A)

Sudut fasa muncul akibat adanya selisih fasa antara fasa tegangan dan fasa arus, jika rangkaian bersifat induktif maka fasa arus akan tertinggal dari fasa tegangan,

jika rangkaian bersifat kapasitif maka fasa arus akan mendahului fasa tegangan, sedangkan jika rangkaian bersifat resistif maka arus akan sefasa dengan tegangan sehingga sudut fasa $= 0$.

Berikut adalah bentuk dari segitiga daya seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.2 berikut:



Gambar 2.2. Bentuk dari Segitiga Daya.^[1]

Faktor daya (*power factor*) adalah rasio perbandingan antara daya aktif (Watt) dengan daya semu (VA) pada rangkaian AC dan merupakan beda sudut antara V dan I yang dinyatakan dalam $\cos \theta$

Dengan adanya sudut fasa maka akan muncul sebuah besaran yang disebut Faktor daya atau *power factor* (pf) yang merupakan nilai cosinus dari besar sudut fasa. Faktor daya pf sering digunakan sebagai indikator baik atau buruknya pasokan daya pada sebuah sistem. Nilai pf tidak akan lebih besar dari satu (1), jika nilai pf semakin mendekati 1 maka akan semakin baik bagi sistem.

4. Energi Listrik

Jumlah besarnya energi listrik yang dihasilkan didapat dari perkalian tegangan listrik, kuat arus listrik, dan waktu listrik saat mengalir. Satuan dari energi listrik itu sendiri adalah Joule (J). Dimana jumlah satu joule yang digunakan sama dengan jumlah satu watt (W) daya yang digunakan selama satu detik. Dan alat ukur untuk mengukur konsumsi energi listrik adalah kWh meter (kilowatt hour). Berdasarkan uraian tersebut, maka dapat dirumuskan hubungan energi listrik dengan daya listrik sebagai berikut:^[1]

$$W = Q.V \quad \longrightarrow \quad Q = I.t \quad (2.6)$$

$$W = V.I.t$$

Dimana: W = Besar energi listrik (Joule)

Q = Muatan listrik dalam satuan coulomb (C)

V = Besar tegangan listrik (Volt)

I = Besar kuat arus listrik (Ampere)

t = Selang waktu (Sekon)

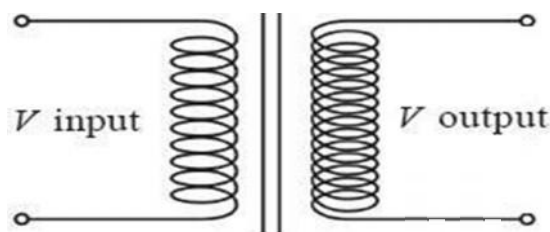
2.3. Pengukuran Tegangan Tinggi AC (*Alternating Current*).

Untuk melakukan pengukuran tegangan tinggi AC/*Alternating Current*, metode yang digunakan adalah dengan cara menurunkan tegangan tinggi ke tegangan rendah. Metode ini yang digunakan dalam pembuatan alat ukur tegangan atau Voltmeter. Untuk menurunkan tegangan dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu

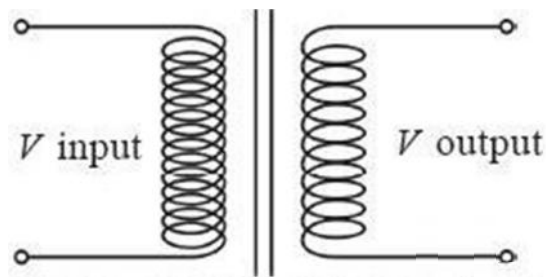
dengan menggunakan rangkaian pembagi tegangan atau yang kedua dengan menggunakan transformator step down.

Transformator merupakan suatu peralatan listrik elektro magnetik statis yang berfungsi untuk memindahkan dan mengubah daya listrik dari suatu rangkaian listrik ke rangkaian listrik lainnya, dengan frekuensi yang sama dan perbandingan transformasi tertentu melalui suatu gandengan magnet dan bekerja berdasarkan prinsip induksi elektro magnetik, dimana perbandingan tegangan antara sisi primer dan sisi sekunder berbanding lurus dengan perbandingan jumlah lilitan dan berbanding terbalik dengan perbandingan arusnya.

Transformator terdiri atas dua buah kumparan (primer dan sekunder) yang bersifat induktif. Kedua kumparan ini terpisah secara elektris namun berhubungan secara magnetis. Ketika kumparan primer dihubungkan dengan sumber tegangan AC maka timbulah fluks bolak-balik di dalam inti yang dilaminasi. Timbulnya fluks di kumparan primer mengakibatkan terjadi induksi /*self induction* pada kumparan primer tersebut. Dan akibat terjadinya induksi di kumparan sekunder karena pengaruh induksi dari kumparan primer atau disebut sebagai induksi bersama / *mutual induction* yang menyebabkan timbulnya fluks magnet di kumparan sekunder, maka mengalirlah arus sekunder jika rangkaian sekunder di bebani.



a. Transformator step-up ($N_s > N_p$)



b. Transformator step-down ($N_p > N_s$)

Gambar 2.3. Sekema Transformator.^[3]

Secara umum, transformator dibedakan menjadi dua macam, yaitu transformator step-up dan transformator step-down. Beda dari transformator step-up dan step-down adalah dari jumlah lilitannya, Transformator step-up memiliki lilitan sekunder lebih banyak dari pada lilitan primer seperti yang di gambarkan pada gambar 2.3.(a). Transformator step-up digunakan pada pembangkit tenaga listrik, fungsi transformator ini adalah untuk menaikkan tegangan yang dihasilkan generator menjadi tegangan tinggi yang digunakan dalam jaringan transmisi jarak jauh. Sedangkan pada transformator *step-down* lilitan sekundernya lebih sedikit dibandingkan dengan lilitan primernya seperti yang di gambarkan pada gambar 2.3 (b), sehingga berfungsi untuk menurunkan tegangan. Transformator ini digunakan pada jaringan distribusi. Berikut adalah persamaan dari persamaan dari jumlah lilitan dan tegangan pada transformator:^[3]

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} \quad (2.7)$$

Dimana : V_p = Tegangan primer (volt)
 V_s = Tegangan sekunder (volt)
 N_p = Jumlah lilitan primer
 N_s = Jumlah lilitan sekunder

Transformator yang baik untuk digunakan sebagai sensor tegangan adalah transformator yang memiliki sifat linieritas yang baik, artinya tegangan output dari transformator akan naik ataupun turun sesuai dengan naik atau turunnya tegangan input dari transformator tersebut. Untuk menentukan tingkat linieritas trafo dapat dilakukan dengan mencari koefisien korelasi antara tegangan output dan tegangan input transformator. Koefisien korelasi adalah nilai atau angka yang menunjukkan tinggi atau rendahnya hubungan antara dua buah variabel atau lebih.

2.4. Pengukuran Arus Bolak-balik (AC/*Alternating Current*).

Pengukuran arus biasanya membutuhkan resistor shunt yaitu resistor yang dihubungkan secara seri pada beban dan mengubah arus menjadi tegangan. Tegangan tersebut biasanya di umpankan ke *current transformer* terlebih dahulu sebelum masuk kerangkaian pengkondisi sinyal.

Sensor arus adalah perangkat yang mendeteksi arus listrik (AC atau DC) di kawat, dan menghasilkan sinyal sebanding dengan itu. Sinyal yang dihasilkan bisa analog atau bahkan digital. Hal ini kemudian digunakan untuk menampilkan arus yang akan diukur dalam amper meter atau dapat disimpan untuk analisis lebih lanjut dalam sistem akuisisi data atau dapat dimanfaatkan untuk tujuan kontrol yang ditunjukkan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. Sensor Arus CT 100A. [Foto diambil di Lab PBE yang ada di gedung Lab Terpadu JTE]

Sensor arus digunakan untuk menyensor arus yang menuju beban (misalnya: 0-5 Amper) diubah menjadi tegangan 0-5 Volt. Karena sensor arus ini digunakan untuk menyensor arus yang menuju beban, maka lilitannya dirancang untuk dihubungkan secara seri dengan saluran. Oleh sebab itu impedansi lilitan primer perlu dibuat serendah mungkin dengan menggunakan beberapa lilitan kawat bertahanan rendah.

2.5. Arduino Uno

Arduino Uno sebenarnya adalah salah satu kit mikrokontroler yang berbasis pada ATmega28. Modul ini sudah dilengkapi dengan berbagai hal yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler untuk bekerja, tinggal colokkan ke power supply atau sambungkan melalui kabel USB ke PC. Arduino Uno mempunyai 14 pin digital input/output, 6 analog input, koneksi USB, sebuah resonator keramik 16MHz, colokan power input, ICSP header, dan sebuah tombol reset. Gambar 2.5 adalah bentuk dari Arduino Uno:



Gambar 2.5. Arduino Uno.^[14]

Diketahui dengan mikrokontroler kita dapat membuat program untuk mengendalikan berbagai komponen elektronika. Program yang dibuat lalu didownload ke mikrokontroler dan kemudian mikrokontroler akan bekerja sesuai dengan program yang kita buat. Dan dengan Arduino Uno itu sendiri lebih mudah untuk membuat berbagai hal yang berkaitan dengan mikrokontroler, karena didalamnya sudah tersedia yang dibutuhkan oleh mikrokontroler. Bahasa perogram yang digunakan oleh arduino uno adalah bahasa C++. Berikut adalah contoh yang dapat dibuat dengan arduino antara lain: untuk membuat robot, mengontrol motor servo, pengatur suhu, mesin gate turnstile, display LCD, dan masih banyak lagi contoh yang lainnya.

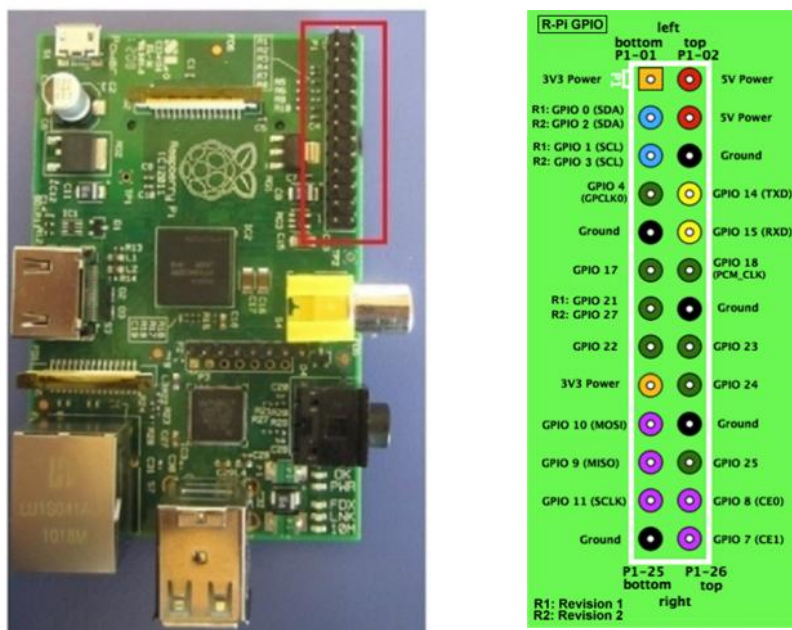
2.6. Single Board Computer BCM2835 (Raspberry Pi)

Single Board Computer BCM2835 (gambar 2.10) atau biasa disebut dengan Raspberry Pi adalah komputer berukuran kartu kredit yang dikembangkan oleh Raspberry Pi Foundation, yang memiliki fungsi yang hampir sama dengan PC kebanyakan. Raspberry pi terdiri dari dua tipe, yaitu tipe A dan tipe B. Perbedaan

keduanya hanya terletak pada *memory*, jumlah *port USB*, dan network adaptor. Untuk menggunakan Raspberry Pi, kita membutuhkan beberapa peralatan seperti dibawah ini:

- Keyboard
- Mouse
- Monitor
- Kabel power untuk Raspberry Pi
- Kabel HDMI untuk monitor atau RCA
- SDHC card untuk penyimpanan sistem operasi Raspberry Pi (minimal 4 GB)
- Kabel UTP untuk menghubungkan LAN

Bentuk dari Raspberry pi dapat kita lihat pada gambar 2.6 berikut:



Gambar 2.6. GPIO Raspberry Pi. ^[11]

Pada Raspberry Pi dilengkapi dengan *General Purpose Input/Output* (GPIO), setiap pin dari GPIO ini dapat diatur sebagai masukan atau keluaran. Melalui

GPIO, Raspberry Pi dapat menerima berbagai macam masukan untuk dilakukan pemrograman, masukan dapat berupa berbagai macam sensor seperti sensor suhu, sensor cahaya, sensor tegangan dan lain sebagainya.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Tugas akhir ini merupakan investigasi sistim tenaga listrikan dengan menggunakan prototype “Smart Monitoring”.^[18] Tugas akhir ini dilakukan mulai bulan Maret 2015 sampai dengan bulan September 2016, bertempat di gedung yang ada di Fakultas Teknik Universitas Lampung.

3.2. Alat Bantu yang Digunakan.

Untuk mendukung pelaksanaan tugas akhir ini diperlukan alat bantu yang disebutkan pada tabel 3.1 berikut :

Tabel 3.1 Daftar Alat Bantu

NO.	NAMA ALAT
1	Komputer (PC)
2	Voltmeter
3	Tang Ampere
4	Cos phi meter
5	Watt meter
6	Tang potong
7	Tang lancip
8	Obeng +
9	Obeng -
10	Solder

3.3. Langkah Kerja Penelitian

Dalam tugas akhir ini, langkah-langkah kerja yang dilakukan adalah sebagai berikut :

a. Studi Literatur

Studi Literatur dilakukan untuk mempelajari berbagai sumber referensi atau teori yang berkaitan dengan pengukuran besaran listrik menggunakan Arduino dan Raspberry Pi.

b. Pengujian Prototype

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah hasil dari besaran listrik seperti arus, tegangan, faktor daya, daya dan konsumsi energi/kWh yang dihasilkan dengan menggunakan prototype “Smart Monitoring”^[18] sama atau mendekati hasil dari alat ukur *Digital Power Clamp Meter* atau tang ampere.

c. Pengambilan Data

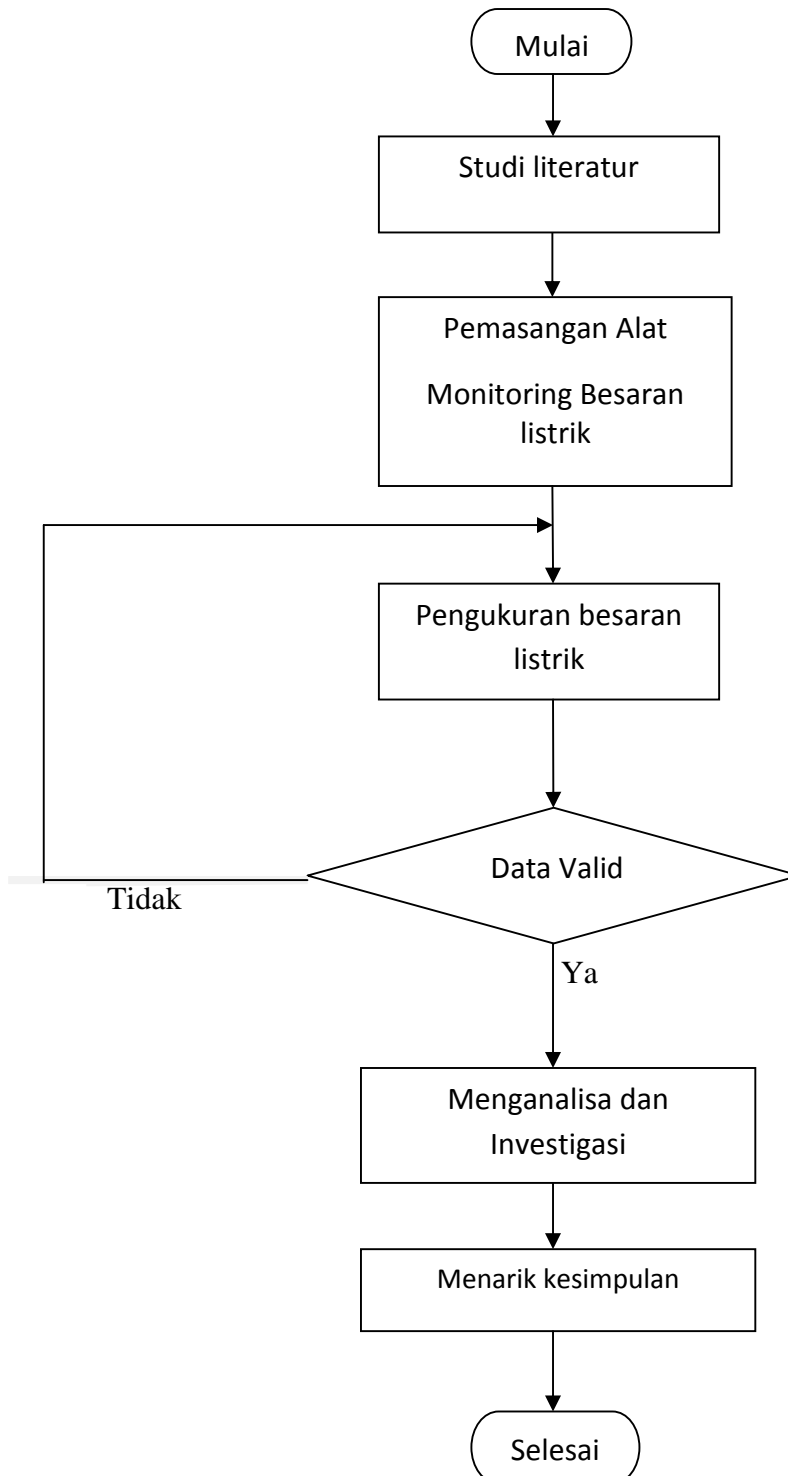
Pengambilan data dilakukan di gedung Jurusan Teknik Elektro, gedung Jurusan Teknik Mesin, gedung Jurusan Teknik Geofisika, gedung Jurusan Teknik Kimia, gedung Jurusan Teknik S1 Sipil, gedung Jurusan Teknik D3 Sipil, gedung Dekanat, gedung Teknik Geodesi. Namun demikian yang menjadi fokus yang dianalisa pada tugas ahir ini adalah gedung Lab Terpadu Jurusan Teknik Elektro.

d. Analisis

Analisa dilakukan untuk mengetahui kondisi besaran listrik. Hasil analisa merupakan investigasi terhadap sistem yang ada. Diharapkan hasil analisa dan investigasi ini dapat dijadikan referensi bagi pengelola gedung yang diinvestigasi.

3.4. Diagram Alir Penelitian.

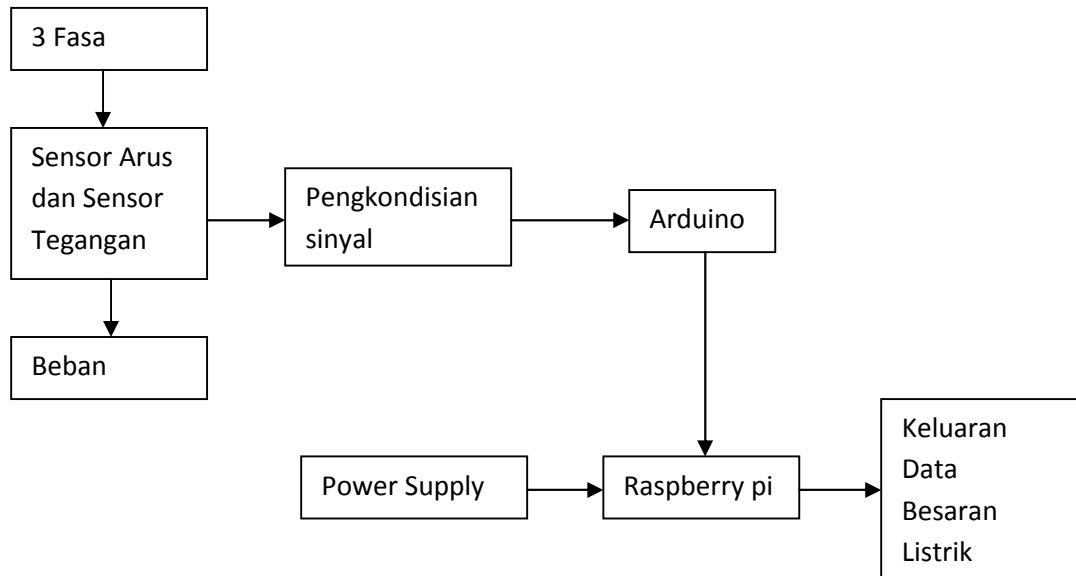
Untuk melakukan penelitian pada tugas akhir ini, perlu dibuat sebuah diagram alir seperti yang digambarkan pada gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1 : Diagram alir penelitian

3.5. Blok Diagram Sistem

Untuk mempermudah dalam memahami sistem maka dibuat blok diagram sistem yang ditunjukkan pada gambar 3.2. berikut :



Gambar 3.2. Blok Diagram Sistem

Untuk membuat sistem monitoring besaran listrik ini, alurnya adalah yang pertama dari sumber listrik 3 fasa masuk ke sensor arus dan sensor tegangan, selanjutnya dihubungkan ke beban listrik yang digunakan. Hasil pembacaan sensor arus dan sensor tegangan akan diolah oleh arduino untuk mendapatkan semua besaran listrik yang diinginkan. Selanjutnya data yang di dapat dari arduino dikirim ke Raspberry Pi. Raspberry Pi merupakan tempat membuat program untuk menyimpan hasil monitoring kedalam database.

3.6. Kalibrasi Prototype.

Dalam membuat sebuah alat ukur digital, sensor-sensor yang digunakan keluarannya masih berupa nilai tegangan yang relatif kecil, sehingga nilai tersebut belum dapat menunjukkan nilai besaran yang diukur. Suatu contoh dalam penelitian ini menggunakan Trafo *step-down* sebagai sensor tegangan, saat tegangan input trafo sebesar 220V tegangan outputnya hanya sebesar 3V, maka diperlukan proses kalibrasi agar nilai 3V tersebut dapat menunjukkan angka 220V pada hasil pengukuran alat ukur yang dibuat. Dalam penelitian ini, yang perlu dikalibrasi adalah sensor tegangan dan sensor arus. Dari nilai kalibrasi sensor arus tersebut terlihat bahwa nilai output maksimal sensor adalah 5V, sedangkan pada arduino tegangan yang diizinkan maksimal hanya sebesar 3,3V, dengan demikian sebelum masuk ke arduino dan GPIO Raspberry pi perlu dilakukan pengkondisian sinyal agar tegangan output sensor tidak melebihi 3,3V, sehingga nilai kalibrasi pada datasheet sensor arus tersebut tidak relevan lagi untuk digunakan.

Untuk melakukan kalibrasi, menggunakan alat ukur digital yang sudah ada. Pada penelitian ini menggunakan Digital *Power Clamp Meter* yang tersedia di Laboratorium Teknik Pengukuran Jurusan Teknik Elektro Unila, seperti yang di gambarkan pada gambar 3.3 . Digital *Power Clamp Meter* adalah sebuah alat ukur digital yang dapat mengukur arus (A), tegangan (V), faktor daya ($\cos \phi$), daya (W), dan konsumsi energi (kWh). Suatu contoh dalam melakukan kalibrasi misalkan output sensor tegangan sebesar 3V, kemudian dilakukan pengukuran pada sisi input sensor menggunakan alat ukur yang sudah ada dan hasil pengukurannya adalah 220V. Agar alat ukur yang dibuat juga menunjukkan angka

220V maka dibutuhkan nilai pengali, nilai pengali tersebut didapat dengan persamaan (3.3):

$$\begin{aligned} 3V \cdot x &= 220V \\ x &= 220V / 3V \\ x &= 73,33 \end{aligned} \tag{3.3}$$

Dimana 3V : Nilai tegangan output sensor.
 220V : Nilai tegangan hasil pengukuran.
 x : Nilai pengali.

Nilai pengali yang didapat dari metode diatas selanjutnya digunakan pada pemograman yang dibuat pada Raspberry Pi untuk membaca sensor dan menampilkan hasil pengukurannya. Gambar 3.3 dibawah adalah foto dari alat ukur digital *Power Clamp Meter*:



Gambar 3.3. *Digital Power Clamp Meter.* [Foto diambil di Lab PBE yang ada di gedung Lab Terpadu JTE]

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan.

Setelah dilakukan pengukuran dan investigasi pada gedung Lab Terpadu JTE dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kondisi besaran listrik di gedung Lab Terpadu JTE antara fasanya tidak setimbang.
2. Konsumsi pada masing-masing fasa juga tidak merata. Konsumsi paling tinggi adalah pada fasa 1. Dalam hal ini fasa 1 adalah untuk gedung Lab JTE lantai 1, yang merupakan Lab dasar untuk STL yang banyak menggunakan peralatan listrik dengan daya besar.
3. $\cos \phi$ pada gedung Lab Terpadu JTE khususnya fasa 1 dan fasa 3 cukup baik dengan nilai 0,6 sampai dengan 0,98. Sedangkan untuk fasa 2 sangat bervariasi dengan range yang cukup tinggi dengan nilai 0,1 sampai dengan 0,4. Faktor yang mempengaruhi besar kecilnya nilai faktor daya adalah beban reaktif, sehingga jika nilai faktor daya tidak stabil dapat dimungkinkan adanya nilai daya reaktif yang berubah-ubah pada beban.

5.2. Saran.

Agar sistem monitoring besaran listrik ini dapat dikembangkan lagi, terdapat beberapa saran sebagai berikut :

1. Untuk sensor arus CT 100 A ditemukan kendala di mana sensor tidak bisa menjepit kawat penghantar untuk itu disarankan menggunakan sensor arus CT yang berdiameter lebih besar. Dikarenakan diameter untuk sensor arus tipe CT 100 A sangatlah kecil jadi pada saat pemasangan alat pada panel listrik 3 fasa terkadang kita menemukan ukuran kabel yang besar jadi diameter pada sensor arus tipe CT 100 A yang seperti ini tidak cukup.
2. Untuk pemograman database sebaiknya digunakan komputer bantu yang memiliki spesifikasi yang lebih baik di banding Raspberry Pi, sehingga Raspberry Pi hanya digunakan untuk pemograman pembacaan sensor.
3. Berdasarkan investigasi yang dilakukan maka diketahui bahwa pembebanan antar fasa tidak setimbang dan memperbesar rugi-rugi daya. Karena itu dalam pembebanan antara fasnya dipasang secara seimbang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cekdin, Cekmas & Taufik Berlin.2013. *Rangkaian Listrik*, Penerbit ANDI, Jakarta.
- [2] Fouler, RichardJ. 2008. *Electricity Principles & Applications*, Penerbit McGraw-Hill, New York.
- [3] Malvino, Albert Paul. 2003. *Perinsip-prinsip Elektronika*, penerbit Salemba Teknika, Jakarta.
- [4] Hayt, William H. And Jack E. Kemerly. 1999. *Rangkayan Listr* Erlangga, Jakarta.
- [5] Adityawarman, Dimas. 2014. *Rancang Bangun Alat Ukur Arus Menggunakan Transformator Arus Berbasis Mikrokontroler ATmega32*. Universitas Lampung, Lampung.
- [6] Kurniawan, Adi. Despa, Dikpride. 2015. *Monitoring Besaran Listrik Dari Jarak Jauh Pada Jaringan Listrik 3 Fasa Berbasis Single Board Computer BCM-2835*.Universitas Lampung: Lampung
- [7] Priambodo, Hanang. Rancang Bangun Sistem Monitoring Bandwidth, Koneksi Listrik dan Temperatur Ruang Berbasis Raspberry Pi pada Gedung Pusat Data Universitas Lampung, 1014.
- [8] Waluyanti, Sri. 2008. *Alat Ukur dan Teknik Pengukuran*. Penerbit Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Jakarta
- [9] Zuhail. 1995. *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*, Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [10] Matt. 2013. <http://www.raspberrypi-spy.co.uk/2013/10/analogue-sensors-on-the-raspberry-pi-using-an-mcp3008/>. diakses: 07 april 2015 jam 10.09.

- [11] *Raspberry Pi*. 2014. http://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi. diakses: 25 maret 2015 jam 20.15.
- [12] Despa, Dikpride. *Monitoring dan Kontrol Konsumsi Energi Listrik Sebagai Upaya Penghematan Energi*, 2015.
- [14] *Arduino Uno*. <http://en.wikipedia.org/wiki/Arduino>. diakses: 28 maret 2015 jam 14.22.
- [15] *Arduino energy monitor*. [http:// open energy monitor.org/emon/building_blocks](http://openenergymonitor.org/emon/building_blocks). diakses: 29 maret 2015 jam 12.30.
- [16] Dikpride Despa, Mardiana, Gigih F N, “*Smart Monitoring Data Centre base on Mini Single Board Computer BCM 2835*” ,The 1nd International Conference on Science, Technology and Interdisciplinary Research (ICSTAR), Sebtember 21 -23 -2015, Bandar Lampung, Indonesia.
- [17] Dikpride Despa, Adi Kurniawan, M. Komarudin, Mardiana, Gigih F N, *Smart monitoring of Electrical Quantities Based on Single Board Computer BCM2835*”,The 2nd International Conference on Information Technology, Computer, And Electrical Engineering (ICITACE-2015), Semarang Indonesia.
- [18] Dikpride Despa, Mardiana, Gigih F N, *Smart Monitoring Besaran Listrik Temperatur dan Bndidth Besaran Mini Single Board Computer BCM 2835*, (Penelitian HB-2015).
- [19] Priambodo, Hanang. *Rancang Bangun Sistem Monitoring Bandwidth, Koneksi Listrik dan Temperatur Ruang Berbasis Raspberry Pi pada Gedung Pusat Data Universitas Lampung*, 1014