

MONITORING TRANSFORMATOR DISTRIBUSI BERBASIS

INTERNET OF THINGS

Skripsi

**Oleh:
KOMALA SARI**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRAK

MONITORING TRANSFORMATOR DISTRIBUSI BERBASIS *INTERNET* *OF THINGS*

Oleh

KOMALA SARI

Seiring bertambahnya tingkat kebutuhan energi listrik dapat menyebabkan timbulnya masalah pada keterbatasan distribusi daya listrik ke konsumen, terutama pada transformator distribusi, sehingga diperlukan adanya suatu sistem monitoring. Penelitian ini mengimplementasikan sistem monitoring secara *online* dalam bentuk grafik, sehingga lebih memudahkan pengguna dari segi pemantauan dan pemahaman kondisi transformator pada saat tertentu yang diakses dengan menggunakan *platform Internet of Things Ubidots*. Penelitian ini menerapkan sensor tegangan ZMPT101B dan sensor arus YDHC SCT019 dalam monitoring tegangan, arus maupun daya pada transformator dan mikrokontroler *arduino mega* sebagai pengolah datanya. Penelitian ini diimplementasikan pada salah satu panel transformator distribusi Universitas Lampung dan menghasilkan rata rata tegangan sebesar 221,76 Volt, rata rata arus yang mengalir sebesar 61.848 A dan rata rata daya yang terbaca adalah sebesar 13582 watt. Persentase tegangan rata rata sebesar 95%, arus rata rata sebesar 21,45% dan daya rata rata sebesar 8,27% yang dihitung dengan memasukan nilai spesifikasi transformator distribusi yang digunakan yakni 197kVA. Sehingga dengan pembebanan yang terbaca selama 1 jam transformator dalam kondisi aman dengan persentase daya dan arus yang kecil namun tegangan mendekati nilai 100%.

Kata kunci: sistem monitoring, transformator distribusi, mikrokontroler arduino mega, ubidot, internet of things

ABSTRACT

***DISTRIBUTION TRANSFORMER MONITORING BASED ON INTERNET
OF THINGS***

By
KOMALA SARI

Along with the increasing level of electrical energy needs can cause problems in the limited distribution of electric power to consumers, especially in distribution transformers, so that a monitoring system is needed. This research implements an online monitoring system in graphical form, making it easier for users in terms of monitoring and understanding the condition of the transformer at a certain time that is accessed using the Internet of Things Ubidots platform. This study applies the ZMPT101B voltage sensor and the YDHC SCT019 current sensor in monitoring voltage, current and power on the Arduino Mega transformer and microcontroller as its data processor. This research was implemented in one of the University of Lampung distribution transformer panels and produced an average voltage of 221.76 Volts, the average current flowing was 61,848 A and the average readable power was 13582 watts. The percentage of average voltage is 95%, the average current is 21.45% and the average power is 8.27% which is calculated by entering the distribution transformer specification value used which is 197kVA. So that the load is read for 1 hour the transformer is in a safe condition with a percentage of power and a small current but the voltage is close to 100%.

Keywords: monitoring system, distribution transformer, microcontoller arduino mega, ubidot, internet of things

**MONITORING TRANSFORMATOR DISTRIBUSI BERBASIS
*INTERNET OF THINGS***

**Oleh:
KOMALA SARI**

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Proposal Skripsi : **MONITORING TRANSFORMATOR
DISTRIBUSI BERBASIS INTERNET OF
THINGS**

Nama Mahasiswa : **Komala Sari**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1415031072


Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik


MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Ir. Noer Soedjarwanto.,M.T
NIP : 19631114 199903 1 001


Osea Zebua, S.T.,M.T
NIP : 197006069 199903 1 002

2. Ketua Jurusan Teknik Elektro Unila


Dr. Herman Halomoan Sinaga, S.T., M.T.
NIP. 19711130 199903 1 003

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Ir. Noer Soedjarwanto.,M. T.



Sekretaris : Osea Zebua, S.T.,M.T



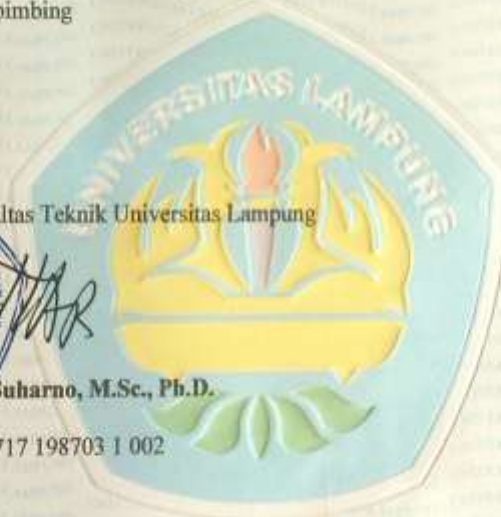
Penguji
bukan Pembimbing : Dr. Eng.Charles Ronald H



Dekan, Fakultas Teknik Universitas Lampung

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

NIP. 19620717 198703 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi

: 29 April 2019

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana yang disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

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

Bandar Lampung, 29 April 2019



Komala Sari
NPM. 1415031072

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bukit Gemuruh pada tanggal 13 Mei 1996, sebagai anak pertama dari dua bersaudara pasangan M. Umar Salim dan Sri Nurlela. Penulis menyelesaikan pendidikan di Sekolah Dasar Negeri 1 Bumi Dipasena Agung pada tahun 2008, Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Rawajitu Timur diselesaikan pada tahun 2011, dan Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 2 Bandar Lampung diselesaikan pada tahun 2014. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung pada tahun 2014 melalui jalur PMPAP. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi Asisten Praktikum Teknik Tegangan Tinggi, Asisten Dosen mata kuliah Sistem Isolasi, dan aktif di Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Lampung (Himatro Unila) sebagai Anggota Hubungan Masyarakat 2015 - 2016 dan Anggota Komunikasi dan Informasi 2016 - 2017. Pada tahun 2017 penulis melaksanakan kerja praktik di PT. PLN (Persero) Pembangkitan Sumbagsel Sektor Pengendalian dan Pembangkitan Bandar Lampung Pusat Listrik Way Besai bertempat di Jl. Lintas Bukit Kemuning – Liwa, Sumber Jaya, Lampung Barat untuk mempelajari dan mengaplikasikan ilmu di Teknik Tenaga Listrik khususnya di bidang Teknik Tegangan Tinggi.



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Karya ini Dipersembahkan untuk

Ayah dan Ibu Tercinta

M. Umar Salim dan Sri Nurlela

Saudara Terkasih

Rama Suherman dan Aqila Fitri Sari

Keluarga Besar, Dosen, Teman, dan Almamater







Motto

"Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.

Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap." (QS. Al-Insyirah,6-8)



"The world will never appreciate the good you do a million times, but the world will criticize the one wrong thing you do."

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah S.W.T yang telah memberikan rahmat dan berkat-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi dengan judul “Monitoring Transformator Distribusi Berbasis *Internet of Things*”. Ini adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, baik dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Drs. Suharno, M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Herman Halomoan S, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.
3. Bapak Ir. Noer Soedjarwanto, M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama atas kesediaan, arahan, saran, serta dorongan semangat dalam proses penyelesaian skripsi ini.

4. Bapak Osea Zebua, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing Kedua atas kesediaan, arahan, saran, serta dorongan semangat dalam proses penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Dr. Eng. Charles Ronald H, selaku Dosen Penguji yang telah berkenan memberikan masukan, kritik, dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak Dr. Eng Lukmanul Hakim, S.T.,M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Akademik atas bimbingannya selama penulis menempuh masa studi di Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.
7. Mbak Dian Rustiningsih (Ning) atas bantuannya dalam mengurus masalah administrasi selama penulis menjadi mahasiswa.
8. Bapak dan ibu dosen yang telah memberikan ilmu dan wawasan selama penulis menimba ilmu di Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.
9. Kedua Orang Tuaku M. Umar Salim dan Sri Nurlela serta adikku Rama Suherman dan Alm. Aqila Fitri Sari terima kasih untuk segalanya baik itu doa, dukungan dan juga kesabarannya selama ini.
10. Bibik Maryunis S.Pi dan Mamang Eko Hermawan S.T terima kasih untuk setiap doa dan dukungannya selama ini.
11. Febri Hardiyanto, terima kasih untuk kesabaran dan kesetiiaannya.
12. Dewi Rani, Jenni Legita dan Bunga Nurmala, terima kasih sudah menjadi rekan terbaik seperjuangan ku selama ini.
13. Kakak - kakak di Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi, terimakasih atas bantuan, semangat dan saran yang telah diberikan.
14. Sahabat, saudara, dan kawan seperjuangan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro angkatan 14 yang tidak bisa disebutkan namanya satu-persatu atas kebersamaan,

persaudaraan, motivasi, dukungan, serta kisah yang takkan terlupa sepanjang masa.

15. Sahabat KKN, Cindylia Utami, Meity Ona Arista, Anggun Rama Danti, M. Gandi Setiawan, Tuhid Turunan Syah, dan juga Syahri A.R
16. Seluruh Civitas Jurusan Teknik Elektro.

Setiap karya yang dibuat oleh manusia, tidak lepas dari kesalahan. Begitupun, dengan tugas akhir ini. Kami menyadari masih banyak kekurangan, dengan segala kerendahan hati kami memohon maaf.

Bandar Lampung, 29 April 2019

Penulis

Komala Sari

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRACT	i
ABSTRAK	ii
HALAMAN JUDUL	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
LEMBAR PENGESAHAN	v
PERNYATAAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
PERSEMBAHAN	viii
MOTTO	ix
SANWACANA	x
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	3
1.3. Manfaat Penelitian.....	3
1.4. Rumusan Penelitian	4
1.5. Batasan Masalah.....	4
1.6. Hipotesis	4
1.7. Sistematika Penulisan	5

II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Kajian Pustaka	7
2.2. Transformator	10
2.3. Besaran Listrik.....	12
2.3.1 Arus	12
2.3.2 Tegangan	13
2.4. Sistem Monitoring.....	13
2.5. Arduino Mega.....	14
2.6. Sensor	15
2.6.1 Sensor Tegangan ZMPT101B.....	16
2.6.2 Sensor Arus YDHC SCT019.....	17
2.7. Program	17
2.8. <i>Internet of Things</i>	18
2.9. Internet	20
2.10. <i>Ubidots</i>	20
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	21
3.1. Waktu dan Tempat	21
3.2. Alat dan Bahan	21
3.3. Metode Penelitian.....	22
3.3.1 Spesifikasi Sistem.....	22
3.3.2 Perancangan Perangkat Keras	24
3.3.3 Perancangan Perangkat Lunak	26
3.3.4 Pengujian dan Penerapan Sistem.....	26

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Perancangan Perangkat Keras	30
4.2 Perancangan Perangkat Lunak	33
4.3 Pengujian Monitoring Besaran Listrik Transformator	33
4.3.1 Pengujian Tegangan	35
4.3.2 Pengujian Arus.....	46
4.3.3 Pengujian Daya.....	55
4.3.4 Pengujian Sistem	63
4.4 Pembahasan	65
V. PENUTUP	74
5.1 Kesimpulan.....	74
5.2 Saran	75

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Blok Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 3.2 Perancangan perangkat keras monitoring transformator	25
Gambar 3.3 Diagram Alir Perancangan Perangkat Keras	27
Gambar 3.4 Blok Diagram Sistem	28
Gambar 3.5 Sistem Monitoring Transformator	28
Gambar 4.1 Rangkaian Pembagi Tegangan	30
Gambar 4.2 Perangkat Keras Pengujian Sistem Monitoring.....	31
Gambar 4.3 Pemasangan Sensor pada Panel Utama	64
Gambar 4.4 Data hasil pengujian sensor tegangan fasa R.....	68
Gambar 4.5 Data hasil pengujian sensor tegangan fasa S	68
Gambar 4.6 Data hasil pengujian sensor tegangan fasa T	69
Gambar 4.7 Data hasil pengujian sensor arus fasa R	70
Gambar 4.8 Data hasil pengujian sensor arus fasa S.....	70
Gambar 4.9 Data hasil pengujian sensor arus fasa T.....	71
Gambar 4.10 Data hasil pengujian daya fasa R.....	72
Gambar 4.11 Data hasil pengujian daya fasa S	72
Gambar 4.12 Data hasil pengujian daya fasa T	73

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Daftar Alat dan Bahan	21
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Tegangan	35
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Arus	46
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Daya.....	56

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi listrik pada dasarnya merupakan salah satu kebutuhan utama yang digunakan dalam berbagai kegiatan di lingkungan masyarakat. Perguruan tinggi juga menggunakan energi listrik dalam kegiatan belajar dan mengajar maupun dalam kegiatan perkantoran. Faktor yang dapat mempengaruhi kualitas dari energi listrik adalah tegangan, arus dan daya listrik. Kebutuhan pasokan energi listrik akan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi manusianya maupun tingkat perkembangan teknologinya. Hal ini yang menyebabkan energi listrik menjadi peranan penting dalam kehidupan. Namun, seiring bertambahnya tingkat kebutuhan energi listrik menyebabkan timbulnya masalah dalam keterbatasan sumber daya alam dalam pemenuhan energi listrik itu sendiri. Berbagai upaya dalam menangani permasalahan tersebut hingga akhirnya muncul gagasan dengan mengimplementasikan sistem monitoring sebagai salah satu cara yang efisien dalam pemantauan dan pemeliharaan transformator. Kerusakan transformator biasanya dipengaruhi beban berlebih yang dapat membahayakan transformator itu sendiri maupun isolasi transformator. Transformator yang panas dapat menimbulkan *short circuit* yang

dapat mengakibatkan transformator meledak, sehingga kerusakan transformator dapat memeperpendek usia pemakaian baik dari segi alat maupun minyaknya. Sistem monitoring besaran listrik sudah banyak dilimplementasikan dengan pemasangan alat ukur listrik pada panel transformator sebelum masuk ke beban. Cara ini dianggap kurang efisiensi, dimana untuk memonitoringnya harus dilakukan secara langsung ke lokasi pemasangan alat ukur. Hal ini yang menyebabkan perlu adanya suatu sistem monitoring yang dapat menyimpan data sekaligus menampilkannya dalam kondisi *online*, serta mampu memberikan informasi yang dapat dijadikan sebagai referensi analisa sistem tenaga listrik.

Berbagai penelitian telah berhasil dilakukan dalam memonitoring sistem energi listrik seperti Rancang Bangun Sistem Monitoring Sambungan Internet Universitas Lampung Berbasis *Mini Single Board Computer BCM2835* (M. Komarudin, Gigih Forda Nama, Hery Dian Septama, Lukmanul Hakim)[1]. Rancang Bangun Pengatur Suhu Ruangan Tanaman Jamur Tiram Menggunakan *Mikrocontroler ATmega16* (M. Arif, dan Dikpride Despa) yang membahas pemantauan tegangan, arus dan juga daya dengan menggunakan *Mikrocontroler ATmega16* sebagai sistem kontrolnya[2]. *Multi Area Smart Monitoring Of Electrical Quantities Based On Mini Single Board Computer BCM 2835* dan Monitoring Besaran Listrik dengan Teknologi IOT *Internet Of Things* (Najib Amaro, Dikpride Despa, Heri Gusmedi dan Meizano)[6]. Penelitian ini akan membahas tiga besaran listrik yakni tegangan, arus, dan daya. Sistem monitoring yang dibuat *online* guna mempermudah dalam pemantauannya dan

ditampilkan dalam bentuk grafik sehingga dapat lebih mudah dalam memahami kondisi transformator pada saat tersebut.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan daripada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Membangun sistem monitoring besaran listrik pada sebuah transformator distribusi milik Universitas Lampung dengan menggunakan sensor arus, sensor tegangan, Arduino dan *Ethernet Shield*.
2. Penelitian akan menghasilkan data pengujian dalam bentuk grafik yang dapat dipantau dari jarak jauh melalui sebuah IoT platform *Ubidots*.

1.3. Manfaat Penelitian

Tugas akhir ini dapat memberikan beberapa manfaat, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Menghasilkan sistem monitoring yang dapat memantau tegangan, arus dan daya listrik pada transformator distribusi.
2. Memperoleh sampel data dan menampilkan data hasil monitoring transformator distribusi dalam bentuk grafik yang dapat diakses melalui sebuah IoT platform *Ubidots*, sehingga lebih memudahkan dalam pemantauan dan pemeliharaan transformator dari jarak jauh.

1.4. Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana rancang bangun sistem yang dapat memonitoring tegangan, arus dan daya listrik pada transformator distribusi.
2. Bagaimana caranya menampilkan sampel data hasil monitoring transformator distribusi dalam bentuk grafik yang dapat dipantau dari jarak jauh.
3. Bagaimana caranya menampilkan data hasil monitoring transformator distribusi yang dapat diakses melalui IoT platform *Ubidots*.

1.5. Batasan Masalah

Penelitian ini membahas tentang rancang bangun sistem monitoring transformator distribusi berupa tegangan, arus dan daya listrik dengan menggunakan sensor tegangan ZMPT101B dan sensor arus YHDC SCT019. Sampel data hasil yang diperoleh ditampilkan dalam bentuk grafik dan dapat dipantau melalui jarak jauh dengan bantuan IoT platform *Ubidots*.

1.6. Hipotesis

Sistem monitoring transformator dapat dibangun dan diaplikasikan dalam memantau besaran nilai tegangan, arus dan daya pada panel transformator distribusi tenaga listrik milik Universitas Lampung. Data hasil monitoring yang diperoleh dapat memberi informasi mengenai kondisi tegangan, arus, maupun daya transformator tersebut dan

menampilkannya dalam bentuk grafik yang dapat dipantau melalui jarak jauh dengan bantuan IoT platform *Ubidots*.

1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa bab sebagai berikut :

I. PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang, tujuan, manfaat, rumusan masalah, batasan masalah, hipotesis, dan sistematika penulisan dalam penelitian ini.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Merupakan bab yang menguraikan kajian terhadap penelitian-penelitian terkait yang pernah dilakukan dan teori-teori yang berkaitan dengan penelitian ini, seperti teori mengenai transformator dan sistem *monitoring* berbasis *Internet Of Things*.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Merupakan bab yang menguraikan metode dan langkah - langkah yang dilakukan pada penelitian, meliputi waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, prosedur penelitian, perancangan perangkat sistem, serta pengujian perangkat dan sistem dalam penelitian.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjabarkan perancangan serta pengujian perangkat dan sistem yang dibangun serta membahas mengenai kondisi tegangan dan arus transformator pada Universitas Lampung berdasarkan hasil pengaplikasian perangkat.

V. SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan kesimpulan dari setiap hal yang teramati dalam penelitian yang dilakukan serta berisi beberapa saran.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Pustaka

Penelitian pada tahun 2013 dengan judul Rancang Bangun Sistem Monitoring Sambungan Internet Universitas Lampung Berbasis *Mini Single Board Computer* BCM2835 (M. Komarudin, Gigih Forda Nama, Hery Dian Septama, Lukmanul Hakim). Penelitian ini membangun sistem perangkat dalam memantau suhu dan pemutusan sambungan listrik[1]. Penelitian pada tahun 2014 dengan judul Rancang Bangun Oengatur Suhu Ruangan Tanaman Jamur Tiram Menggunakan Mikrokontroler ATmega16 (M. Arif, dan Dikpride Despa) yang membahas pemantauan tegangan, arus dan juga daya dengan menggunakan Mikrokontroler ATmega16 sebagai sistem kontrolnya[2]. Penelitian pada tahun yang sama terdapat penelitian dengan judul *Electricity, Temperature, And Network Utilization Monitoring At Lampung University Data Centre Using Low Cost Low Power Single Board Mini Computer* (Gigih Forda Nama, Hanang P, M. Komarudin dan Hery Dian Septama) juga membahas nilai konsumsi energi dengan menggunakan sensor arus dan memproses data dengan mikrokontroler yang belum memiliki sambungan listrik dan pada penelitian ini data hasil disimpan dalam *database* MySQL dalam bentuk

grafik[3]. Penelitian selanjutnya pada tahun 2015 dengan judul Monitoring Besaran Listrik Dari Jarak Jauh Menggunakan Jaringan Listrik 3 Fasa Berbasis *Single Board Computer* BCM2835 (Ady Kurniawan, Dikpride Despa, M. Komarudin). Penelitian ini membuat perangkat *prototype* yang dapat memantau jumlah besaran listrik, namun dalam proses pengukurannya sendiri diharuskan memotong dan memutus kawat pada panel yang digunakan sehingga beresiko tinggi yang dapat menimbulkan kerusakan baik pada perangkat maupun pada sistem instalasi yang terpasang pada panel itu sendiri.

Oleh karena itu penelitian ini dikembangkan lagi dengan menggunakan sensor sebagai media pengukuran sehingga tidak perlu lagi memotong dan memutus daya pada panel uji. Penelitian ini menggunakan sensor arus ACS yang mengharuskan memutus kawat fasa agar dapat membaca nilai besaran arusnya. Serta menggunakan *Transformator Step Down* sebagai sensor tegangan dan KWh sebagai sensor konsumsi energinya. *Analog Digital Converter* atau dapat disingkat ADC juga digunakan pada penelitian ini guna mengubah nilai analog menjadi nilai digital hingga dapat terbaca oleh komunikasi serialnya. Penelitian ini melakukan pemantauan besaran listrik dengan mengirmkan data data hasil pengukuran ke sebuah *server* yang nantinya dapat ditampilkan pada sebuah *website*.

Penggunaan *Single Board Computer* BCM2835 menjadi salah satu kelemahan dari segi ekonomi yang harganya relatif mahal dan PIN yang tidak begitu banyak mengharuskan adanya mikrokontroler lain. Kelemahan lainnya ada pada fasilitas ADC, diperlukan ADC eksternal agar data hasil sensor dapat diterima oleh BCM2835

namun sebaliknya sudah memiliki fasilitas *Ethernet Shield* sebagai komunikasi datanya[4]. Penelitian pada tahun 2016 dengan judul *Multi Area Smart Monitoring Of Electrical Quantities Based On Mini Single Board Computer BCM 2835* berhasil meningkatkan cakupan area daripada sistem pemantau besaran listrik menjadi lebih luas dan mengatasi adanya permasalahan sensor dari penelitian sebelumnya dengan pemasangan serial yang bergantian menggunakan jenis transformator arus. Namun tetap ada kendala pada penelitian ini yang mana belum adanya fungsi *realtime* dengan tampilan yang baik dan menggunakan dua buah modul *Single Board Computer* dianggap belum efisien[5].

Penelitian selanjutnya pada tahun 2017 dengan judul *Monitoring Besaran Listrik dengan Teknologi IOT Internet Of Things* (Najib Amaro, Dikpride Despa, Heri Gusmedi dan Meizano) berhasil mengatasi permasalahan efisiensi penggunaan *processor* dengan mengganti penerapan *Single Board Computer BCM2835* menjadi modul *Ethernet* dengan penambahan desain halaman *website* sebagai fungsi *realtime displaynya*. Sistem monitoring pada penelitian ini mencakup beberapa besaran listrik namun pada penelitian ini juga mengalami kendala pada sensor tegangan yang membutuhkan adanya pembagi tegangan dalam meminimalisir adanya harmonisa gelombang keluarannya. Tampilan *website* sendiri memerlukan adanya tambahan sistem peringatan dalam mengingatkan operator maupun teknisi yang bertugas[6].

2.2 Transformator

Transformator merupakan salah satu peralatan pada tenaga listrik. Transformator memiliki fungsi yang dapat mengubah tenaga listrik dari suatu tegangan tinggi menjadi tegangan rendah maupun mengubah tegangan rendah menjadi tegangan tinggi dengan frekuensi yang sama dan perbandingan transformator tertentu melalui suatu gandengan magnet. Transformator distribusi dimanfaatkan untuk dapat menurunkan tegangan listrik dari jaringan transmisi tegangan tinggi untuk dapat menjadi tegangan rendah yang digunakan pada jaringan distribusi. Transformator sendiri bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetis dengan perbandingan tegangan antara sisi primer maupun sekundernya yang berbanding lurus dengan perbandingan jumlah lilitan dan berbanding terbalik dengan perbandingan arusnya.

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s} \quad (2.1)$$

Simbol V_p merupakan simbol tegangan primer sedangkan V_s merupakan simbol tegangan sekunder dalam satuan Volt. Simbol I_p merupakan simbol arus primer sedangkan I_s merupakan simbol arus sekunder dalam satuan Ampere dan untuk N_p/N_s merupakan simbol dari banyaknya lilitan kumparan pada sisi primer maupun sekundernya. Faktor daya transformator 3 fasa dapat dihitung dengan menggunakan :

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \theta \quad (2.2)$$

Transformator distribusi mempunyai spesifikasi tegangan primer dan tegangan sekunder sebesar 20/0,4 kV. Pada dasarnya transformator distribusi tiga fasa terdiri dari tiga buah transformator satu fasa dengan tiga buah kerangka besi yang

terpasang pada satu bagian. Tiga buah kerangka besi ini memiliki sepasang kumparan yang terhubung secara hubung bintang dan hubung delta. Hubung bintang merupakan hubungan antara transformator 3 fasa yang disatukan ujung lilitannya. Titik ujung lilitan yang telah disatukan itu yang disebut dengan titik netral. Hubung bintang merupakan hubung yang baik pada saat kondisi beban seimbang, karena pada saat beban transformator seimbang maka arus netral sama dengan 0. Sedangkan pada saat kondisi tidak seimbang akan menimbulkan rugi rugi pada transformator. Prinsip kerja dari transformator terdiri dari dua kumparan (primer dan sekunder). Kedua kumparan ini akan dipisahkan secara elektris dan terhubung secara magnetis dengan reluktansi yang rendah.

Kumparan primer akan dihubungkan secara langsung ke sumber tegangan bolak balik, sehingga timbul fluks dari dalam inti besi yang dilaminasi. Kumparan ini akan membentuk *loop* tertutup, sehingga arus primer dapat mengalir. Akibat adanya fluks didalam kumparan primer maka pada kumparan tersebut terjadi yang namanya induksi atau bisa disebut juga dengan *self induction*. Kumparan sekunder juga mengalami hal yang sama karena adanya pengaruh induksi dari kumparan primer yang dapat disebut juga dengan *mutual induction*, sehingga menyebabkan timbulnya fluks magnet disekitar kumparan sekunder. Arus sekunder akan mengalir apabila rangkaian sekunder diberi beban, sehingga energi listrik dapat tersalurkan secara magnetisasi[7,8].

2.3 Besaran listrik

Penelitian ini akan memonitoring beberapa besaran listrik dalam sistem tenaga listrik diantaranya ada tegangan dan arus.

2.3.1 Arus

Arus merupakan perpindahan muatan ataupun energi listrik melalui suatu bahan penghantar. Arus memiliki satuan ampere, sedangkan muatan memiliki satuan coulomb. Ampere merupakan jumlah muatan yang mengalir melalui suatu penampang dengan menggunakan bahan penghantar / satuan detik.

Secara sistematis dapat dituliskan dengan rumus sebagai berikut :

$$I = \frac{Q}{t} \text{ atau } Q = I \cdot t \quad (2.3)$$

Simbol Q merupakan simbol daripada muatan yang diukur dalam satuan coulomb (C), sedangkan I merupakan arus dalam satuan (A) dan t disini berarti waktu dalam satuan detik (s). Arus listrik juga dapat didefinisikan sebagai tingkat muatan yang melewati sebuah titik dalam suatu rangkaian listrik dengan rumus :

$$i = \frac{dQ}{dt} \quad (2.4)$$

Simbol I melambangkan tentang arus listrik yang bersifat konstan dapat disebut dengan arus searah, sedangkan simbol i digunakan untuk melambangkan arus listrik yang dapat berubah ubah terhadap waktu disebut dengan arus bolak balik[9,10].

2.3.2 Tegangan

Tegangan merupakan energi yang digunakan untuk dapat memindahkan suatu muatan listrik diantara dua titik. Simbol V merupakan lambing simbol tegangan listrik dalam satuan Volt dengan jumlah total energi yang digunakan dalam memindahkan 1 coloumb muatan listrik. Secara sistematis dapat dijelaskan dari rumus berikut ini :

$$v = \frac{dw}{dq} \quad (2.5)$$

Simbol V digunakan dalam menyatakan tegangan searah DC ,sedangkan simbol v digunakan dalam menyatakan tegangan bolak balik AC. Hubungan antara tegangan dan arus sebelumnya sudah dijelaskan pada salah satu penelitian laboratorium oleh George Simon Ohm (1787-1854). Hukum Ohm menjelaskan bahwa arus listrik pada suatu kawat penghantar akan berbanding lurus dengan tegangan dan akan berbanding terbalik terhadap hambatan penghantar itu sendiri. Secara sistematis dapat dijelaskan berdasarkan rumus berikut :

$$I = \frac{V}{R} \text{ atau } V = I.R \quad (2.6)$$

Dimana R merupakan simbol hambatan dengan satuan Ohm (Ω)[10,11].

2.4 Sistem Monitoring

Sistem monitoring merupakan salah satu sistem pelaporan atau peninjauan ulang berupa tindakan atas informasi berupa proses yang sedang diimplementasikan

(Mercy, 2005). Monitoring akan memudahkan penggunaanya dalam mengawasi, menganalisa, maupun mengendalikan suatu sistem secara langsung. Sistem monitoring mampu menyediakan informasi yang dibutuhkan oleh pengguna dengan konsep yang SMART (*Specific, Measurable, Attainable, Relevant, and Time-bound*). Sistem monitoring merupakan sistem yang hingga saat ini berperan dalam mengelola sistem tenaga listrik. Perkembangan ini menjadi semakin meningkat dari pengembangan sistem pengaturan konvensionalnya. Setiap sistem seperti halnya gardu induk yang membutuhkan seorang operator dengan sistem pengaturan berbasis komputer dengan tujuan agar sistem dapat dipantau dan diawasi secara terpusat walaupun dari jarak yang jauh. Sistem monitoring yang terhubung persistem yang tidak memerlukan adanya operator lagi itu berarti fungsi operator dapat diambil alih sepenuhnya oleh sistem. Sistem monitoring berfungsi dalam *security system* yang dilakukan dalam mengontrol sistem operasi. Sistem monitoring akan memberikan informasi terbaru kepada operator sistem tenaga yang berkaitan dengan kondisi suatu sistem, pengoperasian yang lebih efektif serta adanya pengukuran kuantitas yang kritis dan mentransmisikan hasil daripada pengukuran ke dalam *control center*[12,13].

2.5 Arduino Mega

Arduino merupakan platform yang terdiri dari *software* dan juga *hardware*. *Software* yang dimaksud merupakan *software open source* yang dapat didownload secara gratis, sedangkan *hardware* yang dimaksud sama dengan mikrokontroler. Arduino Mega merupakan salah satu papan mikrokontroler berdasarkan Atmega 2560. Arduino

MEGA memiliki 54 pin digital keluaran / masukan yang mana 15 diantaranya dapat digunakan sebagai PWM, 16 masukan, dan osilator kristal 16 MHz. Arduino MEGA menggunakan kabel koneksi USB, sebuah *power jack*, ICSP *header*, serta tombol reset. Arduino MEGA dalam menghubungkannya pada sebuah perangkat komputer menggunakan kabel USB atau dapat pula dihubungkan dengan sebuah adaptor AC ke DC ataupun baterai. Fitur yang terdapat pada bagan Arduino MEGA terdapat *Pinout* yang ditambah pin SCL dan SDA berdekatan dengan pin AREF. Dua diantaranya berada dekat diantara pin RESET dan IOREF sehingga memungkinkan *shield* dapat menyesuaikan tegangan yang disediakan dari *board*. Spesifikasi Arduino MEGA yakni beroperasi pada tegangan 5 Volt, dengan masukan tegangan 7 Volt – 12 Volt dan arus DC tiap PIN baik masukan ataupun keluaran sebesar 40 mA sedangkan arus DC untuk PIN 3.3Volt adalah 50 mA. Besar penyimpanan dari Arduino ini adalah 256 KB untuk *bootloader* sedangkan untuk SRAM nya sendiri adalah 8 KB. Modul *Ethernet shield* merupakan perangkat tambahan yang digunakan sebagai perisai dalam menghubungkan Arduino MEGA ke jaringan internet dengan bantuan kabel *Local Area Network* (LAN) berkecepatan 10 / 100 Mbps dengan menggunakan *port SPI*[14].

2.6 Sensor

Sensor merupakan komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi besaran listrik berupa tegangan, resistansi, dan arus listrik. Adapun sensor yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

2.6.1 *Sensor Tegangan ZMPT101B*

Sensor tegangan AC ZMPT101B merupakan modul yang digunakan untuk mengukur tegangan bolak balik 1 phasa. Sensor ini dirancang dengan menggunakan transformator sehingga hanya dapat digunakan dalam membaca tegangan AC. Sensor ini terdiri dari trafo step down ZMPT101B yang digunakan dalam menurunkan tegangan dari sumber PLN untuk dapat menjadi tegangan yang dapat terbaca pada mikrokontroler. Sensor tegangan ini menggunakan komunikasi 1 jalur dalam pertukaran data antara sensor dengan arduino yang dihubungkan dengan PIN A1. Sedangkan PIN VCC dan GND pada sensor dihubungkan dengan PIN VCC dan GND pada arduino. Sensor tegangan ini berkisar antara 110 V- 250 V, sangat cocok dalam penggunaan Arduino maupun AVR. Sensor ini akan terhubung langsung dengan tegangan PLN yakni 220 V. Sensor ini berukuran 50x19 mm dengan nilai arus masukan maksimal 2 mA. Kisaran linier sensor sendiri adalah 0 – 1000 V dengan suhu operasi $-40^{\circ}\text{C} + 70^{\circ}\text{C}$. Pengecekan sensor tegangan ini membutuhkan multimeter digital, adaptor 5Vdc dan juga sumber tegangan AC. Hal yang perlu diamati yakni tegangan masukan dengan tegangan yang tampil pada multimeter. Setelah itu ditarik dari kesimpulan dalam menentukan rumus menggunakan Arduino. Sedangkan dalam mengakses sensor tegangan menggunakan Arduino membutuhkan modul Arduino, komputer, *software* IDE Arduino, sensor tegangan, resistor 220 ohm, lampu LED dan juga kabel

jumper. Sumber pengujian dapat langsung dari tegangan PLN 220 V atau dapat diuji dengan kode pemrograman[15].

2.6.2 Sensor Arus YHDC SCT019

Current transformer merupakan salah satu jenis transformator instrumensi yang dapat menghasilkan arus sekunder. Besaran nilai arus sekunder sesuai dengan ratio dari arus primernya. *Current transformer* pada umumnya terdiri dari sebuah inti besi yang terlilit oleh adanya konduktor. Keluaran dari sisi sekunder biasanya adalah 1A – 5A, hal ini ditunjukkan dari besarnya rasio yang dimiliki oleh *Current transformer* itu sendiri.

Penelitian ini menggunakan YHDC SCT019 sebagai pengganti sensor arus yang biasa digunakan pada motor ac, peralatan pencahayaan, dan pengukuran arus. Besarnya nilai arus masukan berkisar dari 5A sampai 200 A dan dengan tegangan keluaran mencapai 0,333 V pada akurasi 1 %. Intensitas hambatan listrik 3000 Volt AC dengan dimensi ukuran diameter 19 mm bekerja pada suhu -25°C sampai +70°C[16].

2.7 Program

Penelitian ini menggunakan beberapa program baik program yang digunakan untuk menyimpan data hasil monitoring transformator distribusi dalam bentuk grafik dan menampilkan data hasil yang dapat diakses melalui suatu perangkat *android*. Bahasa C merupakan bahasa pemrograman yang diciptakan untuk *oriented programming* yang mendukung pemrograman yang tidak dimiliki oleh bahasa C (berorientasi pada

objek). JSON (*JavaScript Object Notation*) merupakan format pertukaran data yang ringan, mudah dibaca dan mudah diterjemahkan. Format ini dibuat berdasarkan bagian dari bahasa pemrograman *JavaScript*, standar ECMA-262 edisi ke-3-Desember 1999. JSON merupakan format teks yang tidak bergantung pada bahasa pemrograman apapun karena menggunakan gaya bahasa yang umum digunakan oleh programmer keluarga C termasuk C, C++, C#, Java, JavaScript, Perl, Python dll. Oleh karena sifat-sifat tersebut, menjadikan JSON ideal sebagai bahasa pertukaran-data[17].

2.8 *Internet of Things*

Perkembangan internet sudah sangat membantu kehidupan masyarakat yang mana pengguna layanan internet dapat mengakses berbagai informasi baik berupa informasi gambar, berita, video, audio, maupun file. Adanya internet juga memberikan kemudahan dalam berinteraksi dan berkomunikasi jarak jauh antar penggunanya. Perkembangan internet sendiri sudah cukup pesat mengingat sudah banyak perangkat keras maupun perangkat lunak yang memicu adanya perkembangan teknologi dengan memanfaatkan jaringan internet. *Internet of Things* merupakan salah satu bentuk teknologi masa kini dari perkembangan jaringan internet. *Internet of Things* dapat digambarkan sebagai koneksi dari perangkat pintar, komputer pribadi, sensor, aktuator maupun perangkat lain yang terhubung melalui jaringan internet sehingga dapat menghasilkan informasi yang dapat diakses dan digunakan oleh masyarakat umum maupun sistem lainnya. *Internet of Things* juga dapat diartikan sebagai suatu

konsep dengan menempatkan objek fisik yang dapat terkoneksi dengan jaringan internet, serta mampu mengidentifikasi secara otomatis melalui perangkat lainnya. Teknologi ini sendiri diperkenalkan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999 melalui Auto-ID. Teknologi ini melakukan interaksi dari *embedded computing devices* melalui bantuan jaringan internet. Bentuk daripada perangkat ini sendiri berupa mikrokontroler seperti Arduino, Intel MCS-96, maupun Atmel 8051. *MikroControler* berbeda dengan mikroprosesor, dimana *mikrocontroler* mampu melakukan pembacaan memori internal seperti EEPROM. Peralatan yang menggunakan *embedded system* dapat dijumpai pada kehidupan sehari-hari seperti pencetak tiket otomatis, kontrol AC, mesin cuci maupun *microwave*. Selain itu bentuk nyata adanya penerapan teknologi *Internet of Things* dapat dilihat dari pengendalian suatu peralatan maupun sensor dari jarak jauh. Pengendalian dari jarak jauh dapat membantu dalam memonitoring suatu pergerakan maupun kondisi dari suatu objek dan tempat. Jaringan internet yang sudah menjangkau sampai ke pelosok negeri dengan penerapan daripada teknologi *Internet of Things* sudah meramba sampai bidang kehidupan manusia seperti pada bidang ekonomi, pertambangan, perkebunan maupun kesehatan[18,19]

2.9 Internet

Internet merupakan sekumpulan jaringan dari komputer yang dibentuk oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat pada tahun 1969 yang mana jaringan tersebut terhubung dengan menggunakan IP atau dapat disebut juga *Internet Protocol*

Suite dalam melayani pengguna di seluruh dunia. Internet merupakan sumber informasi data yang dapat digunakan setiap orang dalam mencari informasi baik informasi berupa data, grafik, gambar, audio maupun video.

2.11 *Ubidots*

Ubidots merupakan salah satu *platform Internet of Things* yang telah menyediakan layanan dalam mendukung beberapa perangkat seperti perangkat *android*, *Arduino*, *Raspberry Pi*, maupun *Particle*. Adapun jenis layanan lainnya yang terdapat pada *Ubidots* berupa layanan konektivitas hingga visualisasi data. Fitur yang terdapat pada *Ubidots* seperti SDK atau API yang dapat memudahkan proses integrasi perangkat dengan *platform*. Selain itu terdapat fitur yang mendukung protocol MQTT atau HTTP. Fitur lain berupa *Synthetic Variabel* yang dapat menerapkan berbagai formula matematika pada data dan adanya fitur penyimpanan data. Akun yang disediakan oleh *Ubidots* ada dua, yakni akun yang digunakan oleh industri dengan trial selama 30 hari dan akun yang digunakan pendidikan atau dapat disebut juga *Ubidots for Education*[20].

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei 2018 sampai dengan November 2018 di Laboratorium Terpadu Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung dan di Transformator Distribusi Pascasarjana Fisika Universitas Lampung.

3.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan terdiri dari berbagai instrumen, komponen, dan bahan-bahan lain. Alat dan bahan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.1. Daftar Alat dan Bahan

No.	Alat dan Bahan
1	Modul kontroler Arduino MEGA
2	Modul Arduino <i>Etherned Shield</i>
3	Sensor tegangan ZMPT101B
4	<i>Current transformer</i> YHDC SCT019
5	Personal Komputer atau Laptop
6	<i>Software</i> Arduino IDE
7	Kabel terminal
8	HUB / <i>Network switch</i>
9	<i>Router</i>
10	Kabel LAN
11	Kabel USB
12	Konektor RJ45
13	<i>Voltmeter</i>

No.	Alat dan Bahan
14	<i>Clamp Ampere Meter</i>
15	<i>Android</i>
16	Solder dan Timah

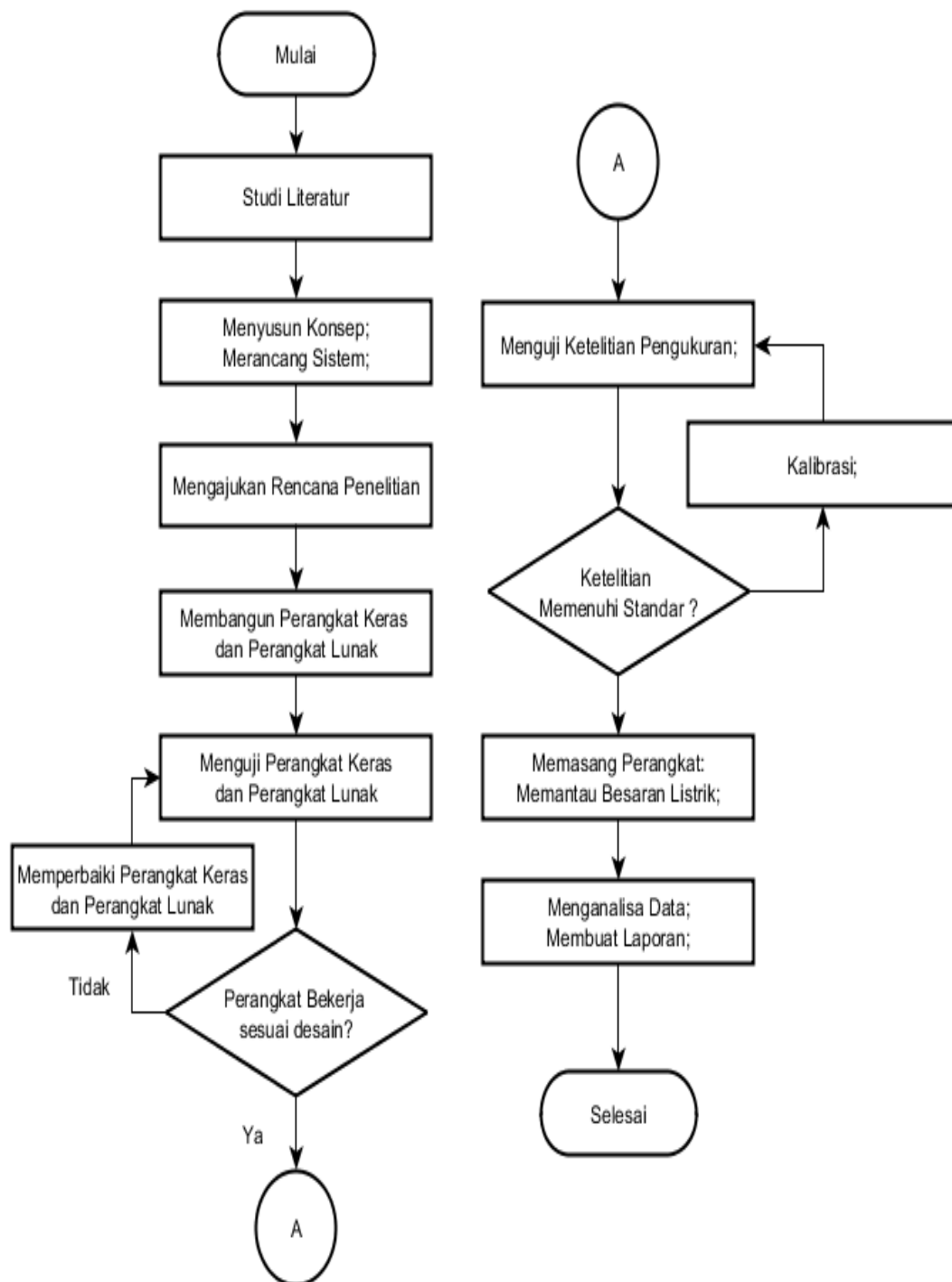
3.3 Metode Penelitian

Konsep metodologi penelitian ini dengan melakukan pendekatan solusi berbasis tujuan (Studi Literatur), identifikasi suatu masalah, fokus penelitian, perancangan dan pengembangan solusi, pengujian, pembahsan data hasil dan pengambilan kesimpulan[23]. Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1. tentang konsep *Design Science Research*.

3.3.1 Spesifikasi Sistem

Sistem yang akan dikembangkan memiliki spesifikasi sebagai berikut :

1. Tegangan maksimum yang mampu diukur adalah 250 V, nilai tersebut merupakan level tegangan pada jaringan distribusi sekunder sistem tenaga listrik.
2. Arus maksimum yang mampu diukur adalah 200 A.
3. Data hasil dapat ditampilkan dalam bentuk grafik yang dapat diakses dengan menggunakan aplikasi perangkat *android*.



Gambar 3.1 Blok diagram alir penelitian

3.3.2 Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tiga buah sensor tegangan ZMPT101B dan tiga buah *Current transformer* SCT 019, satu buah rangkaian pembagi tegangan, satu buah modul kontroler Arduino MEGA, satu buah modul *Ethernet Shield* dan satu buah perangkat komputer.

3.1.3.1. Arduino MEGA dan *Ethernet Shield*

Modul kontroler Arduino MEGA dan *Ethernet Shield* digunakan sebagai kontroler dari perangkat keras suatu pengukuran. Tegangan referensi dari Arduino MEGA berkisar antara 0-5 Volt dengan ADC 10 bit. Data yang terbaca pada modul Arduino MEGA dikirim melalui *Local Area Network* dan dapat langsung terhubung dengan bantuan dari modul *Ethernet Shield*.

3.1.3.2. Sensor Tegangan

Sensor tegangan yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor tegangan AC ZMPT101B yang merupakan modul yang digunakan untuk mengukur tegangan bolak balik 1 phasa. Sensor ini dirancang dengan menggunakan transformator sehingga hanya dapat digunakan dalam membaca tegangan AC.

3.1.3.3. Sensor Arus

Komponen ini berfungsi untuk membaca arus pada suatu beban sehingga sensor arus yang digunakan pada penelitian ini berupa YHDC SCT019.

Penelitian ini menggunakan YHDC SCT019 sebagai pengganti sensor arus yang biasa digunakan pada motor ac, peralatan pencahayaan, dan pengukuran arus. Besarnya nilai arus masukan berkisar dari 5A sampai 200 A dan dengan tegangan keluaran mencapai 0,333 V pada akurasi 1 %. Intensitas hambatan listrik 3000 Volt AC dengan dimensi ukuran diameter 19 mm bekerja pada suhu -25°C sampai $+70^{\circ}\text{C}$. Gambar 3.2 berikut ini merupakan bentuk gambar perancangan perangkat keras pada sistem monitoring transformator distribusi.



(a)



(b)

Gambar 3.2 Perancangan perangkat keras monitoring transformator

(a) sebelum terhubung *microcontroller* dan yang

(b) setelah rangkaian terhubung *microcontroller*

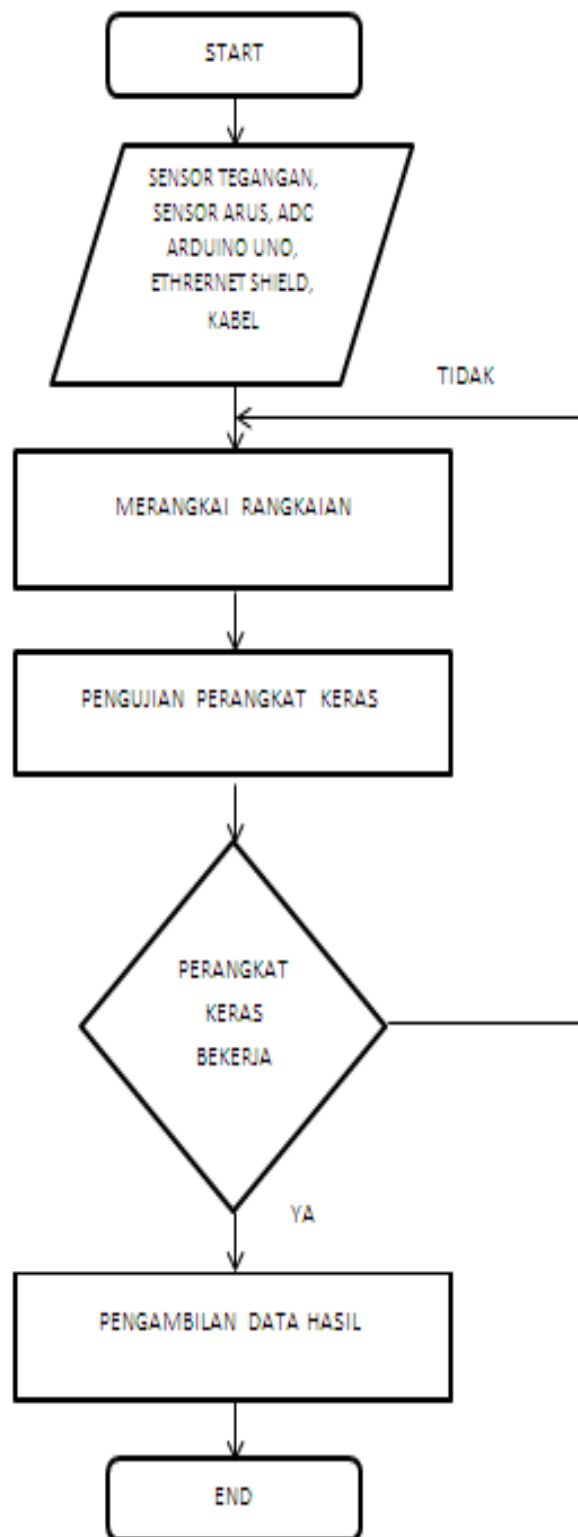
3.3.3 Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak dalam penelitian ini dibangun menggunakan beberapa bahasa pemrograman, diantaranya adalah bahasa pemrograman C dan Json. Bahasa pemrograman C merupakan bahasa pemrograman yang digunakan untuk membangun dan menanamkan program kedalam *controller*. Program ini akan mengolah data hasil sensor yang kemudian mengirimkan data tersebut ke perangkat *android* dengan menggunakan manajemen basis data Json sedangkan *Ubidots* sebagai *platform Internet of Things*.

3.3.4 Pengujian dan Penerapan Sistem

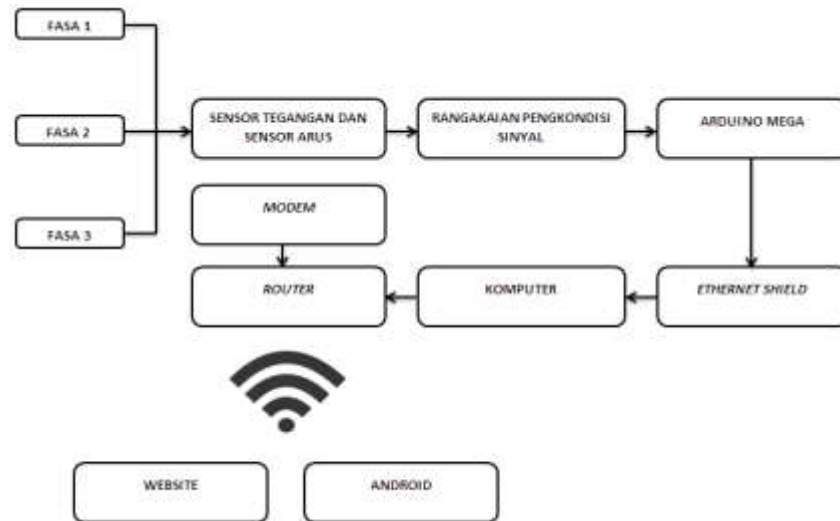
Penelitian ini akan menguji bagian daripada perangkat keras dan perangkat lunak. Hasil pengujian perangkat keras menentukan tingkat kelayakan dari perangkat sensor baik sensor tegangan maupun sensor arus yang digunakan. Sedangkan pengujian perangkat lunak berupa pengujian kinerja dari program pusat data sampai perangkat pengukuran. Alat monitoring transformator ini akan diterapkan pada salah satu transformator milik Universitas Lampung.

Gambar 3.3 merupakan diagram alir perancangan perangkat keras dari sistem monitoring penelitian ini. Program pada kontroler arduino MEGA akan mengatur pada saat megolah data hasil kedalam pengukuran sensor, kemudian data hasil tersebut akan dikirimkan ke *database server* dengan menggunakan program Arduino IDE.

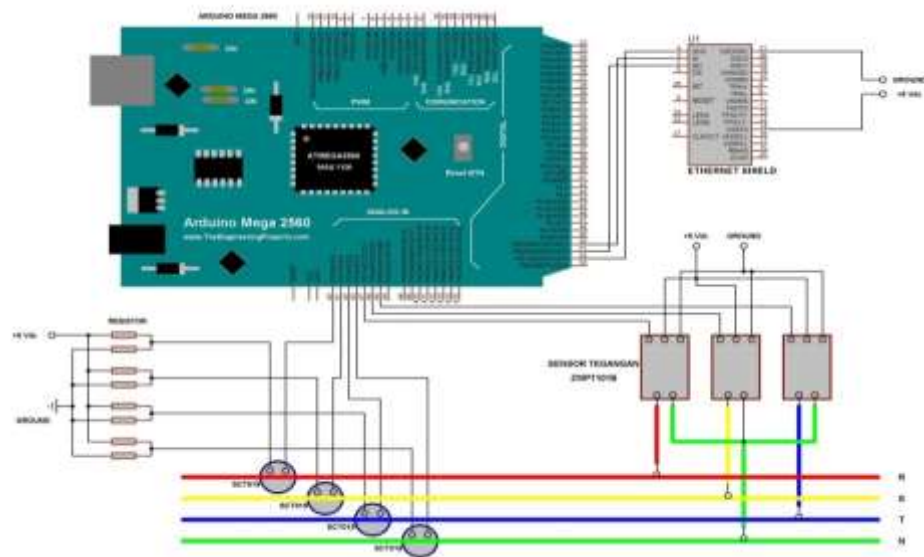


Gambar 3.3 Digram alir perancangan perangkat keras

Adapun blok diagram sistem dijelaskan pada gambar 3.4 berikut ini, yang mana keluaran dari sensor arus maupun sensor tegangan masuk ke rangkaian pembagi tegangan.



Gambar 3.4 Blok diagram sistem.



Gambar 3.5 Sistem monitoring transformator.

Rangkaian ini yang berfungsi mempersiapkan informasi sensor menuju ke dalam Arduino sesuai spesifikasi daripada Arduino itu sendiri yakni 0-5V sebagai proses ADC (*Analog Digital Converter*). Sedangkan untuk komunikasi data antara Arduino terhadap *website* maupun android dibutuhkan *Ethernet shield* dengan memanfaatkan RJ45 sebagai kabel hubung. Sistem monitoring akan terlihat seperti pada gambar 3.5 diatas.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh kesimpulan sebagai berikut ini :

1. Penelitian ini berhasil membuat dan merangkai alat monitoring dengan menggunakan sensor *zmpt101b* sebagai sensor tegangan dan *yhdcsc019* sebagai sensor arus, serta *Arduino mega 2560* sebagai *microcontrolernya* dan *Ethernet Shield* sebagai penghubung antara *arduino mega* dan jaringan internet dengan bantuan *router* dan kabel LAN.
2. Penelitian ini menghasilkan rata rata tegangan sebesar 221,76 Volt, rata rata arus yang mengalir sebesar 61.848 A dan rata rata daya yang terbaca selama 1 jam adalah sebesar 13582 watt. Arus akan berbanding terbalik terhadap tegangannya, dimana semakin besar tegangan yang diperoleh maka akan semakin kecil nilai arus yang mengalir pada masing masing fasa.
3. Penelitian ini menghasilkan persentase tegangan rata rata sebesar 95%, arus rata rata sebesar 21,45% dan daya rata rata sebesar 8,27% yang dihitung dengan spesifikasi transformator distribusi yang digunakan yakni 197kVA. Sehingga dengan pemebabanan yang terbaca selama 1 jam

transformator dalam kondisi aman dengan persentase daya dan arus yang kecil namun tegangan mendekati nilai 100%.

4. Penelitian ini menggunakan konsep *Internet of Things*, sehingga lebih mudah dalam pemeliharaan dan pemantauan transformator dari jarak jauh dengan menggunakan platform *Ubidots*.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh saran sebagai berikut ini:

1. Tingkat ketelitian hasil pengukuran dipengaruhi oleh sensor ZMPT101B dan sensor YDHCST019 yang digunakan dan proses pengiriman data dengan menggunakan Arduino Mega 2560, sehingga untuk lebih meningkatkan ketelitian dari perangkat pengukuran ini sebaiknya menggunakan sensor dan mikrokontroler yang lebih spesifik lagi.
2. Dalam melakukan pengujian hendaknya selalu memastikan jaringan internet yang baik, sehingga data yang terkirim dan tersimpan di *Ubidots* tidak akan terputus akibat hilangnya konektivitas.
3. Perlu dilakukan monitoring terhadap transformator distribusi lainnya untuk mengetahui lebih rinci kondisi sistem distribusi tenaga listrik pada Universitas Lampung.