

**SISTEM MONITORING
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) BERBASIS
*INTERNET OF THINGS***

(SKRIPSI)

**OLEH:
SEPTIAN BOBY PRATAMA
1515031078**



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menjadi sumber pembangkitan listrik yang memiliki potensi besar di Indonesia mengingat cahaya matahari bersinar sepanjang tahun selama 12 jam sehari. Sistem monitoring PLTS sangat diperlukan dalam proses pembangkitan listrik guna memantau kinerja dari panel surya yang merupakan komponen utama PLTS. Teknologi informasi dan komunikasi yang berkembang dengan pesat membuat proses monitoring menjadi lebih mudah dan efisien. Sistem monitoring PLTS dalam penelitian ini memanfaatkan teknologi *internet of things* yang dapat menampilkan data pemantauan secara *real time* pada sebuah laman *website*. Parameter yang dipantau dalam penelitian ini meliputi tegangan, arus, suhu, kelembaban dan *irradiance*. Panel surya dalam penelitian ini diberi beban berupa resistor dengan resistansi yang diubah-ubah dengan interval setiap 2 jam berurut sebesar 70 Ω , 20 Ω , 100 Ω dan 50 Ω . Tegangan yang dibaca sensor berkisar antara 7.5-17V dengan nilai tegangan tertinggi terjadi pada pukul 12.15 sebesar 17V dan nilai terendah terjadi pada pukul 10.20 sebesar 7.5V. Arus yang terbaca pada penelitian berkisar antara 0.1-0.78A dengan nilai tertinggi terjadi pada pukul 11.45 sebesar 0.78A dan nilai terendah terjadi pada pukul 08.30 sebesar 0.1A. Suhu yang terukur antara 30-35°C dengan kelembaban berkisar antara 22-60% sedangkan nilai *irradiance* berkisar antara 400-850Watt/m².

Kata Kunci: PLTS, Panel Surya, Monitoring, *Internet of Things*, Sensor

ABSTRACT

Solar Power Plants (SPP) are a source of electricity generation that has great potential in Indonesia considering that the sun shines throughout the year for 12 hours a day. The SPP monitoring system is necessary for the electricity generation process to monitor the performance of solar panels which are the main components of SPP. Information and communication technology that is developing rapidly makes the monitoring process easier and more efficient. The SPP monitoring system in this study utilizes internet of things technology that can display monitoring data in real-time on a website page. Parameters monitored in this study include voltage, current, temperature, humidity, and irradiance. The solar panels in this study were given a load in the form of a resistor with a resistance that was varied at intervals of every 2 hours in a sequence of 70 Ω , 20 Ω , 100 Ω , and 50 Ω . The voltage read by the sensor ranges from 7.5-17V with the highest voltage value occurring at 12.15 at 17V and the lowest value occurring at 10.20 at 7.5V. The current read in the study ranged from 0.1-0.78A with the highest value occurring at 11.45 at 0.78A and the lowest value occurring at 08.30 at 0.1A. The measured temperature is between 30-35 $^{\circ}$ C with humidity ranging from 22-60% while the irradiance value is between 400-850Watt/m 2 .

Keywords: Solar Power Plant, Solar Cell, Monitoring, Internet of Things, Sensor

**SISTEM MONITORING PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA
(PLTS) BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

Oleh

SEPTIAN BOBY PRATAMA

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar

SARJANA TEKNIK

Pada

Program Studi Teknik Elektro

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknik Universitas Lampung



FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG

2022

Judul Skripsi : **SISTEM MONITORING PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA BERBASIS INTERNET OF THINGS**

Nama Mahasiswa : Septian Boby Pratama

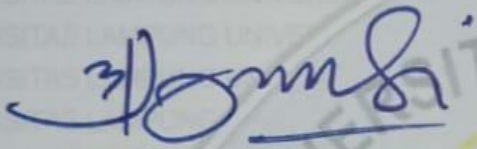
Nomor Pokok Mahasiswa : 1515031078

Program Studi : Teknik Elektro

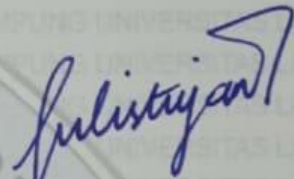
Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



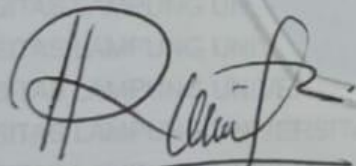
Prof. Dr. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T.
NIP. 197104151998031005



Dr. Ir. Sri Ratna S, M.T.
NIP. 196510211995122001

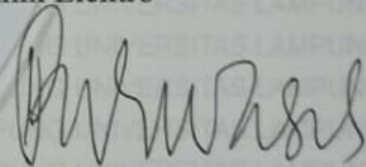
2. Mengetahui

Ketua Jurusan
Teknik Elektro



Herlinawati, S.T., M.T.
NIP. 197103141999032001

Ketua Program Studi
Teknik Elektro

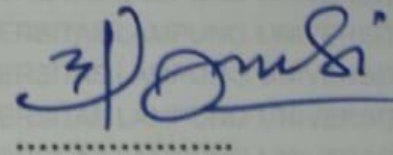


Dr. Eng. Nining Purwasih, S.T., M.T.
NIP.197404222000122001

MENGESAHKAN

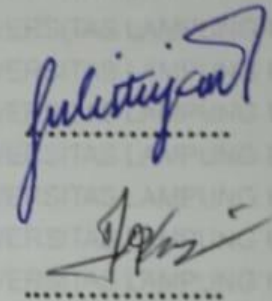
1. Tim Penguji

Ketua : **Prof. Dr. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T.**



.....

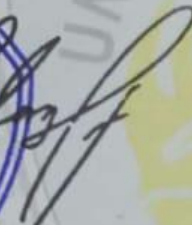
Sekretaris : **Dr. Ir. Sri Ratna S, M.T.**




.....

Penguji Utama : **Dr. Eng. Ir. Dikpride Despa., M.T., I.P.M., ASEAN Eng.**

2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. 

NIP. 197509282001121002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **9 Juni 2022**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "SISTEM MONITORING PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) BERBASIS *INTERNET OF THINGS*" merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila pernyataan saya tidak benar dan dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan salinan atau dibuat oleh orang lain maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 15 Juni 2022




Septian Bobby Pratama
NPM. 1515031078

RIWAYAT HIDUP



Penulis Lahir di Lampung Timur, pada tanggal 09 September 1997 sebagai anak Pertama dari empat bersaudara, keturunan bapak Alm. Sugiono dan Ibu Erna Wati. Pendidikan Sekolah Dasar diselesaikan di SDN Karyatani pada tahun 2009, Sekolah Menengah Pertama di SMPN 1 Pasir Sakti diselesaikan pada tahun 2012, Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Pasir Sakti diselesaikan pada tahun 2015. Pada tahun 2015, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN.

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam organisasi yaitu Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (HIMATRO) sebagai Anggota Departemen Pendidikan dan Pengembangan Diri tahun 2016 hingga tahun 2017. Penulis melakukan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PT. Pertamina Geothermal Energy area Ulubelu, Tanggamus, Lampung dan membahas mengenai “Koordinasi Relay Proteksi Pada Unit 4 *Auxiliary Transformer* PT. Pertamina Geothermal Energy Area Ulubelu”.

PERSEMBAHAN

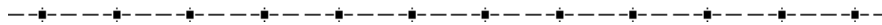


Dengan Ridho Allah SWT
teriring shalawat kepada Nabi Muhammad SAW
Karya Tulis ini kupersembahkan untuk:

Ayah dan Ibuku Tercinta
Sugiono & Erna Wati

Adik-adikku Tercinta
*Rama Dhita Pratama, Feby Ananda Putri & Reyhan
Dolosemba*

Terimakasih untuk semua dukungan dan doa selama ini
Sehingga saya dapat menyelesaikan hasil karya ini



MOTTO

“Tidak ada sesuatu yang mustahil untuk dikerjakan. Hanya tidak ada sesuatu yang mudah.” — Napolen Bonaparte

“Hidup yang tidak teruji adalah hidup yang tidak layak untuk dihidupi. Tanda manusia masih hidup adalah ketika ia mengalami ujian, kegagalan dan penderitaan.” — Socrates

“Sesungguhnya didalam kesulitan selalu terdapat kemudahan” — Al-Insyirah:5

فَبَايَ الْآءِ رَبِّكُمْ تُكذِّبِينَ — Ar-Rahman:13

“Kenang masa lalu, jalani masa kini, dan tatap masa depan.” — Septian Bobby

Pratama

SANWACANA

Bismillaahirrohmaanirroohim

Segala puji bagi Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya telah memberikan kesehatan dan kemampuan berpikir kepada penulis dalam penyelesaian penulisan Skripsi ini sehingga laporan ini dapat selesai tepat pada waktunya. Sholawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW karena dengan perantara beliau kita semua dibawa dari zaman jahiliyah ke zaman terang benderang.

Skripsi ini berjudul “MONITORING SISTEM KELISTRIKAN DAN TINGKAT KENYAMANAN PADA GEDUNG BERBASIS WEBPAGE” yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Selama menjalani pengerjaan Skripsi ini, penulis mendapatkan bantuan pemikiran maupun dorongan moril dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan kali ini, Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Karomani, M.Si. selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Helmy Fitriawan, S.T.,M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.

3. Ibu Herlinawati, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.
4. Dr. Eng. Nining Purwasih, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung sekaligus Dosen Pembimbing Akademik atas kesediannya memberikan saran, dukungan dan semangat.
5. Bapak Prof. Dr. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, terima kasih atas kesediaan waktunya untuk membimbing dan memberikan ilmu dari awal perkuliahan hingga selesai mengerjakan skripsi.
6. Ibu Dr. Ir. Sri Ratna S, M.T. selaku Pembimbing Pendamping, terima kasih atas kesediaan waktunya untuk membimbing dan memberikan ilmu.
7. Ibu Dr. Eng. Ir. Dikpride Despa., M.T., I.PM., ASEAN Eng. selaku Penguji utama atas masukannya sehingga skripsi ini dapat lebih baik.
8. Ibu Yetti Yuniati, S.T., M.T. selaku Kepala Laboratorium Pengukuran Besaran Listrik, Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung atas kesediaan waktunya untuk memberikan ilmu.
9. Seluruh Dosen Teknik Elektro Universitas Lampung, Terima kasih atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan selama menuntut ilmu di Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.
10. Ibunda Erna Wati yang selalu rela berkorban untuk anaknya, perjuangan dan semangat mu akan kulanjutkan.
11. Adik-adikku Rama Ditha Pratama, Feby Ananda Putri dan Reyhan Dolosemba yang selalu ada disaat resah gelisah, serta obat dari segala luka sehingga aku dapat menyelesaikan Pendidikan S1 ini.

12. Keluargaku EIE 2015 yang telah kebersamai dari awal perkuliahan sampai sekarang dan memberikan banyak bantuan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, terima kasih banyak untuk semuanya.
13. Teman-teman dekatku Rizki Azhari, Muhammad Bayu Saputra, Prayodha Trisistian Meiradhika, Egy Restu Sangaji, Dian Andrianto, Muhammad Ismatullah, Tuah Wisnu Parhitean, Dede Supriatna, Desi Prima Setianata, Tiya Muthia dan Ageng Wicaksono yang lebih banyak melalui hari-hari bersama dan banyak memberikan bantuan serta motivasi dan dukungan kepada penulis.
14. Teman-teman kontrakan Rendhythya Boy Vraja, Tedy Febri Rizki, Ridho Rizky Novri dan Faizal Arrosyid yang telah menemani selama penulis berkuliah di Universitas Lampung.
15. Aby, Asoy, Farhan, Rahmat, Syahrul, Alif, Ramadhan, Mardi, dan teman-teman Lab Konversi lainnya yang telah memberikan banyak bantuan selama penulis melakukan pengerjaan skripsi di Laboratorium Konversi.
16. Teman-teman Anak Emak Paling Bungsu yang telah menemani dan memberikan dukungan dalam pengerjaan skripsi ini.
17. Muhammad Bayu Saputra dan Tiya Muthia yang telah mendedikasikan waktunya untuk membantu penulis dan membagikan ilmunya dalam hal pengerjaan skripsi sehingga skripsi ini dapat selesai.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Skripsi ini.

Bandar Lampung, Juni 2022

Penulis,

Septian Bobby Pratama

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
HALAMAN JUDUL	iv
LEMBAR PERSETUJUAN	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
LEMBAR PERNYATAAN	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
PERSEMBAHAN.....	ix
SANWACANA	x
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xv xviii
DAFTAR GAMBAR.....	xix
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	2
1.4 Rumusan Masalah	2
1.5 Batasan Masalah.....	2
1.6 Hipotesis	2
1.7 Sisematika Penulisan.....	3

II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	4
2.2 Panel Surya	5
2.3 <i>Internet of Things</i>	7
2.4 Mikrokontroler	8
2.4.1 Arduino Uno	8
2.4.2 <i>Ethernet Shield</i>.....	10
2.4.3 <i>NodeMCU ESP8266</i>	11
2.5 Sensor Arus ACS712	14
2.6 Sensor Tegangan.....	16
2.7 Sensor Suhu dan Kelembaban DHT11.....	18
2.8 Sensor Intensitas Cahaya BH1750	19
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	19
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	19
3.2 Alat dan Bahan	19
3.3 Metode Penelitian	20
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1 Pembuatan Sistem Monitoring pada Arduino	24
4.1.1 Monitoring pada Panel Surya.....	24
4.1.2 Monitoring Arus dan Tegangan	26
4.2 Kalibrasi Sensor.....	27
4.2.1 Sensor DHT11	28
4.2.2 Sensor BH1750	31
4.2.3 Sensor Tegangan	32
4.2.4 Sensor Arus ACS712	36
4.3 Perancangan Website.....	39
4.4 Pengujian.....	42
4.4.1 Hasil Monitoring Tegangan	48

4.4.2 Hasil Monitoring Arus.....	49
4.4.3 Hasil Monitoring Suhu	50
4.4.4 Hasil Monitoring Kelembaban	51
4.4.5 Hasil Monitoring Irradiance.....	52
V. KESIMPULAN	54
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran Arduino Uno	55
DAFTAR PUSTAKA	56

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Spesifikasi Arduino Uno.....	8
Tabel 2.2. Spesifikasi NodeMCU ESP8266.	11
Tabel 2.3. Terminal List Sensor Arus ACS712.	14
Tabel 2.4. Karakteristik DHT11.....	18
Tabel 4.1. Kalibrasi Sensor Suhu DHT11 dengan <i>Environment Meter</i>	29
Tabel 4.2. Kalibrasi Sensor Kelembaban DHT11 dengan <i>Environment Meter</i> ...	30
Tabel 4.3. Data <i>Irradiance</i> Kalibrasi Sensor BH1750.....	31
Tabel 4.4. Kalibrasi Sensor Tegangan.	35
Tabel 4.5. Kalibrasi Sensor Arus ACS712.....	38

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Proses Pembangkitan PLTS	5
Gambar 2.2. Arduino Uno.....	7
Gambar 2.3. <i>Ethernet Shield</i>	9
Gambar 2.4. NodeMCU ESP8266	11
Gambar 2.5. Skematik Posisi Pin NodeMCU ESP8266	11
Gambar 2.6. Sensor Arus ACS712	13
Gambar 2.7. <i>Pin Out</i> ACS712.....	13
Gambar 2.8. Blok Diagram ACS712	14
Gambar 2.9. Sensor Tegangan	15
Gambar 2.10. Sensor DHT11	17
Gambar 2.11. Sensor BH1750	18
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	21
Gambar 3.2. Diagram Blok Perancangan Alat.....	22
Gambar 4.1. Rangkaian NodeMCU ESP8266	24
Gambar 4.2. Nilai Sensor DHT11 dan BH1750 pada Serial Monitor	25
Gambar 4.3. Rangkaian Arduino Uno	26
Gambar 4.4. Nilai Arus dan Tegangan Pada Serial Monitor.....	26
Gambar 4.5. Rangkaian Kalibrasi Sensor DHT11.....	28
Gambar 4.6. Nilai Suhu dan Kelembaban Pada Sensor DHT11	28
Gambar 4.7. <i>Power supply</i> yang digunakan untuk kalibrasi sensor tegangan.....	33
Gambar 4.8. Multimeter sebagai pembanding nilai tegangan yang terbaca oleh sensor tegangan.....	34
Gambar 4.9. Tabel <i>database</i> sistem monitoring tegangan dan arus	39
Gambar 4.10. Tabel <i>database</i> sistem monitoring suhu, kelembaban dan <i>irradiance</i>	39

Gambar 4.11. Tampilan <i>Website</i> sistem monitoring tegangan	40
Gambar 4.12. Tampilan <i>Website</i> sistem monitoring arus	41
Gambar 4.13. Tampilan <i>Website</i> sistem monitoring suhu, kelembaban, dan <i>irradiance</i>	41
Gambar 4.14. Panel surya yang digunakan pada pengambilan data	42
Gambar 4.15. <i>Nameplate</i> panel surya yang digunakan pada penelitian	43
Gambar 4.16. Beban resistor yang diberikan ke panel surya pada pukul 07.00 ...	45
Gambar 4.17. Beban resistor yang diberikan ke panel surya pada pukul 09.30 ...	45
Gambar 4.18. Beban resistor yang diberikan ke panel surya pada pukul 12.00 ...	46
Gambar 4.19. Grafik tegangan pada panel surya	46
Gambar 4.20. Grafik arus pada panel surya	48
Gambar 4.21. Grafik suhu dan kelembaban pada panel surya.....	49
Gambar 4.21. Grafik <i>irradiance</i> pada panel surya.....	50

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagian besar sumber daya alam yang dimanfaatkan untuk proses pembangkitan listrik berasal dari fosil yaitu batubara yang semakin lama persediaannya akan semakin menipis. Oleh karena itu diperlukan energi alternatif sebagai pendukung keberlangsungan energi listrik ke depan. Energi alternatif yang sudah banyak dimanfaatkan sebagai sumber pembangkit listrik yaitu diantaranya Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Pembangkit Listrik Tenaga Bayu/Angin (PLTB), dan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi. Indonesia merupakan negara yang sepanjang tahun mendapat sinar matahari selama kurang lebih 12 jam sehari, oleh karena itu perlu dilakukannya pengembangan PLTS sebagai pembangkit listrik skala besar.

Seiring perkembangan teknologi khususnya pada bidang informasi dan komunikasi, muncullah teknologi baru yang bernama *Internet of Things* (IoT). IoT sendiri merupakan teknologi yang menggunakan konektivitas internet secara terus menerus yang memiliki kemampuan mentransfer data dan kontrol sistem melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer. Sehingga pada tahap pengembangan PLTS peran IoT akan sangat membantu dalam proses monitoring dan kontrol sistem PLTS.

Pada penelitian ini akan dilakukan rancang bangun sistem monitoring arus, tegangan, temperatur dan *irradiance* pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) berbasis *Internet of Things* menggunakan modul Arduino Uno dan *Ethernet Shield*. Dengan menggunakan sistem monitoring berbasis IoT ini diharapkan dapat mempermudah pemantauan arus dan tegangan pada sistem pembangkit, serta

temperatur dan intensitas cahaya pada panel surya secara *real time* pada halaman *Website* yang ditampilkan pada layar monitor.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Membuat sistem monitoring PLTS secara *real time* yang berbasis IoT.
2. Menganalisa unjuk kerja sistem pemantauan pada PLTS secara *real time* berbasis IoT.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat membuat sistem monitoring arus, tegangan, suhu dan intensitas cahaya secara *real time* pada PLTS dengan memanfaatkan internet.

1.4 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang dan membuat alat monitoring PLTS secara *real time* berbasis IoT menggunakan Arduino Uno dan *Ethernet Shield*?
2. Bagaimana unjuk kerja sistem monitoring PLTS dengan memanfaatkan koneksi internet secara *real time*?

1.5 Batasan Masalah

1. Penelitian ini hanya membahas tentang parameter-parameter yang dihasilkan pada proses pembangkitan PLTS.
2. Penelitian ini tidak mempengaruhi atau merubah hasil dari pembangkitan PLTS.

1.6 Hipotesis

Dengan menggunakan modul Arduino Uno dan *Ethernet Shield* akan dapat direalisasikan sebuah sistem monitoring PLTS berbasis IoT yang baik, yang mampu

menampilkan arus, tegangan, suhu dan intensitas cahaya pada sebuah *Website* yang didesain sedemikian rupa kemudian ditampilkan pada layar monitor.

1.7 Sisematika Penulisan

Sistematika penulisan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan mengenai landasan teori secara garis besar yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan langkah-langkah yang akan dilakukan pada penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi mengenai hasil pengujian dan pembahasan terhadap hasil penelitian yang diperoleh.

BAB V KESIMPULAN

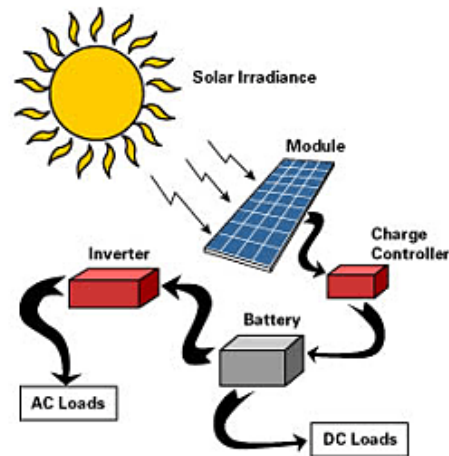
Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian serta saran-saran untuk penelitian selanjutnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan salah satu jenis sumber energi terbarukan yang saat ini sudah banyak dikembangkan di Indonesia. Hal ini karena Indonesia merupakan negara yang berada digaris khatulistiwa sehingga memperoleh sinar matahari sepanjang tahunnya selama kurang lebih 12 jam sehari. Selain itu ketersediaan cahaya matahari sebagai sumber energi pada PLTS adalah salah satu sumber energi terbarukan yang jauh lebih murah, ramah lingkungan dan pastinya lebih hemat. Meskipun belum dalam kapasitas yang besar, energi listrik yang diperoleh dari sistem PLTS sudah dapat untuk mencukupi kebutuhan daya yang diperlukan pada beban-beban kecil seperti lampu *emergency*, lampu jalan dan masih banyak lagi [1].

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada dasarnya merupakan pecatu daya yang dirancang agar dapat mensuplai listrik skala kecil, menengah, hingga skala besar. PLTS bekerja pada siang hari, proses konversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik dikenal dengan istilah *photovoltaic*. Komponen utama pada pembangkitan energi listrik pada sistem PLTS adalah panel surya (*solar cell*), *charge controller*, batere dan inverter. Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya berupa tegangan dc disimpan dalam batere yang sebelumnya disalurkan terlebih dahulu menuju *charge controller*, selanjutnya diubah ke tegangan ac menggunakan inverter daya agar dapat digunakan untuk mensuplai beban-beban yang menggunakan sumber tegangan ac.



Gambar 2.1 Proses pembangkitan PLTS [2]

Keunggulan PLTS sebagai sumber energi alternatif merupakan salah satu jawaban untuk membantu pemerintah dalam memasokan listrik untuk masyarakat setempat. Maka dari itulah masyarakat dapat beralih menggunakan sumber energi terbarukan yang berasal dari sumber cahaya sebagai penerangan serta pemakaian listrik untuk kebutuhan sehari-hari, karena tidak dapat dipungkiri sumber energi yang sebelumnya berasal dari sisa-sisa fosil akan ada habisnya secara keseluruhan.

2.2 Panel Surya

Panel surya atau sel surya (*solar cell*) merupakan suatu modul peralatan yang dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik dengan arus DC. Arus DC yang dihasilkan kemudian diubah menjadi arus AC dengan menggunakan inverter serta mampu mengontrol otomatis untuk mengatur sistem. Arus AC lalu dibagikan pada panel distribusi indoor yang bertujuan mengalirkan listrik sesuai kebutuhan pada peralatan listrik. Untuk itu kita mampu melihat besar biaya pada pemakaian energi di alat ukur *Watt Hour Meter* [2].

Secara garis besar sel surya dibagi menjadi 3 golongan berdasarkan teknologi pembuatannya, diantaranya seperti dibawah ini:

1. Monokristal (*Mono-crystalline*)

Sel surya tipe monokristal ini jenis panel pada kategori paling efisien dengan pembuatan menggunakan teknologi terkini serta dapat menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Tipe monokristal dirancang untuk penggunaan yang memerlukan konsumsi listrik besar pada tempat yang memiliki iklim tidak terduga dan kondisi alam yang sangat ekstrim. Efisiensi yang dimiliki pada tipe ini sebesar 15% dengan Kelemahan tipe panel ini yaitu tidak berfungsinya panel pada keadaan tempat yang kurang terjangkau oleh matahari sebab akan menurunkan efisiensi secara cepat pada kondisi berawan, berikut adalah contoh dari tipe panel yang diungkapkan dapat dilihat pada Gambar 2.2 :



Gambar 2.2 Panel surya jenis monokristal

2. Polikristal (*Poly-Crystalline*)

Polikristal merupakan panel surya dengan susunan Kristal secara acak dengan pembuatannya melalui proses pengecoran, pada tipe panel ini memerlukan tempat yang luas untuk penggunaannya untuk menghasilkan daya listrik yang sama. Panel surya tipe tersebut mempunyai tingkat efisiensi lebih rendah dibandingkan dengan tipe monokristal, sehingga harga penjualannya lebih murah dari tipe monokristal. Gambar contoh panel jenis ini seperti terlihat pada Gambar 2.3:



Gambar 2.3 Panel surya jenis polikristal

3. *Thin Film Photovoltaic*

Merupakan Panel Surya (dua lapisan) dengan struktur lapisan tipis mikrokristalsilicon dan amorphous dengan efisiensi modul hingga 8.5% sehingga untuk luas permukaan yang diperlukan per watt daya yang dihasilkan lebih besar daripada monokristal & polykristal. Inovasi terbaru adalah *Thin Film Triple Junction Photovoltaic* (dengan tiga lapisan) dapat berfungsi sangat efisien dalam udara yang sangat berawan dan dapat menghasilkan daya listrik sampai 45% lebih tinggi dari panel jenis lain dengan daya yang ditera setara [2].

2.3 *Internet of Things*

Internet of Things (IoT) merupakan konsep dimana objek dengan objek lainnya dapat berkomunikasi atau setiap embedded dengan sensor terhubung melalui jaringan internet. Sistem operasi pada *Internet of Things (IoT)* dirancang untuk menjalankan objek yang berskala komponen kecil, dengan cara yang sangat efisien. Pada konteks kemampuan autonomic dengan skala besar dalam sistem *Internet of Things (IoT)* kompleks ini *self-management* dan *self-optimization*, dalam aspek

tertentu tiap komponen sangat dibutuhkan. keamanan data dan privasi mempunyai peran penting karena sistem *Internet of Things (IoT)* berkaitan dengan informasi personal dimana privasi dan keamanan sangat krusial. Aspek *Internet of Things (IoT)* dapat mencakup yaitu keamanan, privasi, jasa, arsitektur perangkat lunak, dampak pada sosial, model bisnis, arsitektur sistem, dan manajemen [3].

2.4 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai *input* dan *output* serta kontrol yang dapat dibuat dan dihapus dengan cara khusus. Mikrokontroler banyak digunakan dalam produk maupun peralatan yang dikendalikan secara otomatis, seperti pada kontrol mesin, *remote control*, peralatan industri dan lain sebagainya. Dengan mengurangi ukuran, biaya dan konsumsi tenaga dibandingkan desain menggunakan mikroprosesor memori dan alat *input output* yang terpisah, penggunaan mikrokontroler membuat kontrol elektrik untuk berbagai proses menjadi lebih mudah.

2.4.1 Arduino Uno

Arduino Uno adalah sebuah mikrokontroler yang di dalamnya terdapat mikrokontroler ATmega 328P. Arduino Uno memiliki jumlah pin yang terdiri atas 14 pin *digital* dan 6 pin *input analog*, Selain itu Arduino Uno memiliki osilator kristal 16 MHz, kabel USB dan *power jack*. Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Arduino Uno [4]

Secara umum spesifikasi dari Arduino Uno dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Uno [4].

Spesifikasi	Nominal
Tegangan pengoperasian	5V
Tegangan <i>input</i> yang disarankan	7-12V
Batas tegangan <i>input</i>	6-20V
Jumlah pin I/O digital	14
Jumlah pin <i>input</i> analog	6
Arus DC tiap pin I/O	20 mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50 mA
<i>Clock Speed</i>	16 MHz
<i>Flash Memory</i>	32 KB
SRAM	2 KB

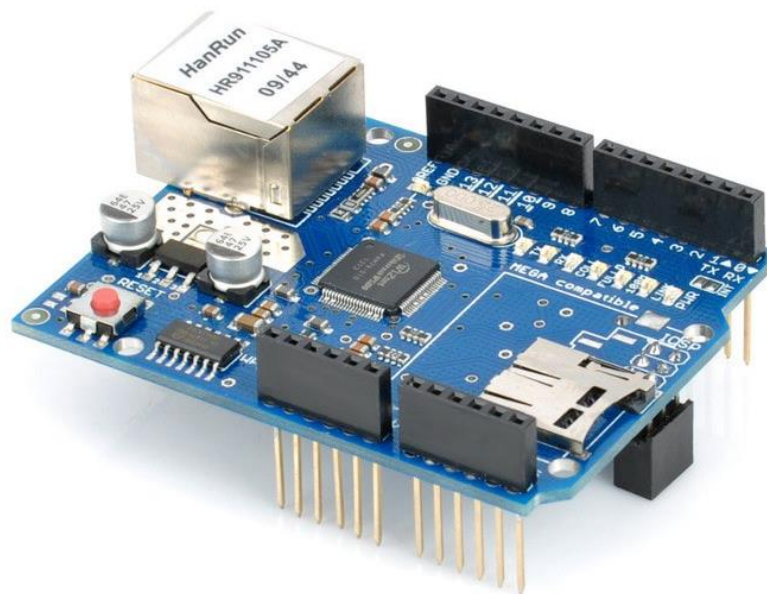
Arduino Uno dapat disuplai melalui koneksi USB atau dengan catu daya dari *power supply* DC. Arduino Uno memiliki pin-pin daya, yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Pin VIN merupakan tegangan *input* ke *board* Arduino Uno ketika *board* sedang menggunakan sumber suplai eksternal.

- b. Pin 5V merupakan pin *output* tegangan 5 Volt yang diatur dari regulator pada *board*.
- c. Pin 3,3 V merupakan pin *output* suplai 3,3 Volt dihasilkan oleh regulator pada *board*. Arus maksimum yang dapat dilalui adalah 50 mA.
- d. Pin GND merupakan Pin *ground*.
- e. Pin IOREF merupakan pin yang menyediakan tegangan referensi sesuai dengan yang mikrokontroler operasikan [4].

2.4.2 *Ethernet Shield*

Ethernet Shield merupakan mikrokontroler yang berfungsi menjadikan perangkat Arduino Uno terhubung dengan internet. Modul *Ethernet Shield* dapat dilihat pada Gambar 2.5:



Gambar 2.5 *Ethernet Shield* [5]

Ethernet Shield merupakan modul mikrokontroler yang berbasis *chip ethernet Wiznet W5100*. *Ethernet library* digunakan dalam menulis program agar arduino *board* dapat terhubung ke jaringan dengan menggunakan *Ethernet Shield*. Pada *Ethernet Shield* terdapat sebuah slot *micro-SD*, yang dapat digunakan untuk menyimpan file yang dapat diakses melalui jaringan. Onboard *micro-SD card*

reader diakses dengan menggunakan *SDlibrary*. *Arduino board* berkomunikasi dengan *W5100* dan *SD card* menggunakan bus *SPI (Serial Peripheral Interface)*. Komunikasi ini diatur oleh *library SPI.h* dan *Ethernet.h* [5].

Bus *SPI* menggunakan pin digital 11, 12 dan 13 pada *Arduino Uno* dan pin 50, 51 dan 52 pada *Arduino Mega*. Pin digital 10 digunakan untuk memilih *W5100* dan pin digital 4 digunakan untuk memilih *SD card*. Pin-pin yang sudah disebutkan sebelumnya tidak dapat digunakan untuk *input/output* umum ketika kita menggunakan *Ethernet Shield*. Karena *W5100* dan *SD card* berbagi bus *SPI*, hanya salah satu yang dapat aktif pada satu waktu.

Jika kita menggunakan kedua perangkat dalam program kita, hal ini akan diatasi oleh *library* yang sesuai. Jika kita tidak menggunakan salah satu perangkat dalam program kita, kiranya kita perlu eksplisit mendeselect-nya. Untuk melakukan hal ini pada *SD card*, set pin 4 sebagai *output* dan menuliskan logika tinggi padanya, sedangkan untuk *W5100* yang digunakan adalah pin 10.

Untuk menghubungkan *Ethernet Shield* dengan jaringan dibutuhkan beberapa pengaturan dasar. Yaitu *Ethernet Shield* harus diberi alamat *MAC (Media Access Control)* dan alamat *IP (Internet Protocol)*. Sebuah alamat *MAC* adalah sebuah identifikasi unik secara global untuk perangkat tertentu. Alamat *IP* yang valid tergantung pada konfigurasi jaringan. Hal ini dimungkinkan untuk menggunakan *DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)* untuk secara dinamis menentukan sebuah *IP*. Selain itu juga diperlukan *gateway* jaringan dan *subnet* [5].

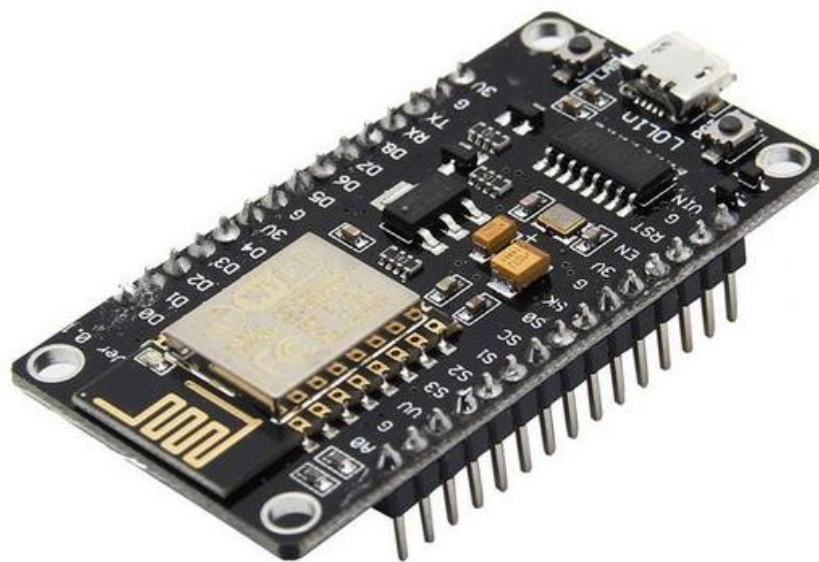
2.4.3 NodeMCU ESP8266

NodeMCU pada dasarnya adalah pengembangan dari *ESP 8266* dengan *firmware* berbasis e-Lua. Pada *NodeMCU* dilengkapi dengan *micro usb port* yang berfungsi untuk pemrograman maupun *power supply*. Selain itu juga pada *NodeMCU* di lengkapi dengan tombol *push button* yaitu tombol *reset* dan *flash*. *NodeMCU* menggunakan bahasa pemrograman Lua yang merupakan *package* dari *ESP8266*. Bahasa Lua memiliki logika dan susunan pemrograman yang sama dengan C hanya

berbeda *syntax*. Jika menggunakan bahasa Lua maka dapat menggunakan *tool* Lua loader maupun Lua uploder [6].

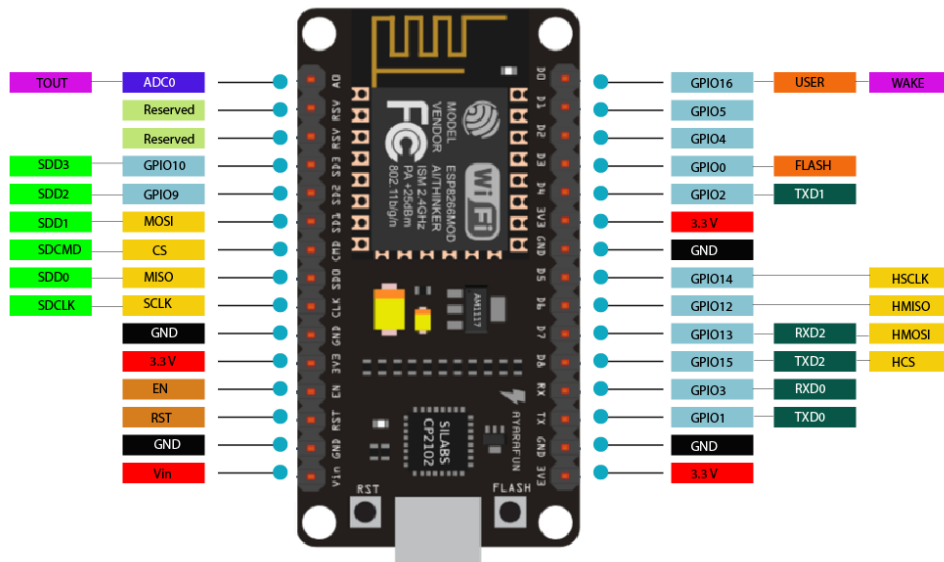
Selain dengan bahasa Lua NodeMCU juga *support* dengan *software* Arduino IDE dengan melakukan sedikit perubahan *board* manager pada Arduino IDE. Sebelum digunakan *board* ini harus di *flash* terlebih dahulu agar *support* terhadap *tool* yang akan digunakan. Jika menggunakan Arduino IDE menggunakan *firmware* yang cocok yaitu *firmware* keluaran dari Ai-Thinker yang support AT Command. Untuk penggunaan *tool* loader *Firmware* yang di gunakan adalah *firmware* NodeMCU.

Modul NodeMCU ESP8266 dapat dilihat pada Gambar 2.6:



Gambar 2.6 NodeMCU ESP8266 [6]

Skematik posisi pin dari NodeMCU ESP8266 dapat dilihat pada Gambar 2.7:



Gambar 2.7 Skematik posisi pin NodeMCU ESP8266 [6]

Spesifikasi dari modul NodeMCU ESP8266 sendiri dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini:

Tabel 2.2 Spesifikasi NodeMCU ESP8266 [6]

Spesifikasi	NodeMCU V3
Mikrokontroler	ESP8266
Ukuran Board	57 mm x 30 mm
Tegangan <i>Input</i>	3.3-5 Volt
GPIO	13 Pin
Kanal PWM	10 Kanal
10 Bit ADC Pin	1 Pin
Flash Memory	4 MB
Clock Speed	40/26/24 MHz
WiFi	IEEE 802.11 b/g/n
Frekuensi	2.4 GHz – 22.5 GHz
USB Port	Micro USB
USB to Serial Converter	CH340G

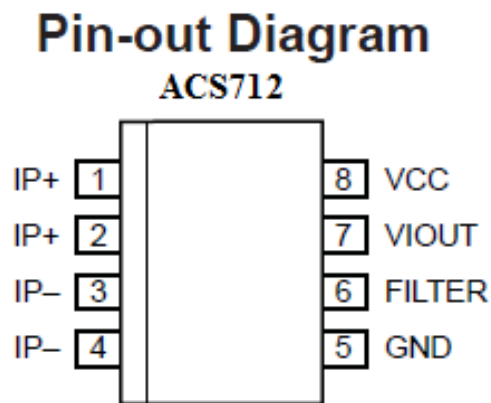
2.5 Sensor Arus ACS712

Sensor arus ACS712 adalah sensor yang menggunakan prinsip *Hall Effect Current Sensor*. *Hall effect* ACS712 merupakan sensor yang presisi sebagai sensor arus AC atau DC dalam pembacaan arus didalam dunia industri, otomotif, komersil dan sistem-sistem komunikasi. Pada umumnya aplikasi sensor ini biasanya digunakan untuk mengontrol motor, deteksi beban listrik, switched-mode power supplies dan proteksi beban berlebih [7], bentuk fisik dari sensor arus ACS712 dapat dilihat pada Gambar 2.8 di bawah ini.



Gambar 2.8 Sensor arus ACS712 [7]

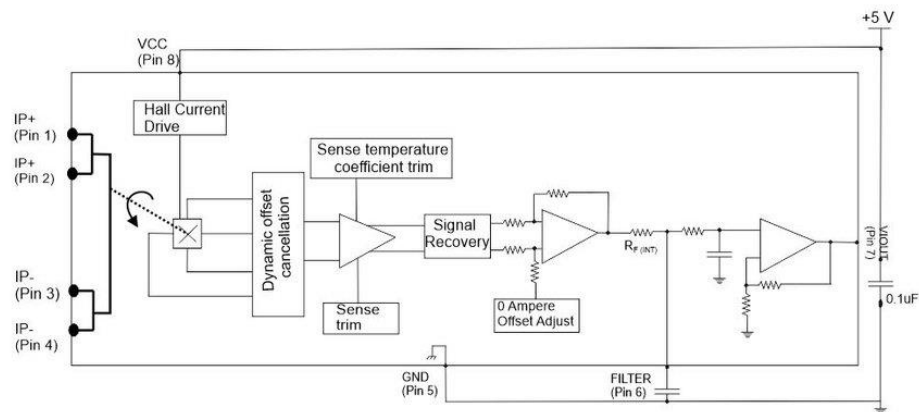
Sensor ini memiliki pembacaan dengan ketepatan yang tinggi, karena didalamnya terdapat rangkaian *low-offset linear Hall* dengan satu lintasan yang terbuat dari tembaga. Cara kerja sensor ini adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat didalamnya yang menghasilkan medan magnet yang di tangkap oleh *integrated Hall IC* dan diubah menjadi tegangan proporsional. Ketelitian dalam pembacaan sensor dioptimalkan dengan cara pemasangan komponen yang ada didalamnya antara penghantar yang menghasilkan medan magnet dengan *hall transducer* secara berdekatan. Persisnya, tegangan proporsional yang rendah akan menstabilkan *Bi CMOS Hall IC* yang didalamnya yang telah dibuat untuk ketelitian yang tinggi oleh pabrik. Berikut *terminal list* dan gambar *pin out* ACS712.

Gambar 2.9 *Pin out* ACS712 [7]

Tabel 2.3 Terminal list sensor arus ACS712 [7]

<i>Number</i>	<i>Name</i>	<i>Description</i>
1 and 2	<i>IP+</i>	<i>Terminals for current being sampled ; fused internally</i>
3 and 4	<i>IP-</i>	<i>Terminals for current being sampled ; fused internally</i>
5	<i>GND</i>	<i>Signal ground terminal</i>
6	<i>FILTER</i>	<i>Terminal for external capacitor that sets bandwidth</i>
7	<i>VOUT</i>	<i>Analog output signal</i>
8	<i>VCC</i>	<i>Device power supply terminal</i>

Pada Gambar 2.9 *pin out* dan Tabel 2.3 *terminal list* diatas dapat kita lihat tata letak posisi I/O dari sensor arus dan kegunaan dari masing-masing pin dari sensor arus ACS712. Hambatan dalam penghantar sensor sebesar 1,2 m Ω dengan daya yang rendah. Jalur terminal konduktif secara kelistrikan diisolasi dari sensor leads/mengarah (pin 5 sampai pin 8). Hal ini menjadikan sensor arus ACS712 dapat digunakan pada aplikasi-aplikasi yang membutuhkan isolasi listrik tanpa menggunakan opto-isolator atau teknik isolasi lainnya yang mahal. Sensor ini telah dikalibrasi oleh pabrik. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 2.8 blok diagram sensor arus ACS712.



Gambar 2.10 Blok diagram ACS712 [7]

Fitur yang dimiliki ACS712 sebagai berikut:

- *Rise time output* = 5 μ s.
- Bandwidth sampai dengan 80 kHz.
- Total kesalahan *output* 1,5% pada suhu kerja = 25°C.
- Tahanan konduktor internal 1,2 m Ω .
- Tegangan isolasi minimum 2,1 kVRMS antara pin 1-4 dan pin 5-8.
- Sensitivitas *output* 185 mV/A.
- Mampu mengukur arus AC atau DC hingga 5 A.
- Tegangan *output* proporsional terhadap *input* arus AC atau DC.
- Tegangan kerja 5 VDC.

Rumus tegangan pada pin Out = $2,5 \pm (0,185 \times I)$ Volt, dimana I = arus yang terdeteksi dalam satuan Ampere [7]

2.6 Sensor Tegangan

Prinsip kerja modul sensor tegangan yaitu didasarkan pada prinsip penekanan resistansi atau pembagi tegangan, sehingga dapat membuat tegangan *input* berkurang hingga 5 kali dari tegangan asli. Bentuk modul sensor tegangan seperti ditunjukkan pada Gambar 2.11 berikut:



Gambar 2.11 Sensor tegangan [8]

Prinsip kerja modul sensor tegangan ini dapat membuat tegangan *input* mengurangi 5 kali dari tegangan asli. Sehingga, sensor hanya mampu membaca tegangan maksimal 25 V bila diinginkan Arduino analog *input* dengan tegangan 5 V, dan jika untuk tegangan 3,3 V, tegangan *input* harus tidak lebih dari 16.5 V. Pada dasarnya pembacaan sensor hanya dirubah dalam bentuk bilangan dari 0 sampai 1023, karena chip Arduino AVR memiliki 10 bit, jadi resolusi simulasi modul 0,00489 V yaitu dari (5 V / 1023), dan tegangan *input* dari modul ini harus lebih dari 0,00489 V x 5 = 0,02445 V [8]. Sehingga dapat dirumuskan seperti persamaan (2.1) berikut :

$$Volt = ((V_{out} \times 0.00489) \times 5) \quad (2.1)$$

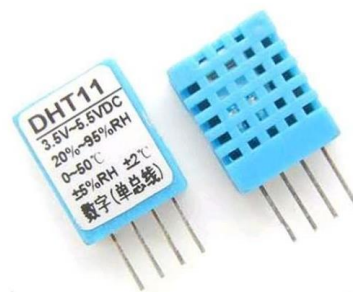
Fitur-fitur dan kelebihan:

- Variasi Tegangan masukan: DC 0 - 25 V
- Deteksi tegangan dengan jangkauan: DC 0.02445 V - 25 V
- Tegangan resolusi analog: 0,00489 V
- Tegangan DC masukan antarmuka: terminal positif dengan VCC, negatif dengan GND
- *Output Interface*: “+” Koneksi 5 / 3.3V, “-” terhubung GND, “s” terhubung Arduino pin analog
- DC antarmuka masukan: terminal positif dengan VCC, negatif dengan GND [8]

2.7 Sensor Suhu dan Kelembaban DHT11

Sensor DHT11 merupakan sensor dengan kalibrasi sinyal digital yang mampu memberikan informasi suhu dan kelembaban. Sensor ini tergolong komponen yang memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik. Produk dengan kualitas terbaik, respon pembacaan yang cepat, dan kemampuan *anti-interference*, dengan harga yang terjangkau. DHT11 memiliki fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien kalibrasi ini disimpan dalam *OTP program memory*, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu suhu atau kelembaban, maka modul ini membaca koefisien sensor tersebut. Ukurannya yang kecil, dengan transmisi sinyal hingga 20 meter, membuat produk ini cocok digunakan untuk banyak aplikasi-aplikasi [9].

Informasi mengenai nilai kelembaban udara diperoleh dari proses pengukuran. Alat yang biasanya digunakan untuk mengukur kelembaban udara adalah higromoter. DHT11 adalah sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara disekitarnya. Sensor ini sangat mudah digunakan dengan Arduino. Memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien kalibrasi di simpan dalam *OTP program memory*, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu, maka modul ini menyertakan koefisien tersebut dalam kalkulasinya.



Gambar 2.12 Sensor DHT11 [9]

Sensor DHT11 memiliki spesifikasi : *Supply Voltage*: +5 V, *Temperature range* : 0-50 °C *error of* ± 2 °C, *Humidity* : 20-90% RH ± 5 % RH *error*. Dengan spesifikasi

digital *interfacing system*, membuat produk ini cocok digunakan untuk banyak aplikasi-aplikasi pengukuran suhu dan kelembaban.

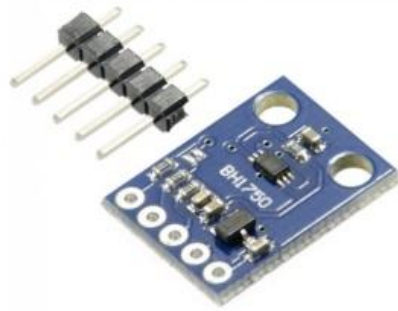
Karakteristik dari sensor DHT11 dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut:

Tabel 2.4 Karakteristik DHT11 [9]

Model	DHT11
Power supply	3-5.5V DC
Output signal	Digital signal via single-bus
Measuring range	humidity 20-90% RH \pm 5% RH error temperature 0-50 °C error of \pm 2 °C
Accuracy	humidity \pm 4%RH (Max \pm 5%RH); temperature \pm 2.0 Celsius
Resolution or Sensitivity	humidity 1%RH; temperature 0.1Celsius
Repeatability	humidity \pm 1%RH; temperature \pm 1 Celsius
Humidity hysteresis	\pm 1%RH
Long-term Stability	\pm 0.5%RH/year
Sensing period	Average: 2s
Interchangeability	fully interchangeable
Dimensions size	12*15.5*5.5mm

2.8 Sensor Intensitas Cahaya BH1750

GY-302 *Digital Light Intensity Sensor Module* adalah sebuah modul sensor cahaya berbasis IC BH1750. BH1750 adalah sebuah IC sensor cahaya dengan antarmuka IC. Modul ini memberikan nilai *output* digital melalui IC bus, sehingga Anda tidak perlu lagi menambahkan konverter ADC [10].



Gambar 2.13 Sensor BH1750 [10]

Spesifikasi dari sensor BH1750 sebagai berikut:

- Catu Daya : 4.5 V
- Resolusi : 0 - 65535 lux
- Antarmuka : IC
- Jenis *Output* : Digital
- Chip Sensor : BH1750FVI
- Dimensi : 13.9 x 18.5 mm [10]

Modul sensor intensitas cahaya BH1750 adalah sensor cahaya digital yang memiliki keluaran sinyal digital, sehingga tidak memerlukan perhitungan yang rumit. Sensor BH1750 ini lebih akurat dan lebih mudah digunakan jika dibandingkan dengan sensor lain seperti foto diode dan LDR yang memiliki keluaran sinyal analog dan perlu melakukan perhitungan untuk mendapatkan data intensitas. Sensor cahaya digital BH1750 ini dapat melakukan pengukuran dengan keluaran lux (lx) tanpa perlu melakukan perhitungan terlebih dahulu .

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dan pembuatan tugas akhir dilaksanakan mulai November 2019 sampai Mei 2022, bertempat di Laboratorium Teknik Pengukuran Besaran Listrik, Laboratorium Terpadu Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini dibagi menjadi perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software). Perangkat keras yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Arduino Uno digunakan sebagai mikrokontroler utama dalam proses pengolahan data nilai arus dan tegangan melalui sensor pada sistem PLTS.
2. Modul *Ethernet Shield* digunakan untuk mengkomunikasikan modul Arduino Uno dengan internet.
3. Modul NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler yang langsung terkoneksi dengan internet dan digunakan untuk mendapatkan data suhu, kelembaban dan *irradiance*.
4. Sensor Arus ACS712 sebagai pembaca nilai arus yang mengalir pada sistem PLTS.
5. Sensor Tegangan sebagai pembaca nilai tegangan pada PLTS.
6. Sensor DHT11 yaitu sensor yang digunakan untuk membaca nilai suhu dan kelembaban pada panel surya.
7. Sensor BH1750 yaitu sensor yang digunakan untuk membaca nilai intensitas cahaya dalam satuan Watt/m².
8. *Printed Circuit Board* (PCB) yaitu papan mikrokontroler dan sensor ditempatkan.

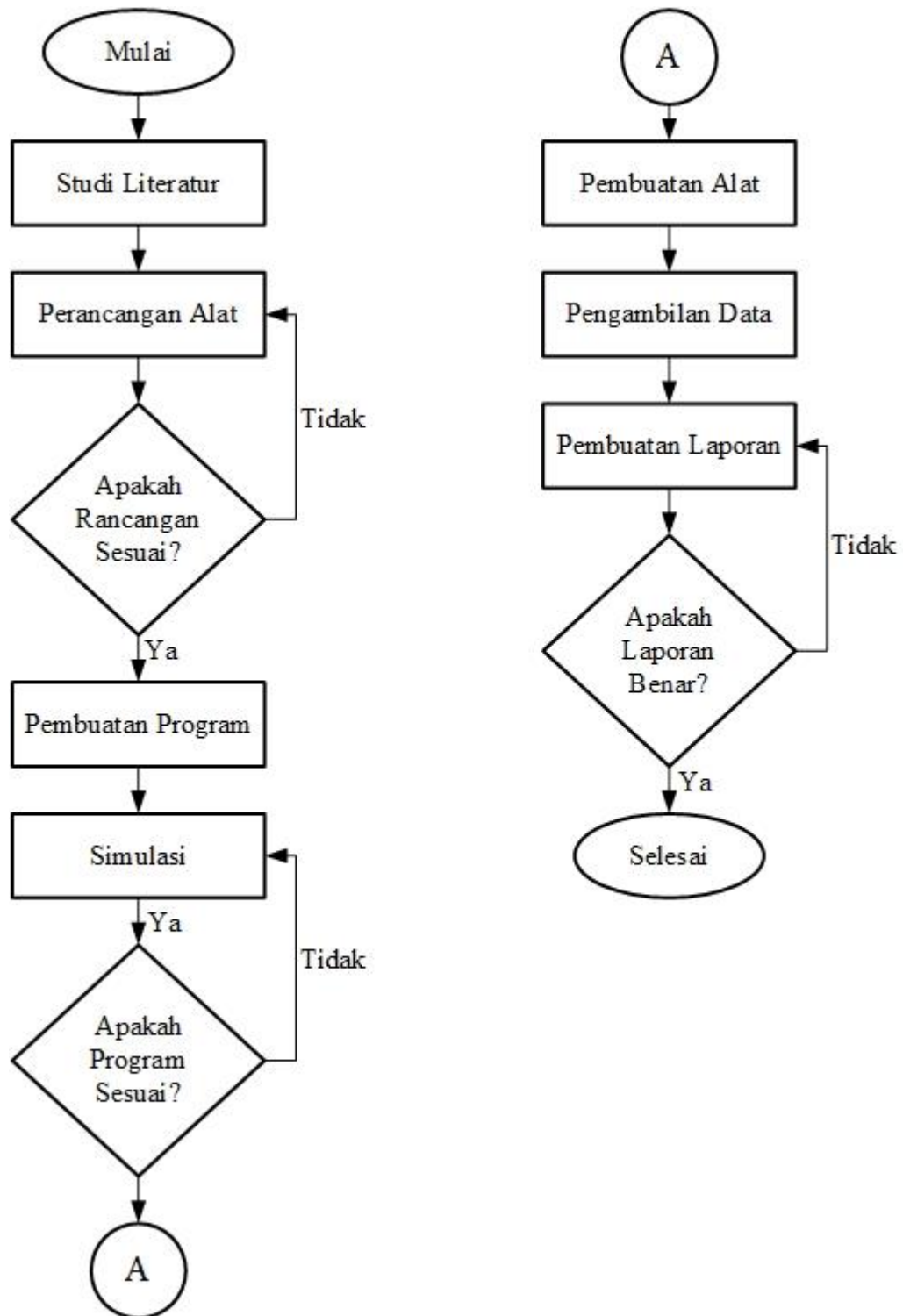
9. Layar Monitor untuk menampilkan *Website* sistem monitoring secara *real time*.
10. Kabel *Jumper* untuk menyambungkan Arduino Uno dengan sensor-sensor yang digunakan.
11. Kabel LAN sebagai sumber internet yang bersumber dari internet lokal Unila.
12. Catu daya 5 volt digunakan sebagai sumber daya untuk Arduino Uno.
13. Resistor geser untuk memberi beban bervariasi pada rangkaian panel surya.

Sedangkan perangkat lunak yang digunakan antara lain:

1. Arduino IDE (*Integrated Envelopment Development*) yaitu aplikasi pada personal komputer yang digunakan untuk membuat pemrograman pada *board* Arduino Uno.
2. Mysql *Database*, program yang digunakan untuk pembuatan *database* sistem monitoring.
3. Phpmyadmin digunakan untuk mengelola data yang sudah tersimpan di *database*.
4. Visual Studio Code, merupakan aplikasi pada personal komputer yang digunakan untuk melakukan pemrograman desain *user interface* dan *user experience* pada *Website* sistem monitoring.
5. Microsoft Office 2016 digunakan untuk membuat laporan penelitian tugas akhir ini.

3.3 Metode Penelitian

Rancang bangun sistem monitoring PLTS dibagi menjadi tiga tahap, yaitu studi literatur, perancangan alat, dan pembuatan alat dan program. Diagram alir penelitian pada gambar 3.1 berikut:



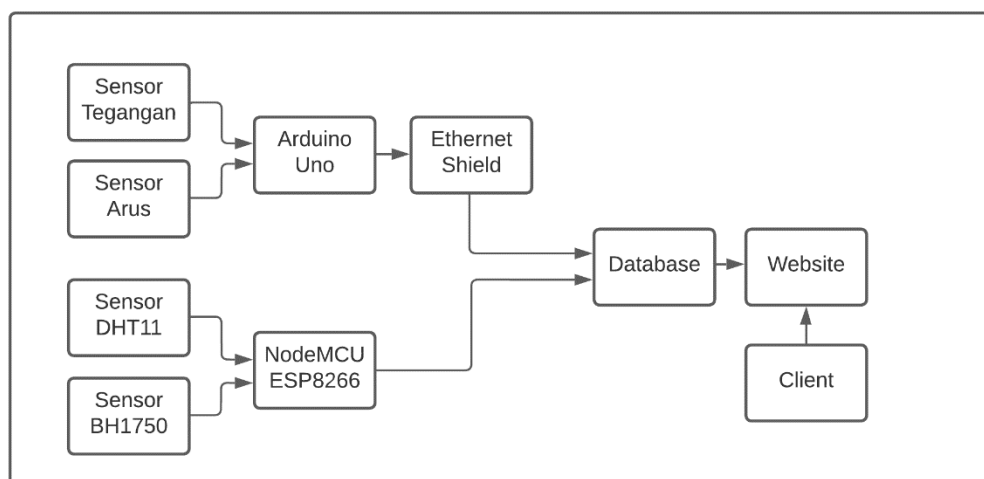
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

1. Studi Literatur

Pengumpulan literatur merupakan tahapan awal dimana penulis mempelajari berbagai sumber referensi baik dari skripsi, buku, jurnal, dan makalah ilmiah yang berkaitan dengan topik penelitian. Khususnya penulis mempelajari sistem kerja dari Internet of Things untuk memonitoring proses pembangkitan energi listrik pada PLTS.

2. Perancangan Alat

Perancangan alat diperlukan untuk menentukan komponen-komponen yang digunakan dalam penelitian. Bagian-bagian yang perlu dirancang diantaranya Arduino Uno yang terhubung dengan sensor tegangan dc dan sensor arus ACS712, Arduino Uno dengan modul *Ethernet Shield*, NodeMCU ESP8266 dengan sensor DHT11 dan BH1750, mikrokontroler dengan *database*, dan *database* dengan *Website*. Diagram blok perancangan alat pada Gambar 3.2 berikut ini:



Gambar 3.2 Diagram blok perancangan alat

Pada perancangan alat sistem monitoring PLTS, pengolahan data sensor menggunakan dua mikrokontroler yaitu Arduino Uno yang langsung terhubung dengan *Ethernet Shield* menerima data sensor arus dan tegangan, dan modul

NodeMCU ESP8266 yang digunakan untuk mengolah data sensor DHT11 dan sensor BH1750. Data yang sudah terbaca oleh Arduino Uno kemudian disimpan dalam *database* yang sudah dibuat sebelumnya menggunakan *Ethernet Shield*, begitu juga data yang terbaca di NodeMCU ESP8266. Selanjutnya data pembacaan sensor yang tersimpan di *database* akan ditampilkan pada halaman *Website* sistem monitoring dan dapat diakses melalui personal komputer dan ponsel genggam.

3. Pembuatan Alat dan Program

Pada tahap pembuatan alat, sistem yang sudah dirancang dibuat sedemikian rupa. Rangkaian monitoring arus dan tegangan dibuat didalam ruangan tempat dimana sistem pembangkitan PLTS berada, sehingga memudahkan dalam proses instalasi. Sedangkan untuk rangkaian monitoring suhu dan intensitas cahaya dilakukan diluar ruangan tempat dimana panel surya berada, oleh karena itu diperlukannya modul NodeMCU ESP8266 untuk proses pengiriman data oleh sensor melalui internet, sehingga dapat mempermudah proses pengolahan data di *database*.

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berikut adalah kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini, yaitu:

1. Sistem monitoring PLTS berbasis IoT pada penelitian ini dapat menampilkan data suhu, kelembaban dan *irradiance* secara real time dengan nilai suhu yang terukur bervariasi dari 30-35°C, nilai kelembaban bervariasi dari 22-60% dengan nilai tertinggi terukur pada pukul 09.00 sebesar 62% dan nilai terendah terjadi pada pukul 10.15 sebesar 22%, sedangkan untuk nilai *irradiance* bervariasi dari 400-850 Watt/m².
2. Sistem monitoring PLTS berbasis IoT pada penelitian ini dapat membaca nilai tegangan dan arus pada panel surya secara real time, ketika rangkaian panel surya diberi beban yang bervariasi tegangan dan arus yang terbaca mengalami perubahan sesuai dengan besar beban yang diberikan. Pada saat rangkaian diberi beban dengan resistansi sebesar 70Ω pada pukul 08.00-10.00, tegangan dan arus yang terbaca rata-rata sebesar 16V dan 0.2A, kemudian pada pukul 10.00-12.00 resistansi beban diubah ke 20Ω menghasilkan tegangan dan arus rata-rata sebesar 14V dan 0.6A, pada pukul 12.00-14.00 resistansi beban dinaikkan lagi sebesar 100Ω dan menghasilkan tegangan dan arus rata-rata sebesar 15V dan 0.15A, dan pada pukul 14.00-16.00 resistansi beban kembali diturunkan menjadi 50Ω menghasilkan tegangan dan arus dengan nilai rata-rata sebesar 15V dan 0.25A.

5.2 Saran

Berikut adalah beberapa saran yang diperoleh berdasarkan pengamatan dan analisa pada penelitian ini, yaitu:

1. Berdasarkan data hasil monitoring diketahui bahwa terdapat beberapa data memiliki nilai 0, hal ini dikarenakan terputusnya jaringan internet pada sistem monitoring. Sehingga disarankan agar menggunakan jaringan internet yang stabil untuk mendapatkan data dan bentuk grafik yang lebih baik.
2. Nilai *irradiance* yang terukur pada penelitian ini memiliki galat yang cukup besar karena menggunakan modul sensor untuk pembacaan intensitas cahaya dalam satuan lux, untuk mendapatkan hasil yang baik disarankan menggunakan solar power meter yang dapat terkoneksi ke modul micro controller.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Irawati. R. 2011. *Micro-grid PLTS Untuk Menjaga Kualitas Daya Industri : Ketenagakerjaan dan Energi Terbarukan*. Vol. 10 No. 1. Pp. 9-20.
- [2] Rismawati. A. 2017. *Pemeliharaan dan Operasional Pengujian Beban pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan Kapasitas 200 WP*. Skripsi Terpublikasi. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.
- [3] Minerva. R., Biru. A., dan Rotondi. D. 2015. *Towards a definition of the Internet of Things (IoT)*. IEEE.
- [4] User Manual DataSheet. 2012. *Arduino Comparison Guide*. Colorado : SparkFun Electronics.
- [5] Arduino & Genuino Products. *Getting Started with the Arduino Ethernet Shield*. <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoEthernetShield>. Diakses tanggal 20 November 2019.
- [6] Arranda, D. F. 2017. *Kontrol Lampu Ruangan Berbasis Web Menggunakan NodeMCU ESP8266*. Diploma thesis. Yogyakarta: STMIK AKAKOM Yogyakarta.
- [7] Allegro MicroSystems, Inc. 2012. *Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor*. Amerika Serikat : Allegro MicroSystems, Inc
- [8] Fitriandi. A. 2016. *Rancang Bangun Alat Monitoring Arus dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler dengan SMS Gateway*. J. Rekayasa dan Teknol. Elektro, vol. 10, no. 2, pp. 87–98, 2016.
- [9] Yan Eka. M. 2013. *Sistem Pengamatan Suhu dan Kelembaban Pada Rumah Berbasis Mikrokontroller ATmega8*. Vol. 5 No. 1. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- [10] Suryana. T. 2021. *Measuring Light Intensity Using the BH1750 Sensor*. (Teaching Resource).

- [11] D-Robotics. 2010. *DHT11 Humidity & Temperature Sensor: DHT11 Temperature & Humidity Sensor features a temperature & humidity sensor complex with a calibrated digital signal output*. London: D-Robotics UK.
- [12] Rohm Semiconductor. 2014. *Ambient Light Sensor IC Series: Digital 16bit Serial Output Type Ambient Light Sensor IC BH1750FVI*. Kyoto: ROHM Semiconductor.
- [13] Purwoto, BH. (2018). *Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif*. Diakses 5 Juni 2022, dari Universitas Muhammadiyah Surakarta.