

TUGAS AKHIR

SISTEM *MONITORING* KINERJA PANEL SURYA BERBASIS IoT MENGGUNAKAN ARDUINO UNO PADA PLTS PEMATANG JOHAR

*Diajukan Sebagai Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Program Strata-1 Pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh :

Muhammad Aslam Ridho Effendy

1607220037



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Muhammad Aslam Ridho Effendy
NPM : 1607220037
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Sistem *Monitoring* Kinerja Panel Surya Berbasis Iot
Menggunakan Arduino Uno Pada PLTS Pematang Johar
Bidang Ilmu : Sistem Kontrol

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 30 Januari 2021

Mengetahui dan Menyetujui :

Dosen Pembimbing



Rimbawati, S.T.,M.T

Dosen Penguji I



Faisal Irsan Basaribu, S.T.,M.T

Dosen Penguji II



Solly Aryza, S.T.,M.Eng

Program Studi Teknik Elektro

Ketua,



Faisal Irsan Basaribu, S.T.,M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Lengkap : Muhammad Aslam Ridho Effendy
Tempat/Tanggal Lahir : Tanjung Seri / 16 Januari 1999
NPM : 1607220037
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul :

“Sistem Monitoring Kinerja Panel Surya Berbasis Iot Menggunakan Arduino Uno Pada PLTS Pematang Johar”.

Bukan merupakan Plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan karya tulis, Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian anatara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan / keserjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 30 Januari 2021

Saya yang menyatakan,


Muhammad Aslam Ridho Effendy

ABSTRAK

Pada saat ini lebih dari 80% kebutuhan energi dunia dipenuhi dari sumber energi fosil (minyak bumi, gas alam, dan batu bara). Indonesia merupakan negara beriklim tropis yang mempunyai sumbangsih energi cahaya matahari yang berpotensi untuk mengembangkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTs) dalam skala besar. Dalam penggunaan *photovoltaic*, kinerja yang dihasilkan harus diawasi demi terjaga kondisi keadaan panel untuk mengurangi terjadi kerusakan signifikan pada *photovoltaic*. Beberapa penelitian telah membahas berbagai aplikasi sistem monitoring energi listrik terutama pada *photovoltaic*. Sistem *Monitoring Kinerja Photovoltaic Berbasis Iot Menggunakan Arduino Uno Pada Plts Pematang Johar* memiliki rumusan masalah untuk mengetahui kinerja *photovoltaic* menggunakan metode internet, demi mempermudah pengawasan dalam jarak jauh. Dalam penelitian ini, digunakan sensor Tegangan (*Voltage Divider*), Sensor Arus (ACS712), Sensor DHT22, Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) dan *platform* Blynk sebagai penampil hasil pembacaan sensor. Penelitian dimulai dengan merancang *software* dan *hardware* rangkaian untuk menguji keberhasilan sistem, kemudian merancang *platform* Blynk, serta merancang program dengan menggunakan *software* Arduino IDE. Dalam pengiriman data menggunakan media internet, digunakan modul wi-fi (NodeMCU) untuk mengirimkan hasil pembacaan arduino ke *platform* Blynk dengan program JSON. Dan hasil pembacaan sensor Tegangan menunjukkan galat sebesar 1.8 % pada sensor arus menunjukkan galat sebesar 3.3 %.

Kata Kunci : *photovoltaic*, IoT, Sensor, Blynk, Arduino.

ABSTRACT

Currently more than 80% of the world's energy needs are met from fossil energy sources (petroleum, natural gas, and coal). Indonesia is a tropical country that has a contribution of solar energy that has the potential to develop Solar Power Plants (PLTs) on a large scale. In the use of Photovoltaic, the resulting performance must be supervised in order to maintain the condition of the panel to reduce significant damage to the photovoltaic. Several studies have discussed various applications of electrical energy monitoring systems especially on photovoltaics. photovoltaic Performance Monitoring System Based Iot Using Arduino Uno On Pematang Johar Plts has a problem formulation to know the performance of solar photovoltaics using internet methods, in order to facilitate remote surveillance. In this study, Voltage Divider, Current Sensor (ACS712), DHT22 Sensor, LDR Sensor (Light Dependent Resistor) and Blynk platform were used as sensor reading viewer. The research began with designing software and hardware circuits to test the success of the system, then designing the Blynk platform, as well as designing programs using arduino IDE software. In sending data using internet media, wi-fi module (NodeMCU) is used to send arduino reading results to Blynk platform with JSON program. And the voltage sensor reading showed an error of 1.8 % on the current sensor showed an error of 3.3 %.

Keyword : Photovoltaic, Sensor, Iot, Blynk, Arduino.

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji dan Syukur Kehadirat ALLAH Subhana Wata'ala yang telah memberikan Rahmat dan Kesempatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul "Sistem Monitoring Kinerja Panel Surya Berbasis IoT Menggunakan Arduino Uno pada PLTS Pematang Johar" dengan lancar dan hasil yang baik.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, tentunya terdapat dukungan dari berbagai pihak yang mendukung, baik dari segi Moril dan Materil. Untuk itu pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

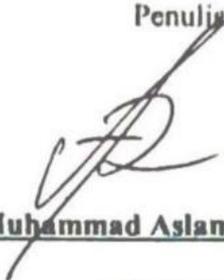
1. Allah Subhana Wata'ala yang dengan segala Rahmat dan Karunia-Nya serta kesempatan yang diberikan kepada Penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Ayahanda Muhammad Yusuf Effendy dan Ibunda Siti Yunita yang sangat Penulis cintai dan sayangi, Telah berjuang dengan keras baik Doa dan Tindakan, memeras keringat dan air mata dalam mendukung Penulis menggapai impian dan menyelesaikan Tugas akhir ini, Saudara-saudari saya Mutya Yusnita Effendy, Muhammad Zulkarnain Effendy, serta keluarga besar Mahadi Siswo yang turut mendukung keputusan serta keperluanpenulis.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T.,M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

4. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T.,S.Pd.,M.T dan Bapak Partaonan Harahap S.T.,M.T selaku Ketua dan Sekretaris Program Studi S-1 Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibunda Rimabawati S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan Kepada Penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir serta selaku mentor yang memberkan segala solusi terbaik dalam menyelesaikan beberapa masalah.
6. Seluruh Staff Pengajar/Pegawai Program Studi Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro Stambuk 2016, Terkhusus Ridho Ananda, Heri Setiadi, Agung Tajali Ramadhan, Wira Agus Lexmana Tanjung, Andre Dwicahyo, dan Muhammad Ardiansyah yang telah menjadi sahabat tebaik Penulis, Serta teman-teman kelas A-1 Pagi Teknik Elektro.
8. Pak Juman, selaku kepala BUMDES Pematang Johar yang selalu membimbing kami dalam melakukan perakitan dan penelitian pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya.
9. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Allah Yang Mahas Esa senantiasa membalas semua Kebaikan yang telah diberikan kepada Penulis. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat terkhusus bagi Penulis dan kepada pembaca umumnya. Aamiin Ya Rabbal ‘Alamin.

Medan, 30 Januari 2021

Penulis



Muhammad Aslam Ridho Effendy

1607220037

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Metodologi Penelitian	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan	7
2.2 Landasan Teori.....	9
2.2.1 <i>Photovoltaic</i>	9
2.2.2 Data Logger.....	11
2.2.3 <i>Internet Of Things</i>	12
2.2.4 <i>Mikrokontroller</i>	13
2.2.5 Sistem minimum	14
2.2.6 Arduino Uno.....	16
2.2.7 Sensor Tegangan	19
2.2.8 Sensor Arus	20
2.2.9 Sensor Temperatur	22
2.2.10 Sensor LDR (<i>Light Dependent Resistor</i>).....	23
2.2.11 Modul Wi-fi (ESP8266).....	23
2.2.12 Software Arduino IDE	25

2.2.13 Software Proteus	25
2.2.14 Aplikasi <i>Blynk</i>	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	28
3.2 Alat dan Bahan	28
3.2.1 Alat	28
3.2.2 Bahan	29
3.3 Prosedur Penelitian	30
3.3.1 Tahapan Perencanaan	30
3.3.2 Persiapan Penelitian	30
3.3.3 Variabel Penelitian	31
3.4 Perancangan Sistem	32
3.4.1 Perancangan <i>Software</i>	34
3.4.2 Perancangan Hardware	35
3.4.3 Perancangan <i>Platform</i>	37
3.4.4 Perancangan Program	42
3.5 Pengujian Alat	45
3.6 Flowchart Sistem Monitoring	45
BAB IV HASIL DAN ANALISA	48
4.1 <i>Platform</i> Penerima Data	48
4.2 Akurasi Sensor	49
4.3 Hasil data	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	68

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Photovoltaic</i> jenis Monokristalin	10
Gambar 2. 2 Sistem umum <i>Data Logger</i>	11
Gambar 2.3 sistem kerja IoT (<i>Internet Of Things</i>).....	13
Gambar 2.4 Struktur pin <i>Mikrokontroler ATmega328p</i>	14
Gambar 2.5 Sistem minimum mikrokontroler ATmega328p	16
Gambar 2.6 Konfigurasi pin Arduino	17
Gambar 2.7 Sistem kerja <i>Voltage divider</i>	20
Gambar 2.8 Sensor Arus ACS712	21
Gambar 2.9 (a) Konfigurasi pin sensor DHT22, (b) Sensor DHT22.....	22
Gambar 2.10 (a) Konfigurasi sensor LDR, (b) Sensor LDR.....	23
Gambar 2.11 Modul Wi-fi ESP8266.....	24
Gambar 2.12 Tampilan Software Arduino.....	25
Gambar 2.13 Tampilan Software Proteus	26
Gambar 2.14 Blynk Server.....	27
Gambar 3. 2 Diagram Blok Sistem Kerja Monitoring Kinerja panel surya.....	33
Gambar 3. 3 Perancangan sistem kerja monitoring dalam memantau panel surya.....	34
Gambar 3. 4 Gambar rangkaian sistem pada software Proteus 7.0.....	35
Gambar 3.5 Pemotongan Akrilik	36
Gambar 3. 6 Melubangi Akrilik	36
Gambar 3.7 Peletakan komponen.....	37
Gambar 3.8 Proses Pengkabelan	37
Gambar 3.9 <i>Login</i> ID Pengguna.....	38
Gambar 3.10 Penerimaan Token dari aplikasi Blynk pada email.....	39
Gambar 3.11 Pembuatan Project.....	39
Gambar 3.12 Pemilihan Tampilan IoT	40
Gambar 3.13 Pemilihan Pin Virtual	41
Gambar 3.14 Tampilan akhir IoT.....	41
Gambar 3.15 Diagram alir program arduino.....	42
Gambar 3.16 Program pada Arduino	43
Gambar 3.17 Diagram alir program NodeMCU	44
Gambar 3.18 Program pada NodeMCU.....	44

Gambar 3.19 Flowchart sistem monitoring kinerja <i>photovoltaic</i>	47
Gambar 4.1 Hasil Rancangan Alat.....	48
Gambar 4.2 Hasil data sensor pada tampilan Blynk	49
Gambar 4.3 Tampilan data pada platform <i>Blynk</i> hari pertama	
(a) Pukul 09.00 wib (b) Pukul 15.00 wib.....	51
Gambar 4.4 Grafik Pengukuran hari-1	53
Gambar 4.5 Tampilan data pada platform <i>Blynk</i> hari kedua	
(a) Pukul 09.00 wib (b) Pukul 15.00 wib.....	53
Gambar 4.6 Grafik Pengukuran hari-2.....	55
Gambar 4.7 Tampilan data pada platform <i>Blynk</i> hari ketiga	
(a) Pukul 09.00 wib (b) Pukul 15.00 wib.....	55
Gambar 4.8 Grafik Pengukuran hari-3.....	57
Gambar 4.9 Tampilan data pada platform <i>Blynk</i> hari keempat	
(a) Pukul 09.00 wib (b) Pukul 15.00 wib.....	57
Gambar 4.10 Grafik Pengukuran hari-4.....	59
Gambar 4.11 Tampilan data pada platform <i>Blynk</i> hari kelima	
(a) Pukul 09.00 wib (b) Pukul 15.00 wib.....	59
Gambar 4.12 Grafik Pengukuran hari-5.....	61
Gambar 4.13 Tampilan data pada platform <i>Blynk</i> hari keenam	
(a) Pukul 09.00 wib (b) Pukul 15.00 wib.....	61
Gambar 4.14 Grafik Pengukuran hari-6.....	63
Gambar 4.15 Tampilan data pada platform <i>Blynk</i> hari ketujuh	
(a) Pukul 09.00 wib (b) Pukul 15.00 wib.....	63
Gambar 4.16 Grafik Pengukuran hari-7.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Data Teknik <i>Board</i> Arduino Uno.....	19
Tabel 3.1 Data <i>sheet</i> Solar Module	33
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran	49
Tabel 4.2 Hasil Data Pengukuran hari-1	52
Tabel 4.3 Hasil Data Pengukuran hari-2	54
Tabel 4.4 Hasil Data Pengukuran hari-3	56
Tabel 4.5 Hasil Data Pengukuran hari-4	58
Tabel 4.6 Hasil Data Pengukuran hari-5	60
Tabel 4.7 Hasil Data Pengukuran hari-6	62
Tabel 4.8 Hasil Data Pengukuran hari-7	64
Tabel 4.8 Hasil rata-rata data selama tujuh hari.....	65

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini lebih dari 80% kebutuhan energi dunia dipenuhi dari sumber energi fosil (minyak bumi, gas alam, dan batu bara). Adanya Revolusi industri yang semakin berkembang mengakibatkan jumlah pasokan energi konvensional semakin menipis sehingga tarif-tarif pemakaian energi seperti tagihan listrik meningkat, ditambah peralatan-peralatan yang dibutuhkan sekarang menggunakan pemakaian listrik yang besar. Oleh karena itu dibutuhkan sumber energi cadangan untuk meminimalisir penggunaan energi konvensional dengan memanfaatkan energi yang tersedia tetapi ramah lingkungan.

Indonesia merupakan negara beriklim tropis yang mempunyai sumbangsih energi cahaya matahari yang berpotensi untuk mengembangkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTs) dalam skala besar sehingga dapat menggantikan pemakaian energi konvensional yang tidak ramah lingkungan dan ketersediaannya yang terbatas. Penggunaan energi matahari oleh *photovoltaic* menawarkan sumber energi yang ramah lingkungan. Faktor yang harus diperhatikan sebelum melaksanakan sumber energi terbarukan adalah mengukur secara akurat potensi sumber daya yang tersedia antara lain intensitas cahaya matahari (Rimbawati 2018)

Dalam penggunaan *photovoltaic*, besar daya keluaran yang dihasilkan dari proses konversi cahaya matahari menjadi listrik ditentukan oleh beberapa kondisi lingkungan dimana sebuah *photovoltaic* ditempatkan. Seperti intensitas cahaya matahari, suhu, arah datangnya sinar matahari dan spektrum cahaya matahari.

Kondisi lingkungan yang selalu berubah-ubah setiap waktu dan gangguan-gangguan dari faktor eksternal menyebabkan daya keluaran *photovoltaic* juga ikut berfluktuasi.

Untuk mencegah kerusakan dan penurunan kinerja *photovoltaic*, dibutuhkan sebuah alat yang berfungsi untuk memonitor kinerja dan memberikan notifikasi ketika kinerja *photovoltaic* telah menurun, sehingga dapat dilakukan antisipasi agar tidak terjadi kerusakan dan penurunan kualitas dari *photovoltaic* tersebut.

Beberapa penelitian telah membahas berbagai aplikasi sistem monitoring energi listrik terutama pada *photovoltaic*. Dalam perkembangannya, sistem *monitoring* dirancang dapat dipantau secara lokal (Zahran et al. 2010), Pada penelitian yang dilakukan oleh Sutedjo, implementasi *web-scada* digunakan untuk memonitor dan mengontrol sistem pembangkit hibrida surya–angin secara *remote* melalui jaringan internet. Hubungan ke jaringan internet dilakukan melalui komputer server dengan komunikasi antara sensor, *remote terminal*, dan komputer *server* dalam penelitian tersebut masih memakai jaringan kabel menggunakan komunikasi serial dan *Local Area Network* (Soetedjo et al. 2014), Sistem pemantauan menggunakan teknologi *Wireless Sensor Network* (WSN) (Pamungkas and Wirawan 2015), Sistem pemantauan atau *monitoring* menggunakan media telekomunikasi yaitu dengan layanan *SMS gateway* (Fitriandi et al. 2016), Sedangkan yang terbaru adalah sebuah konsep untuk memanfaatkan konektivitas internet yang selalu terhubung setiap saat yang dikenal dengan istilah IoT atau *Internet of Things* (Rohman and Iqbal 2016).

Tugas Akhir ini akan merancang sistem monitoring berbasis IoT untuk pemantauan daya listrik dan parameter lingkungan pada sistem *Photovoltaic* di Desa Pematang Johar, Kecamatan Labuhan Deli, Kabupaten Deli Serdang. Rancangan sistem pemantauan yang dikembangkan berbasis IoT ini akan sangat membantu pemantauan pembangkit oleh pihak-pihak yang berkepentingan, meskipun tidak berada pada lokasi pembangkit. Hasil pemantauan energi listrik tersebut dikirimkan secara nirkabel ke jaringan internet melalui sebuah perangkat modul wifi ESP8266-01 (NodeMCU) sebagai pengirim data pada *platform* aplikasi Blynk.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka permasalahan yang akan dibahas adalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah perancangan rangkaian monitoring dalam memantau kinerja *photovoltaic* menggunakan media internet ?
2. Berapakah akurasi pembacaan sensor dengan pembacaan alat ukur ?
3. Bagaimanakah hasil data dari pemantauan kinerja *photovoltaic* menggunakan aplikasi Blynk ?

1.3 Ruang Lingkup Masalah

Adapun batasan masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui hasil rancangan dari alat monitoring kinerja *photovoltaic* menggunakan media internet melalui mikorkontroler arduino serta platform aplikasi Blynk.

2. Mengetahui perbandingan galat pembacaan antara sensor arus dan tegangan dengan alat ukur Multitester. Serta mengetahui rata-rata dari pembacaan sensor suhu, humidity, dan cuaca.
3. Mengetahui hasil data dari pemantauan kinerja *photovoltaic* berupa, data harian kinerja *photovoltaic*, grafik kenaikan arus dan tegangan, serta rata-rata hasil pembacaan sensor selama Tujuh hari.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan Rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui hasil dari rancangan monitoring kinerja *photovoltaic* menggunakan media internet berfungsi dengan baik sesuai yang diinginkan.
2. Untuk mengetahui galat pembacaan sensor dengan alat ukur guna sebagai pembanding kelayakan alat yang diteliti.
3. Untuk mengetahui hasil data dari pemantauan kinerja *photovoltaic* yang berguna sebagai data statistik dalam penentuan kualitas *photovoltaic* didaerah tersebut sesuai dengan kondisi alam.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk memperkenalkan kepada mahasiswa teknik elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang *monitoring* kinerja pada suatu sistem, dalam hal ini terkhusus pada *photovoltaic*.

2. Dapat menambah wawasan dan pengalaman langsung tentang sistem *Monitoring* kinerja *photovoltaic* melalui media IoT terutama pada *platform* Blynk.
3. Sebagai pijakan dan referensi pada peneliti-peneliti selanjutnya yang berhubungan dengan *monitoring* kinerja pada suatu sistem.

1.6 Metodologi Penelitian

Metodologi yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari :

1. Studi Literatur

Hal ini dilakukan untuk mempelajari teori dan menjadi referensi penunjang dalam pelaksanaan yang berkaitan dengan penelitian.

2. Perancangan Sistem

Melakukan perancangan rangkaian sistem *Monitoring* kinerja panel surya menggunakan media internet berbasis IoT menggunakan aplikasi Blynk dengan kontrol Arduino.

3. Pengujian dan Analisis

Pengujian merupakan metode untuk memperoleh data dari sistem sehingga dapat diketahui dan diperoleh nilai-nilai yang dijalankan dari sistem.

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pembahasan dan pemahaman, maka sistematika penulisan tugas akhir ini diuraikan secara singkat sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan penyusunan tugas akhir, berupa Latar belakang, Rumusan masalah, dan Batasan masalah, Manfaat penulisan, Metodologi penelitian serta Sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan konsep teori yang menunjang pada penelitian, memuat tentang dasar teori tentang metode sistem *monitoring (Data Logger)* pada panel surya, konfigurasi mikrokontroller dan sensor yang digunakan.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini akan menerangkan mengenai lokasi dilaksanakannya penelitian, alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian, prosedur penelitian, perancangan sistem lalu menerangkan mengenai diagram alir / *flowchart* dan hal-hal lain yang berhubungan dengan proses sistem.

BAB IV ANALISA DAN HASIL PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai penampil hasil dari pembacaan sensor dan proses penampilan data data *platform* Blynk.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini memuat kesimpulan dari penelitian yang dilakukan dan saran-saran yang dapat digunakan sebagai tindak lanjut dari penelitian yang telah dilakukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Dalam memenuhi kebutuhan energi setiap harinya, Pada tahun 2018 Indonesia membutuhkan energi konvensional (minyak bumi, gas alam, dan batu bara) dan energi terbarukan sebesar 411.6 MTOE (*Million Tonnes Of Oil Equivalent*). Hal ini berdampak pada penurunan produksi bahan bakar sehingga menghasilkan harga sumber daya yang mahal. Pada tahun 2018, produksi minyak bumi menurun dari 346 juta barel (949 ribu bph) di tahun 2009 menjadi 283 juta barel (778 ribu bph), produksi gas yang total persentase 40 % di 2009 menjadi 40 % di tahun 2018, sedangkan terdapat kenaikan pada sektor batubara sebesar 557 ton (buku Outlook Energi Indonesia). Hal ini menunjukkan sangat berperannya energi terbarukan dalam memenuhi energi cadangan sehingga meminimalisir penggunaan energi konvensional yang mulai menipis.

Salah satu energi terbarukan yang cukup populer dan efektif saat ini adalah Panel Surya karena energi yang dimanfaatkan merupakan energi terbesar, mudah didapatkan, dan juga mudah digunakan. Panel Surya memanfaatkan energi Matahari sebagai penyuplai energi utama yang kemudian diubah menjadi energi listrik. Adapun dalam penggunaannya diperlukan alat untuk memantau kinerja alat tersebut sehingga pendistribusian listrik yang dihasilkan dapat terjaga dengan baik serta proses pengelolaan data yang diinginkan dapat terpantau dengan optimal.

Beberapa penelitian telah menjelaskan metode-metode pemantauan kinerja panel surya, seperti halnya yang dilakukan oleh oleh Fitriandi menggunakan Mikrokontroler dengan Metode SMS Gateway. Metode ini menunjukkan sistem

yang baik dan pengiriman data melalui SMS dilakukan setiap lima menit sekali dan penyimpanan Data Logger setiap satu menit (Fitriandi et al. 2016), tetapi dalam metode ini tidak memiliki cadangan penyimpanan untuk menyimpan data secara keseluruhan dalam kurun waktu yang lebih lama, sehingga harus tetap manual dalam mencatat data dan laporan yang diterima.

Dalam beberapa penelitian lain, dalam proses penyimpanan data logger yang diterima disimpan dalam SD Card. Sehingga data dapat disimpan dengan baik dalam kurun waktu yang lama, seperti halnya yang dilakukan Suryawinata menggunakan atmega328 menunjukkan data yang diterima tersimpan dengan baik didalam SD Card. Tetapi, dalam pembacaan sensor arus ACS712 mendapatkan galat sebesar 2,01%, tegangan sebesar 1,23%, Suhu DHT11 sebesar 1,19%, serta kelembapan sebesar 2,12% (Suryawinata, Purwanti, and Sunardiyo 2017). Hal yang sama juga terjadi pada penelitian Hadi terjadi error pada sensor arus sebesar 3% (Hadi et al. 2018). Pada pengujian yang Ningsih menunjukkan error yang cukup besar pada sensor arus sebesar 3,07%, sensor tegangan 1,46% dan sensor suhu sebesar 3,13% (Ningsih 2018).

Adapun metode yang populer saat ini dan juga efektif serta efisien adalah dengan menggunakan *Internet Of Think* sehingga data yang diterima dapat dipantau dengan sangat mudah melalui media internet dan *web server* atau Aplikasi sebagai wadah untuk menyimpan data. Seperti halnya, dalam penelitian yang lain menggunakan metode *Internet Of Think* menggunakan arduino, data yang ditampilkan *server* hampir sama dengan waktu pembacaan oleh Arduino, dan modul *monitoring* bisa digunakan memonitor lebih banyak panel surya karena data yang dikirim dalam bentuk *array* (Rohman and Iqbal 2016). Dibeberapa

penelitian lain, data yang diterima web server dapat dikirim dan diterima serta dipantau dengan baik, tetapi masih memiliki galat sensor yang besar. Pada penelitian ini galat yang terjadi pada keseluruhan sistem mencapai 1,69% (Winasis et al. 2016), sedangkan pada penelitian serupa juga memiliki galat sensor arus dan tegangan sebesar 3,61%, serta daya sebesar 0,36% (Tricahyono and Kholis 2016).

Berdasarkan hal diatas, metode yang paling tepat adalah dengan menggunakan metode *Internet Of Think* yang mampu memonitoring kinerja panel surya secara cepat dan mudah.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Photovoltaic

PV (*photovoltaic*) merupakan teknologi menggunakan komponen semikonduktor yang dapat memanfaatkan energi matahari berupa radiasi cahaya menjadi listrik searah. Pada umumnya, solar cell merupakan sebuah hamparan semi konduktor yang dapat menyerap photon dari sinar matahari dan mengubahnya menjadi listrik. Sel surya tersebut dari potongan silikon yang sangat kecil dengan dilapisi bahan kimia khusus untuk membentuk dasar dari solar cell.

Sel surya umumnya memiliki ketebalan minimum 0,3 mm yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub positif dan negatif. Pada solar cell terdapat sambungan (junction) antara dua lapisan tipis yang terbuat dari bahan semikonduktor yang masing - masing yang diketahui sebagai semikonduktor jenis "P" (positif) dan semikonduktor jenis "N" (Negatif). Silikon jenis P merupakan lapisan permukaan yang dibuat sangat tipis supaya cahaya matahari dapat menembus langsung mencapai junction. Bagian P ini diberi lapisan nikel yang

berbentuk cincin, sebagai terminal keluaran positif . Dibawah bagian P terdapat bagian jenis N yang dilapisi dengan nikel juga sebagai terminal keluaran negatif.

Semakin besar intensitas cahaya matahari yang masuk, arus yang dihasilkan akan semakin besar pula. Oleh karena itu faktor cuaca adalah penting mengingat intensitas cahaya matahari ketika cuaca mendung dan cerah tidaklah sama. Di bawah ini adalah beberapa faktor yang mempengaruhi kerja dari *photovoltaic* agar pengoperasiannya dapat mencapai nilai maksimum :

1. Suhu permukaan *photovoltaic*.
2. Radiasi solar matahari (iradiasi)
3. Kecepatan angin bertiup.
4. Keadaan atmosfer bumi.
5. Orientasi *photovoltaic*.
6. Posisi letak *photovoltaic* terhadap matahari (*tilt angle*).



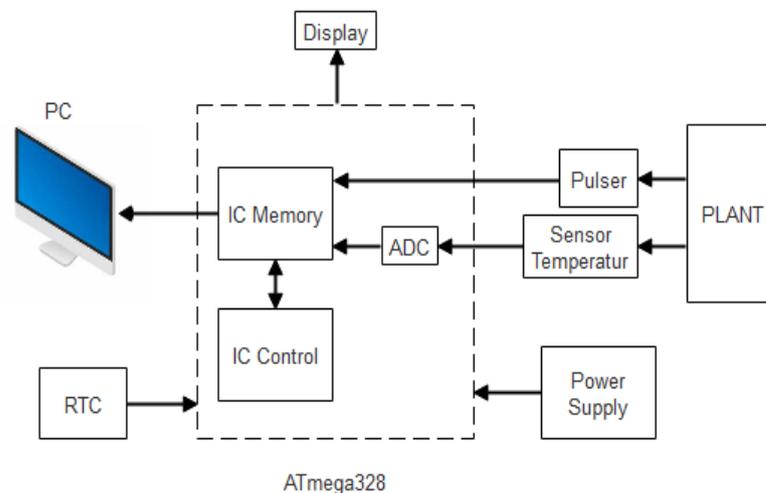
Gambar 2.1 *Photovoltaic* jenis Monokristalin

Prinsip kerja *photovoltaic* yaitu terdiri dari lapisan yang dinamakan p-n junction. P-n junction itu diperoleh dengan jalan menambahkan sebatang bahan semikonduktor silikon murni (valensinya 4) dengan impuriti yang bervalensi 3 pada bagian sebelah kiri, dan yang disebelah kanan ditambahkan dengan impuriti

bervalensi 5. Sehingga pada bagian kiri terbentuk silikon yang tidak murni lagi dan dinamakan silikon jenis n. Didalam silikon murni terdapat dua macam pembawa muatan listrik yang seimbang. Pembawa muatan listrik yang positif dinamakan hole, sedangkan yang negatif dinamakan elektron. Didalam silikon jenis p terbentuk hole (pembawa muatan listrik positif) dalam jumlah yang sangat besar dibandingkan dengan elektronnya. Oleh karena itu didalam silikon jenis p hole merupakan pembawa muatan mayoritas, sedangkan elektron merupakan pembawa muatan minoritas. Sebaliknya di dalam silikon jenis n terbentuk elektron dalam jumlah yang sangat besar sehingga disebut pembawa muatan mayoritas dan hole disebut pembawa muatan minoritas.

2.2.2 Data Logger

Data logger merupakan suatu instrumen elektronik yang memiliki kemampuan untuk membaca besaran pada alam (misal temperatur, kecepatan angin, kadar gas, arus dan tegangan listrik) yang dibaca oleh sensor elektronik maupun elektromekanik, kemudian menuliskan nilai besaran yang terbaca tersebut ke dalam memori (Mahzan et al. 2017).



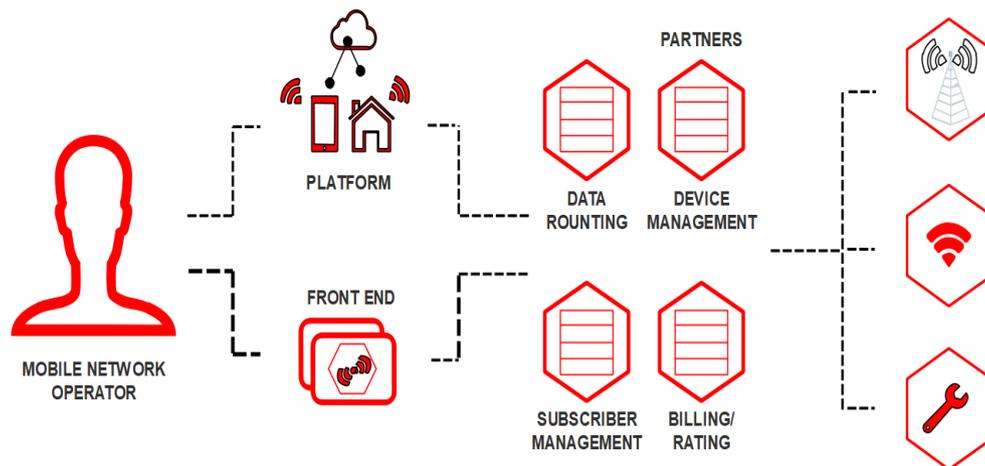
Gambar 2.2 Sistem umum *Data Logger*

Cara kerja *Data Logger* pada umumnya diberikan masukan menggunakan sensor dan diubah menjadi sinyal listrik yang sesuai. Sinyal yang diterima dari sensor ini adalah sinyal analog dan sinyal tersebut diubah menjadi bentuk digital dengan menggunakan converter analog ke digital. Sinyal ini diambil sampel pada tingkat tertentu, yang dikenal sebagai sampling rate sebesar 1 Hz. Dalam menghubungkan ke PC, *Data logger* biasanya mengirim data melalui serial port pada komputer.

Dalam penggunaannya, *Data Logger* memiliki berbagai metode dalam pemrograman dan penyimpanan data seperti SD Card, SMS Gateway, sistem LAN (*Local Area Network*), SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*), dan yang terbaru menggunakan *Internet Of Things*.

2.2.3 *Internet Of Things*

Internet Of Things adalah skenario dari suatu objek yang dapat melakukan suatu pengiriman data/informasi melalui jaringan tanpa campur tangan manusia. Teknologi IoT telah berkembang dari konvergensi *micro-electromechanical systems* (MEMS), dan Internet pada jaringan nirkabel. Sedangkan “*A Things*” dapat didefinisikan sebagai subjek seperti orang dengan implant jantung, hewan peternakan dengan transponder chip dan lain-lain. IoT sangat erat hubungannya dengan komunikasi mesin dengan mesin (M2M) tanpa campur tangan manusia ataupun komputer yang lebih dikenal dengan istilah cerdas (smart) (Limantara, dkk 2017).

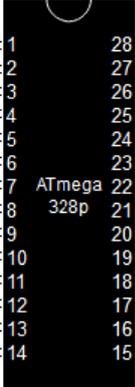


Gambar 2.3 sistem kerja IoT (*Internet Of Things*)

Cara kerja *Internet of Things* adalah dengan memanfaatkan sebuah instruksi pemrograman yang dimana tiap-tiap perintah argumennya dapat menghasilkan sebuah interaksi antara sesama perangkat yang saling terhubung satu sama lainnya secara otomatis tanpa campur tangan manusia. Bahkan dalam jarak yang jauh sekalipun, Internet dapat menjadi penghubung diantara kedua interaksi perangkat tersebut. Sementara manusia hanya bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung. Adapun beberapa *platform* IoT yang dapat diakses secara gratis dan mudah diantaranya *Ubidots*, *Firebase*, *Greeknesia*, *Telkomsel IoT*, *Antares*, *ThinkSpeak*, *Thingier I/O* dan *Blynk*.

2.2.4 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah komponen elektronika yang berupa *Integrated Circuit* (IC) yang dapat mengatur dan mengolah data. *Mikrokontroler* merupakan komponen elektronika jenis semikonduktor yang dapat berfungsi sebagai isolator maupun konduktor (Khakim 2015).



(PCINT14/RESET) PC6 = 1	28 = PC5 (ADC5/SCL/PCINT 13)
(PCINT16/RXD) PD0 = 2	27 = PC4 (ADC4/SDA/PCINT 12)
(PCINT17/TXD) PD1 = 3	26 = PC3 (ADC3/PGINT 11)
(PCINT18/INT0) PD2 = 4	25 = PC2 (ADC2/PGINT 10)
(PCINT19/OC2B/INT1) PD3 = 5	24 = PC1 (ADC1/PCINT 9)
(PCINT20/XCK/T0) PD4 = 6	23 = PC0 (ADC0/PCINT 8)
VCC = 7	22 = GND
GND = 8	21 = AREF
(PCINT6/XTAL1/TOSC1) PB6 = 9	20 = AVCC
(PCINT7/XTAL2/TOSC2) PB7 = 10	19 = PB5 (SCK/PCINT5)
(PCINT21/OC0B/T1) PD5 = 11	18 = PB4 (MISO/PCINT4)
(PCINT22/OC0A/AIN0) PD6 = 12	17 = PB3 (MOSI/OC2A/PCINT3)
(PCINT23/AIN1) PD7 = 13	16 = PB2 (SS/OC1B/PCINT2)
(PCINT0/CLKO/ICP1) PB0 = 14	15 = PB1 (OC1A/PCINT1)

Gambar 2.4 Struktur pin *Mikrokontroler* ATmega328p

Berdasarkan fungsinya *Mikrontrroller* adalah komputer mini yang memiliki satu chip dan terdapat mikroprosesor, memori, jalur *input/output* serta beberapa perlengkapan lain didalamnya. Kecepatan pengoperasian pengelolaan data pada mikrokontroler pada umumnya berkisar antara 1-16 MHz dan kapasitas RAM dan ROM nya berkisar pada orde *byte/Kbyte*.

Kelebihan utama mikrokontroler terletak pada ketersediaan RAM (*Random Acces Memory*) dan peralatan I/O pendukung, sehingga ukuran board mikrokontroler menjadi sangat ringkas (Khakim 2015).

Sebuah *Mikrokontroler* dapat bekerja bila didalamnya terdapat sebuah program yang berisikan instruksi-instruksi yang akan digunakan untuk menjalankan sistem mikrokontroler tersebut. Program pada *mikrokontroler* tersebut dijalankan secara bertahap. Pada program tersebut terdapat beberapa set instruksi yang mana tiap instruksi tersebut dijalankan secara bertahap atau berurutan (Susanto, Pramana, Rozeff, and Ujahidin, Muhammad 2013).

2.2.5 Sistem minimum

Sistem minimum mikrokontroler adalah rangkaian elektronik minimum yang diperlukan untuk beroperasinya IC mikrokontroler (Juanda 2011). Dalam

aplikasinya sistem minimum dihubungkan ke rangkaian lain untuk tujuan tertentu sesuai dengan keinginan pengguna. Pada umumnya, sebuah mikrokontroler dalam penggunaan sistem minimum membutuhkan beberapa elemen yaitu :

a. Power Supply

Dalam dunia elektronika, power supply disebut juga catu daya. Adapun tegangan yang digunakan mikrokontroler adalah sebesar 5 VDC dan dalam pembuatannya mikrokontroler pada umumnya menggunakan IC regulator 7805 agar tegangan yang dialirkan dapat stabil.

b. Osilator (Pembangkit Frekuensi)

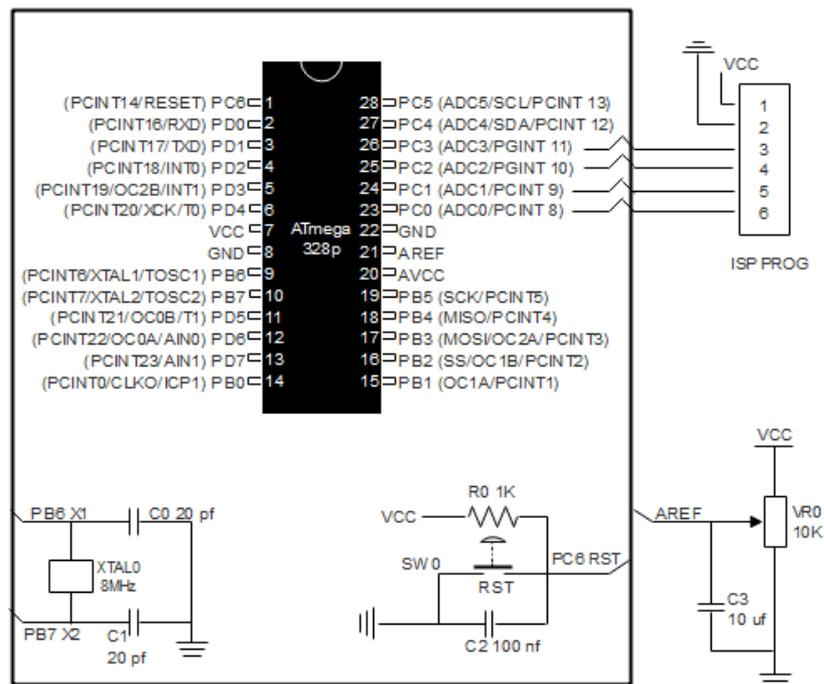
Osilator berfungsi sebagai referensi kecepatan akses mikrokontroler dengan memberikan denyut frekuensi kepada mikrokontroler agar bisa beroperasi. Osilator yang digunakan biasanya sebesar 8 MHz dan maksimal yang digunakan adalah sebesar 16 MHz.

c. ISP (In-System Programmable)

ISP digunakan untuk memasukkan program ke dalam mikrokontroler. Adapun ISP adalah pemrograman mikrokontroler secara seri karena tidak memerlukan banyak jalur data.

d. Reset Push Button

Penggunaan Reset pada mikrokontroler digunakan merestart program agar kembali ke program awal.

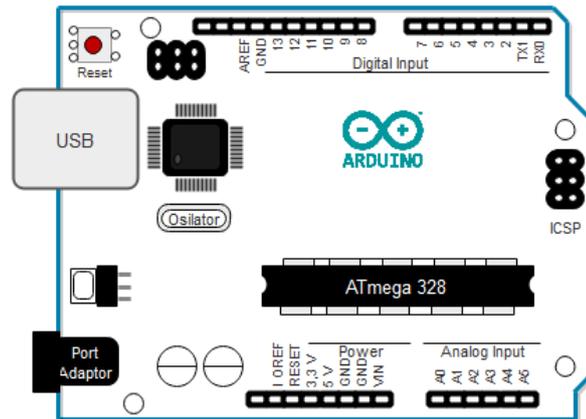


Gambar 2.5 Sistem minimum mikrocontroller ATmega328p

2.2.6 Arduino Uno

Arduino adalah platform pembuatan prototipe elektronik yang bersifat *open-source hardware* yang berdasarkan pada perangkat keras dan perangkat lunak yang fleksibel dan mudah digunakan (Arifin, Zulita, and Hermawansyah 2016).

Adapun saat ini terdapat berbagai jenis-jenis Arduino. Mulai dari yang paling mudah dicari dan paling banyak digunakan, yaitu Arduino Uno. Hingga Arduino yang sudah menggunakan *ARM Cortex*, berbentuk *Mini PC*. Hingga saat ini sudah ada ratusan ribu Arduino yang digunakan di dunia sejak tahun 2011. Arduino juga sudah dipakai oleh perusahaan-perusahaan besar, contohnya Google menggunakan Arduino untuk *Accessory Development Kit*, NASA memakai Arduino untuk *prototypin*, ada lagi *Large Hadron Colider* memakai Arduino dalam beberapa hal untuk pengumpulan data.



Gambar 2. 6 Konfigurasi pin Arduino

Keterangan-keterangan konfigurasi Pin dan sistem pada Arduino Uno dapat dilihat sebagai berikut :

a. 14 pin Input dan Output Digital (0-13 pin)

14 pin ini berfungsi sebagai input maupun output, hal ini dapat diatur didalam program sesuai keinginan. Adapun pada pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11, dapat juga berfungsi sebagai analog output yang tegangan dapat diatur. Nilai pada pin output analog dapat diprogram antara 0-255, hal ini mewakili nilai tegangan 0-5 V.

b. 6 Pin Input Analog (0-5)

Pin ini berguna untuk membaca tegangan yang dihasilkan sensor analog, contohnya pada sensor suhu. Program dapat membaca nilai sebuah pin dari 0-1023, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0-5 V.

c. IC (Mikrokontroler Atmega328)

IC merupakan otak dari papan Arduino berupa microprosesor yang didalamnya terdapat CPU, ROM, RAM.

d. ICSP (*In-Circuit Serial Programming*)

Port ICSP memungkinkan pengguna untuk memprogram microcontroller secara langsung, tanpa melalui bootloader.

e. Kristal (*Quartz Crystal Oscillator*)

Kristal merupakan jantung pada Arduino karena menghasilkan detak-detak yang dikirim kepada microcontroller agar melakukan sebuah operasi untuk setiap detak-nya. Kristal ini dipilih yang berdetak 16 juta kali per detik (16MHz).

f. Sumber Daya Eksternal (Port Adaptor)

Port Adaptor ini digunakan untuk menyuplai tegangan pada Arduino berkisar antara 9-12 V.

g. USB

Fungsi dari papan USB dan kabel USB adalah sebagai penghubung komunikasi serial dari computer kedalam papan serta sebagai pemuat program dari komputer/*software* ke dalam papan Arduino.

h. *Reset Push Button*

Tombol Reset digunakan untuk me-reset sehingga program akan dimulai dari awal, hal ini biasanya dilakukan karena program yang sedang berjalan mengalami *error* atau gagal sistem.

Komponen utama didalam papan Arduino adalah *Microcontroller* 8 bit dengan merk ATmega yang berasal dari perusahaan *Atmel Corporation*. Adapun berbagai papan Arduino menggunakan jenis ATmega yang berbeda-beda, hal ini bergantung dengan spesifikasi Arduino yang digunakan. Spesifikasi Atmega pada Arduino Uno adalah jenis ATmega328. Berikut ini adalah Tabel data Teknik pada *Board* Arduino Uno :

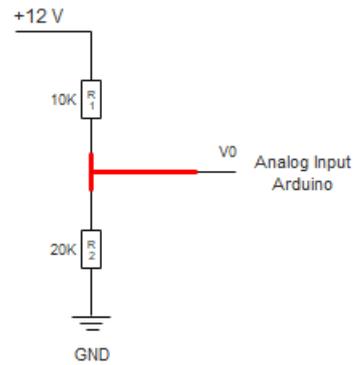
Tabel 2. 1 Data Teknik *Board* Arduino Uno

Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan Pengoperasian	5 V
Tegangan Input yang disarankan	7-12 V
Batas tegangan input	6-20 V
Jumlah pin I/O digital	14 (6 diantaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah pin input analog	6
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3 V	50 mA
Memory Flash	32 KB, sekitar 0,5 KB digunakan oleh Bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz

2.2.7 Sensor Tegangan

Sensor tegangan yang digunakan merupakan sebuah modul sensor tegangan yang menggunakan prinsip pembagi tegangan (*Voltage Divider*). Modul ini dapat mengurangi tegangan input hingga 5 kali dari tegangan asli. Tegangan analog input maksimum mikrokontroler yaitu 5 volt, sehingga modul tegangan dapat diberi masukan tidak melebihi 5 x 5 Volt atau sebesar 25 Volt. Modul sensor tegangan akan dipasang secara paralel terhadap beban panel surya (Fachri, Sara, and Away 2015).

Pada dasarnya, rangkaian *Voltage Divider* terdiri dari dua buah resistor yang dirangkai secara seri. Berikut ini adalah rangkaian sederhana dari sistem *Voltage Divider* :



Gambar 2.7 Sistem kerja Voltage Divider

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_{in} \dots \dots \dots (1)$$

Pada dasarnya sistem kerja sensor dalam proses pembacaan data yang diterima hanya dirubah dalam bentuk bilangan dari 0 sampai dengan 1023. Karena chip Arduino memiliki 10 bit *Analog Digital*, maka resolusi pembacaan tegangan modul surya sebesar 0,00489 V (dari 5V/1023). Untuk pembacaan tegangan keluaran panel surya dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Volt} = [(V_{out} \times 0,00489) \times 5] \dots \dots \dots (2)$$

Adapun V_{out} merupakan pembacaan melalui *analogread* pada Arduino Uno.

2.2.8 Sensor Arus

Sensor arus adalah suatu alat yang mengukur jumlah arus pada alat elektronik. Sensor arus biasanya terdiri dari rangkaian elektronik yang mengubah arus menjadi tegangan listrik (Siregar, Wardana, and Luqman 2017). Sensor arus yang digunakan merupakan sensor dengan tipe ACS712 untuk mendeteksi besar arus yang mengalir melalui terminal blok panel surya. Sensor ini dapat mengukur arus positif dan negative dengan kisaran -30 sampai dengan 30 A. sensor ini

memerlukan suplay tegangan sebesar 5V. Untuk membaca nilai tengah (nol ampere) tegangan sensor di set pada 2.5 V (setengah kali tegangan sumber daya VCC = 5V). Sama halnya dengan sensor tegangan, sensor arus memiliki jangkauan pembacaan mulai dari 0 sampai dengan 1023 (pada input 5 V) dengan resolusi 0,00489 V. Adapun I pada *analogread* dirumuskan sebagai berikut :

$$I = \frac{0,00489 \times V_{out} - 2,5}{0,185} \dots\dots\dots(3)$$



Gambar 2. 8 Sensor Arus ACS712

Berikut ini adalah karakteristik dari ACS712 :

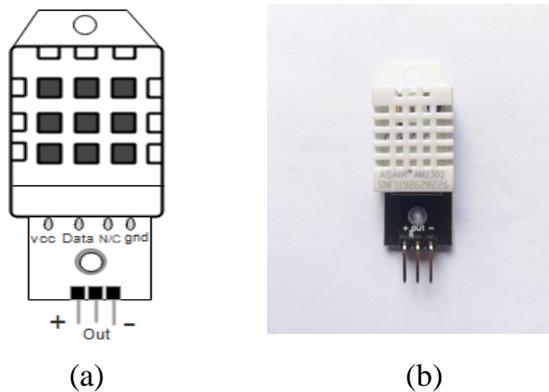
- Memiliki sinyal analog dengan *low-noise* atau gangguan rendah.
- *Bandwith* 80 KHz.
- Untuk output memiliki error 1.5 % pada Ta = 25 °C.
- Range Sensitivitas antara 66 – 185 mV/A.
- Memiliki resistansi sebesar 1.2 mΩ.
- Tegangan kerja pada 5.0 V.
- Tegangan *offset* keluaran yang sangat stabil.
- Perbandingan rasio keluaran sesuai tegangan sumber.

Dalam penggunaan sensor ACS712 memiliki jangkauan pengukuran sesuai dengan arus rasio arus yang diukur. Untuk pengukuran <5 A memiliki

sensitivitas 185 mV/A, untuk pengukuran <20 A memiliki sensitivitas 100 mV/A, untuk pengukuran <30 A memiliki sensitivitas 66 mV/A.

2.2.9 Sensor Temperatur

Sensor temperatur yang digunakan adalah DHT22. DHT22 adalah sebuah sensor untuk mengukur temperatur maupun kelembaban udara. Sensor DHT ini memiliki dua bagian, yaitu bagian sistem kelembaban kapasitif dan termistor. Sinyal digital yang dihasilkan oleh sensor ini mudah dibaca oleh microcontroller apapun (Winasis et al. 2016).



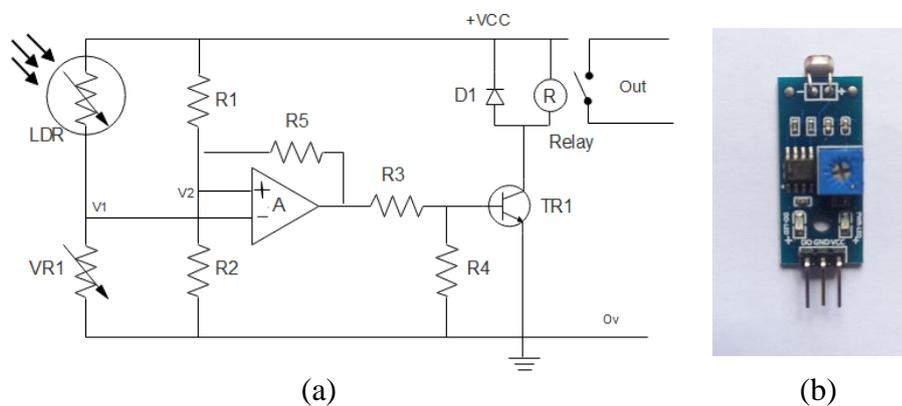
Gambar 2.9 (a) Konfigurasi pin sensor DHT22, (b) Sensor DHT22

Adapun spesifikasi sensor temperature dan kelembaban DHT22 adalah sebagai berikut :

- Tegangan input 3,3 – 6 VDC.
- Sistem komunikasi serial (*single-Wire two Way*).
- Range suhu -40°C - 80°C .
- Range kelembapan 0%-100% RH.
- Akurasi $\pm 2^{\circ}\text{C}$ (temperatur) $\pm 5\%$ RH (kelembapan).

2.2.10 Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*)

LDR (*Light Dependent Resistor*) yaitu jenis resistor yang berubah hambatannya karena pengaruh cahaya. Resistor peka cahaya atau fotoresistor adalah komponen elektronik yang resistansinya akan menurun jika ada penambahan intensitas cahaya yang mengenainya. Fotoresistor dapat merujuk pula pada *Light Dependent Resistor* (LDR), atau fotokonduktor. Fotoresistor dibuat dari semikonduktor beresistansi tinggi yang tidak dilindungi dari cahaya. Jika cahaya yang mengenainya memiliki frekuensi yang cukup tinggi, foton yang diserap oleh semikonduktor akan menyebabkan elektron memiliki energi yang cukup untuk meloncat ke pita konduksi. Elektron bebas yang dihasilkan (dan pasangan lubangnya) akan mengalirkan listrik, sehingga menurunkan resistansinya (Kamelia, Sukmawiguna, and Adiningsih 2017).



Gambar 2.10 (a) Konfigurasi sensor LDR, (b) Sensor LDR

2.2.11 Modul Wi-fi (ESP8266)

ESP8266 adalah modul wifi yang berfungsi sebagai perangkat pendukung mikrokontroler yaitu Arduino supaya dapat terhubung langsung dengan koneksi internet atau wifi dan membuat koneksi TCP/IP. Modul ini menggunakan daya sekitar 3,3 Volt dengan memiliki tiga mode wifi yaitu *Station*, *Acces Poin* dan

Both (keduanya). Modul ini juga di lengkapi dengan prosesor, memori dan GPIO (Bei 2014).



Gambar 2.11 Modul Wi-fi ESP8266 (NodeMCU)

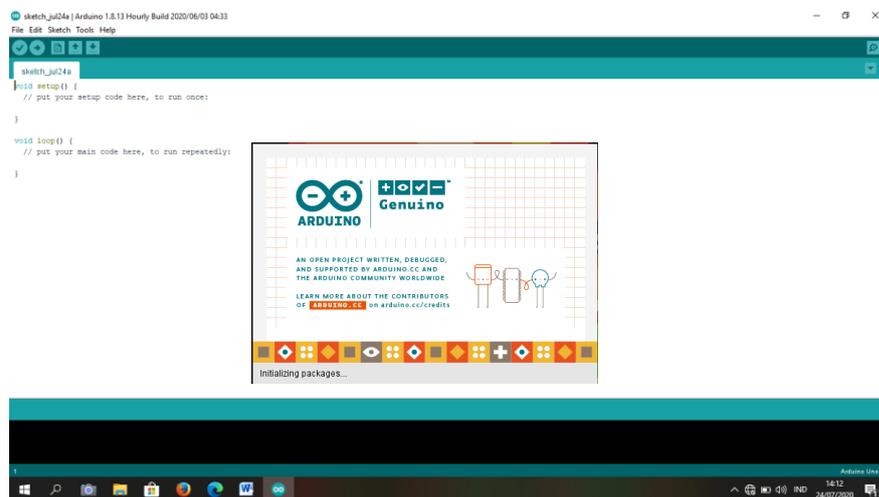
Adapun jenis ESP8266 beragam jenisnya tergantung dari penggunaan, ukuran, dan sensitivitas modul pengirim data. Pada gambar 2.10 diatas adalah jenis *board modul embedded system* yang mempunyai *feature* Wi-fi, menggunakan chip ESP8266. Pada NodeMCU dilengkapi port micro USB yang berfungsi untuk pemrograman sekaligus *power supply*. Adapun spesifikasi modul NodeMCU sebagai berikut :

- Mikrokontroller / chip ESP8266-12E
- Tegangan Input 3.3 ~ 5V.
- GPIO 13 pin.
- Kanal PWM 10 kanal.
- 10 bit ADC pin : 1 pin.
- Flash memory 4 MB.
- Clock Speed 40/26/24 MHz.
- Frekuensi 2.4 GHz-22.5 GHz.
- USB Port : Micro USB.

- USB Chip : CH340G.

2.2.12 Software Arduino IDE

IDE atau kependekan dari *Integrated Development Environment*, atau artinya yang merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan dengan tujuan untuk melakukan pengembangan atau development. Lingkungan yang dimaksud adalah karena dengan *software* IDE ini lah Arduino bisa melakukan pemrograman untuk kegunaan yang ditanam melalui pemrograman. IDE adalah bahasa program yang hamper menyerupai bahasa C. Pemrograman Arduino atau biasa disebut dengan sketch telah dilakukan beberapa penyesuaian yang bertujuan agar memudahkan bagi pemula untuk melaksanakan pemrograman pada Arduino tersebut. Pada IC yang terdapat didalam Arduino sudah di-*install* sebuah program yang disebut *bootlader* berfungsi menjadi penengah pada *compiler* Arduino terhadap mikrokontroler tersebut (Dengnan et al. 2019).

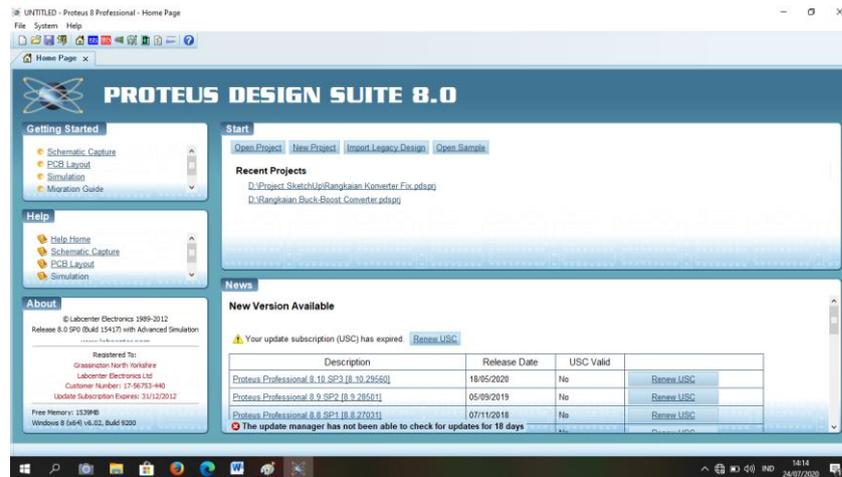


Gambar 2.12 Tampilan Software Arduino

2.2.13 Software Proteus

Software Proteus 8 adalah sebuah software yang digunakan untuk mendesain PCB yang juga dilengkapi dengan simulasi PSpice pada level skematik

sebelum rangkaian skematik di-upgrade ke PCB untuk memastikan sistem rangkaian dapat berfungsi dengan semestinya. Proteus 8 mengkombinasikan program ISIS untuk membuat skematik desain rangkaian dengan program ARES atau disebut juga *Advanced Routing and Editing Software* yang digunakan untuk membuat modul *layout* PCB.

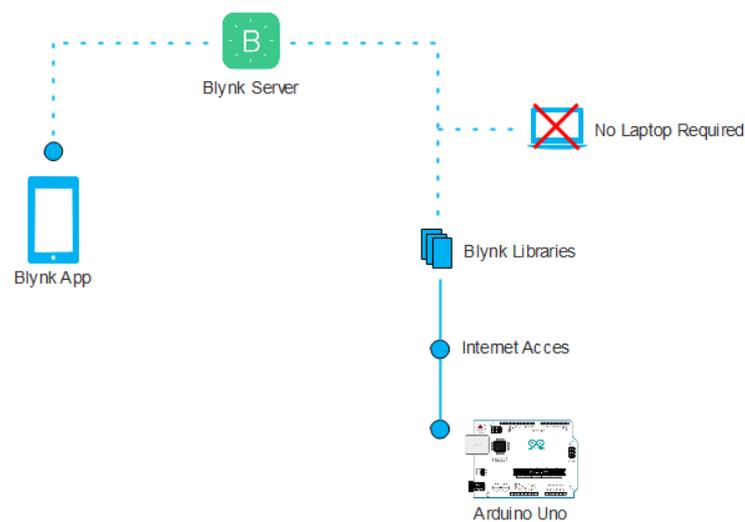


Gambar 2. 13 Tampilan Software Proteus

2.2.14 Aplikasi *Blynk*

Blynk adalah platform baru yang memungkinkan Anda untuk dengan cepat membangun *interface* untuk mengendalikan dan memantau proyek hardware dari iOS dan perangkat Android. Setelah men-download aplikasi *Blynk*, kita dapat membuat dashboard proyek dan mengatur tombol, slider, grafik, dan *widget* lainnya ke layar. Menggunakan *widget*, Anda dapat mengaktifkan pin dan mematikan atau menampilkan data dari sensor. *Blynk* sangat cocok untuk antarmuka dengan proyek-proyek sederhana seperti pemantauan suhu atau menyalakan lampu dan mematikan dari jarak jauh. *Blynk* adalah *Internet Of Things* (IoT) yang dirancang untuk membuat remote control dan data sensor membaca dari perangkat arduino ataupun esp8266 dengan cepat dan mudah. *Blynk*

bukan hanya sebagai "*cloud IOT*", tetapi blynk merupakan solusi end-to-end yang menghemat waktu dan sumber daya ketika membangun sebuah aplikasi yang berarti bagi produk dan jasa terkoneksi. Salah satu masalah yang dapat menimbulkan masalah bagi yang belum tahu adalah coding dan jaringan. Blynk bertujuan untuk menghapus kebutuhan untuk coding yang sangat panjang, dan membuatnya mudah untuk mengakses perangkat kita dari mana saja melalui smartphone. Blynk adalah aplikasi gratis untuk digunakan para penggemar dan developer aplikasi, meskipun juga tersedia untuk digunakan secara komersial (Shull 1977)



Gambar 2. 14 Blynk Server

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian Sistem *Monitoring* Kinerja Panel Surya Berbasis IoT Menggunakan Arduino Uno ini dilaksanakan di Wisata Sawah Dusun VI, jl. Johar Raya, Desa Pematang Johar, Kec. Labuhan Deli Serdang, Kab. Deli Serdang.

3.2 Alat dan Bahan

Untuk mendukung penelitian ini, diperlukan beberapa alat dan bahan yaitu sebagai berikut :

3.2.1 Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. *Toolkit* Elektronika : Sebagai alat bantu perakitan sistem.
2. Perangkat Laptop : Sebagai alat bantu dalam perancangan sistem.
3. *Software* Proteus : Berfungsi untuk membuat rancangan awal sistem.
4. *Software* Arduino : Berfungsi untuk membuat program pada Arduino.
5. Aplikasi Blynk : Berfungsi sebagai *platform* penampil hasil data sensor.
6. Catu Daya : Sebagai sumber daya listrik untuk sistem.
7. Bor : Untuk melubangi akrilik.
8. Gergaji ukir : Untuk memotong akrilik.
9. USB : Berfungsi untuk mengirim program pada

Arduino.

3.2.2 Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Arduino Uno : Berfungsi sebagai mikrokontroler pada sistem.
2. Sensor ACS712 : Berfungsi sebagai sensor penampil arus dan tegangan.
3. Sensor DHT22 : Berfungsi sebagai sensor penampil temperatur dan kelembapan.
4. Sensor LDR : Berfungsi sebagai sensor penampil intensitas cahaya.
5. ESP8266 : Berfungsi sebagai modul tambahan untuk terkoneksi dengan wi-fi.
6. PCB Bread Board : Berfungsi sebagai wadah untuk mengkoneksikan sistem.
7. LCD 20x4 : Berfungsi sebagai penampil data sensor.
8. Akrilik : Berfungsi sebagai tempat untuk konstruksi sistem.
9. Kabel Jumper : Berfungsi sebagai penghubung sistem.
10. Baut dan mur : Berfungsi sebagai perekat sistem.
11. *Handphone* : Berfungsi sebagai penampil hasil pembacaan data sensor melalui aplikasi Blynk.

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian adalah serangkaian kegiatan yang dilaksanakan secara terarah dan sistematis untuk mencapai tujuan-tujuan penelitian. Prosedur penelitian disusun secara teratur guna mempermudah dalam pencarian, menelaah, dan melihat jalannya penelitian.

3.3.1 Tahapan Perencanaan

Tahapan perencanaan dilakukan sebagai dasar penentuan pokok-pokok prosedur dalam penelitian yang akan dilakukan. Hal-hal yang dilakukan adalah sebagai berikut :

a. Perumusan Masalah

Dalam penentuan pokok-pokok dasar penelitian dilakukan perumusan masalah agar penelitian yang dilakukan dapat dicari titik terang dengan sesuatu yang akan diteliti serta jelas dalam penentuan hal-hal yang harus diteliti secara terstruktur.

b. Penentuan Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian dilakukan agar objek yang diteliti sesuai dengan tujuannya dilakukan penelitian dalam menjawab persoalan-persoalan yang dirumuskan.

3.3.2 Persiapan Penelitian

Persiapan Penelitian dilakukan agar objek yang akan diteliti dapat diketahui kategori dan spesifikasinya sesuai dengan apa yang akan dirancang dan akan dipasang pada objek utama penelitian. Adapun Persiapan penelitian mencakup hal-hal sebagai berikut :

a. Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan dimulai dari pengumpulan data tentang pemakaian dan sistem kerja dari *Internet Of Things* dan Penggunaan aplikasi Blynk dalam memantau kinerja dari suatu objek yang serupa. Kemudian mengkarakteristikan alat dan bahan yang akan digunakan dalam pembuatan sistem monitoring kinerja panel surya sesuai dengan fungsi dan cara kerja seperti apa yang diinginkan. Hal ini diperoleh dari sumber sumber ilmiah seperti Jurnal, Artikel, serta Karya Tulis seseorang yang berhubungan dengan objek penelitian.

b. Analisis Kebutuhan Alat dan Sistem

Analisis kebutuhan alat dan sistem adalah tahap menentukan alat, komponen, serta media yang dibutuhkan dalam perancangan serta sistem yang akan dibangun. Kebutuhan sistem yang digunakan meliputi Kebutuhan perangkat lunak (*software*), terdiri dari perangkat lunak sistem operasi dan program yang akan digunakan untuk memprogram Arduino sehingga sistem dapat berjalan. Perangkat yang digunakan adalah software Proteus 7.0 dan Arduino IDE. Kemudian kebutuhan perangkat keras (*hardware*) terdiri dari Arduino Uno, sensor pembaca kualitas kinerja panel surya serta modul pengiriman data melalui internet, serta kebutuhan Aplikasi penerima data yaitu Blynk sebagai wadah penampil data melalui media internet.

3.3.3 Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah obyek penelitian yang menjadi sumber titik perhatian dalam penelitian. Dalam penelitian ini yang menjadi objek penelitian atau variabel penelitiannya adalah menampilkan hasil pembacaan sensor ke

platform IoT. Berdasarkan variabel penelitian yang ditetapkan, maka penelitian ini mencakup :

a. Rangkaian koneksi Arduino dengan Sensor

Rangkaian Arduino dengan Sensor mencakup kinerja pengukuran pada Panel surya. Dalam hal ini Tegangan (*Voltage Divider*), arus (ACS712), Intensitas Cahaya (*LDR/Light Dependent Resistor*), Temperatur (DHT22), sehingga didapatkan galat pembacaan seminimal mungkin.

b. Rangkaian koneksi Arduino dengan NodeMCU

Rangkaian kontrol Arduino dengan NodeMCU (ESP8266) mencakup komunikasi serial arduino dengan NodeMCU melalui pin RX dan TX pada kedua mikrokontroler tersebut beserta kecepatan koneksi yang diterima modul wi-fi berdasarkan kepekaan dari program sistem arduino sehingga dapat mengirim data dengan cepat sesuai dengan waktu sebenarnya.

c. Rangkaian koneksi NodeMCU dengan Aplikasi *Blynk*

Rangkaian ini mencakup kinerja kecepatan penampil data melalui media internet, sehingga setiap data yang diterima tertampil penuh kedalam aplikasi dengan ID pengguna.

3.4 Perancangan Sistem

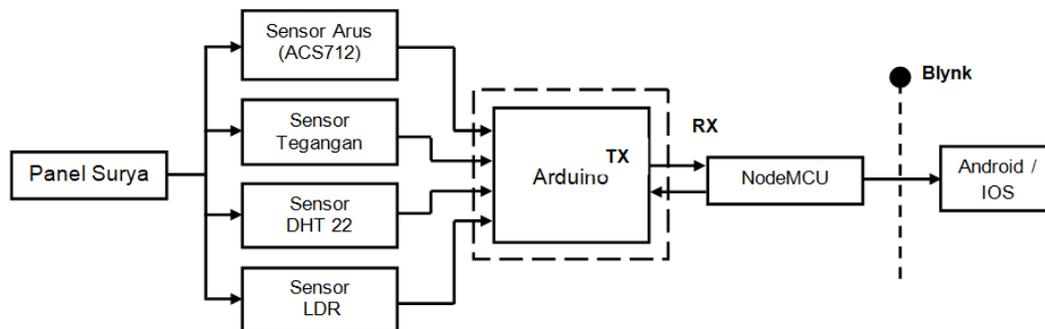
Pada perancangan sistem akan dijelaskan mengenai rangkaian dan proses kerja dari sistem yang dibangun. Perancangan sistem dilakukan agar pada saat pembuatan alat dapat terealisasikan dengan terstruktur, efektif, dan sistematis. Dalam perancangan sistem ini akan menjelaskan interaksi sensor yang terdapat

pada sistem monitoring kinerja panel surya terhadap aplikasi sehingga menghasilkan informasi kepada pengguna. Adapun spesifikasi dari panel surya yang diteliti adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Data sheet *Photovoltaic*

Modul Type	SP-330-M72
Rate Max Power (Pmax)	330 W
Current at Pmax (Imp)	8.59 A
Voltage at Pmax (Vmp)	38.4 V
Short Circuit Current (ISC)	9.11 A
Open Circuit Voltage (VOC)	47.3 V
Dimension (mm)	1956*992*40
Number of Cells	72
Max. System Voltage	1000 V
Temperature Range	-45 ⁰ C – 80 ⁰ C

Berikut ini adalah diagram blok perancangan alat yang dibuat :

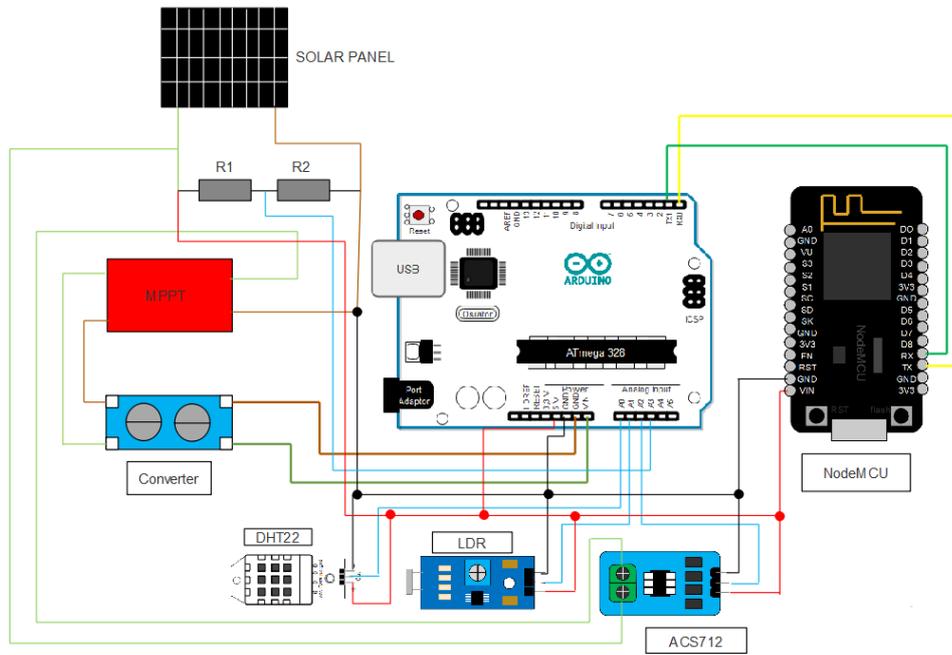


Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Kerja Monitoring Kinerja Panel Surya

Berdasarkan diagram blok diatas, sistem kerja dari keseluruhan alat terpusat pada Arduino Uno sebagai otak dari sistem yang mempunyai input dan output. Kinerja panel surya yang terbaca oleh sensor akan mengirimkan hasil data kepada Arduino sehingga dapat dikirimkan ke aplikasi *Blynk* yang berguna sebagai *interfacer* pada Android melalui modul wi-fi esp8266 (NodeMCU) yang sudah terkoneksi melalui ID pengguna dan sambungan internet. Proses

pengiriman data ini menggunakan komunikasi serial antara arduino dengan NodeMCU menggunakan pin TX dan RX. Hal ini dilakukan agar data yang tersimpan pada arduino dapat juga terhubung dengan NodeMCU.

Adapun diagram banyak rancangan sistem kinerja panel surya dapat dilihat dibawah ini :



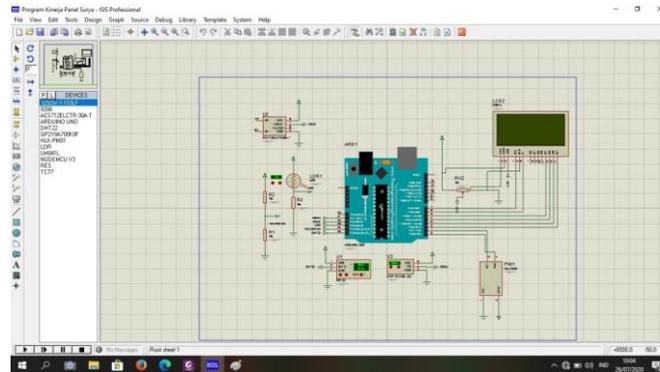
Gambar 3.2 Perancangan rangkaian monitoring dalam memantau kinerja panel surya

Rancangan sistem diatas merupakan model dari desain *Hardware* alat sebagai acuan dalam merancang alat untuk mempermudah perangkaian alat. Selain sebagai acuan perancangan alat, skema diatas juga digunakan untuk menekankan anggaran biaya yang keluar secara tidak wajar atau tidak disengaja.

3.4.1 Perancangan *Software*

Setelah melakukan rancangan sistem, kemudian rancangan sistem disimulasikan dengan *Software Proteus 7.0* untuk mengetahui hasil dari kerja

sistem agar berfungsi dengan baik. Berikut adalah tampilan dari desain alat menggunakan software :



Gambar 3.3 Gambar rangkaian sistem pada software Proteus 7.0

3.4.2 Perancangan Hardware

Perancangan *hardware* bertujuan agar keseluruhan komponen-komponen yang dibutuhkan dibentuk menjadi satu kesatuan. Hal ini dilakukan agar desain alat yang dirancang dapat diterapkan dengan mudah dan efisien. Dalam Perancangan *hardware*, komponen-komponen yang digunakan harus ditata dengan baik, agar pengoneksian antar komponen dapat tersistematik dengan baik. Adapun tahapan dalam perancangan sistem adalah sebagai berikut :

a. Desain komponen

Desain komponen dilakukan agar alat yang dibuat berbentuk modern dan mudah dibawa (*portable*). Hal pertama yang dilakukan adalah memotong akrilik dengan ukuran 20x10 cm berdasarkan kebutuhan sistem sehingga dimensi alat dapat terhubung dengan baik.



Gambar 3.4 Pemotongan akrilik

Selanjutnya adalah melubangi akrilik untuk baut komponen yang ingin dipasang.



Gambar 3.5 Melubangi akrilik

b. Penempatan Komponen

Penempatan komponen dilakukan agar desain alat yang diinginkan dapat terstruktur dengan baik sehingga nantinya pada proses pengoneksian dapat terarah serta memberikan ruang untuk penempatan kabel. Penempatan komponen yang baik juga berfungsi untuk kemudahan penulis dalam melakukan pengoperasian pada alat jika terjadi *error* atau *crush* pada sistem.



Gambar 3.6 Peletakan komponen

c. Pengoneksian

Dalam pengoneksian kabel antar komponen, hal yang harus diperhatikan adalah penempatan kabel, karena jika terjadi kesalahan input serta output tegangan atau kesalahan kaki komponen sensor maka akan terjadi kerusakan pada sensor. Dalam peletakan kabel juga harus diperhatikan agar kabel tidak mudah terlepas dari komponen yang menyebabkan sistem *Breakdown*.



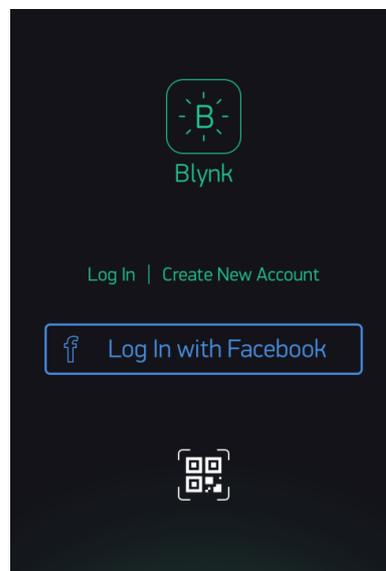
Gambar 3.7 Proses Pengkabelan

3.4.3 Perancangan *Platform*

Dalam perancangan *platform* IoT pada aplikasi Blynk, hal pertama yang dilakukan adalah menginstal aplikasi di *platform downloader* yang tersedia. setelah menginstall aplikasi maka yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

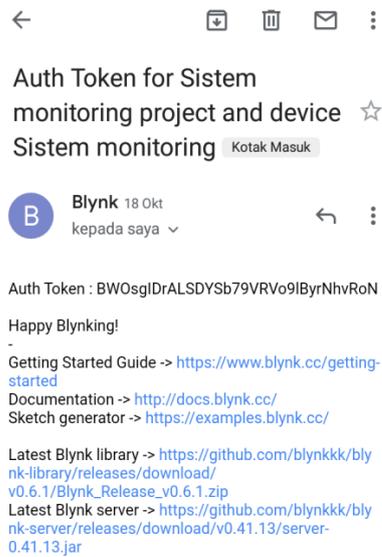
a. Pendaftaran ID Pengguna

Dalam pendaftaran ID pengguna, *platform* IoT memberikan dua alternatif cara agar bisa masuk kedalam aplikasi, yaitu dengan menggunakan email pribadi atau masuk dengan aplikasi Facebook. Hal ini yang membuat eksistensi aplikasi Blynk tetap terjaga karena mudah dalam menjalankan aplikasinya. Berikut adalah tampilan pendaftaran ID Pengguna.



Gambar 3.8 *Login* ID Pengguna

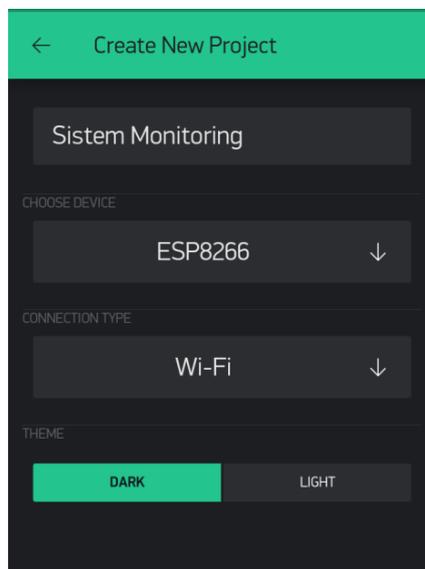
Setelah pendaftaran berhasil, maka secara otomatis aplikasi Blynk mengirimkan *auth token* ke email yang telah didaftarkan. Token ini berfungsi sebagai konfigurasi pada saat pemrograman modul wi-fi (NodeMCU) untuk mengirimkan data pada sistem yang telah didaftarkan di aplikasi.



Gambar 3.9 Penerimaan Token dari aplikasi Blynk pada email

b. Pembuatan Project

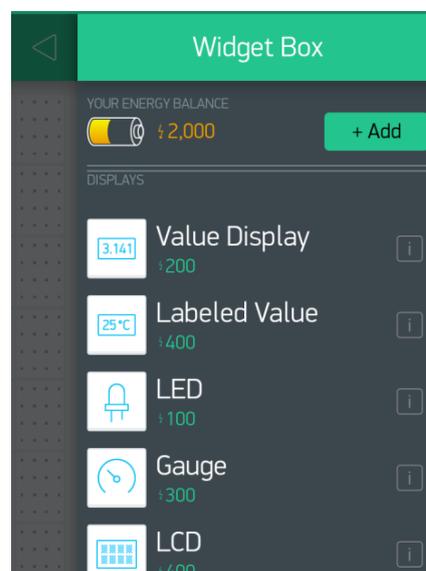
Pembuatan project mengharuskan membuat nama sistem yang ingin dibuat serta pemilihan modul wi-fi yang digunakan, hal ini dilakukan agar tidak terjadi kesalahan konektivitas dari program dan *platform*.



Gambar 3.10 Pembuatan Project

c. Pemilihan Display

Display yang diinginkan dapat dipilih secara beragam sesuai dengan kebutuhan sistem. Dalam pemilihan display, aplikasi Blynk memberikan pilihan secara gratis untuk memilih jenis display yang ingin digunakan, tetapi dibatasi dengan harga yang diberikan. Sehingga jika pemilihan display berlebihan maka dikenakan bayaran sesuai dengan sistem yang sedang dijalankan.

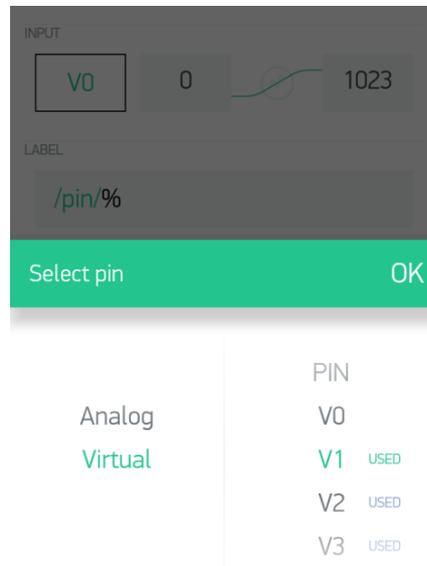


Gambar 3.11 Pemilihan Tampilan IoT

d. Pengaturan Display

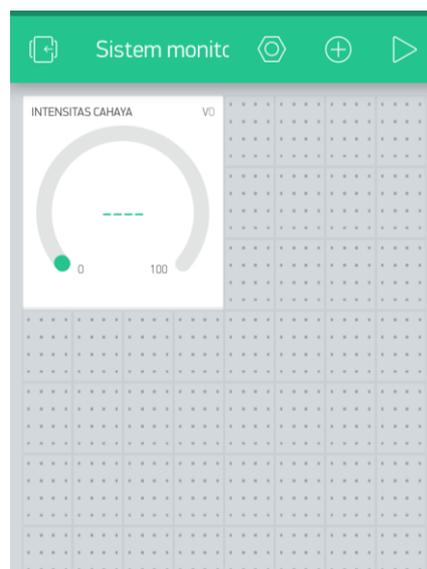
Dalam pengaturan display, hal yang pertama dilakukan adalah pemberian nama untuk sistem yang ingin dimonitoring. Setelah itu menentukan pin yang ingin diprogram. Dalam penelitian ini, pin yang digunakan adalah pin virtual, dikarenakan data yang ingin dikirim berupa data virtual dan harus dikoneksikan dengan benar. Karena jika pencocokan koneksi antara pin virtual dengan program pengirim data tidak sesuai maka data tidak akan dikirim ke aplikasi. Setelah itu,

dilakukan penentuan range pengukuran yang ingin dicapai serta penentuan label satuan yang sesuai dengan pembacaan sensor, misalnya dalam bentuk persen, celcius, ampere, dan lain-lain.



Gambar 3.12 Pemilihan Pin Virtual

Setelah melakukan semua opsi diatas maka bentuk display akan seperti gambar dibawah ini



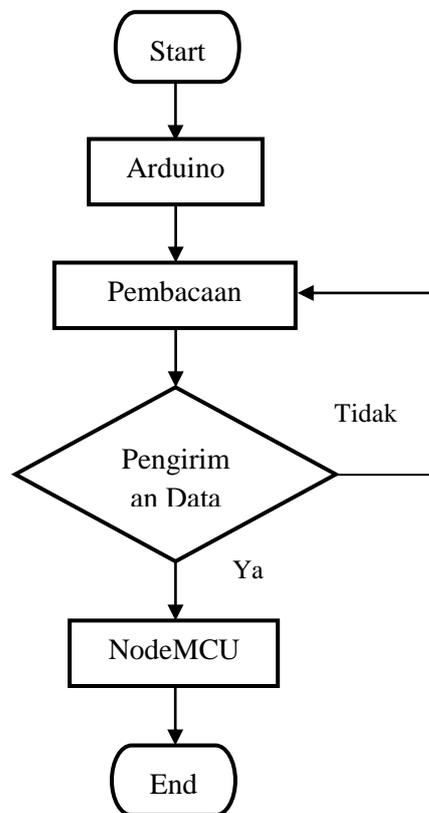
Gambar 3.13 Tampilan akhir IoT

3.4.4 Perancangan Program

Perancangan program untuk sistem monitoring kinerja panel surya dilakukan menggunakan *software* Arduino IDE. Adapun program yang dirancang adalah sebagai berikut :

a. Pemrograman Arduino

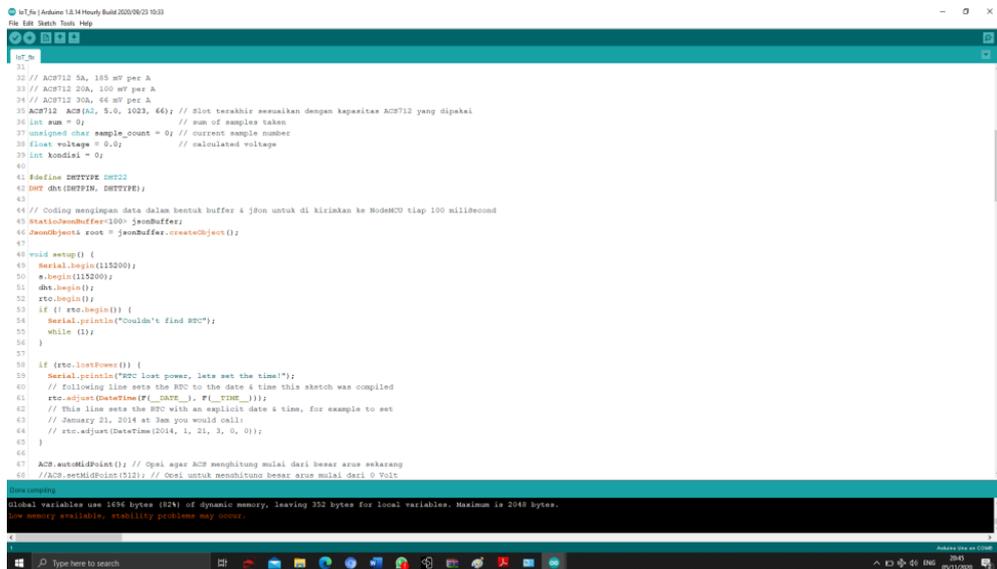
Dalam pemrograman pada arduino difokuskan pada pembacaan sensor sesuai dengan kerja sistem lalu kemudian dikirimkan ke modul wi-fi (NodeMCU) melalui pin TX.



Gambar 3.14 Diagram alir program arduino

Dalam proses pengiriman data sensor yang didapat, kemudian disimpan dalam arsip JSON. arsip JSON diibaratkan sebuah koper untuk menampung beberapa data yang kemudian dikirim dan dibuka

pada NodeMCU. Jika tanpa arsip data JSON maka data tidak bisa dikirim ke aplikasi Blynk.



```

1 // Arduino IDE
2 // ACS712 5A, 185 mV per A
3 // ACS712 20A, 100 mV per A
4 // ACS712 30A, 66 mV per A
5 // ACS712 ACS(A2, 5.0, 1023, 66); // Pin terakhir sesuai dengan kapasitas ACS712 yang dipakai
6 int sum = 0; // sum of samples taken
7 unsigned char sample_count = 0; // current sample number
8 float voltage = 0.0; // calculated voltage
9 int kondisi = 0;
10
11 #define DHTTYPE DHT22
12 DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
13
14 // Coding menginput data dalam bentuk buffer & json untuk di kirimkan ke NodeMCU tiap 100 milisecond
15 #define jsonBufferSize 100 // jsonBuffer;
16 JsonObject root = JsonObject();
17
18 void setup() {
19   Serial.begin(115200);
20   dht.begin();
21   rtc.begin();
22   if (!rtc.begin()) {
23     Serial.println("Couldn't find RTC");
24     while (1);
25   }
26   if (rtc.isLostPower()) {
27     Serial.println("RTC lost power, lets set the time!");
28     // Following line sets the RTC to the date & time this sketch was compiled
29     rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__), F(__TIME__)));
30     // This line sets the RTC with an explicit date & time, for example to set
31     // January 21, 2014 at 3am you would call:
32     // rtc.adjust(DateTime(2014, 1, 21, 3, 0, 0));
33   }
34 }
35
36 ACS712 *ACS; // Pin ACS menghitung mulai dari besar arus keluaran
37 // ACS.setMidPoint(512); // Opsi untuk menghitung besar arus mulai dari 0 Volt
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000

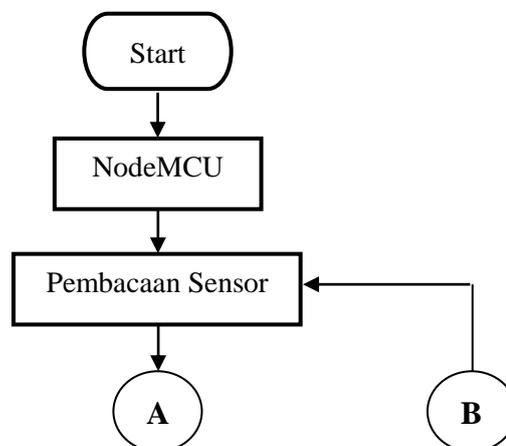
```

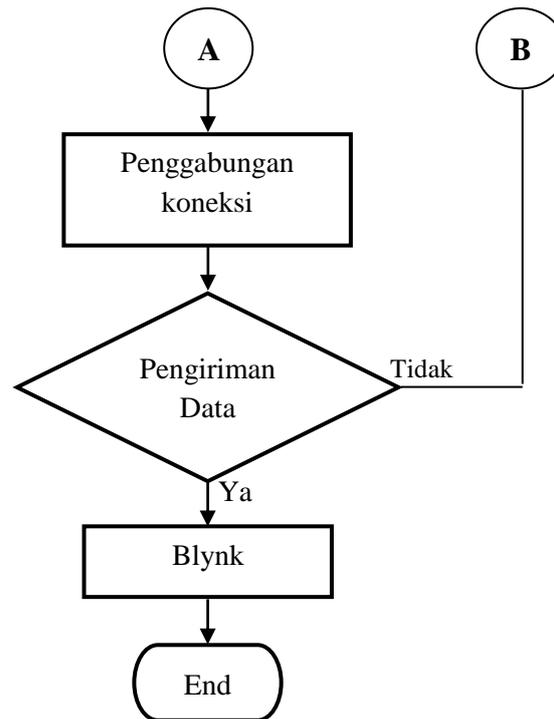
Gambar 3.15 Program pada Arduino

b. Pemrograman NodeMCU

Dalam NodeMCU dirancang program untuk menerima data arsip JSON yang telah dikirim Arduino agar dikirim ke aplikasi Blynk.

Dalam pemrograman NodeMCU dirancang juga program untuk mengirim data ke aplikasi Blynk melalui token yang sudah didapat dari email yang didaftarkan sebagai ID pengguna.





Gambar 3.16 Diagram alir program NodeMCU

Dalam program juga dimasukkan koneksi internet (ID wi-fi dan *password*) sebagai koneksi ke jaringan Blynk melalui media internet.

```

nodeMCU_01_N [Arduino 1.8.14 Hourly Build 2020/09/23 19:33]
nodeMCU_01_N
1 // Serial.print("Temperature ");
15 // Serial.print("Temp");
16 int data1=pin0["Temp"];
17 Serial.println(data1);
18 // Serial.print("Humidity ");
19 int data2=pin0["Hum"];
20 Serial.println(data2);
41 // Serial.println("");
42 // Serial.println("-----xxxxx-----");
43 // Serial.println("");
44 delay(2000);
45 StationJsonBuffer=1000; JsonBuffer;
46 JsonObject root = JsonBuffer.parseObject(s);
47
48 if (root == JsonObject::invalid())
49 {
50   return;
51 }
52 int data1=pin0["Temp"];
53 int data2=pin0["Hum"];
54 int data3 = root["Temp"];
55 int data4 = root["Hum"];
56 int data5 = root["tempas"];
57 int h = data1;
58 int t = data2;
59 int g = data3;
60 int d = data4;
61 int f = data5;
62 Blynk.virtualWrite(V0,h);
63 Blynk.virtualWrite(V1,t);
64 Blynk.virtualWrite(V2,g);
65 Blynk.virtualWrite(V3,f);
66 Blynk.virtualWrite(V4,d);
67 Serial.write(s);
68 Serial.write("DisplayId");
69 Blynk.run();
70 delay(1000);
71 }
  
```

Gambar 3.17 Program pada NodeMCU

3.5 Pengujian Alat

Setelah perancangan sistem selesai, tahap selanjutnya adalah pengujian alat yang dimana bertujuan untuk mengetahui hasil dari sistem monitoring dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan deskripsi kerja yang diinginkan, adapun pengujian alat yang dilakukan adalah

a. *Platform* penerima data

Adapun dalam pengujian platform penerima data dilakukan untuk melihat apakah program dapat berjalan dengan baik dan platform Blynk dapat terhubung dengan internet sehingga menampilkan data yang diinginkan sesuai dengan data sensor.

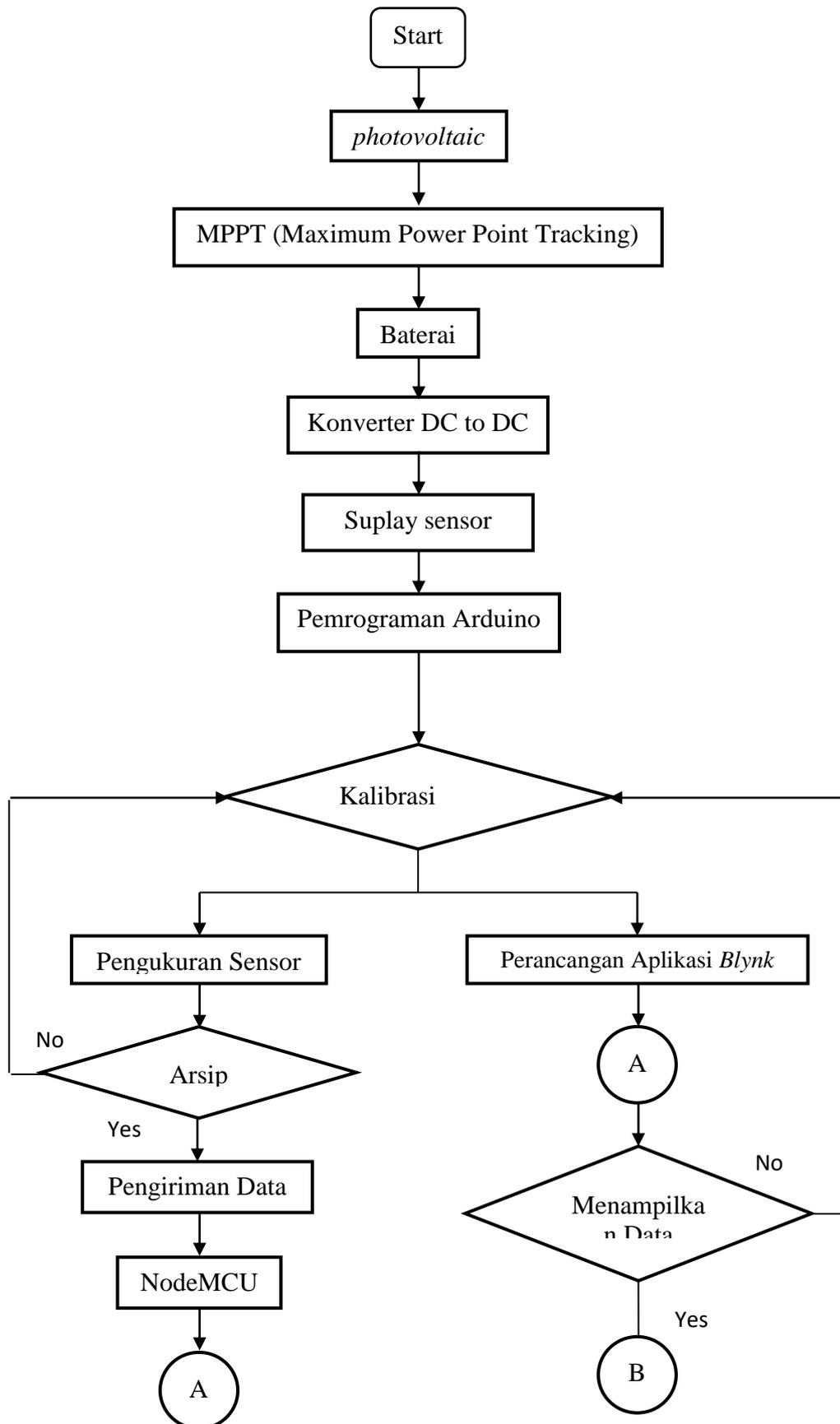
b. Akurasi Sensor

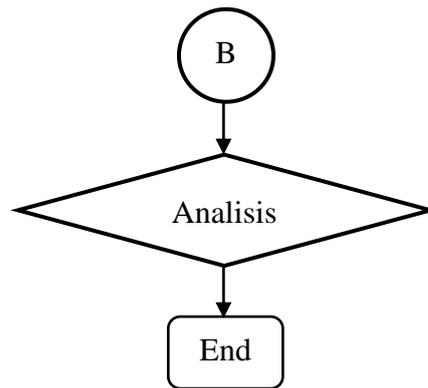
Dalam pengujian akurasi sensor, dilakukan untuk mengetahui galat dari pembacaan sensor berdasarkan keaslian data yang sesuai dengan alat ukur. Adapun dalam pengujian ini akurasi yang dilakukan hanya pada sensor tegangan dan arus, hal ini dilakukan karena hanya sensor ini yang berhubungan dengan kinerja panel surya serta menghitung nilai error dengan rumus berikut :

$$\text{Persen error} = \frac{(\text{nilai eksperimental} - \text{nilai teoritis})}{\text{nilai teoritis}} \times 100 \dots \dots \dots (4)$$

3.6 Flowchart Sistem Monitoring

Adapun Flowchart sistem monitoring kinerja panel surya dapat dilihat dibawah ini :

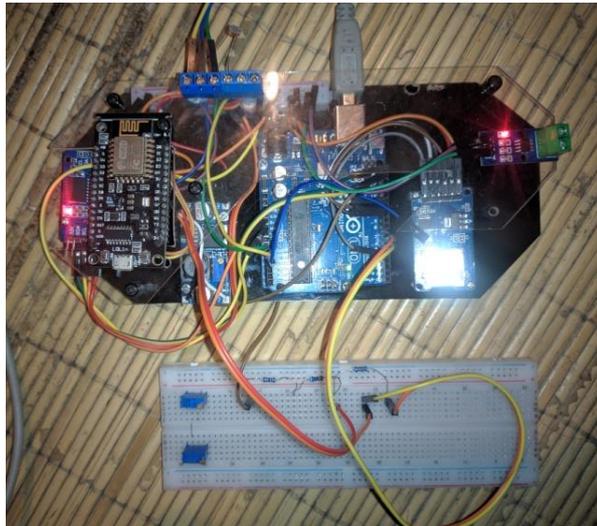




Gambar 3.18 Flowchart sistem monitoring kinerja panel surya

BAB IV HASIL DAN ANALISA

Pada bab ini akan dibahas tentang pengujian dan hasil dari analisa alat yang telah dibuat. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah alat yang dibuat dapat bekerja sesuai prinsip kerja yang diinginkan atau tidak. Metode yang digunakan dalam pengujian alat ini adalah dengan melakukan pengamatan langsung pada sistem yang telah dibuat dan mengamati pembacaan alat ukur yang dipasang, serta respon yang ditunjukkan. Hasil keluaran dari hasil pengukuran alat ukur yang dipasang dapat berupa gambar, table dan grafik.

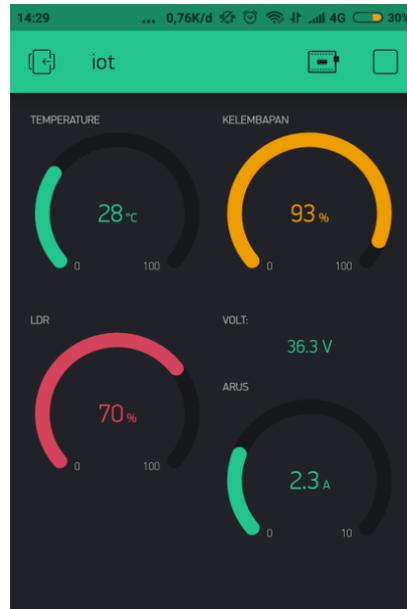


Gambar 4.1 Hasil Rancangan Alat

4.1 Platform Penerima Data

Dalam pengujian aplikasi Blynk, tampilan display yang digunakan berupa empat *gauge* dan satu *display value* dari berbagai jenis tampilan yang disediakan oleh aplikasi Blynk. Untuk sensor Arus, Suhu, dan kelembapan menggunakan jenis display *gauge* dan jenis *display value* untuk sensor tegangan. Hal ini dikarenakan keterbatasan kapasitas yang disediakan dalam menggunakan aplikasi Blynk dengan metode gratis pembuatan project yang ditentukan. Berikut adalah

tampilan dari sistem monitoring kinerja photovoltaic menggunakan aplikasi Blynk.



Gambar 4.2 Hasil data sensor pada tampilan Blynk

4.2 Akurasi Sensor

Dalam proses pengujian akurasi sensor, pengujian dilakukan dengan dua variabel pengukuran. Hal ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar persen kesalahan dan untuk melihat apa yang menjadi kekurangan sistem. Hal ini dapat dilihat pada table dibawah ini :

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran

No	Pengukuran	Arus			Tegangan		
		Blynk	AlatUkur	Selisih	Blynk	AlatUkur	Selisih
1	(1)	2.3	2.6	0.3	37.1	36.0	1.1
2	(2)	2.4	2.7	0.3	36.0	35.4	0.6
3	(3)	2.3	2.5	0.2	36.8	35.9	0.9
		Rata-Rata		0.3	Rata-Rata		0.9

Dalam proses pengukuran, terjadi perbedaan dari hasil pembacaan sensor pada aplikasi Blynk dengan pembacaan alat ukur. Berdasarkan tabel diatas, aplikasi Blynk memberikan hasil pembacaan yang menyimpang dari alat ukur sebesar 0,9 pada variabel tegangan dan 0,3 pada variabel arus. Untuk mengetahui besar galat (*error*) pada sistem maka selanjutnya memasukkannya kedalam rumus.

Tetapi sebelum menghitung galat persentase, maka harus meletakkan angka tertinggi pada sistem dan mengurangkannya dengan hasil pengukuran. Hal ini dikarenakan *photovoltaic* bekerja pada tegangan tertinggi sebesar 48 V dan arus sebesar 9 A, hal ini dilakukam untuk menunjukkan hasil galat yang sebenarnya. Maka didapatkan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Tegangan pada Blynk} &= \text{Data tertinggi sistem} - \text{Range Pengukuran} \\ &= 48 \text{ V} - 0,9 \\ &= 47,1 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Arus pada Blynk} &= \text{Data tertinggi sistem} - \text{Range Pengukuran} \\ &= 9 \text{ A} - 0,3 \\ &= 8,7 \text{ A} \end{aligned}$$

Berdasarkan data diatas, maka didapati hasil persentase kesalahan sebagai berikut :

- Tegangan

$$\begin{aligned} \% \text{ Error} &= \frac{47,1-48}{48} \times 100 \\ &= -0,012 \times 100 \\ &= -1,8 \% \text{ (negatif dapat diabaikan)} \end{aligned}$$

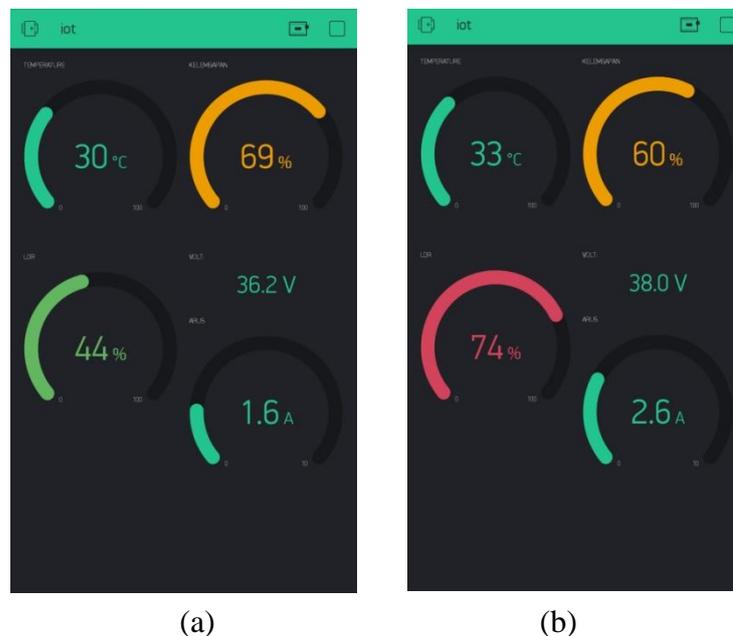
- Arus

$$\begin{aligned} \% \text{ Error} &= \frac{8,7-9}{9} \times 100 \\ &= -0,08 \times 100 \\ &= -3,3 \% \text{ (negatif dapat diabaikan)} \end{aligned}$$

4.3 Hasil data

Berikut ini adalah hasil data yang dilakukan selama tujuh hari untuk melihat data yang telah didapatkan menggunakan aplikasi Blynk. Untuk pembacaan cuaca, penulis memberikan variabel dalam pembacaan sensor LDR (Cuaca), yaitu :

- 1 – 20 % = Malam
- 21- 50 % = Mendung
- 51- 75 % = Berawan
- 76–100 % = Terik



Gambar 4.3 Tampilan data pada platform *Blynk* hari pertama (a) Pukul 09.00 wib

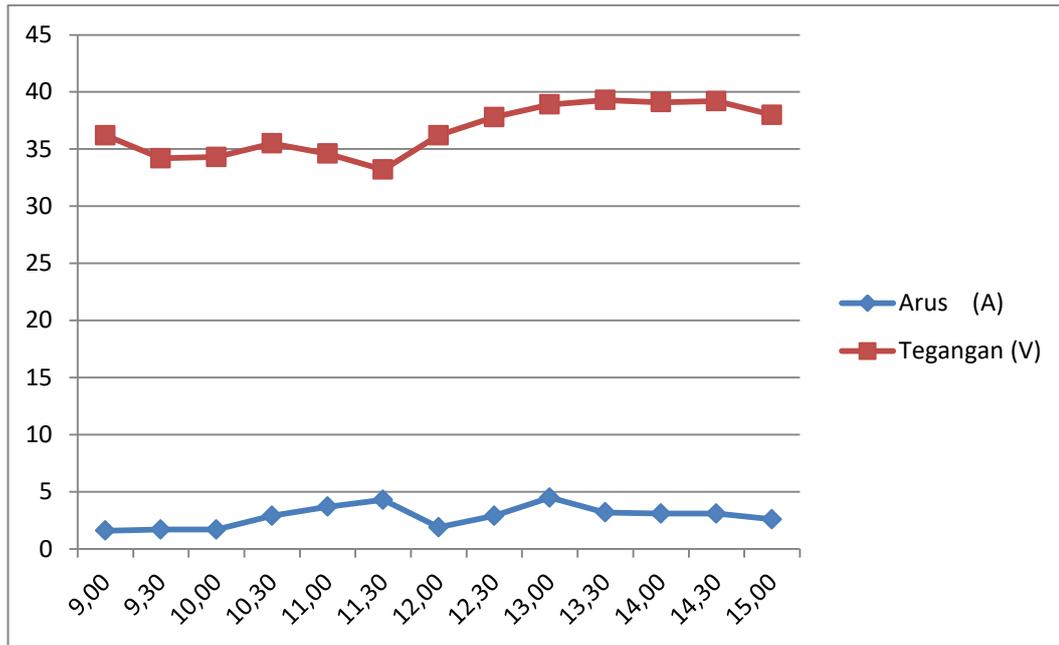
(b) Pukul 15.00 wib

Pada gambar 4.2 adalah hasil dari pembacaan sensor yang ditampilkan pada platform *blynk*. Berdasarkan gambar 4.2 diketahui bahwa gambar (a) menunjukkan hasil data pada pukul 09.00 wib dan gambar (b) menunjukkan hasil data pada pukul 15.00 wib. Untuk hasil data keseluruhan pada hari pertama dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini :

Tabel 4.2 Hasil Data Pengukuran hari-1

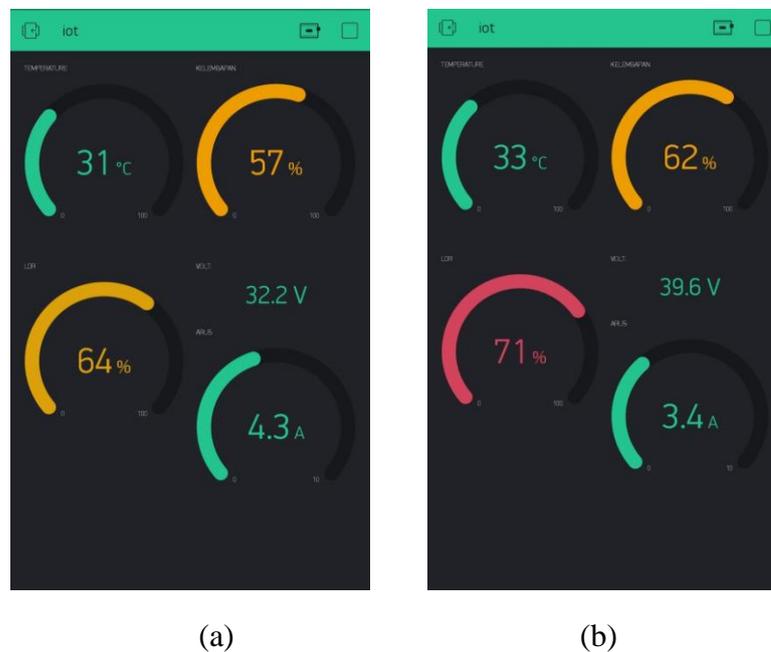
Jam	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W) (VxI)	Suhu (°C)	Humidity (%)	Cuaca (%)
9.00	36.2	1.6	57.92	30	69	44
9.30	34.2	1.7	58.14	31	67	43
10.00	34.3	1.7	58.31	31	67	43
10.30	35.5	2.9	102.95	34	62	44
11.00	34.6	3.7	128.02	32	62	51
11.30	33.2	4.3	142.76	35	55	64
12.00	36.2	1.9	68.78	27	86	52
12.30	37.8	2.9	109.62	26	92	58
13.00	38.9	4.5	175.05	31	73	73
13.30	39.3	3.2	125.76	34	60	78
14.00	39.1	3.1	121.21	32	63	74
14.30	39.2	3.1	121.52	33	58	78
15.00	38	2.6	98.8	33	60	74

Berdasarkan data tabel 4.2 hasil rata-rata pada pengukuran hari pertama yaitu dengan Tegangan sebesar 36.6 V, Arus sebesar 2.8 A, Daya sebesar 105.2 watt, Suhu sebesar 31.4°C, Humidity sebesar 67%, serta Cuaca sebesar 60%. Dari tabel 4.2 diatas maka grafik yang dihasilkan untuk data Tegangan dan Arus seperti gambar 4.4 dibawah ini :



Gambar 4.4 Grafik Pengukuran hari-1

Pada gambar 4.4 dijelaskan bahwa puncak tegangan tertinggi terjadi pada pukul 13.30 wib dan terendah pada pukul 11.30, sedangkan puncak arus tertinggi terjadi pada pukul 13.00 wib dan terendah pada pukul 09.00 wib.



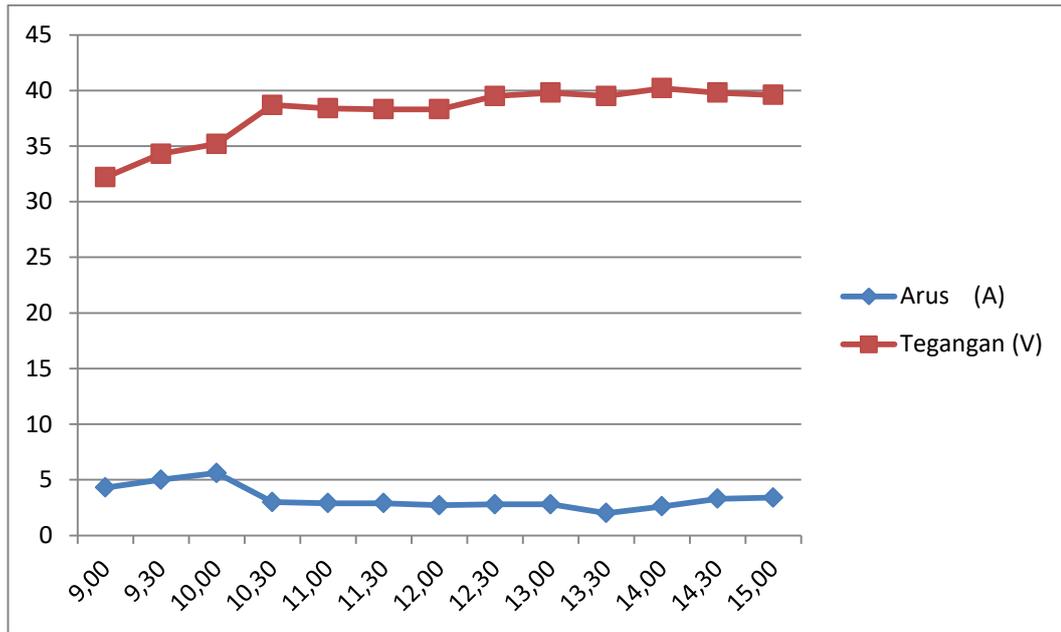
Gambar 4.5 Tampilan data pada platform *Blynk* hari kedua (a) Pukul 09.00 wib
(b) Pukul 15.00 wib

Pada gambar 4.5 adalah hasil dari pembacaan sensor yang ditampilkan pada platform *blynk*.. Berdasarkan gambar 4.5 diketahui bahwa gambar (a) menunjukkan hasil data pada pukul 09.00 wib dan gambar (b) menunjukkan hasil data pada pukul 15.00 wib. Untuk hasil data keseluruhan pada hari kedua dapat dilihat pada tabel 4.3 dibawah ini :

Tabel 4.3 Hasil Data Pengukuran hari-2

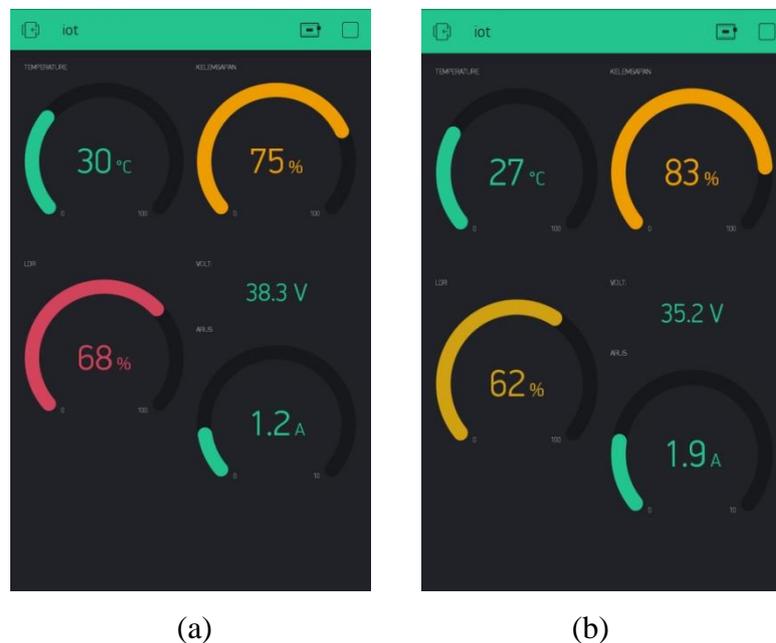
Jam	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W) (VxI)	Suhu (°C)	Humidity (%)	Cuaca (%)
9.00	32.2	4.3	138.46	31	57	64
9.30	34.3	5	171.5	35	54	68
10.00	35.2	5.6	197.12	37	52	73
10.30	38.7	3	116.1	39	49	78
11.00	38.4	2.9	111.36	38	49	79
11.30	38.3	2.9	111.07	38	51	79
12.00	38.3	2.7	103.41	36	56	80
12.30	39.5	2.8	110.6	36	54	79
13.00	39.8	2.8	111.44	36	56	79
13.30	39.5	2	79	35	57	77
14.00	40.2	2.6	104.52	33	59	75
14.30	39.8	3.3	131.34	34	58	71
15.00	39.6	3.4	134.64	33	62	71

Berdasarkan data tabel 4.3 hasil rata-rata pada pengukuran hari kedua yaitu dengan Tegangan sebesar 37.9 V, Arus sebesar 3.3 A, Daya sebesar 124.6 watt, Suhu sebesar 35.4°C, Humidity sebesar 54.9%, serta Cuaca sebesar 74.8%. Dari tabel 4.3 diatas maka grafik yang dihasilkan untuk data Tegangan dan Arus seperti gambar 4.6 dibawah ini :



Gambar 4.6 Grafik Pengukuran hari-2

Pada gambar 4.6 dijelaskan bahwa puncak tegangan tertinggi terjadi pada pukul 14.00 wib dan terendah pada pukul 09.00, sedangkan puncak arus tertinggi terjadi pada pukul 10.00 wib dan terendah pada pukul 13.30 wib.



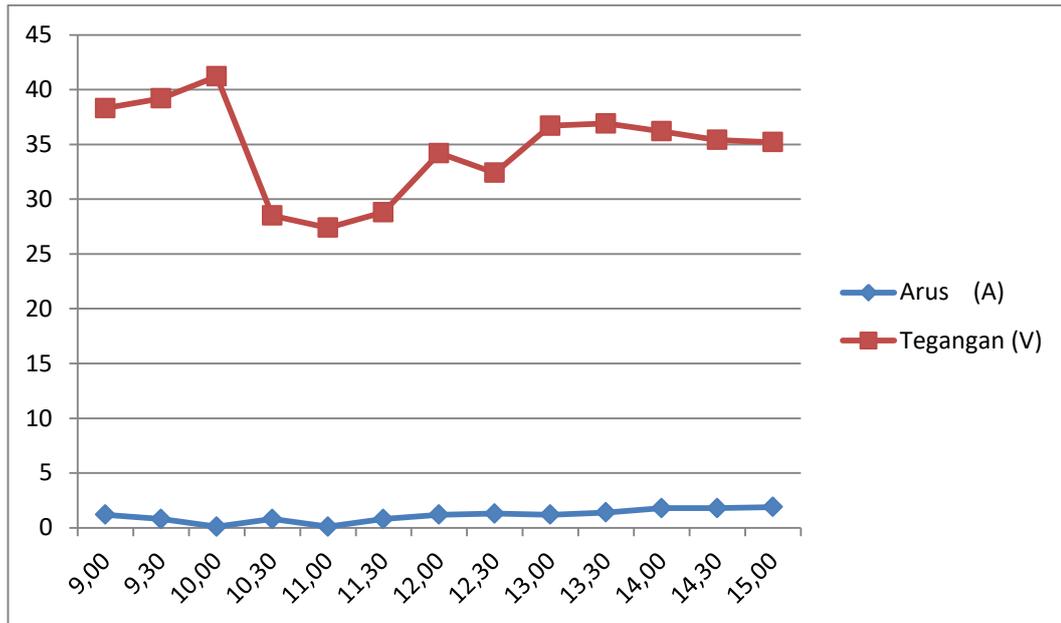
Gambar 4.7 Tampilan data pada platform *Blynk* hari ketiga (a) Pukul 09.00 wib
(b) Pukul 15.00 wib

Pada gambar 4.7 adalah hasil dari pembacaan sensor yang ditampilkan pada platform *blynk*.. Berdasarkan gambar 4.7 diketahui bahwa gambar (a) menunjukkan hasil data pada pukul 09.00 wib dan gambar (b) menunjukkan hasil data pada pukul 15.00 wib. Untuk hasil data keseluruhan pada hari ketiga dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah ini :

Tabel 4.4 Hasil Data Pengukuran hari-3

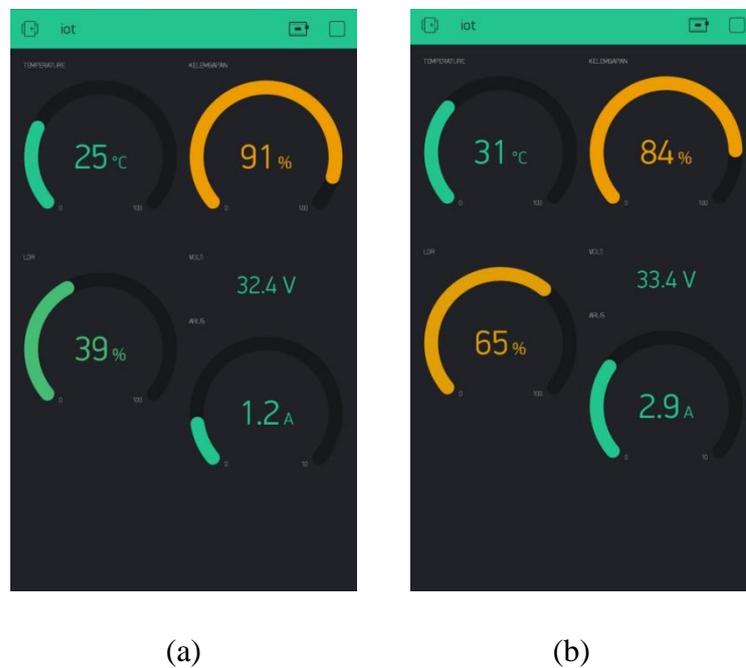
Jam	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W) (VxI)	Suhu (°C)	Humidity (%)	Cuaca (%)
9.00	38.3	1.2	45.96	30	75	68
9.30	39.2	0.8	31.36	30	74	68
10.00	41.2	0.1	4.12	31	71	50
10.30	28.5	0.8	22.8	31	71	44
11.00	27.4	0.1	2.74	28	78	38
11.30	28.8	0.8	23.04	25	92	39
12.00	34.2	1.2	41.04	25	90	45
12.30	32.4	1.3	42.12	25	91	44
13.00	36.7	1.2	44.04	26	92	52
13.30	36.9	1.4	51.66	26	90	52
14.00	36.2	1.8	65.16	27	84	55
14.30	35.4	1.8	63.72	28	83	60
15.00	35.2	1.9	66.88	27	83	62

Berdasarkan data tabel 4.4 hasil rata-rata pada pengukuran hari ketiga yaitu dengan Tegangan sebesar 34.6 V, Arus sebesar 1.1 A, Daya sebesar 38.8 watt, Suhu sebesar 27.6°C, Humidity sebesar 82.6%, serta Cuaca sebesar 52.1%. Dari tabel 4.4 diatas maka grafik yang dihasilkan untuk data Tegangan dan Arus seperti gambar 4.8 dibawah ini :



Gambar 4.8 Grafik Pengukuran hari-3

Pada gambar 4.8 dijelaskan bahwa puncak tegangan tertinggi terjadi pada pukul 10.00 wib dan terendah pada pukul 11.00 wib, sedangkan puncak arus tertinggi terjadi pada pukul 15.00 wib dan terendah pada pukul 10.00 wib.



Gambar 4.9 Tampilan data pada platform *Blynk* hari keempat (a) Pukul 09.00 wib

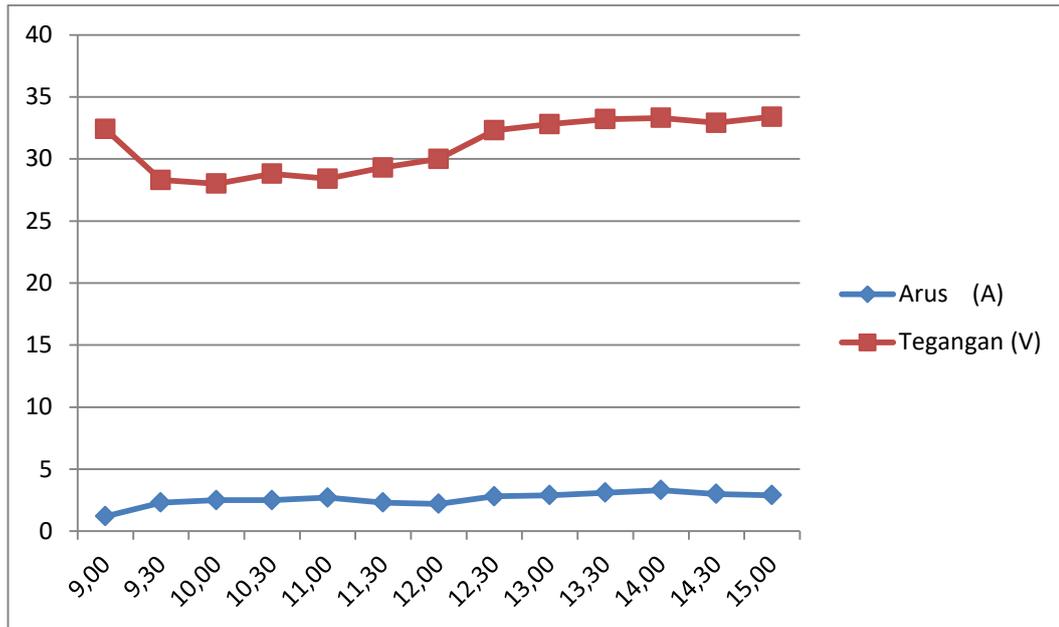
(b) Pukul 15.00 wib

Pada gambar 4.9 adalah hasil dari pembacaan sensor yang ditampilkan pada platform *blynk*.. Berdasarkan gambar 4.9 diketahui bahwa gambar (a) menunjukkan hasil data pada pukul 09.00 wib dan gambar (b) menunjukkan hasil data pada pukul 15.00 wib. Untuk hasil data keseluruhan pada hari keempat dapat dilihat pada tabel 4.5 dibawah ini :

Tabel 4.5 Hasil Data Pengukuran hari-4

Jam	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W) (VxI)	Suhu (°C)	Humidity (%)	Cuaca (%)
9.00	32.4	1.2	38.88	25	91	39
9.30	28.3	2.3	65.09	25	92	38
10.00	28	2.5	70	25	93	37
10.30	28.8	2.5	72	26	93	39
11.00	28.4	2.7	76.68	27	92	43
11.30	29.3	2.3	67.39	27	91	46
12.00	30	2.2	66	28	89	46
12.30	32.3	2.8	90.44	29	88	53
13.00	32.8	2.9	95.12	30	87	57
13.30	33.2	3.1	102.92	30	86	63
14.00	33.3	3.3	109.89	31	85	68
14.30	32.9	3	98.7	32	83	66
15.00	33.4	2.9	96.86	31	84	65

Berdasarkan data tabel 4.5 hasil rata-rata pada pengukuran hari keempat yaitu dengan Tegangan sebesar 31 V, Arus sebesar 2.6 A, Daya sebesar 80.7 watt, Suhu sebesar 28.1°C, Humidity sebesar 88.7%, serta Cuaca sebesar 50.7%. Dari tabel 4.5 diatas maka grafik yang dihasilkan untuk data Tegangan dan Arus seperti gambar 4.10 dibawah ini :



Gambar 4.10 Grafik Pengukuran hari-4

Pada gambar 4.10 dijelaskan bahwa puncak tegangan tertinggi terjadi pada pukul 15.00 wib dan terendah pada pukul 10.00 wib, sedangkan puncak arus tertinggi terjadi pada pukul 14.00 wib dan terendah pada pukul 09.00 wib.



Gambar 4.11 Tampilan data pada platform *Blynk* hari kelima (a) Pukul 09.00 wib

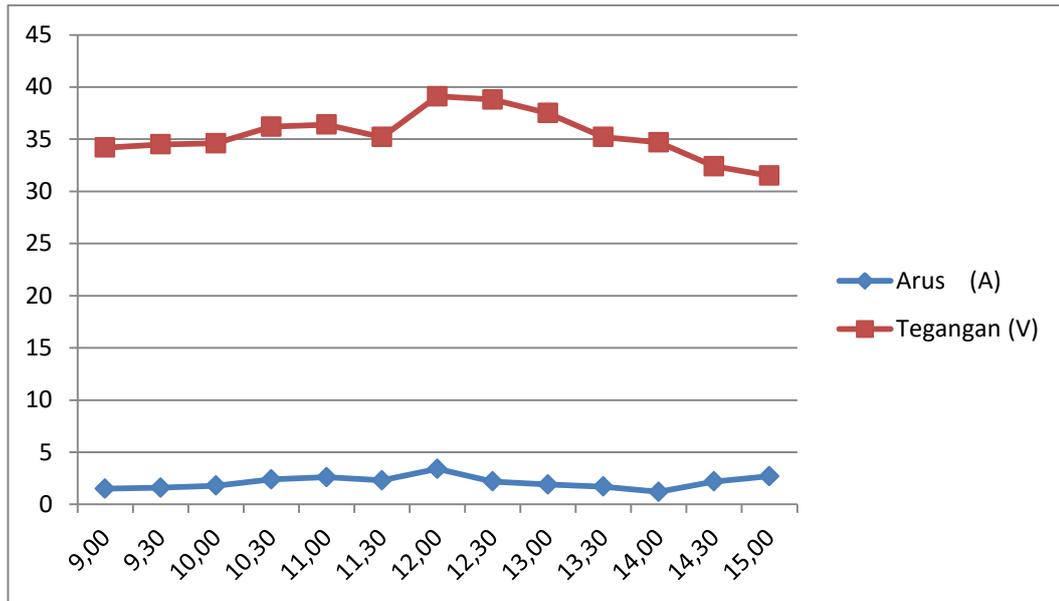
(b) Pukul 15.00 wib

Pada gambar 4.11 adalah hasil dari pembacaan sensor yang ditampilkan pada platform *blynk*.. Berdasarkan gambar 4.11 diketahui bahwa gambar (a) menunjukkan hasil data pada pukul 09.00 wib dan gambar (b) menunjukkan hasil data pada pukul 15.00 wib. Untuk hasil data keseluruhan pada hari kelima dapat dilihat pada tabel 4.6 dibawah ini :

Tabel 4.6 Hasil Data Pengukuran hari-5

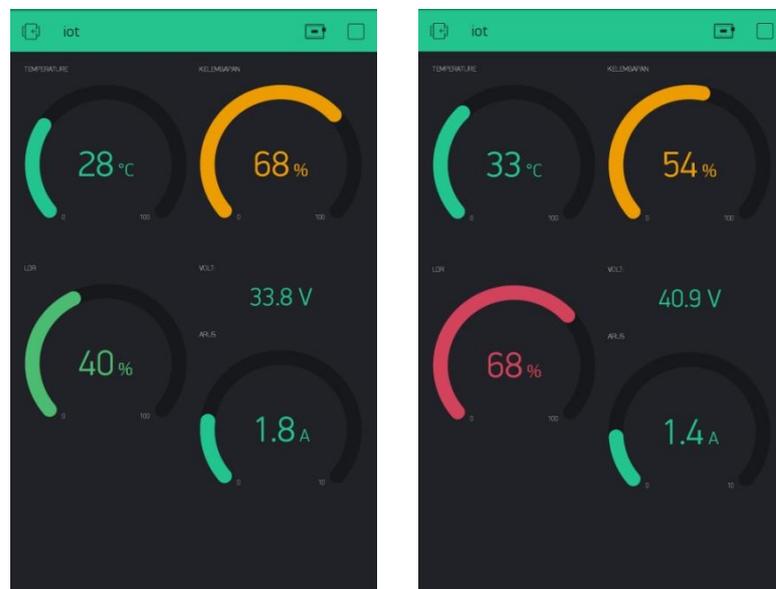
Jam	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W) (VxI)	Suhu (°C)	Humidity (%)	Cuaca (%)
9.00	34.2	1.5	51.3	29	65	45
9.30	34.5	1.6	55.2	30	64	51
10.00	34.6	1.8	62.28	31	62	57
10.30	36.2	2.4	86.88	32	58	63
11.00	36.4	2.6	94.64	33	57	68
11.30	35.2	2.3	80.96	32	58	66
12.00	39.1	3.4	132.94	31	53	72
12.30	38.8	2.2	85.36	30	54	68
13.00	37.5	1.9	71.25	30	56	68
13.30	35.2	1.7	59.84	29	62	62
14.00	34.7	1.2	41.64	28	69	57
14.30	32.4	2.2	71.28	27	75	53
15.00	31.5	2.7	85.05	26	78	47

Berdasarkan data tabel 4.6 hasil rata-rata pada pengukuran hari kelima yaitu dengan Tegangan sebesar 35.4 V, Arus sebesar 2.1 A, Daya sebesar 75.2 watt, Suhu sebesar 29.8°C, Humidity sebesar 62.3%, serta Cuaca sebesar 59.7%. Dari tabel 4.6 diatas maka grafik yang dihasilkan untuk data Tegangan dan Arus seperti gambar 4.12 dibawah ini :



Gambar 4.12 Grafik Pengukuran hari-5

Pada gambar 4.12 dijelaskan bahwa puncak tegangan tertinggi terjadi pada pukul 12.00 wib dan terendah pada pukul 15.00 wib, sedangkan puncak arus tertinggi terjadi pada pukul 12.00 wib dan terendah pada pukul 14.00 wib.



(a)

(b)

Gambar 4.13 Tampilan data pada platform *Blynk* hari keenam (a) Pukul 09.00 wib

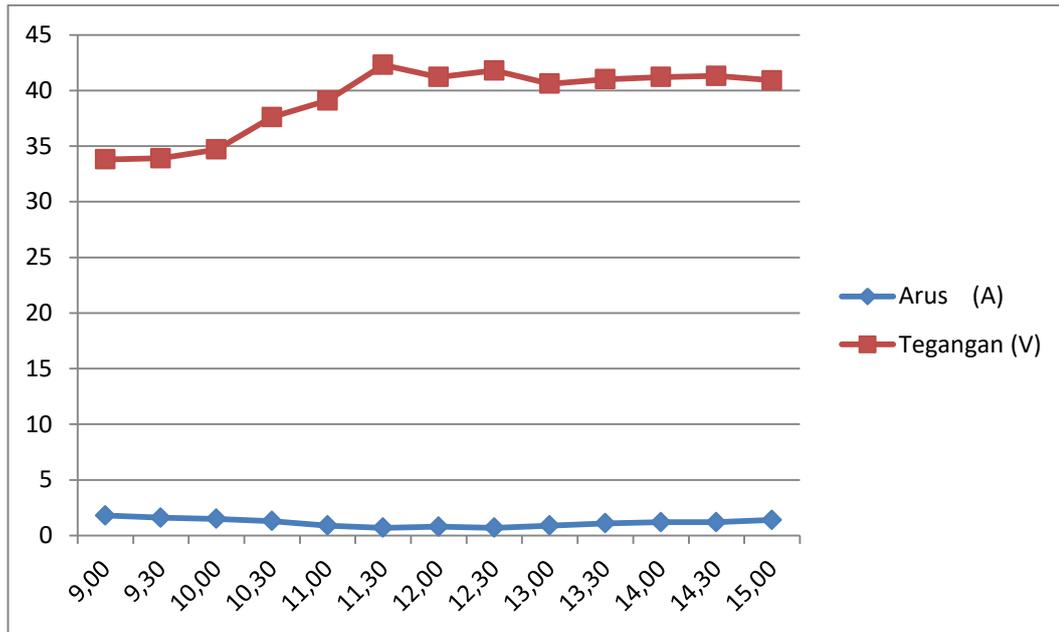
(b) Pukul 15.00 wib

Pada gambar 4.13 adalah hasil dari pembacaan sensor yang ditampilkan pada platform *blynk*.. Berdasarkan gambar 4.13 diketahui bahwa gambar (a) menunjukkan hasil data pada pukul 09.00 wib dan gambar (b) menunjukkan hasil data pada pukul 15.00 wib. Untuk hasil data keseluruhan pada hari keenam dapat dilihat pada tabel 4.7 dibawah ini :

Tabel 4.7 Hasil Data Pengukuran hari-6

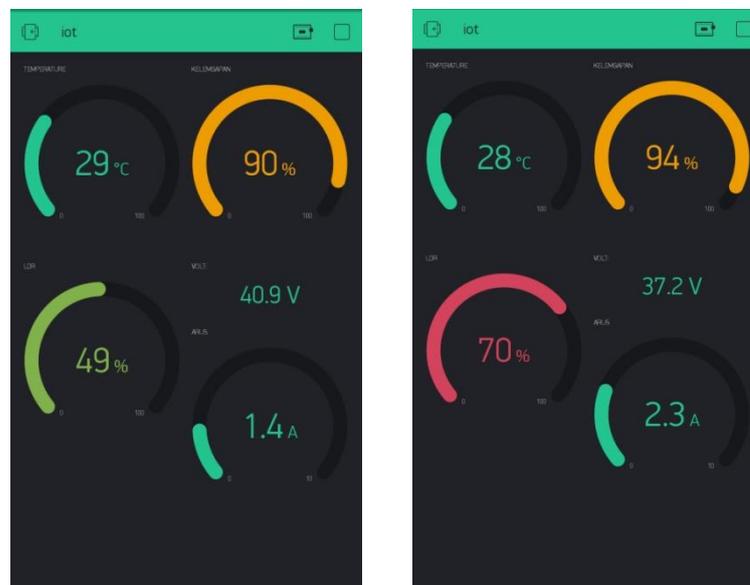
Jam	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W) (VxI)	Suhu (°C)	Humidity (%)	Cuaca (%)
9.00	33.8	1.8	60.84	28	68	40
9.30	33.9	1.6	54.24	28	68	43
10.00	34.7	1.5	52.05	28	67	48
10.30	37.6	1.3	48.88	29	67	48
11.00	39.1	0.9	35.19	30	64	52
11.30	42.3	0.7	29.61	31	60	57
12.00	41.2	0.8	32.96	30	63	52
12.30	41.8	0.7	29.26	30	62	53
13.00	40.6	0.9	36.54	30	60	51
13.30	41	1.1	45.1	31	59	60
14.00	41.2	1.2	49.44	31	58	62
14.30	41.3	1.2	49.56	32	55	68
15.00	40.9	1.4	57.26	33	54	68

Berdasarkan data tabel 4.7 hasil rata-rata pada pengukuran hari keenam yaitu dengan Tegangan sebesar 39.1 V, Arus sebesar 1.1 A, Daya sebesar 44.6 watt, Suhu sebesar 30°C, Humidity sebesar 61.9%, serta Cuaca sebesar 54%. Dari tabel 4.7 diatas maka grafik yang dihasilkan untuk data Tegangan dan Arus seperti gambar 4.14 dibawah ini :



Gambar 4.14 Grafik Pengukuran hari-6

Pada gambar 4.14 dijelaskan bahwa puncak tegangan tertinggi terjadi pada pukul 11.30 wib dan terendah pada pukul 09.00 wib, sedangkan puncak arus tertinggi terjadi pada pukul 09.00 wib dan terendah pada pukul 12.30 wib.



(a)

(b)

Gambar 4.15 Tampilan data pada platform *Blynk* hari ketujuh (a) Pukul 09.00 wib

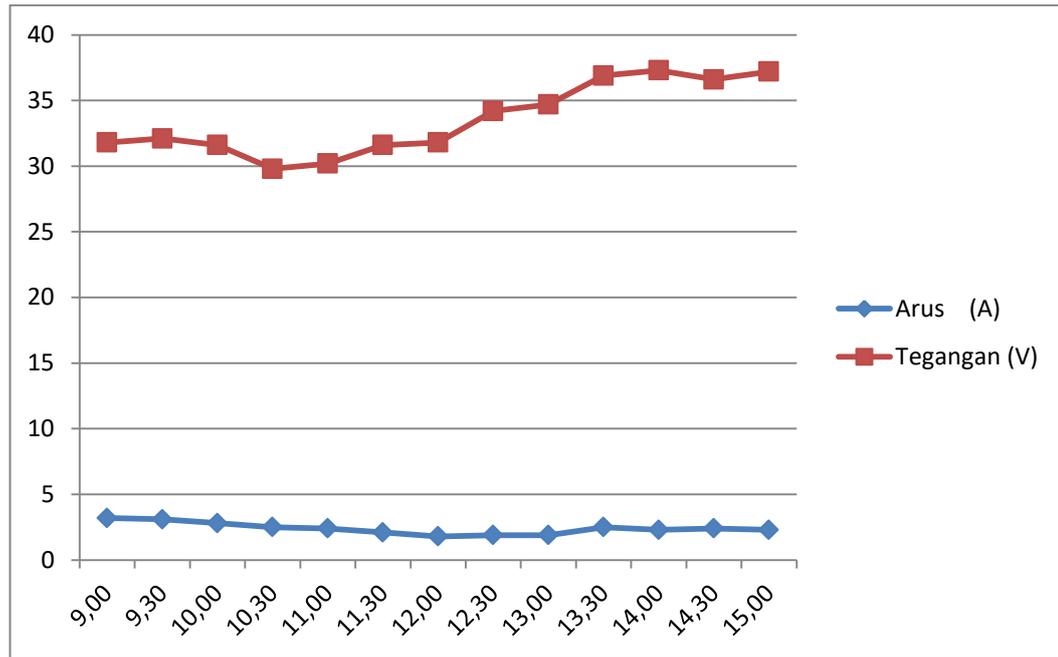
(b) Pukul 15.00 wib

Pada gambar 4.15 adalah hasil dari pembacaan sensor yang ditampilkan pada platform *blynk*.. Berdasarkan gambar 4.15 diketahui bahwa gambar (a) menunjukkan hasil data pada pukul 09.00 wib dan gambar (b) menunjukkan hasil data pada pukul 15.00 wib. Untuk hasil data keseluruhan pada hari ketujuh dapat dilihat pada tabel 4.8 dibawah ini :

Tabel 4.8 Hasil Data Pengukuran hari-7

Jam	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W) (VxI)	Suhu (°C)	Humidity (%)	Cuaca (%)
9.00	31.8	3.2	101.76	29	90	49
9.30	32.1	3.1	99.51	27	93	51
10.00	31.6	2.8	88.48	27	95	52
10.30	29.8	2.5	74.5	26	98	53
11.00	30.2	2.4	72.48	26	98	55
11.30	31.6	2.1	66.36	25	97	58
12.00	31.8	1.8	57.24	25	97	59
12.30	34.2	1.9	64.98	25	96	63
13.00	34.7	1.9	65.93	26	96	64
13.30	36.9	2.5	92.25	27	95	68
14.00	37.3	2.3	85.79	27	95	68
14.30	36.6	2.4	87.84	28	94	69
15.00	37.2	2.3	85.56	28	94	70

Berdasarkan data tabel 4.8 hasil rata-rata pada pengukuran hari ketujuh yaitu dengan Tegangan sebesar 33.5 V, Arus sebesar 2.4 A, Daya sebesar 80.2 watt, Suhu sebesar 26.6°C, Humidity sebesar 95.2%, serta Cuaca sebesar 59.9%. Dari tabel 4.8 diatas maka grafik yang dihasilkan untuk data Tegangan dan Arus seperti gambar 4.16 dibawah ini .:



Gambar 4.16 Grafik Pengukuran hari-7

Pada gambar 4.16 dijelaskan bahwa puncak tegangan tertinggi terjadi pada pukul 10.30 wib dan terendah pada pukul 14.00 wib, sedangkan puncak arus tertinggi terjadi pada pukul 09.00 wib dan terendah pada pukul 12.00 wib.

Berdasarkan hasil rata-rata data selama tujuh hari dari tabel 4.2 sampai dengan tabel 4.8 didapatkan rata-rata keseluruhan seperti pada tabel 4.9 dibawah ini :

Tabel 4.9 Hasil Rata-rata data selama Tujuh hari

Hari	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W) (VxI)	Suhu (°C)	Humidity (%)	Cuaca (%)
1	36.6	2.8	105.2	31.4	67	60
2	37.9	3.3	124.6	35.4	54.9	74.8
3	34.6	1.1	38.8	27.6	82.6	52.1
4	31	2.5	80.7	28.1	88.7	50.7
5	35.4	2.1	75.2	29.8	62.3	59.7
6	39.1	1.1	44.6	30	61.9	54
7	33.5	2.4	80.2	26.6	95.2	59.9

Berdasarkan data tabel 4.9 hasil rata-rata pada pengukuran selama tujuh hari yaitu dengan Tegangan sebesar 35.4 V, Arus sebesar 2.1 A, Daya sebesar 78.4 watt, Suhu sebesar 29.8°C, Humidity sebesar 73.2 %, serta Cuaca sebesar 58.7%.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil Perancangan dan Pengujian diatas, dapat diambil beberapa kesimpulan, sebagai berikut :

1. Perancangan sistem monitoring kinerja *photovoltaic* menggunakan *platform blynk* menggunakan komunikasi serial antara pin TX dan RX pada arduino uno dan modul wi-fi (NodeMCU) dengan metode program JSON untuk sistem pengirim data pada *platform* Blynk. Pada pemrograman dilakukan dua kali pada arduino dan NodeMCU dikarenakan kedua-duanya merupakan mikrokontroler.
2. Perancangan Sistem Monitoring Kinerja Panel Surya berbasis IoT Menggunakan Arduino Uno Pada PLTS Pematang Johar berjalan dengan baik dengan galat pembacaan 1.8 % untuk sensor Tegangan dan 3.3 % untuk sensor arus serta hasil rata-rata pembacaan sensor selama tujuh hari dengan Tegangan sebesar 35.4 V, Arus sebesar 2.1 A, Daya sebesar 78.4 watt, Suhu sebesar 29.8°C, Humidity sebesar 73.2 %, serta Cuaca sebesar 58.7%.
3. Berdasarkan pengujian serta tabel pengukuran, kenaikan Tegangan dan Arus pada *photovoltaic* dipengaruhi beberapa hal sebagai berikut :

- Cuaca

Dalam pengukuran diatas, dapat dilihat semakin besar persen cuaca yang terjadi maka semakin besar kenaikan Tegangan.

- Beban

Berdasarkan tabel diatas, beban juga mempengaruhi kenaikan dan penurunan Tegangan serta arus. Semakin besar beban yang digunakan maka akan semakin besar arus yang mengalir dan tegangan menjadi lebih kecil, begitupun sebaliknya.

- Suhu

Dalam beberapa kondisi, suhu juga mempengaruhi kinerja *photovoltaic*. Karena jika suhu panel dibawah 26 °C, maka tegangan yang dihasilkan *photovoltaic* semakin baik.

5.2 Saran

Adapun saran dari penulis untuk pengembangan Tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Sensor ataupun program yang digunakan dapat lebih memperkecil galat pembacaan pengukuran minimal <3%.
2. Data yang dihasilkan dapat di *back-up* sehingga dapat mempermudah pengawasan kinerja *photovoltaic*.

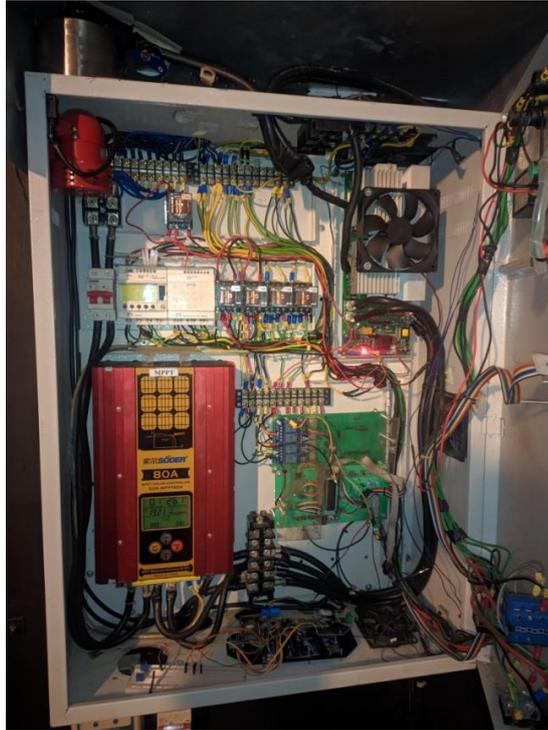
DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Jauhari, Leni Natalia Zulita, and Hermawansyah. 2016. "Perancangan Murottal Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560." *Jurnal Media Infotama* 12 (1): 89–98. <https://jurnal.unived.ac.id/index.php/jmi/article/view/276/257>.
- Bei, Terdaftar D I. 2014. "Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta." *E - ISSN, Jurnal Kajian Teknik Elektro* 2014 (April): 2014. <https://doi.org/10.1122/1.3445064>.
- Dengan, Failure, Kontroler Berbasis, Toni Kusuma Wijaya, and M S I Steven Sitohang. 2019. "November 2019 P ISSN 2614-5979 Sigma Teknika , Vol . 2 , No . 2 : 207-223" 2 (2): 207–23.
- Fachri, Muhammad Rizal, Ira Devi Sara, and Yuwaldi Away. 2015. "Pemantauan Parameter Panel Surya Berbasis Arduino Secara Real Time." *Jurnal Rekayasa Elektrika* 11 (4): 123. <https://doi.org/10.17529/jre.v11i3.2356>.
- Fitriandi, A, E Komalasari, H Gusmedi - Jurnal Rekayasa dan, and undefined. 2016. 2016. "Rancang Bangun Alat Monitoring Arus Dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler Dengan SMS Gateway." *Academia.Edu* 10 (2). <https://www.academia.edu/download/52674667/215-260-1-PB.pdf>.
- Hadi, Mokh Sholihul, Arif Nur Afandi, Aji Prasetya Wibawa, Ansari Saleh Ahmar, and Kurniyawan Hardi Saputra. 2018. "Stand-Alone Data Logger for Solar Panel Energy System with RTC and SD Card." *Journal of Physics: Conference Series* 1028 (1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1028/1/012065>.
- Juanda, EA. 2011. "Rancang Bangun Mesin Penjawab SMS Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega8535." *Jurnal INKOM IV* (2): 100–114. <http://jurnal.informatika.lipi.go.id/index.php/inkom/article/viewArticle/60>.
- Kamelia, Lia, Yogi Sukmawiguna, and Neni Utami Adiningsih. 2017. "Rancang Bangun Sistem Exhaust Fan Otomatis Menggunakan Sensor Light Dependent Resistor." *Teknik Elektro, Fakultas Sains Dan Teknologi, UIN SGD Bandung*, X (1): 154–69.
- Khakim, Arif Lukman. 2015. *Timbangan Digital Berbasis AVR Tipe ATmega32. Skripsi*. <http://lib.unnes.ac.id/23438/1/5301411071.pdf>.

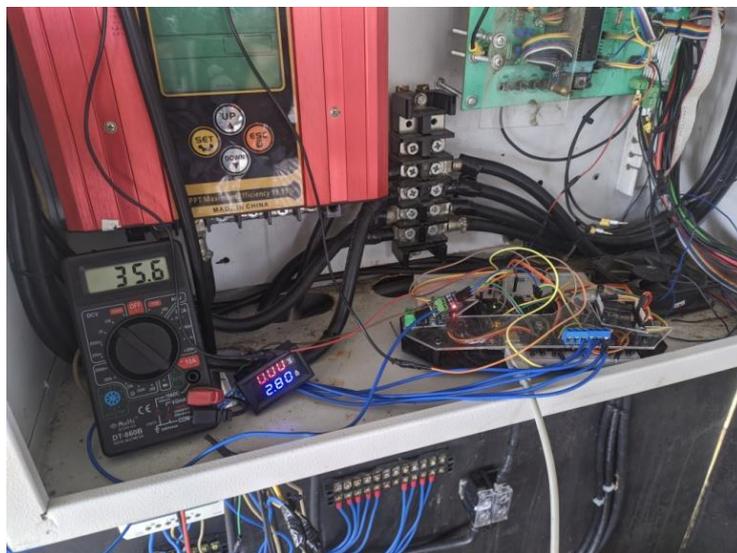
- Limantara, dkk, 2017. 2017. "Pemodelan Sistem Pelacakan LOT Parkir Kosong Berbasis Sensor Ultrasonic Dan Internet Of Things (IOT) Pada Lahan Parkir Diluar Jalan." *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi 1* (2): 1–10.
- Mahzan, N. N., A. M. Omar, L. Rimon, S. Z.Mohammad Noor, and M. Z. Rosselan. 2017. "Design and Development of an Arduino Based Data Logger for Photovoltaic Monitoring System." *International Journal of Simulation: Systems, Science and Technology* 17 (41): 15.1-15.5. <https://doi.org/10.5013/IJSSST.a.17.41.15>.
- Ningsih, Marlinda Yuspita. 2018. "Seminar Nasional Industri Dan Teknologi (SNIT), Politeknik Negeri Bengkalis." *Aplikasi Penentuan Mustahik Menggunakan Global Extreme Programming (Studi Kasus: Badan Amil Zakat Dan Sedekah Dewan Kemakmuran Masjid Jakarta)*, 256–65.
- Pamungkas, Johan, and Wirawan Wirawan. 2015. "Desain Real-Time Monitoring Berbasis Wireless Sensor Network Upaya Mitigasi Bencana Erupsi Gunungapi." *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi (JNTETI)* 4 (3). <https://doi.org/10.22146/jnteti.v4i3.160>.
- Rimbawati. 2018. "Analysis of Hybrid Power Plant Technology Using Data Weather in North Sumatera" 7: 481–85.
- Rohman, Fadlur, and Mohammad Iqbal. 2016. "Implementasi Iot Dalam Rancang Bangun Sistem Monitoring Panel Surya Berbasis Arduino." *Prosiding SNATIF*, 189–96.
- Shull, Harrison. 1977. "The Overhead Headache." *Science* 195 (4279): 639. <https://doi.org/10.1126/science.195.4279.639>.
- Siregar, Riki Ruli A, Nurfachri Wardana, and Luqman. 2017. "Sistem Monitoring Kinerja Panel Listrik Tenaga Surya Menggunakan Arduino Uno." *JETri Jurnal Ilmiah Teknik Elektro* 14 (2): 81–100.
- Soetedjo, Aryuanto, Yusuf Ismail Nakhoda, Abraham Lomi, and Farhan. 2014. "Web-SCADA for Monitoring and Controlling Hybrid Wind-PV Power System." *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)* 12 (2): 305–14. <https://doi.org/10.12928/TELKOMNIKA.v12i2.1889>.
- Suryawinata, Handi, Dwi Purwanti, and Said Sunardiyo. 2017. "Sistem

- Monitoring Pada Panel Surya Menggunakan Data Logger Berbasis Atmega 328 Dan Real Time Clock DS1307.” *Jurnal Teknik Elektro* 9 (1): 30–36.
- Susanto, Heri, ST. MT Pramana, Rozeff, and ST. MT Ujahidin, Muhammad. 2013. “Perancangan Sistem Telemetry Wireless Untuk Mengukur Suhu Dan Kelembaban Berbasis Arduino Uno R3 Atmega328P Dan Xbee Pro.” *Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji* 4 (1): 12.
- Tricahyono, Rizki Waloyo, and Nur Kholis. 2016. “Sistem Monitoring Intensitas Cahaya Dan Daya Pada Dual Axis Solar Tracking System Berbasis Iot.” *Jurnal Mahasiswa Unesa*.
<http://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/view/25194>.
- Winasis, Winasis, Azis Wisnu Widhi Nugraha, Imron Rosyadi, and Fajar Surya Tri Nugroho. 2016. “Desain Sistem Monitoring Sistem Photovoltaic Berbasis Internet of Things (IoT).” *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi (JNTETI)* 5 (4): 328–33. <https://doi.org/10.22146/jnteti.v5i4.281>.
- Zahran, Mohamed, Yousry Atia, Abdullah Al-Hussain, and Ihab El-Sayed. 2010. “LabVIEW Based Monitoring System Applied for PV Power Station.” *12th WSEAS International Conference on Automatic Control, Modelling and Simulation, ACMOS '10*, 65–70.

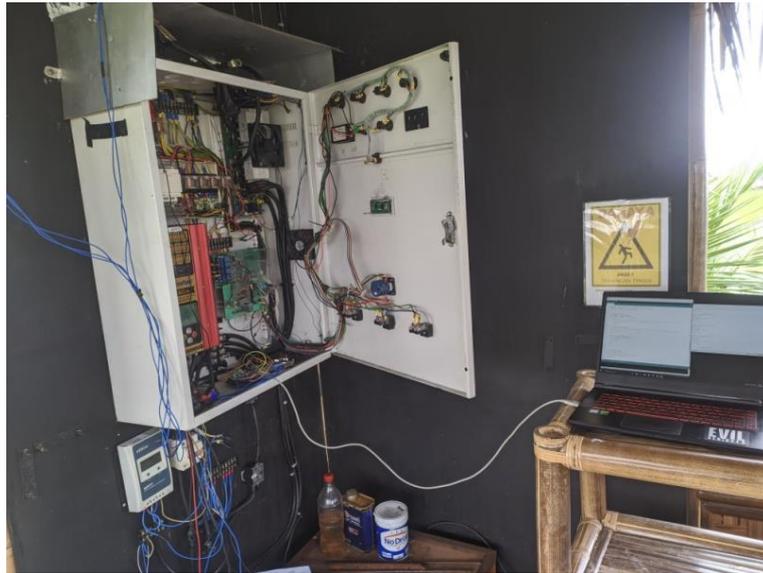
LAMPIRAN



Gambar 1. Letak Alat



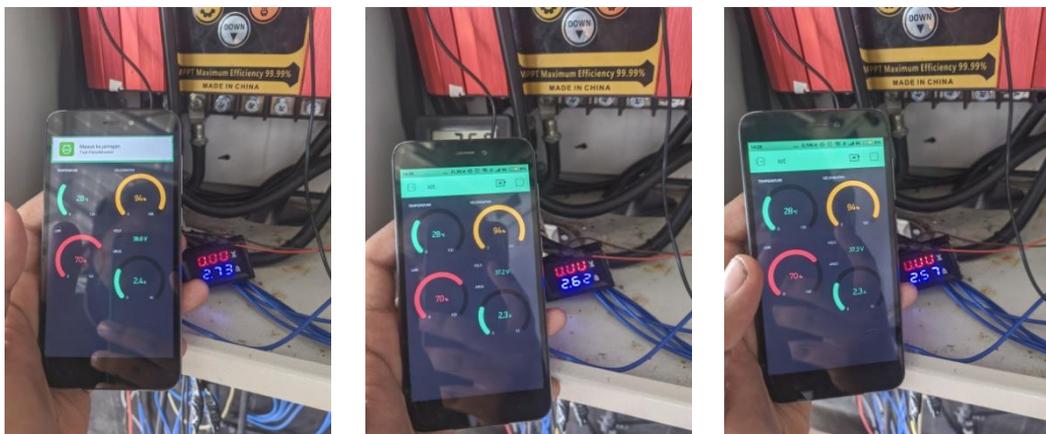
Gambar 2. Proses pengukuran



Gambar 3. Proses Pengukuran



Gambar 4. Peletakan sensor



Gambar 5. Pengukuran akurasi sensor arus



Gambar 6. Pengukuran akurasi sensor Tegangan

SOLAR MODULE	
Module Type	SP-330-M72
Rated Max Power(Pmax)	330W
Current at Pmax(Imp)	8.59A
Voltage at Pmax(Vmp)	38.4V
Short Circuit Current (ISC)	9.11A
Open Circuit Voltage (VOC)	47.3V
Dimension(mm)	1956*992*40
Number of Cells	72
Max. System Voltage	1000V
Temperature Range	-45°C - 80°C
All values are measured under STC	
AM=1.5 E=1000W/m ² Tc=25°C	
   	
 <p>Warning electrical hazard This module exposed to sunlight generates high voltage and current. Follow all safety precautions before installation, operation and maintenance, be sure to read and understand the instruction manual.</p>	

Gambar 7. Datasheet *photovoltaic*



Gambar 8. Pemasangan *photovoltaic*

PROGRAM ARDUINO

```
#include <RTCLib.h>
#include <Wire.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <ArduinoJson.h>
#include <DHT.h>
#include <DHT_U.h>
#include <Adafruit_Sensor.h>
// #include "ACS712.h"
#include <SPI.h>
// #include <SD.h>

#define DHTPIN A0
#define LDR A1
#define ACS_Pin A2
#define VIN A3
#define NUM_SAMPLES 10
const int chipSelect = 4;

/*
 * SENSOR DHT = A0
 * SENSOR LDR = A1
 * SENSOR ARUS = A2
 * SENSOR TEGANGAN = A3
 */

// File myFile;

SoftwareSerial s(5,6); // RX, TX
RTC_DS3231 rtc;
char daysOfTheWeek[7][12] = {"Sunday", "Monday", "Tuesday", "Wednesday",
"Thursday", "Friday", "Saturday"};

// ACS712 5A, 185 mV per A
// ACS712 20A, 100 mV per A
// ACS712 30A, 66 mV per A
// ACS712 ACS(A2, 5.0, 1023, 66); // Slot terakhir sesuaikan dengan kapasitas ACS712
yang dipakai

int sum = 0; // sum of samples taken
unsigned char sample_count = 0; // current sample number
float voltage = 0.0; // calculated voltage
```

```

int kondisi = 0;
int ulang = 0;
float vcc;
float curr;
float AcsValue = 0.0;
float Samples = 0.0;
float AvgAcs = 0.0;
unsigned int x = 0;

#define DHTTYPE DHT22
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

// Coding mengimpan data dalam bentuk buffer & json untuk di kirimkan ke NodeMCU
tiap 100 miliSecond
StaticJsonBuffer<100> jsonBuffer;
JsonObject& root = jsonBuffer.createObject();

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  s.begin(115200);
  dht.begin();
  rtc.begin();
  if (! rtc.begin()) {
    Serial.println("Couldn't find RTC");
    while (1);
  }

  if (rtc.lostPower()) {
    Serial.println("RTC lost power, lets set the time!");
    // following line sets the RTC to the date & time this sketch was compiled
    rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__), F(__TIME__)));
    // This line sets the RTC with an explicit date & time, for example to set
    // January 21, 2014 at 3am you would call:
    // rtc.adjust(DateTime(2014, 1, 21, 3, 0, 0));
  }

  //ACS.autoMidPoint(); // Opsi agar ACS menghitung mulai dari besar arus sekarang
  //ACS.setMidPoint(512); // Opsi untuk menghitung besar arus mulai dari 0 Volt

  kondisi = 1;
  ulang = 0;
}

```

```

void loop() {
  DateTime now = rtc.now();
  Serial.print(now.year());
  Serial.print('/');
  Serial.print(now.month());
  Serial.print('/');
  Serial.print(now.day());
  Serial.print(" (");
  Serial.print(daysOfTheWeek[now.dayOfTheWeek()]);
  Serial.print(")");
  Serial.print(now.hour());
  Serial.print(':');
  Serial.print(now.minute());
  Serial.print(':');
  Serial.print(now.second());
  Serial.println();
// Coding sensor Arus (ACS712)

  AcsValue = analogRead(A2); //Read current sensor values
  Samples = (AcsValue / 1024.0) * 5015.0; //Add samples together
  float arus = ((Samples - 2520.0) / 66);

// Coding sensor LDR
float cahaya = analogRead(LDR);
float terang = cahaya * 100.0 / 1023.0;
voltage = analogRead(VIN);
vcc = (voltage * 48) / 982.08;
if (vcc > 48){
  vcc = 48;
}
else{

}

// Coding sensor DHT22
float h = dht.readHumidity();
// Read temperature as Celsius (the default)
float t = dht.readTemperature();
delay(500);

// Coding untuk mengirim data ke NodeMCU

```

```

root["temp"] = t;
root["hum"] = h;
root["Lig"] = terang;
root["tegangan"] = vcc;
root["arus"] = arus;
root.printTo(s); // Mengirim data ke NodeMCU

if(s.available()>0)
{
// Coding menampilkan semua data sensor ke monitor PC
Serial.print("Temp: ");
Serial.println(t);
Serial.print("Hum: ");
Serial.println(h);
Serial.print("Intensitas: ");
Serial.print(terang);
Serial.println(" %");
Serial.print("V: ");
Serial.print(vcc,1);
Serial.println(" V");
Serial.print("Arus: ");
Serial.print(arus);
Serial.println(" A");
/*Serial.print("Kondisi: ");
Serial.println(AcsValue);
//Serial.println(ACS.getMidPoint());*/
Serial.println("");
}
else{
Serial.println("NodeMCU not connected!");
}
delay(2000);
}

```

PROGRAM NODEMCU

```
#include<ESP8266WiFi.h>
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial s(D5,D6); // RX, TX
#include <ArduinoJson.h>

char auth[] = "RkL3SyZ7LWNfFdvxsw7ggXGqoO8U0xw2";
char ssid[] = "wifi-aslam";
char pass[] = "aslam161";

BlynkTimer timer;

void setup() {
  // Initialize Serial port
  Serial.begin(115200);
  Blynk.begin(auth, ssid, pass);
  s.begin(115200);
  while (!Serial) continue;
}

void loop() {
  StaticJsonBuffer<1000> jsonBuffer;
  JsonObject& root = jsonBuffer.parseObject(s);

  if (root == JsonObject::invalid())
  {
    return;
  }
  int data1=root["temp"];
  int data2=root["hum"];
  int data3 = root["Lig"];
  float data4 = root["arus"];
  float data6 = root["tegangan"];
  int h = data1;
  int t = data2;
  int c = data3;
  float d = data4;
  float f = data6;
  Blynk.virtualWrite(V0,h);
```

```
Blynk.virtualWrite(V1,t);  
Blynk.virtualWrite(V2,c);  
Blynk.virtualWrite(V3,f);  
Blynk.virtualWrite(V4,d);  
Serial.write(s);  
Serial.write("dtrydtyfdc");  
Blynk.run();  
delay(1000);  
}
```



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan Sumatera Utara 20238 Indonesia

Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir (Skripsi)

Nama : MUHAMMAD ASLAM RIDHO EFFENDY
NPM : 1607220037
Judul Tugas Akhir : SISTEM MONITORING KINERJA PANEL SURYA
BERBASIS IOT MENGGUNAKAN ARDUINO UNO
PADA PLTS PEMATANG JOHAR

No	Tanggal	Catatan	Paraf
1	10/12/2020	Perbaiki Rumusan Masalah	
2	22/12/2020	Perbaiki Gambar	
3	25/12/2020	Perubahan Data Bab III	
4	7/1/2021	Percocokan Kesimpulan dengan Rumusan Masalah	
		Acc sidang 20/1 2021	

Pembimbing

Rimbawati, S.T., M.T.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Data Pribadi

Nama : Muhammad Aslam Ridho Effendy
Tempat/Tanggal lahir : Tanjung Seri, 16 Januari 1999
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Umur : 22 Tahun
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Tinggi / Berat Badan : 170 cm / 85 Kg
Kewarganegaraan : Indonesia
Alamat : Dusun Mangga IV Desa Mekar Sari
Kecamatan Laut Tador, Kabupaten Batu Bara
No. Hp/Wa : +6282277591783
Email : aslamridho2@gmail.com

Data Orang Tua

Nama Ayah : Muhammad Yusuf Effendy
Agama : Islam
Kewarganegaraan : Indonesia
Nama Ibu : Siti Yunita
Agama : Islam
Kewarganegaraan : Indonesia
Alamat : Dusun Mangga IV Desa Mekar Sari
Kecamatan Laut Tador, Kabupaten Batu Bara

Latar Belakang Pendidikan

2004-2010 : SDN 010223 Tanjung Seri
2010-2013 : SMPN 1 Kecamatan Air Putih
2013-2016 : SMK Swasta Budhi Darma
2016-2021 : Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

SISTEM MONITORING KINERJA PANEL SURYA BERBASIS IoT MENGGUNAKAN ARDUINO UNO PADA PLTS

Effendy Aslam Ridho Muhammad¹, Rimbawati²

¹Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Jl. Kapten Mughtar Basri No. 3, Kota Medan, Sumatera Utara, 20238 Indonesia

^{2,31}Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Jl. Kapten Mughtar Basri No. 3, Kota Medan, Sumatera Utara, 20238 Indonesia

aslamridho2@gmail.com¹, rimbawati@umsu.ac.id²

Abstract— Currently more than 80% of the world's energy needs are met from fossil energy sources (petroleum, natural gas, and coal). Indonesia is a tropical country that has a contribution of solar energy that has the potential to develop Solar Power Plants (PLTs) on a large scale. In the use of Photovoltaic, the resulting performance must be supervised in order to maintain the condition of the panel to reduce significant damage to the photovoltaic. Several studies have discussed various applications of electrical energy monitoring systems especially on photovoltaics. *Photovoltaic Performance Monitoring System Based Iot Using Arduino Uno On Pematang Johar Plts* has a problem formulation to know the performance of solar photovoltaics using internet methods, in order to facilitate remote surveillance. In this study, Voltage Divider, Current Sensor (ACS712), DHT22 Sensor, LDR Sensor (Light Dependent Resistor) and Blynk platform were used as sensor reading viewer. The research began with designing software and hardware circuits to test the success of the system, then designing the Blynk platform, as well as designing programs using arduino IDE software. In sending data using internet media, wi-fi module (NodeMCU) is used to send arduino reading results to Blynk platform with JSON program. And the voltage sensor reading showed an error of 1.8 % on the current sensor showed an error of 3.3 %.

Keywords— Photovoltaic, Sensor, Iot, Blynk, Arduino.

Abstrak— Pada saat ini lebih dari 80% kebutuhan energi dunia dipenuhi dari sumber energi fosil (minyak bumi, gas alam, dan batu bara). Indonesia merupakan negara beriklim tropis yang mempunyai sumbangsih energi cahaya matahari yang berpotensi untuk mengembangkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTs) dalam skala besar. Dalam penggunaan *photovoltaic*, kinerja yang dihasilkan harus diawasi demi terjaga kondisi keadaan panel untuk mengurangi terjadi kerusakan signifikan pada *photovoltaic*. Beberapa penelitian telah membahas berbagai aplikasi sistem monitoring energi listrik terutama pada *photovoltaic*. Sistem *Monitoring Kinerja Photovoltaic Berbasis Iot Menggunakan Arduino Uno Pada Plts Pematang Johar* memiliki rumusan masalah untuk mengetahui kinerja *photovoltaic* menggunakan metode internet, demi mempermudah pengawasan dalam jarak jauh. Dalam penelitian ini, digunakan sensor Tegangan (*Voltage Divider*), Sensor Arus (ACS712), Sensor DHT22, Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) dan platform Blynk sebagai penampil hasil pembacaan sensor. Penelitian dimulai dengan merancang *software* dan *hardware* rangkaian untuk menguji keberhasilan sistem, kemudian merancang platform Blynk, serta merancang program dengan menggunakan *software* Arduino IDE. Dalam pengiriman data menggunakan media internet, digunakan modul wi-fi (NodeMCU) untuk mengirimkan hasil pembacaan arduino ke platform Blynk dengan program JSON. Dan hasil pembacaan sensor Tegangan menunjukkan galat sebesar 1.8 % pada sensor arus menunjukkan galat sebesar 3.3 %.

Kata kunci— Photovoltaic, IoT, Sensor, Blynk, Arduino.

I. PENDAHULUAN

Pada saat ini lebih dari 80% kebutuhan energi dunia dipenuhi dari sumber energi fosil (minyak bumi, gas alam, dan batu bara). Adanya Revolusi industri yang semakin berkembang mengakibatkan jumlah pasokan energi konvensional semakin menipis sehingga tarif-tarif pemakaian energi seperti tagihan listrik meningkat, ditambah peralatan-

peralatan yang dibutuhkan sekarang menggunakan pemakaian listrik yang besar. Oleh karena itu dibutuhkan sumber energi cadangan untuk meminimalisir penggunaan energi konvensional dengan memanfaatkan energi yang tersedia tetapi ramah lingkungan.

Indonesia merupakan negara beriklim tropis yang mempunyai sumbangsih energi cahaya matahari yang berpotensi untuk mengembangkan Pembangkit Listrik Tenaga

Surya (PLTs) dalam skala besar sehingga dapat menggantikan pemakaian energi konvensional yang tidak ramah lingkungan dan ketersediaannya yang terbatas. Penggunaan energi matahari oleh *photovoltaic* menawarkan sumber energi yang ramah lingkungan.

Untuk mencegah kerusakan dan penurunan kinerja *photovoltaic*, dibutuhkan sebuah alat yang berfungsi untuk memonitor kinerja dan memberikan notifikasi ketika kinerja *photovoltaic* telah menurun, sehingga dapat dilakukan antisipasi agar tidak terjadi kerusakan dan penurunan kualitas dari *photovoltaic* tersebut.

Beberapa penelitian telah membahas berbagai aplikasi sistem monitoring energi listrik terutama pada *photovoltaic*. Dalam perkembangannya, sistem monitoring dirancang dapat dipantau secara lokal [1]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Sutedjo, implementasi web-scada digunakan untuk memonitor dan mengontrol sistem pembangkit hibrida surya-angin secara remote melalui jaringan internet. Hubungan ke jaringan internet dilakukan melalui komputer server dengan komunikasi antara sensor, remote terminal, dan komputer server dalam penelitian tersebut masih memakai jaringan kabel menggunakan komunikasi serial dan *Local Area Network* [2]. Sistem pemantauan menggunakan teknologi *Wireless Sensor Network* (WSN) [3]. Sistem pemantauan atau monitoring menggunakan media telekomunikasi yaitu dengan layanan SMS gateway [4]. Sedangkan yang terbaru adalah sebuah konsep untuk memanfaatkan konektivitas internet yang selalu terhubung setiap saat yang dikenal dengan istilah IoT atau *Internet of Things* [5]. Berdasarkan hal diatas, metode yang paling tepat adalah dengan menggunakan metode *Internet Of Think* yang mampu memonitoring kinerja panel surya secara cepat dan mudah.

A. Photovoltaic

PV (*photovoltaic*) merupakan teknologi menggunakan komponen semikonduktor yang dapat memanfaatkan energi matahari berupa radiasi cahaya menjadi listrik searah. Pada umumnya, *solar cell* merupakan sebuah hamparan semi konduktor yang dapat menyerap photon dari sinar matahari dan mengubahnya menjadi listrik. Sel surya tersebut dari potongan silikon yang sangat kecil dengan dilapisi bahan kimia khusus untuk membentuk dasar dari solar cell.

B. Data Logger

Data logger merupakan suatu instrumen elektronik yang memiliki kemampuan untuk membaca besaran pada alam (misal temperatur, kecepatan angin, kadar gas, arus dan tegangan listrik) yang dibaca oleh sensor elektronik maupun elektromekanik, kemudian menuliskan nilai besaran yang terbaca tersebut ke dalam memori [6].

C. Internet Of Things

Cara kerja *Internet of Things* adalah dengan memanfaatkan sebuah instruksi pemrograman yang dimana tiap-tiap perintah argumennya dapat menghasilkan sebuah interaksi antara sesama perangkat yang saling terhubung satu sama lainnya secara otomatis tanpa campur tangan manusia. Bahkan dalam jarak yang jauh sekalipun, Internet dapat

menjadi penghubung diantara kedua interaksi perangkat tersebut. Sementara manusia hanya bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung.

D. Arduino Uno

Arduino adalah platform pembuatan prototipe elektronik yang bersifat open-source hardware yang berdasarkan pada perangkat keras dan perangkat lunak yang fleksibel dan mudah digunakan [7]. Komponen utama didalam papan Arduino adalah Microcontroller 8 bit dengan merk ATmega yang berasal dari perusahaan Atmel Corporation. Adapun berbagai papan Arduino menggunakan jenis ATmega yang berbeda-beda, hal ini bergantung dengan spesifikasi Arduino yang digunakan. Spesifikasi Atmega pada Arduino Uno adalah jenis ATmega328.

E. Voltage Divider

Voltage Divider merupakan modul pembagi tegangan sehingga dapat mengurangi tegangan sampai 5 kali lipat dari tegangan asli. Pada dasarnya, rangkaian *Voltage Divider* terdiri dari dua buah resistor yang dirangkai secara seri.

F. ACS712

Sensor arus yang digunakan merupakan sensor dengan tipe ACS712 untuk mendeteksi besar arus yang mengalir melalui terminal blok panel surya. Sensor ini dapat mengukur arus positif dan negative dengan kisaran -30 sampai dengan 30 A. sensor ini memerlukan suplay tegangan sebesar 5V. Untuk membaca nilai tengah (nol ampere) tegangan sensor di set pada 2.5 V (setengah kali tegangan sumber daya VCC = 5V). Sama halnya dengan sensor tegangan, sensor arus memiliki jangkauan pembacaan mulai dari 0 sampai dengan 1023 (pada input 5 V) dengan resolusi 0,00489 V.

G. DHT22

DHT22 adalah sebuah sensor untuk mengukur temperatur maupun kelembaban udara. Sensor DHT ini memiliki dua bagian, yaitu bagian sistem kelembaban kapasitif dan termistor. Sinyal digital yang dihasilkan oleh sensor ini mudah dibaca oleh microcontroller apapun [8].

H. LDR (Light Dependent Resistor)

LDR (*Light Dependent Resistor*) yaitu jenis resistor yang berubah hambatannya karena pengaruh cahaya. Resistor peka cahaya atau fotoresistor adalah komponen elektronik yang resistansinya akan menurun jika ada penambahan intensitas cahaya yang mengenainya. Fotoresistor dapat merujuk pula pada *Light Dependent Resistor* (LDR), atau fotokonduktor. Fotoresistor dibuat dari semikonduktor beresistansi tinggi yang tidak dilindungi dari cahaya. Jika cahaya yang mengenainya memiliki frekuensi yang cukup tinggi, foton yang diserap oleh semikonduktor akan menyebabkan elektron memiliki energi yang cukup untuk meloncat ke pita konduksi. Elektron bebas yang dihasilkan (dan pasangan lubangnya) akan mengalirkan listrik, sehingga menurunkan resistansinya [9].

I. ESP8266

ESP8266 adalah modul wifi yang berfungsi sebagai perangkat pendukung mikrokontroler yaitu Arduino supaya dapat terhubung langsung dengan koneksi internet atau wifi dan membuat koneksi TCP/IP. Modul ini menggunakan daya sekitar 3,3 Volt dengan memiliki tiga mode wifi yaitu *Station*, *Acces Poin* dan *Both* (keduanya). Modul ini juga di lengkapi dengan prosesor, memori dan GPIO [10].

J. Blynk

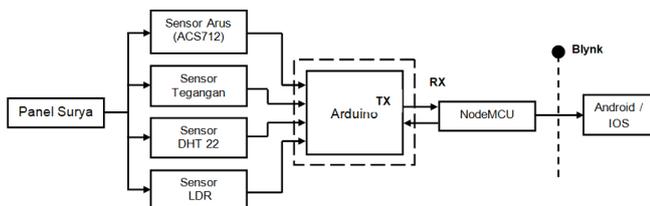
Blynk adalah platform baru yang memungkinkan Anda untuk dengan cepat membangun interface untuk mengendalikan dan memantau proyek hardware dari iOS dan perangkat Android. Setelah men-download aplikasi Blynk, kita dapat membuat dashboard proyek dan mengatur tombol, slider, grafik, dan *widget* lainnya ke layar. Menggunakan widget, Anda dapat mengaktifkan pin dan mematikan atau menampilkan data dari sensor. Blynk sangat cocok untuk antarmuka dengan proyek-proyek sederhana seperti pemantauan suhu atau menyalakan lampu dan mematikan dari jarak jauh. Blynk adalah *Internet Of Things* (IoT) yang dirancang untuk membuat remote control dan data sensor membaca dari perangkat arduino ataupun esp8266 dengan cepat dan mudah. Blynk bukan hanya sebagai "cloud IOT", tetapi blynk merupakan solusi *end-to-end* yang menghemat waktu dan sumber daya ketika membangun sebuah aplikasi yang berarti bagi produk dan jasa terkoneksi [11]

II. METODE

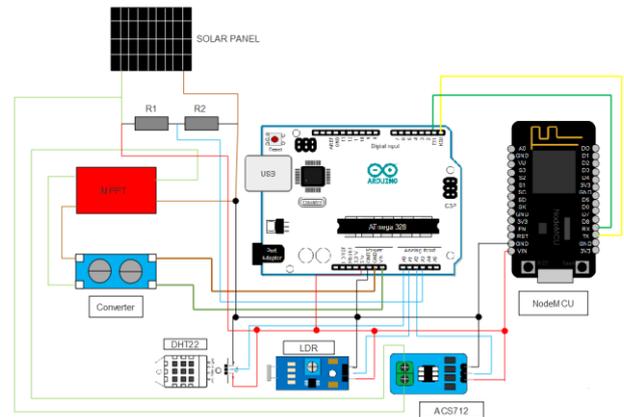
A. Perancangan Rangkaian

Dalam perancangan dijelaskan interaksi sensor yang terdapat pada sistem monitoring kinerja panel surya terhadap aplikasi sehingga menghasilkan informasi kepada pengguna. Sistem kerja dari alat monitoring kinerja panel surya dapat dilihat dari diagram blok pada gambar 1. sistem kerja dari keseluruhan alat terpusat pada Arduino Uno sebagai otak dari sistem yang mempunyai input dan output. Kinerja panel surya yang terbaca oleh sensor akan mengirimkan hasil data kepada Arduino sehingga dapat dikirimkan ke aplikasi Blynk yang berguna sebagai interfacer pada Android melalui modul wi-fi esp8266 (NodeMCU) yang sudah terkoneksi melalui ID pengguna dan sambungan internet. Proses pengiriman data ini menggunakan komunikasi serial antara arduino dengan NodeMCU menggunakan pin TX dan RX.

Hal ini dilakukan agar data yang tersimpan pada arduino dapat juga terhubung dengan NodeMCU.



Gambar 1. Diagram blok sistem kerja *monitoring* kinerja panel surya



Gambar 2. Perancangan rangkaian *monitoring* dalam memantau kinerja panel surya.

Gambar 2 merupakan diagram garis banyak dalam merangkai kinerja panel surya. Semua sensor yang digunakan dihubungkan pada analog input arduino sehingga dapat mengirimkan data hasil sensor secara terus menerus.

B. Perancangan Platform

Dalam perancangan platform IoT pada aplikasi Blynk, hal pertama yang dilakukan adalah menginstal aplikasi di *platform downloader* yang tersedia. Selanjutnya melakukan hal-hal yang dijelaskan berikut :

1) Pendaftaran ID

Dalam pendaftaran ID pengguna, platform IoT memberikan dua alternatif cara agar bisa masuk kedalam aplikasi, yaitu dengan menggunakan email pribadi atau masuk dengan aplikasi *Facebook*. Setelah pendaftaran berhasil, maka secara otomatis aplikasi Blynk mengirimkan auth token ke email yang telah didaftarkan. Token ini berfungsi sebagai konfigurasi pada saat pemrograman modul wi-fi (NodeMCU) untuk mengirimkan data pada sistem yang telah didaftarkan di aplikasi.

2) Pembuatan Project

Pembuatan project mengharuskan membuat nama sistem yang ingin dibuat serta pemilihan modul wi-fi yang digunakan, hal ini dilakukan agar tidak terjadi kesalahan konektivitas dari program dan *platform*.

3) Pemilihan Display

Display yang diinginkan dapat dipilih secara beragam sesuai dengan kebutuhan sistem. Dalam pemilihan display, aplikasi Blynk memberikan pilihan secara gratis untuk memilih jenis display yang ingin digunakan, tetapi dibatasi dengan harga yang diberikan. Sehingga jika pemilihan display berlebihan maka dikenakan bayaran sesuai dengan sistem yang sedang dijalankan

4) Pengaturan Display

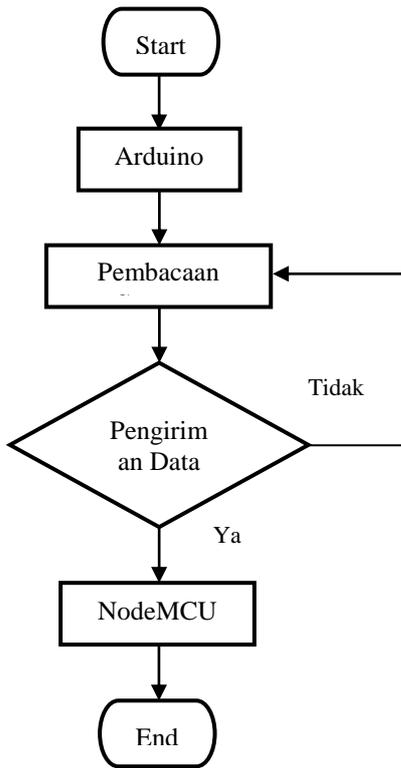
Dalam pengaturan display, hal yang pertama dilakukan adalah pemberian nama untuk sistem yang ingin dimonitoring. Setelah itu menentukan pin yang ingin diprogram. Dalam penelitian ini, pin yang digunakan adalah pin virtual,

dikarenakan data yang ingin dikirim berupa data virtual dan harus dikoneksikan dengan benar. Karena jika pencocokan koneksi antara pin virtual dengan program pengirim data tidak sesuai maka data tidak akan dikirim ke aplikasi. Setelah itu, dilakukan penentuan range pengukuran yang ingin dicapai serta penentuan label satuan yang sesuai dengan pembacaan sensor, misalnya dalam bentuk persen, celcius, ampere, dan lain-lain.

C. Perancangan Program

Perancangan program untuk sistem monitoring kinerja panel surya dilakukan menggunakan software Arduino IDE.

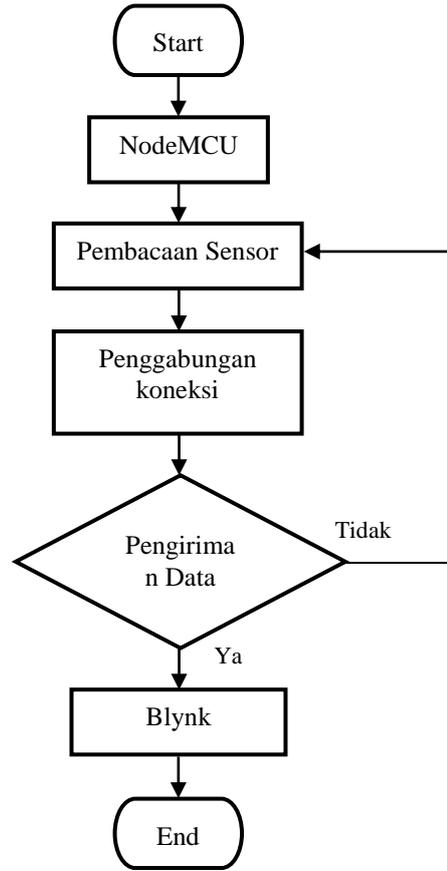
1) Program Arduino



Gambar 3. Diagram alir program arduino

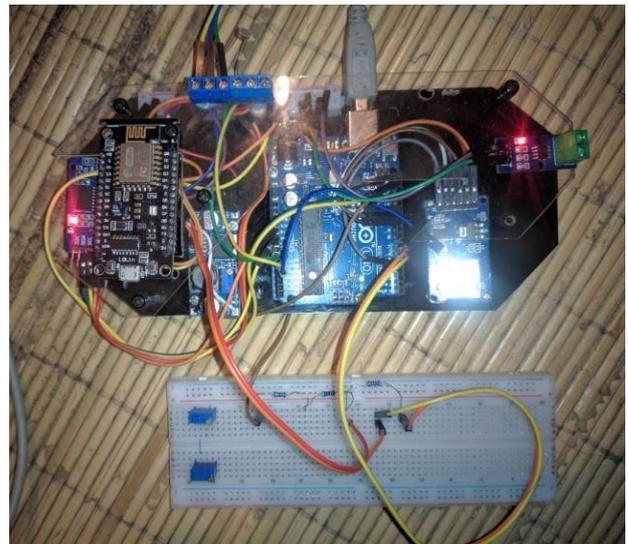
Dalam pemrograman pada arduino difokuskan pada pembacaan sensor sesuai dengan kerja sistem lalu kemudian dikirimkan ke modul wi-fi (NodeMCU) melalui pin TX. Dalam proses pengiriman data sensor yang didapat, kemudian disimpan dalam arsip JSON. arsip JSON diibaratkan sebuah koper untuk menampung beberapa data yang kemudian dikirim dan dibuka pada NodeMCU. Jika tanpa arsip data JSON maka data tidak bisa dikirim ke aplikasi Blynk.

2) Program NodeMCU



Gambar 4. Diagram alir program nodeMCU

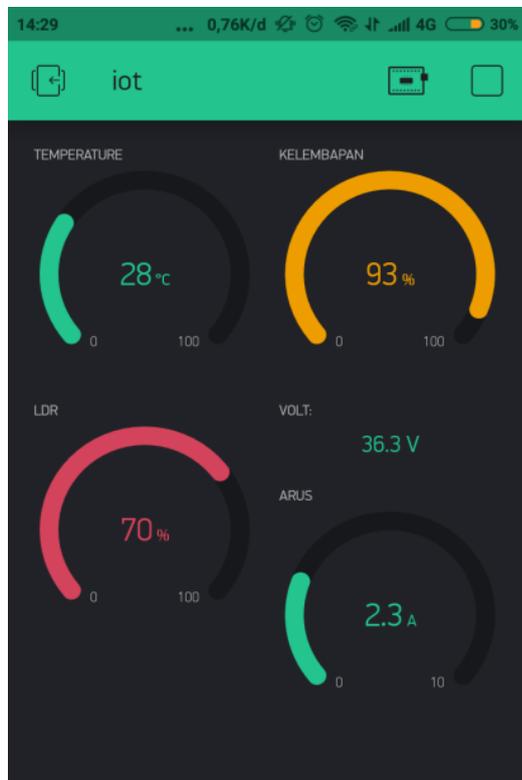
III. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 5. Hasil rancangan alat

Dalam pengujian aplikasi Blynk, tampilan *display* yang digunakan berupa empat gauge dan satu *display value* dari berbagai jenis tampilan yang disediakan oleh aplikasi Blynk. Untuk sensor Arus, Suhu, dan kelembapan menggunakan jenis

display gauge dan jenis *display value* untuk sensor tegangan. Hal ini dikarenakan keterbatasan kapasitas yang disediakan dalam menggunakan aplikasi Blynk dengan metode gratis pembuatan project yang ditentukan. Berikut adalah tampilan dari sistem *monitoring* kinerja *photovoltaic* menggunakan aplikasi Blynk.



Gambar 6. Hasil data pada tampilan platform Blynk

Dalam proses pengujian akurasi sensor, pengujian dilakukan dengan dua variabel pengukuran. Hal ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar persen kesalahan dan untuk melihat apa yang menjadi kekurangan sistem. Dalam proses pengukuran, terjadi perbedaan dari hasil pembacaan sensor pada aplikasi Blynk dengan pembacaan alat ukur. Berdasarkan tabel diatas, aplikasi Blynk memberikan hasil pembacaan yang menyimpang dari alat ukur sebesar 0,9 pada variabel tegangan dan 0,3 pada variabel arus. Untuk mengetahui besar galat (*error*) pada sistem maka selanjutnya memasukkannya kedalam rumus.

Tetapi sebelum menghitung galat persentase, maka harus meletakkan angka tertinggi pada sistem dan mengurangkannya dengan hasil pengukuran. Hal ini dikarenakan *photovoltaic* bekerja pada tegangan tertinggi sebesar 48 V dan arus sebesar 9 A, hal ini dilakukam untuk menunjukkan hasil galat yang sebenarnya. Maka didapatkan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Tegangan pada Blynk} &= \text{Data} - \text{Range Pengukuran} \\ &= 48 \text{ V} - 0,9 \\ &= 47,1 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Arus pada Blynk} &= \text{Data} - \text{Range Pengukuran} \\ &= 9 \text{ A} - 0,3 \\ &= 8,7 \text{ A} \end{aligned}$$

Berdasarkan data diatas, maka didapati hasil persentase kesalahan sebagai berikut :

- Tegangan

$$\begin{aligned} \% \text{ Error} &= \frac{47,1-48}{48} \times 100 \\ &= -0,012 \times 100 \\ &= -1,8 \% \text{ (negatif dapat diabaikan)} \end{aligned}$$
- Arus

$$\begin{aligned} \% \text{ Error} &= \frac{8,7-9}{9} \times 100 \\ &= -0,08 \times 100 \\ &= -3,3 \% \text{ (negatif dapat diabaikan)} \end{aligned}$$

Proses memotoring kinerja panel surya dilakukan selama satu minggu dari jam 09.00 wib sampai dengan jam 15.00 wib. Hal ini dikarenakan proses radiasi paling optimal terjadi antara range jam-jam berikut. Hasil rata-rata data yang telah diperoleh dari proses monitoring dapat dilihat pada tabel I dibawah ini :

TABEL I. HASIL RATA-RATA DATA SELAMA TUJUH HARI

Hari	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W) (VxI)	Suhu (°C)	Humidity (%)	LDR (%)
1	36.6	2.8	105.2	31.4	67	60
2	37.9	3.3	124.6	35.4	54.9	74.8
3	34.6	1.1	38.8	27.6	82.6	52.1
4	31	2.5	80.7	28.1	88.7	50.7
5	35.4	2.1	75.2	29.8	62.3	59.7
6	39.1	1.1	44.6	30	61.9	54
7	33.5	2.4	80.2	26.6	95.2	59.9

Berdasarkan data Tabel I hasil rata-rata pada pengukuran selama tujuh hari yaitu dengan Tegangan sebesar 35.4 V, Arus sebesar 2.1 A, Daya sebesar 78.4 watt, Suhu sebesar 29.8°C, Humidity sebesar 73.2 %, serta LDR sebesar 58.7%.

IV. PENUTUP

Dari hasil Perancangan dan Pengujian diatas, dapat diambil beberapa kesimpulan bahwa perancangan sistem monitoring kinerja *photovoltaic* menggunakan platform blynk menggunakan komunikasi serial antara pin TX dan RX pada arduino uno dan modul wi-fi (NodeMCU) dengan metode program JSON untuk sistem pengirim data pada platform Blynk. Pada pemrograman dilakukan dua kali pada arduino dan NodeMCU dikarenakan kedua-duanya merupakan mikrokontroler kemudian perancangan sistem *monitoring* kinerja panel surya berbasis IoT menggunakan arduino uno pada PLTS berjalan dengan baik dengan galat pembacaan 1.8% untuk sensor Tegangan dan 3.3% untuk sensor Arus (ACS712) serta hasil rata-rata pembacaan sensor selama tujuh hari dengan Tegangan sebesar 35.4 V, Arus sebesar 2.1 A, Daya sebesar 78.4 watt, Suhu sebesar 29.8°C, Humidity sebesar 73.2 %, serta Cuaca sebesar 58.7%. Untuk kedepannya diharapkan galat pembacaan sensor tidak lebih dari 3 % agar data yang diterima lebih mendekati dari data asli panel surya.

REFERENSI

- [1] M. Zahran, Y. Atia, A. Al-Hussain, and I. El-Sayed, "LabVIEW based monitoring system applied for PV power station," *12th WSEAS Int. Conf. Autom. Control. Model. Simulation, ACMOS '10*, pp. 65–70, 2010.

- [2] A. Soetedjo, Y. I. Nakhoda, A. Lomi, and Farhan, "Web-SCADA for monitoring and controlling hybrid wind-PV power system," *Telkomnika (Telecommunication Comput. Electron. Control.*, vol. 12, no. 2, pp. 305–314, 2014, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v12i2.1889.
- [3] J. Pamungkas and W. Wirawan, "Desain Real-Time Monitoring Berbasis Wireless Sensor Network Upaya Mitigasi Bencana Erupsi Gunungapi," *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 3, 2015, doi: 10.22146/jnteti.v4i3.160.
- [4] A. Fitriandi, E. Komalasari, H. G.-J. R. dan, and undefined 2016, "Rancang Bangun Alat Monitoring Arus dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler dengan SMS Gateway," *Academia.Edu*, vol. 10, no. 2, 2016, [Online]. Available: <https://www.academia.edu/download/52674667/215-260-1-PB.pdf>.
- [5] F. Rohman and M. Iqbal, "Implementasi Iot Dalam Rancang Bangun Sistem Monitoring Panel Surya Berbasis Arduino," *Pros. SNATIF*, pp. 189–196, 2016.
- [6] N. N. Mahzan, A. M. Omar, L. Rimon, S. Z. M. Noor, and M. Z. Rosselan, "Design and development of an arduino based data logger for photovoltaic monitoring system," *Int. J. Simul. Syst. Sci. Technol.*, vol. 17, no. 41, pp. 15.1-15.5, 2017, doi: 10.5013/IJSSST.a.17.41.15.
- [7] J. Arifin, L. N. Zulita, and Hermawansyah, "Perancangan Murottal Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560," *J. Media Infotama*, vol. 12, no. 1, pp. 89–98, 2016, [Online]. Available: <https://jurnal.unived.ac.id/index.php/jmi/article/view/276/257>.
- [8] W. Winasis, A. W. W. Nugraha, I. Rosyadi, and F. S. T. Nugroho, "Desain Sistem Monitoring Sistem Photovoltaic Berbasis Internet of Things (IoT)," *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 4, pp. 328–333, 2016, doi: 10.22146/jnteti.v5i4.281.
- [9] L. Kamelia, Y. Sukmawiguna, and N. U. Adiningsih, "Rancang Bangun Sistem Exhaust Fan Otomatis Menggunakan Sensor Light Dependent Resistor," *Tek. Elektro, Fakultas Sains dan Teknol. UIN SGD Bandung*, vol. X, no. 1, pp. 154–169, 2017.
- [10] T. D. I. Bei, "Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta," *E - ISSN, J. Kaji. Tek. elektro*, vol. 2014, no. April, p. 2014, 2014, doi: 10.1122/1.3445064.
- [11] H. Shull, "The overhead headache," *Science (80-.)*, vol. 195, no. 4279, p. 639, 1977, doi: 10.1126/science.195.4279.639.