

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING ONLINE

PARAMETER PANEL SURYA BERBASIS IOT

SKRIPSI

OLEH :

**GRACE BONI ANGELIKA TURNIP, A.Md
16.812.0036**



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

2020

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

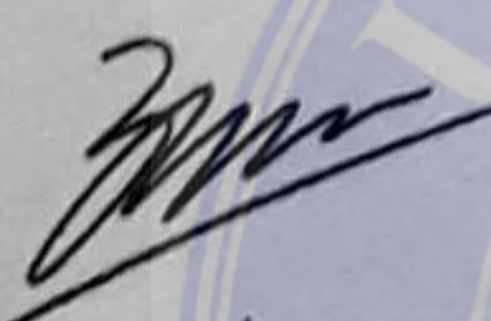
Document Accepted 18/9/20


Access From (repository.uma.ac.id)18/9/20

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem *Monitoring Online* Parameter Panel Surya Berbasis IoT
Nama : Grace Boni Angelika Turnip, A.Md
NPM : 16.812.0036
Fakultas : Teknik

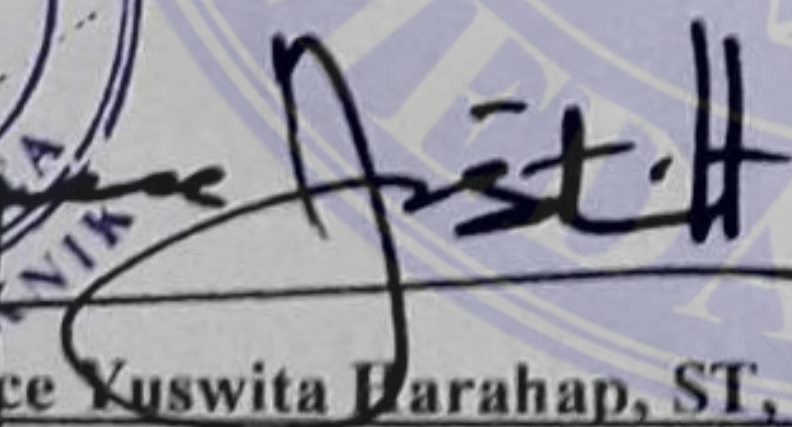
Disetujui Oleh :
Komisi Pembimbing


Dr. Ir. Suwarno, MT
Pembimbing I



Moranain Mungkin, ST, M.Si
Pembimbing II

Mengetahui :



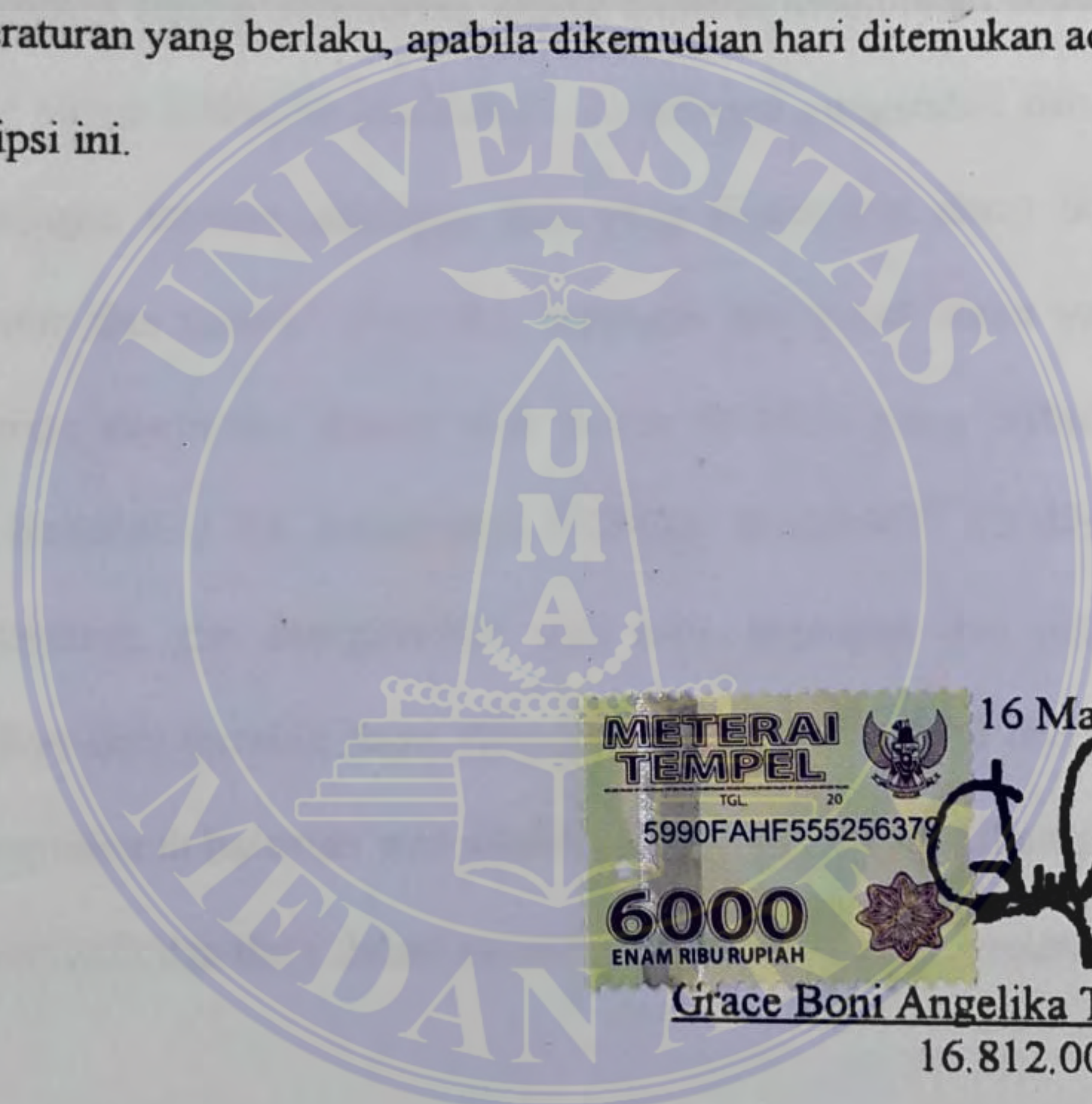

Dr. Grace Kuswita Harahap, ST, MT
Dekan




Syarifah Muthia Putri, ST, MT
Ketua Program Studi

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian – bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi – sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



METERAI TEMPEL
TGL 20
5990FAHF555256379
6000
ENAM RIBURUPIAH
16 Maret 2020
[Handwritten Signature]
Grace Boni Angelika Turnip, A.Md
16.812.0036

5.2 Format Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah Mahasiswa

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Grace Boni Angelika Turnip
NPM : 168120036
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

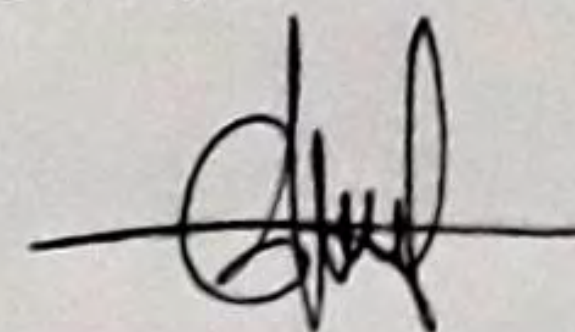
demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul : Rancang Bangun Sistem Monitoring Online Parameter Panel Surya Berbasis IOT

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan, 12 Agustus 2020

Pada tanggal : 12 Agustus 2020

Yang menyatakan



(Grace Boni A. Turnip)

ABSTRAK

Panel surya merupakan alat yang mampu mengubah energy matahari menjadi energi listrik. Penggunaan panel surya di Indonesia sangat bermanfaat karena Indonesia merupakan Negara tropis yang mempunyai potensi energi surya dengan insolasi harian rata-rata 4,5 – 4,8 kWh/m² per hari. Untuk dapat memaksimalkan penggunaan panel surya perlu dilakukan *monitoring* parameter panel surya secara *online*, sehingga dapat dengan mudah diakses datanya melalui jaringan internet. Untuk membuat sistem *monitoring online* tersebut dibutuhkan sebuah perangkat *Internet of things* ESP8266 NodeMCU V3 sebagai pengendali dan penghubung alat ke jaringan internet, sehingga data yang dibaca alat dapat ditampilkan di halaman web dan android. Arus dan tegangan dari panel surya yang melewati *Solar Charge controller* dibaca oleh sensor INA219 yang terhubung dengan ESP8266 NodeMCU V3. Selanjutnya ESP8266 NodeMCU V3 dihubungkan ke jaringan internet, dan mengirimkan data arus, tegangan dan daya ke server, sehingga data-data tersebut dapat ditampilkan di halaman web dan android. Data yang ditampilkan di halaman web adalah arus dalam satuan miliampere, tegangan dalam satuan volt dan daya dalam satuan watt, dengan waktu *update* data 1 detik.

Kata kunci : *Panel Surya, Internet of things, INA219, ESP8266 NodeMCU V3*

ABSTRACT

Solar panels are devices that are able to convert solar energy into electrical energy. The use of solar panels in Indonesia is very beneficial because Indonesia is a tropical country that has energy potential with an average daily insolation of 4,5 - 4,8 kWh/m²/day. To be able to maximize the use of solar panels, it is necessary to monitor solar panel parameter online, so that data could be easily accessed through the internet network. To create an online monitoring system, an internet of things ESP8266 NodeMCU V3 device is needed as a controller and connecting device to the internet network, so the data that the tool reads can be displayed on web pages and android. The current and voltage from the solar panel that passes through the solar charge controller is read by the INA219 sensor which is connected to ESP8266 NodeMCU V3. Furthermore ESP8266 NodeMCU V3 is connected to the internet network, and sends current, voltage and power data to the server, so that data could be displayed on web pages and android. Data displayed on web pages is current in units of milliamperes, voltage in units of volts and power in units of watts, with the update rate of 1 second.

Keywords: *Solar Panel, Internet of things, INA219, ESP8266 NodeMCU V3*

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yesus Kristus, Karena atas Rahmat-Nya penulis dimampukan untuk menyelesaikan perkuliahan dan penulisan skripsi ini dengan baik.

Tema yang dipilih dalam rancangan ini adalah “RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING ONLINE* PARAMETER PANEL SURYA BERBASIS IoT” skripsi ini disusun guna menyelesaikan program pendidikan Strata 1 Teknik Elektro Universitas Medan Area.

Dalam penyelesaian penulisan Skripsi ini, penulis banyak sekali menerima bantuan baik berupa materil, tenaga maupun moril dari banyak pihak. Dan pada kesempatan ini, penulis ingin berterimakasih kepada :

1. Kedua Orang Tua penulis, atas segala dukungan dan kasih sayang jasmani dan rohani kepada penulis hingga detik ini.
2. Seluruh Keluarga besar penulis, yang senantiasa mendukung dan mendoakan penulis dengan tulus.
3. Bapak Dr. Ir. Suwarno, MT selaku Pembimbing 1, yang senantiasa membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Moranain Mungkin, ST, MSi selaku Pembimbing 2, yang senantiasa memberi arahan dan masukan kepada penulis.
5. Bapak Ir. Zulkifli Bahri, MT, yang menolong penulis dalam pengerjaan skripsi ini dengan meluangkan waktu, ide pikiran dan tenaga dengan tulus.
6. Ibu Syarifah Muthia Putri, ST, MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro yang senantiasa memberi nasihat-nasihat dan solusi dalam permasalahan akademik kepada Penulis.

7. Ibu Dr. Grace Yuswita Harahap, ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ibu Susilawati S.Kom, M.Kom selaku Wakil Dekan bidang Akademik.
8. Seluruh Staf tata usaha Fakultas Teknik yang senantiasa memberi bantuan dalam bidang administrasi.
9. Seluruh teman dan junior prodi Teknik Elektro yang senantiasa memberi pertolongan dengan tulus, Denny, Zulfitra, Samuel dan semua yang penulis tidak dapat sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis menerima kritikan dan saran yang membangun guna kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini berguna bagi perkembangan Ilmu Pengetahuan.

Akhirnya penulis kembali mengucapkan Terimakasih kepada semua pihak yang telah menolong penulis dalam penyelesaian skripsi ini, semoga dapat bermanfaat bagi siapapun yang membacanya.

Medan, 16 Maret 2020

Hormat saya,



Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan & Manfaat Penelitian	3
1.4.1 Tujuan Penelitian	3
1.4.2 Manfaat Penelitian	3
1.5 Sistematika Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Panel Surya.....	5
2.1.1 Defenisi Panel Surya	5
2.1.2 Prinsip Kerja Panel Surya.....	6
2.1.3 Teori Dasar Semikonduktor.....	7
2.2 <i>Internet of things</i>	8
2.2.1 Sudut Pandang Teknik IoT	9
2.3 Sensor INA219	10
2.4 <i>Solar Charge controller (SCC)</i>	11
2.5 ESP8266 NodeMCU V3	12
2.5.1 Wifi Shield ESP8266 ESP-12E	14
2.5.2 Software Arduino IDE.....	16
2.6 MIT App Inventor	18

2.7	Firestore	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		23
3.1	Skema Alur Perancangan Sistem.....	23
3.2	Alat dan Bahan	24
3.3	Rancangan Sistem.....	24
3.3.1	Perancangan Perangkat Keras.....	25
3.3.1.1	Rangkaian Sensor INA219.....	26
3.3.1.2	Rangkaian Catu Daya	26
3.3.1.3	Rangkaian Keseluruhan	27
3.3.2	Perancangan Perangkat Lunak.....	27
3.3.3	Diagram Alir	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		30
4.1	Kebutuhan Spesifikasi Minimum Hardware & Software	30
4.1.1	Rangkaian ESP8266 NodeMCU V3	30
4.1.2	Rangkaian Sensor INA219	31
4.1.3	Rangkaian Catu Daya LM2596S	32
4.1.4	Rangkaian Panel Surya 30WP	32
4.1.5	Hasil Perancangan Perangkat Lunak.....	33
4.2	Pengujian.....	34
4.2.1	Pengujian ESP8266 NodeMCU dengan Sensor INA219	35
4.2.2	Pengujian Pengukuran Sensor INA219.....	38
4.2.3	Pengujian Alat Secara Keseluruhan	40
4.2.3.1	Data Karakteristik Panel Surya	45
4.2.3.2	Tegangan Keluaran <i>Solar Charge controller</i>	46
BAB V KESIMPULAN & SARAN		49
5.1	Kesimpulan.....	49
5.2	Saran	49
DAFTAR PUSTAKA.....		51

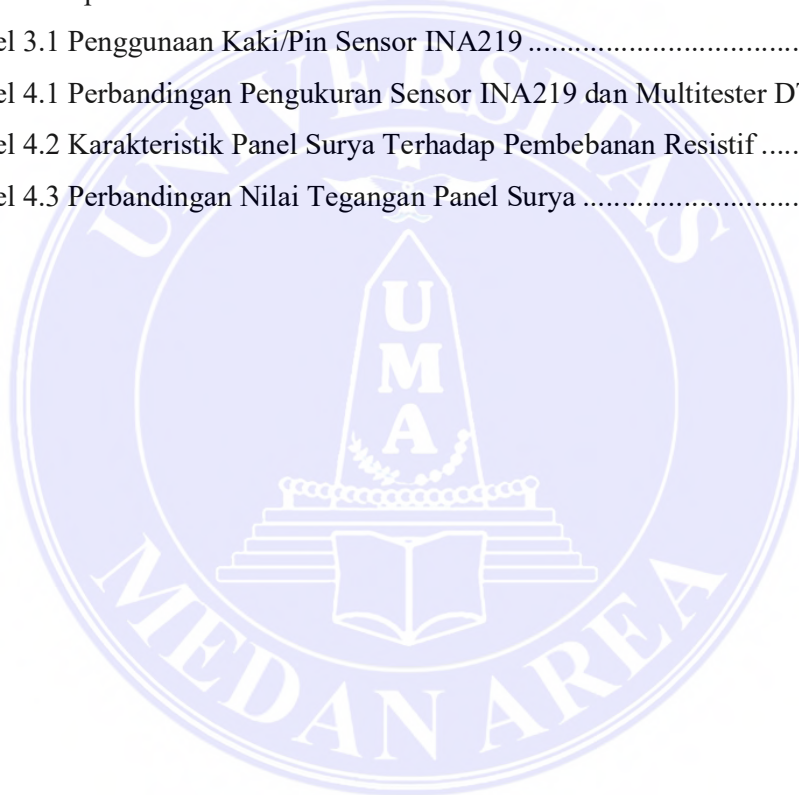
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Panel Surya.....	6
Gambar 2.2	Prinsip Kerja Panel Surya.....	7
Gambar 2.3	Sudut Pandang Teknik dari <i>Internet of things</i>	10
Gambar 2.4	Sensor INA219.....	11
Gambar 2.5	<i>Solar Charge controller</i>	12
Gambar 2.6	ESP8266 NodeMCU V3	13
Gambar 2.7	ESP8266 ESP-12E	15
Gambar 2.8	Tampilan Software Arduino IDE.....	16
Gambar 2.9	Tampilan Halaman Web MIT App Inventor	18
Gambar 3.1	Alur Perancangan Sistem	23
Gambar 3.2	Blok Diagram Sistem	25
Gambar 3.3	Rangkaian Sensor INA219.....	26
Gambar 3.4	Rangkaian Catu Daya.....	27
Gambar 3.5	Rangkaian Keseluruhan Alat.....	27
Gambar 3.6	Diagram Alir Sistem Kerja Alat	29
Gambar 4.1	Rangkaian Mikrokontroler ESP8266 NodeMCU V3	30
Gambar 4.2	Rangkaian Sensor INA219.....	31
Gambar 4.3	Rangkaian Catu Daya LM2596S	32
Gambar 4.4	Rangkaian Panel Surya 1.....	33
Gambar 4.5	Rangkaian Panel Surya 2.....	33
Gambar 4.6	Tampilan Hasil Pengukuran di Halaman Web	34
Gambar 4.7	Tampilan Hasil Pengukuran di Android.....	34
Gambar 4.8	Blok Diagram Pengujian ESP8266 NodeMCU dengan INA219	35
Gambar 4.9	Listing Program Pembacaan Sensor INA219	36
Gambar 4.10	Foto Hasil Pengujian	38
Gambar 4.11	Blok Diagram Pengujian Pengukuran Sensor INA219.....	39
Gambar 4.12	Blok Diagram Pengujian Alat Secara Keseluruhan	41
Gambar 4.13	Listing Program Pengiriman Data	42
Gambar 4.14	Tampilan Pembacaan di Web Firebase	44

Gambar 4.15 Tampilan Pembacaan di Android.....	44
Gambar 4.16 Rangkaian Pengujian Panel Surya	45
Gambar 4.17 Grafik Tegangan Vs Arus.....	46
Gambar 4.18 Pengambilan Data Pembacaan Tegangan Panel Surya	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi ESP8266 NodeMCU V3.....	13
Tabel 3.1 Penggunaan Kaki/Pin Sensor INA219	26
Tabel 4.1 Perbandingan Pengukuran Sensor INA219 dan Multitester DT860B	40
Tabel 4.2 Karakteristik Panel Surya Terhadap Pembebanan Resistif	45
Tabel 4.3 Perbandingan Nilai Tegangan Panel Surya	48



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan sumber energi terbarukan merupakan solusi dalam menjawab tantangan krisis energi yang terjadi. Salah satu energi terbarukan yaitu dengan pemanfaatan energi matahari. Panel surya merupakan alat yang mampu mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Penggunaan panel surya di Indonesia sangat bermanfaat karena Indonesia berada di kawasan khatulistiwa yang hampir seluruh wilayahnya mendapat sinar matahari selama 10 sampai 12 jam setiap harinya dan Indonesia merupakan Negara tropis yang mempunyai potensi energi surya dengan insolasi harian rata-rata 4,5-4,8 kWh/m²/hari [1].

Untuk dapat memaksimalkan penggunaan panel surya perlu dilakukan *monitoring* parameter panel surya sehingga dari hasil pemantauan harian tersebut dapat diketahui rata-rata energi yang dihasilkan, berapa besar kapasitas pembebanannya, dengan demikian suplai listrik terjamin keberlangsungannya. Dari data tersebut juga dapat dilakukan analisa apakah terjadi penurunan atau gangguan pada alat/panel tersebut. Dengan demikian dapat dilakukan perencanaan pemeliharaan atau tindakan perbaikan pada panel surya.

Untuk mempermudah proses *monitoring* parameter panel surya, telah banyak penelitian yang dilakukan, termasuk *monitoring online* (dalam jaringan) berbasis *website*. Namun dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan, masih ada ruang untuk pengembangan, yaitu :

1. Beberapa sistem *monitoring* yang dibangun masih bersifat *offline*.

2. Sistem *monitoring online* yang ada membutuhkan pembiayaan ekstra karena banyaknya komponen yang diperlukan, serta kerumitan dalam perancangan sistem.
3. Dalam hal pengiriman data dari alat yang dirancang menuju web aplikasi, masih membutuhkan waktu pengiriman 15-60 detik.

Berdasarkan permasalahan diatas maka perlu dirancang suatu sistem *monitoring online* parameter panel surya yang praktis dalam perancangannya, dengan pembiayaan minimal, dan pengiriman data yang cepat.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana cara merancang dan membangun.

- a) Sebuah perangkat keras yang mampu mengukur nilai tegangan dan arus yang mengalir dari panel surya.
- b) Sebuah perangkat keras yang mampu mengirim data arus, tegangan dan daya melalui jaringan internet, dengan *latency* rendah.
- c) Sistem yang sederhana dengan pembiayaan seminimal mungkin.

1.3 Batasan Masalah

Adapun beberapa batasan masalah dari Tugas Akhir ini, adalah sebagai berikut.

- a) Sensor yang digunakan untuk membaca arus dan tegangan yang mengalir dari panel surya dalam penelitian ini adalah INA219, karena sensor tersebut dapat memberikan pengukuran arus dan tegangan dalam satu waktu.
- b) Data pembacaan arus dan tegangan yang diperoleh dikirimkan melalui koneksi jaringan internet menggunakan modul NodeMCU.

- c) Data yang terkirim yaitu arus, tegangan dan daya, dapat dimonitor melalui *website firebase* yang dapat dibuka menggunakan komputer maupun ponsel cerdas.
- d) Data yang ditampilkan di website terdiri dari tegangan, arus dan daya. Daya diperoleh dari hasil perkalian antara tegangan dan arus.

1.4 Tujuan & Manfaat Penelitian

1.4.1 Tujuan Penelitian

- a) Merancang sebuah sistem yang dapat mengukur data arus dan tegangan panel surya, dengan memanfaatkan sensor INA219 yang menggunakan jalur komunikasi jenis I2C sehingga memungkinkan sensor untuk mengukur 2 parameter dalam satu waktu.
- b) Mengimplementasikan konsep *Internet of Things* dengan memanfaatkan ESP 8266 yang terdapat pada NodeMCU agar alat dapat terkoneksi ke internet, dan mengimplementasikan Arduino IDE untuk pemrograman alat.
- c) Merancang sebuah sistem *monitoring online* data arus, tegangan dan daya dari panel surya yang sederhana, mudah di akses dengan pembiayaan minimum dengan memanfaatkan *platform internet of things* yang tidak berbayar.

1.4.2 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

- a) Mengaplikasikan ilmu yang diperoleh selama menempuh pendidikan pada perkuliahan.
- b) Sebagai sumbangan pemikiran dalam perancangan dan pembuatan sistem *monitoring online* (dalam jaringan) parameter panel surya.

- c) Memudahkan proses *monitoring* parameter panel surya yang dapat diakses dimana saja dengan koneksi internet.

1.5 Sistematika Penelitian

Untuk memudahkan dalam penelitian Tugas Akhir ini, peneliti membuat sistematika penelitian dalam 5 Bab. Yang pertama adalah Bab I yang berisi pembahasan dari dasar pembuatan tugas akhir, antara lain, latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian dan sistematika penelitian. Selanjutnya adalah BAB II yang berisi tinjauan pustaka untuk mendukung penelitian. Selanjutnya adalah BAB III, yang berisi tentang penjelasan alat yang akan dirancang. Penjelasan tersebut berupa, skema alur perancangan sistem, perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Selanjutnya pada BAB IV disertakan hasil dan pembahasan yang membahas hasil pembuatan dan pengujian Rancang Bangun Sistem *monitoring online* parameter panel surya berbasis IoT, serta BAB V yang berisi tentang kesimpulan.

DAFTAR PUSTAKA

Pada bagian ini, dilampirkan sumber – sumber tulisan maupun informasi yang penulis gunakan dalam penulisan skripsi ini. Sumber yang digunakan tersebut bisa berupa tulisan ilmiah, buku, skripsi, atau pun informasi dari media yang terpercaya maupun resmi.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran berisikan informasi tambahan terkait penulisan skripsi, seperti data program dan foto pada saat pengambilan data.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Panel Surya

2.1.1 Defenisi Panel Surya

Panel surya adalah sebuah alat yang terdiri dari teknologi sel surya yang dapat mengubah cahaya menjadi listrik. Panel surya memanfaatkan matahari yang merupakan sumber cahaya terkuat. Panel surya bergantung pada efek fotovoltaiic agar dapat menyerap energi matahari sehingga menyebabkan timbulnya kuat arus yang mengalir antara dua lapisan yang memiliki muatan yang berbeda. Modul surya (fotovoltaiic) adalah sejumlah sel surya yang dirangkai secara seri dan paralel, untuk meningkatkan tegangan dan arus yang dihasilkan sehingga cukup untuk pemakaian sistem catu daya beban. Untuk mendapatkan keluaran energi listrik yang maksimum maka permukaan modul surya harus selalu mengarah ke matahari. Bahan sel surya sendiri terdiri kaca pelindung dan material adhesive transparan yang melindungi bahan sel surya dari keadaan lingkungan, material anti-refleksi untuk menyerap lebih banyak cahaya dan mengurangi jumlah cahaya yang dipantulkan, semi-konduktor P-type dan N-type (terbuat dari campuran Silikon) untuk menghasilkan medan listrik, saluran awal dan saluran akhir (tebuat dari logam tipis) untuk mengirim elektron ke perabot listrik [2].



Gambar 2.1. Panel Surya

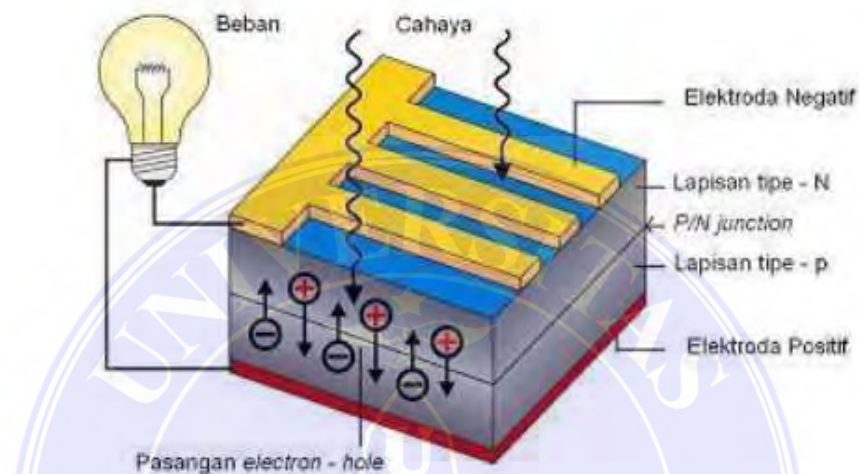
2.1.2 Prinsip Kerja Panel Surya

Prinsip kerja sel surya silikon adalah berdasarkan konsep semikonduktor p-n *junction*. Sel terdiri dari lapisan semikonduktor doping-n dan doping-p yang membentuk p-n *junction*, lapisan antirefleksi, dan substrat logam sebagai tempat mengalirnya arus dari lapisan tipe-n (*electron*) dan tipe-p (*hole*). Semikonduktor tipe-n didapat dengan mendoping silikon dengan unsur dari golongan V sehingga terdapat kelebihan elektron valensi dibanding atom sekitar. Pada sisi lain semikonduktor tipe-p didapat dengan doping oleh golongan III sehingga elektron valensinya defisit satu dibanding atom sekitar. Ketika dua tipe material tersebut mengalami kontak maka kelebihan elektron dari tipe-n berdifusi pada tipe-p. Sehingga area doping-n akan bermuatan positif sedangkan area doping-p akan bermuatan negatif. Medan elektrik yang terjadi pada keduanya mendorong elektron kembali ke daerah-n dan *hole* ke daerah-p. Pada proses ini telah terbentuk p-n *junction*. Dengan menambahkan kontak logam pada area p dan n maka telah terbentuk *diode*[3]. Secara sederhana, proses pembentukan gaya gerak listrik (GGL) pada sebuah sel surya adalah sebagai berikut:

1. Foton dari cahaya matahari menumbuk panel surya kemudian diserap oleh material semikonduktor seperti silikon.
2. Elektron (muatan negatif) terlempar keluar dari atomnya, sehingga mengalir melalui material semikonduktor untuk menghasilkan listrik. Muatan positif

yang disebut *hole* (lubang) mengalir dengan arah yang berlawanan dengan elektron pada panel surya silikon.

3. Gabungan/susunan beberapa panel surya mengubah energi surya menjadi sumber daya listrik DC.



Gambar 2.2. Prinsip Kerja Panel Surya

2.1.3 Teori Dasar Semikonduktor

Energi radiasi matahari dapat diubah menjadi arus listrik searah dengan menggunakan lapisan-lapisan tipis silikon (Si) murni atau bahan semikonduktor lainnya. Untuk pemakaian sebagai semikonduktor, silikon harus dimurnikan hingga kurang dari satu atom pengotoran per 10¹⁰ atom silicon. Bentuk kristalisasi demikian akan terjadi bilamana silikon cair menjadi padat disebabkan karena tiap atom mempunyai elektron valensi, demikian terjadinya suatu bentuk kristal dimana tiap atom silikon yang bertegangan saling memiliki salah satu elektron valensinya. Semikonduktor adalah suatu bahan yang dapat berfungsi sebagai konduktor dan juga dapat bersifat sebagai isolator tergantung tempat dan kondisi bahan tersebut. Semikonduktor terdiri dari dua macam yaitu semikonduktor intrinsik dan

semikonduktor ekstrinsik. Semikonduktor ini terdiri atas dua jenis tipe, yaitu tipe P dan tipe N. Pada kristal silikon murni tidak terdapat elektron bebas, sehingga merupakan konduktor listrik yang buruk. Untuk melepaskan elektron dari ikatannya diperlukan energi yang besar. Untuk membentuk semikonduktor tipe P, maka semikonduktor dengan valensi 4 ditambahkan dengan bahan bervalensi 3, biasanya dikenal dengan bahan ketidakmurnian. Jenis bahan seperti ini antara lain boron, aluminium, kalsium, indium. Penambahan bahan ketidakmurnian ini akan menjadikan berkurang satu buah dalam ikatan sehingga berbentuk *hole*/lubang. Lubang ini dapat berpindah dari suatu tempat ke tempat lain di dalam kristal. Yang terjadi selamanya adalah bahwa elektron-elektron kristal mengisi lubang yang kosong sehingga timbul lubang yang baru. Lubang tersebut berpindah disebabkan karena ada elektron yang mengisinya, maka setiap lubang akan memiliki muatan positif yang sama dan berlawanan dengan muatan negatif dari elektron. Demikian juga untuk membentuk semikonduktor silikon tipe N, yaitu ditambah bahan yang bervalensi 5 yang biasa digunakan antara lain fosfor disebut semikonduktor silikon tipe N.

Semikonduktor *junction* merupakan Gabungan antara semikonduktor tipe P dan tipe N menyebabkan perbedaan potensial yang disebut dengan tegangan penghalang dan batas antara kedua sambungan itu disebut *junction* [4].

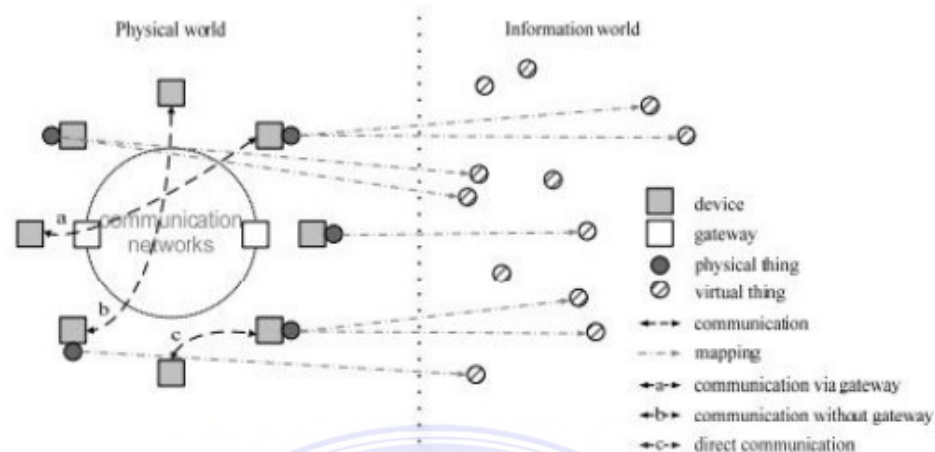
2.2 *Internet Of Things (IoT)*

Internet Of Things merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Adapun kemampuan seperti berbagi data, remote control, dan sebagainya, termasuk juga pada benda di dunia nyata. Contohnya bahan pangan, elektronik,

koleksi, peralatan apa saja, termasuk benda hidup yang semuanya tersambung ke jaringan lokal dan global melalui sensor yang tertanam dan selalu aktif [5]. Sistem ini dapat memantau atau mengelola benda dan peralatan yang terhubung, sensor yang terhubung juga dapat memantau dunia alami, manusia dan juga binatang. Tujuannya adalah untuk membuat manusia berinteraksi dengan benda dengan lebih mudah, bahkan supaya benda juga bisa berkomunikasi dengan benda lainnya. *Internet of things* adalah revolusi teknologi yang mewakili masa depan komputasi dan komunikasi [6].

2.2.1 Sudut Pandang Teknik IoT

Objek fisik (*physical things*) dapat direpresentasikan dalam dunia informasi (*information world*) melalui satu atau lebih objek virtual (*virtual things*). Tetapi objek virtual dapat berdiri sendiri tanpa adanya pemetaan (*mapping*) dengan objek fisik. Sebuah perangkat (*device*) adalah sebuah peralatan yang memiliki kemampuan untuk berkomunikasi dan beberapa kemampuan tambahan (*sensing, actuation, data capture, data storage and data processing*). Dimana sebuah perangkat nantinya akan mengambil informasi-informasi yang dibutuhkan dan menyajikannya sebagai sebuah informasi serta mengirimkannya untuk pengolahan selanjutnya. namun demikian ada juga perangkat yang langsung dapat mengolahnya berdasarkan informasi dan komunikasi yang diterima. Komunikasi antar perangkat (*communication between devices*): perangkat mampu berkomunikasi melalui sebuah jaringan komunikasi melewati sebuah gateway (kasus A), berkomunikasi tanpa melewati gateway (kasus B) atau secara langsung (*direct*) atau ad-hoc (kasus C) atau kombinasi antar keduanya [7].



Gambar 2.3 Sudut Pandang Teknik dari *Internet of Things*

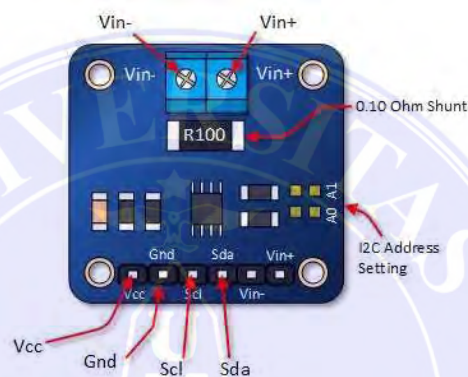
2.3 Sensor INA219

INA219 adalah pemantau arus shunt dan daya melalui koneksi I2C- atau antarmuka yang kompatibel dengan SMBUS. Sensor ini memantau drop tegangan (*shunt voltage drop*) dan tegangan suplai (*bus supply voltage*), dengan konversi perkalian yang dapat diprogram dan pemfilteran. Nilai kalibrasi yang dapat diprogram, dikombinasikan dengan pengali internal, memungkinkan pembacaan langsung dari arus dalam satuan ampere. Register pengali tambahan dapat menghasilkan daya dalam satuan watt. Modul ini mampu mengukur arus sampai 3,2A dan tegangan 26VDC dengan VCC 3V-5.5V [8].

Spesifikasi Sensor INA219 :

1. Mengukur tegangan 0-26 V
2. Mengukur arus hingga 3,2 A dengan resolusi 0,8 mA
3. Dilengkapi dengan resistor 0,1 ohm 1% 2 W
4. Mempunyai 16 alamat yang dapat diprogram

5. Akurasi tinggi, maksimum 0,5%
6. Pilihan untuk penyaringan gangguan
7. Memiliki register untuk kalibrasi
8. Ukuran kecil 2x2,2 cm
9. Dilengkapi dengan komunikasi I2C



Gambar 2.4. Sensor INA219

2.4 Solar Charge Controller (SCC)

Solar Charge Controller merupakan perangkat elektronik yang digunakan dalam sistem pembangkit listrik tenaga surya. Alat ini digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai, dan mengatur arus yang keluar dari baterai ke beban. Alat ini juga berfungsi untuk mengontrol agar tidak terjadi *overcharging* (kelebihan pengisian karena baterai sudah penuh), *full discharging* dan *overvoltage* dari panel surya. Kelebihan voltase dan pengisian dan voltase dapat mengurangi umur baterai. SCC (*Solar Charge Controller*) menerapkan prinsip PWM (*pulse with modulation*) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pelepasan arus dari baterai menuju beban [9]. Pada alat ini, biasanya terdapat 2 terminal (positif dan

negatif) untuk *input* dari panel surya, 2 terminal untuk *output* ke baterai, 2 terminal untuk *output* ke beban. Panel surya 12 V umumnya memiliki tegangan output 16 - 21 V, jadi tanpa alat ini, baterai akan rusak oleh *overcharging* dan ketidakstabilan tegangan dari panel surya.

Berikut fungsi lengkap dari *Solar Charge Controller* :

- 1 Mengatur arus pengisian ke baterai, menghindari *overcharging* dan *overvoltage*
- 2 Mengatur arus yang dilepaskan dari baterai ke beban, agar baterai tidak *overloading* atau *fully discharge*
- 3 Memantau temperatur dari baterai



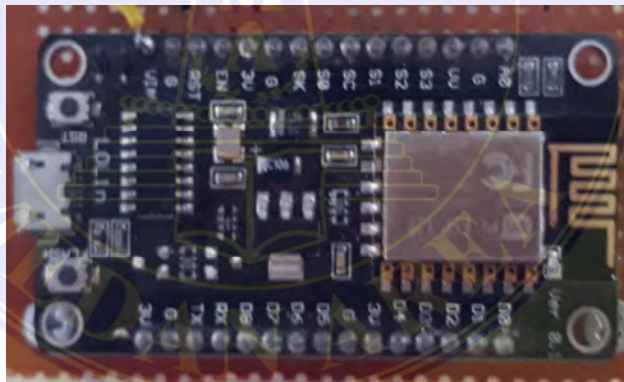
Gambar 2.5. *Solar Charge Controller*

2.5 ESP8266 NodeMCU V3

NodeMCU adalah sebuah *platform* IoT yang bersifat *opensource*, artinya banyak produsen yang bebas untuk memproduksi dan mengembangkannya. Didalam NodeMCU terdapat perangkat keras berupa *system on chip* ESP8266. NodeMCU pada dasarnya merupakan pengembangan dari ESP8266 dengan firmware berbasis e-Lua [10]. Dilengkapi dengan micro USB port yang berfungsi sebagai jalur antarmuka untuk pemrograman maupun power supply. Selain itu,

pada NodeMCU terdapat tombol (*push button*), yaitu tombol reset dan flash. NodeMCU menggunakan bahasa pemrograman Lua yang merupakan *package* dari ESP8266. Bahasa Lua memiliki logika dan susunan pemrograman yang sama dengan bahasa c, hanya berbeda syntax. Jika ingin menggunakan bahasa Lua, maka harus menggunakan *tool* Lua *loader* dan Lua *uploader*.

NodeMCU juga dapat diprogram menggunakan *software* Arduino IDE, dengan melakukan sedikit perubahan di *board manager* pada *software* Arduino IDE. Sebelum menggunakan board ini, harus dilakukan *flash firmware* terlebih dahulu, agar dapat mendukung *tool* yang hendak digunakan. Jika menggunakan Arduino IDE, *firmware* yang dipakai adalah AT-Command keluaran dari *AI-Thinker*. Untuk penggunaan *tool loader*, *firmware* yang digunakan adalah firmware NodeMCU.



Gambar 2.6. ESP8266 NodeMCU V3

Tabel 2.1 Spesifikasi ESP8266 NodeMCU V3 :

SPESIFIKASI	NODEMCU V3
Vendor Pembuat	LoLin
Tipe ESP8266	ESP-12E
USB Port	Micro USB

SPEKIFIKASI	NODEMCU V3
GPIO Pin	13
ADC	1 pin (10 bit)
USB to Serial Converter	CH340G
Power Input	3.3 - 5V DC
Ukuran Modul	57 x 30 mm
Frekuensi	2.4 GHz – 22.5 GHz
WiFi	IEEE 802.11 b/g/n
Clock Speed	40/26/24 MHz
Flash Memory	4 MB
Kanal PWM	10 Kanal

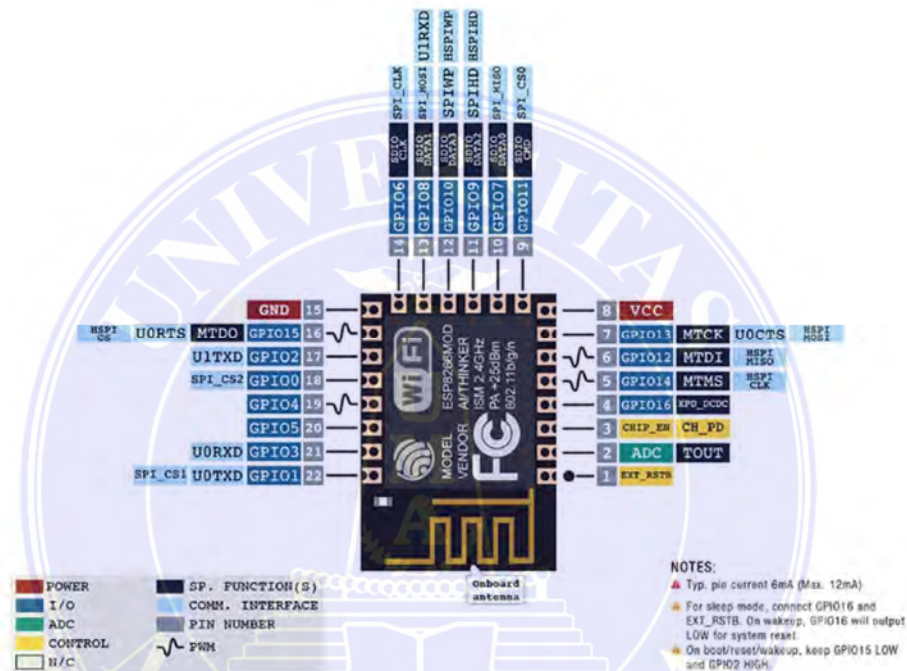
2.5.1 *Wifi Shield ESP8266 ESP-12E*

ESP8266 merupakan modul wifi yang berfungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroler seperti Arduino agar dapat terhubung langsung dengan wifi dan membuat koneksi TCP/IP. Ada beberapa tipe ESP8266 yang beredar, diantaranya yang mudah dicari yaitu, tipe ESP-01, ESP-07, dan ESP-12. Fungsi dari masing-masing tipe ESP itu hampir sama, perbedaannya terletak pada pin GPIO (*General Purpose Input Output*) pada masing-masing tipe. Pada NodeMCU telah terdapat ESP8266 (Khususnya seri ESP-12, termasuk ESP-12E), jadi fitur-fitur yang dimiliki NodeMCU akan kurang lebih sama dengan ESP-12 (juga ESP-12E untuk NodeMCU V2 dan V3) [11]. Beberapa fitur tersebut antara lain :

1. 10 port GPIO dari D0-D10
2. Fungsionalitas PWM

3. Antarmuka I2C dan SPI
4. Antarmuka 1 wire
5. ADC

Untuk melihat lebih jelas posisi kaki/pin ESP-12E dapat dilihat pada gambar berikut.



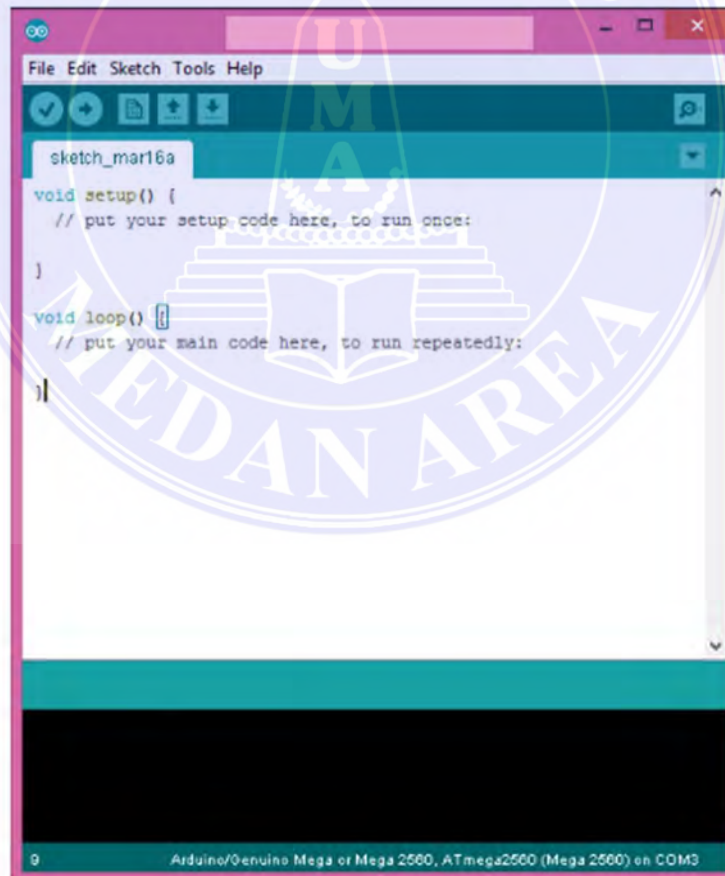
Gambar 2.7 ESP8266 ESP-12E

Tegangan kerja ESP8266 menggunakan standar tegangan JEDEC (*Joint Electron Device Engineering Council*) yaitu 3.3 VDC untuk dapat berfungsi. Tidak seperti mikrokontroler AVR dan sebagian besar board arduino yang memiliki standar tegangan TTL 5 VDC. Meskipun demikian, NodeMCU masih bisa terhubung dengan tegangan 5 VDC melalui port Micro USB atau pin Vin yang tersedia.

2.5.2 Software Arduino IDE


Untuk memasukkan program ke dalam NodeMCU agar berjalan sesuai yang diinginkan, maka diperlukan *software* Arduino IDE. IDE merupakan kependekan dari *Integrated Development Environment*. Program yang ditulis dengan menggunakan *software* Arduino IDE disebut sebagai *sketch*. *Sketch* ditulis dalam suatu *editor* teks dan disimpan dalam *file* dengan ekstensi *.ino* [12].


Pada *software* ini terdapat *message box* berwarna hitam yang berfungsi menampilkan status, seperti pesan *error*, *compile*, dan *upload* program. Pada bagian paling bawah *software* ini, ditunjukkan informasi mengenai *board* yang terkonfigurasi beserta *COM ports* yang digunakan.





Gambar 2.8 Tampilan Software Arduino IDE


Berikut penjelasan bagian – bagian Arduino IDE berdasarkan Gambar 2.6.


1. *Verify/compile* 

Berfungsi untuk mengecek apakah *sketch* yang dibuat sesuai dengan kaidah pemrograman.
2. *Upload* 

Berfungsi untuk mengirimkan program yang sudah dibuat/diverifikasi ke dalam board Mikrokontroler, dalam penelitian ini NodeMCU.
3. *New* 

Berfungsi untuk membuat *sketch* baru.
4. *Open* 

Berfungsi untuk membuka *sketch* yang pernah dibuat untuk diubah/diedit, maupun untuk mengupload ulang ke dalam board mikrokontroler.
5. *Save* 

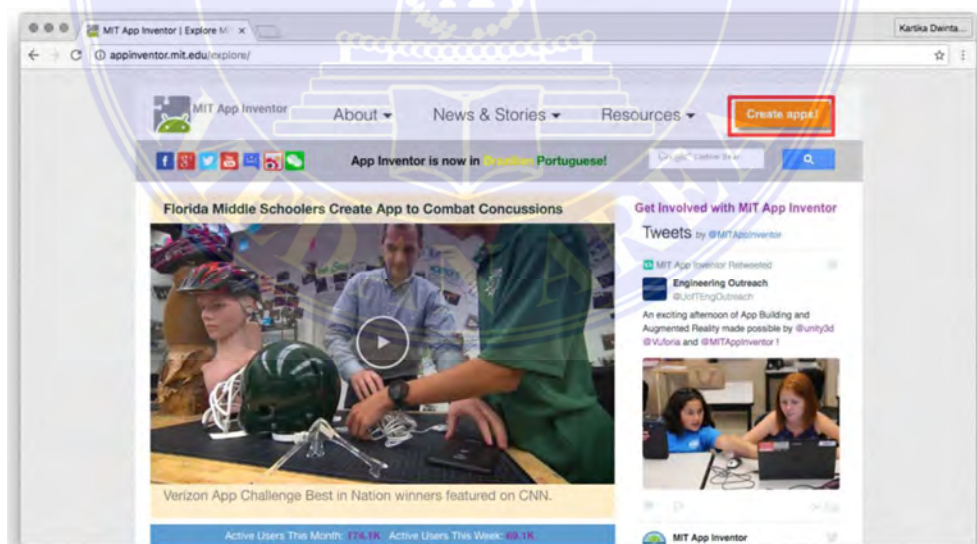
Berfungsi untuk menyimpan *sketch* yang telah dibuat.
6. *Serial Monitor* 

Berfungsi untuk membuka *serial monitor* yang merupakan jendela yang menampilkan data apa saja yang dikirimkan atau dipertukarkan antara board mikrokontroler dengan *sketch* pada port serialnya. *Serial monitor* dapat digunakan untuk menampilkan nilai proses, nilai pembacaan, bahkan pesan *error*.

2.6 MIT App Inventor

MIT App inventor adalah aplikasi inovatif yang dikembangkan oleh Google dan MIT untuk mengenalkan dan mengembangkan pemrograman android dengan mentransformasikan bahasa pemrograman yang kompleks berbasis teks menjadi berbasis visual (*drag and drop*) yang berbentuk blok – blok [13].

Framework visual programming ini terkait dengan bahasa pemrograman *Scratch* dari MIT, yang secara spesifik merupakan implementasi dari *open block* yang didistribusikan oleh MIT *Scheller Teacher Education Program* yang diambil dari riset yang dilakukan oleh Ricarose Roque. App inventor menggunakan *Kawa Language Framework* dan *Kawa's dialect* yang dikembangkan oleh Per Bothner dan didistribusikan sebagai bagian dari GNU *Operating System* oleh *Free Software Foundation* sebagai *compiler* yang menerjemahkan *visual block programming* untuk diimplementasikan pada *platform* android.



Gambar 2.9 Tampilan halaman web MIT App Inventor

Berikut tahap instalasi/Ekspor Aplikasi.

A. Testing

Terdapat tiga jalur koneksi untuk mengetes aplikasi yang sudah dibuat, yaitu:

1. AI Companion

Perangkat yang dibutuhkan :

- Komputer
- Perangkat Android
- Koneksi Wifi

Tahap pengerjaan :

- Instal aplikasi “MIT AI2 Companion” di *PlayStore*
- Hubungkan perangkat android dan komputer pada wifi yang sama
- Pada aplikasi app inventor, pilih menu *Connect – AI Companion*
- Scan QRCode dengan menggunakan perangkat Android

2. Emulator

Perangkat yang dibutuhkan :

- Komputer

Tahap pengerjaan :

- Instal aplikasi desktop App Inventor
- Jalankan aplikasi desktop App Inventor
- Pada aplikasi web App Inventor, pilih menu *Connect – Emulator*

3. USB

Perangkat yang dibutuhkan :

- Komputer
- Perangkat Android

- Kabel USB

Tahap pengerjaan :

- Instal aplikasi desktop App Inventor
- Jalankan aplikasi desktop App Inventor
- Atur pengaturan USB pada perangkat Android “USB Debugging On”
- Pada aplikasi web App Inventor, pilih menu *Connect – USB*

B. Building

Setelah selesai merancang aplikasi yang diinginkan, maka aplikasi dapat dipasang di Android dengan mengunduh berkas APK yang dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu :

1. Scan QR Code

APK dapat diunduh dengan memindai QRCode yang telah disediakan ketika memilih menu *Build – Provide QRCode for APK*.

2. Simpan ke Komputer

APK dapat disimpan ke dalam komputer, dengan memilih menu *Build – Save .apk to My Computer*.

2.7 Firebase

Firebase adalah suatu layanan dari Google yang digunakan untuk mempermudah para pengembang aplikasi dalam mengembangkan aplikasi. Dengan adanya Firebase, pengembang aplikasi bisa fokus mengembangkan aplikasi tanpa harus memberikan usaha yang besar. Dua fitur yang menarik dari Firebase yaitu *Firebase Remote Config* dan *Firebase Realtime Database*. Selain itu terdapat fitur pendukung untuk aplikasi yang membutuhkan pemberitahuan yaitu *Firebase Notification*.

Berikut fitur-fitur dari Firebase :

A. Firebase Cloud Messaging

Firestore Cloud Messaging (FCM) dulu dikenal sebagai Google Cloud Messaging (GCM), di mana Firestore Cloud Messaging (FCM) dapat mengirim dan menerima pesan lintas platform seperti Android, iOS, dan aplikasi web. Firestore Cloud Messaging (FCM), adalah layanan yang diberikan Firestore untuk menggantikan Google Cloud Messaging. Dengan Firestore Cloud Messaging kita bisa memberikan pemberitahuan dan membuat komunikasi dua arah antara perangkat. Teknologi yang digunakan terbagi menjadi dua yaitu: XMPP (Extensible Messaging and Presence Protocol) dan HTTP (Hypertext Transfer Protocol).

B. Firebase Authentication

Firestore Authentication merupakan layanan sistem otentikasi yang menerapkan kode client-side, sehingga pengguna dapat mendaftar dan login ke aplikasi Facebook, GitHub, Twitter dan Google (Google Play Games).

C. Firebase Remote Config

Firestore Remote Config adalah fitur yang memungkinkan digunakan untuk melakukan perubahan konfigurasi di dalam aplikasi Android / iOS, tanpa harus melakukan pembaruan aplikasi di Play Store / App Store. Cara kerja dari Remote Config adalah aplikasi menyimpan terlebih dahulu file XML yang berisi parameter-parameter yang nilainya akan bisa diganti melalui console Firestore. Kemudian objek firestore di dalam aplikasi akan melakukan request data dari server, kemudian memproses data-data tersebut.

D. Firebase Realtime Database

Firebase menyediakan *realtime database* dan *backend* sebagai layanan. Layanan ini menyediakan pengembang Antarmuka pemrograman aplikasi yang memungkinkan data aplikasi disinkronkan di seluruh klien dan disimpan di *Firebase cloud*. Pengembang yang menggunakan *realtime database* dapat mengamankan data dengan menggunakan aturan keamanan yang diberlakukan oleh server perusahaan. *Firebase Realtime Database* merupakan database yang di-host pada cloud. Data disimpan sebagai JSON dan disinkronkan secara *realtime* ke setiap klien yang terhubung.

E. Firebase Storage

Firebase Storage dirancang untuk pengembang aplikasi yang perlu menyimpan dan menampilkan konten buatan pengguna, seperti foto atau video dan menambahkan keamanan Google pada unggah dan unduh berkas untuk aplikasi Firebase, bagaimana pun kualitas jaringannya. Pengembang dapat menggunakannya untuk menyimpan gambar, audio, video, atau konten lain yang dibuat pengguna secara langsung dari Firebase SDK Klien. Firebase Storage didukung oleh Google Cloud Storage.

F. Firebase Hosting

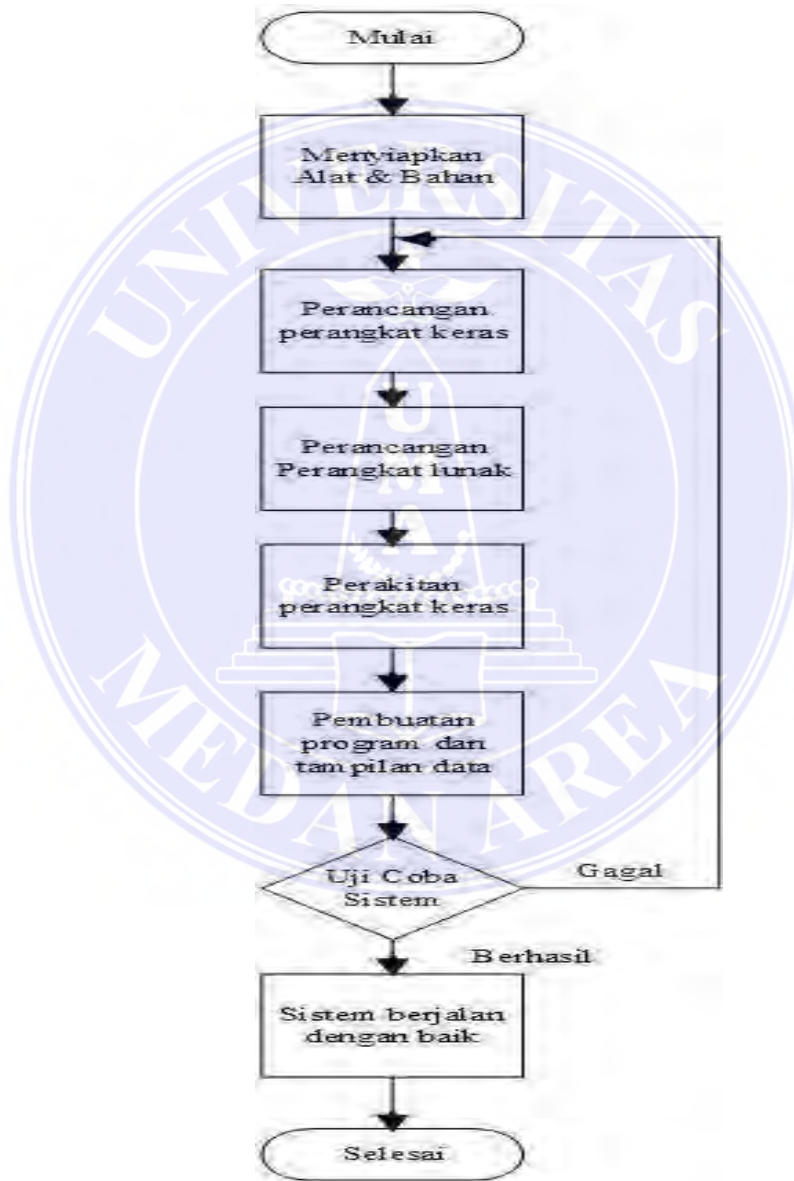
Firebase Hosting menyediakan hosting yang cepat dan aman untuk aplikasi web serta konten yang statis dan dinamis. Layanan ini mengirimkan berkas melalui Content Delivery Network (CDN) atau melalui enkripsi HTTP Secure (HTTPS) dan Secure Sockets Layer (SSL).

BAB III

PERANCANGAN SISTEM

3.1 Skema Alur Perancangan Sistem

Diagram alur perancangan sistem dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Alur Perancangan Sistem

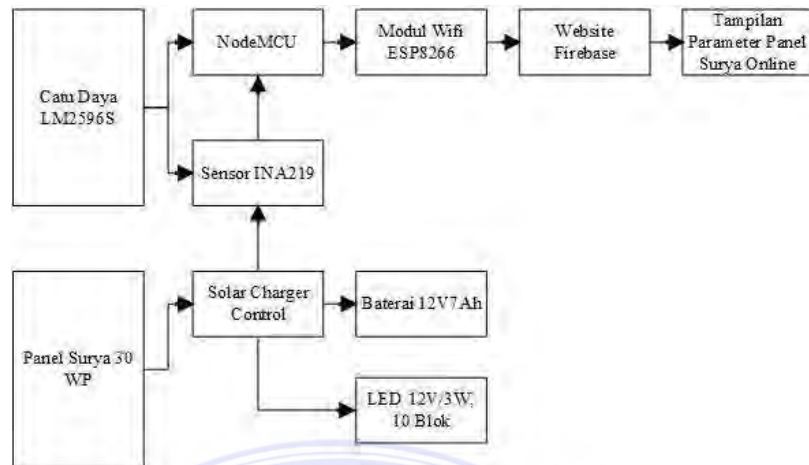
3.2 Alat dan Bahan

Berikut deskripsi bahan dan alat yang diperlukan dalam pembuatan sistem *monitoring online* parameter panel surya berbasis IoT :

1. Panel surya 30 WP
2. Sensor INA219
3. NodeMCU
4. Modul Wifi ESP8266
5. LM2596S
6. *Solar* Charge Control (SCC)
7. Baterai 12V 7Ah
8. Voltmeter Digital
9. Multimeter Digital
10. LED 12V/3W, 3 Blok
11. Laptop, HP Android
12. Kabel, timah, solder, lem bakar
13. Pipa (dudukan panel), kayu (dudukan rangkaian)
14. Dan alat pelengkap lain yang dibutuhkan dalam merangkai perangkat elektronika.

3.3 Rancangan Sistem

Adapun perancangan perangkat keras dari sistem yang dirancang dapat dilihat dari blok diagram dibawah ini.



Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem

Penjelasan dari blok diagram diatas adalah sebagai berikut :

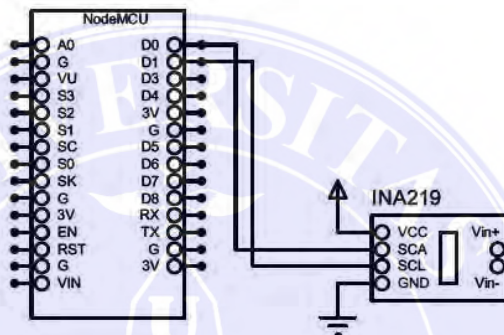
1. NodeMCU merupakan pusat kendali dari alat ini, digunakan untuk mengendalikan secara keseluruhan mulai dari input sensor sampai kepada output dari sistem *monitoring* panel surya.
2. Modul Wifi ESP8266 merupakan media komunikasi antara mikrokontroller dan jaringan internet.
3. Website Firebase merupakan platform IoT yang digunakan untuk menampilkan data parameter panel surya yang dikirim oleh ESP8266.

3.3.1 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras alat ini dimulai dari penempatan dan pemasangan komponen – komponen yang berukuran kecil seperti sensor, catu daya dan NodeMCU di dalam kotak, dan pemasangan komponen – komponen yang berukuran lebih besar seperti voltmeter digital, baterai, LED, *Solar Charge Controll* di atas papan kayu. Panel surya diletakkan diatas dudukan yang terbuat dari pipa.

3.3.1.1 Rangkaian Sensor INA219

Sensor INA219 merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur arus dan tegangan dari panel surya. Dengan menggunakan jenis komunikasi I2C, dapat menghubungkan lebih banyak sensor hanya dengan dua jalur kabel. Pemasangan rangkaian sensor dan keterangan kaki/pin sensor dapat dilihat pada gambar 3.3 dan table 3.1 dibawah ini.



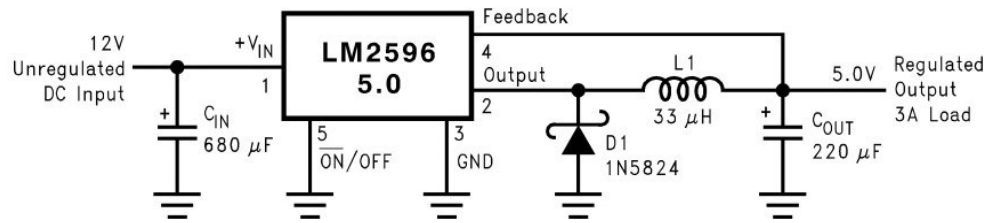
Gambar 3.3 Rangkaian Sensor INA219

Tabel 3.1 Penggunaan kaki/pin sensor INA219

No.	Pin	Fungsi
1.	SCL	<i>Input serial clock</i> untuk komunikasi 2 kabel
2.	SDA	<i>Digital input dan output.</i>
3.	VCC	Sumber tegangan eksternal 5V
4.	GND	<i>Ground</i>

3.3.1.2 Rangkaian Catu Daya

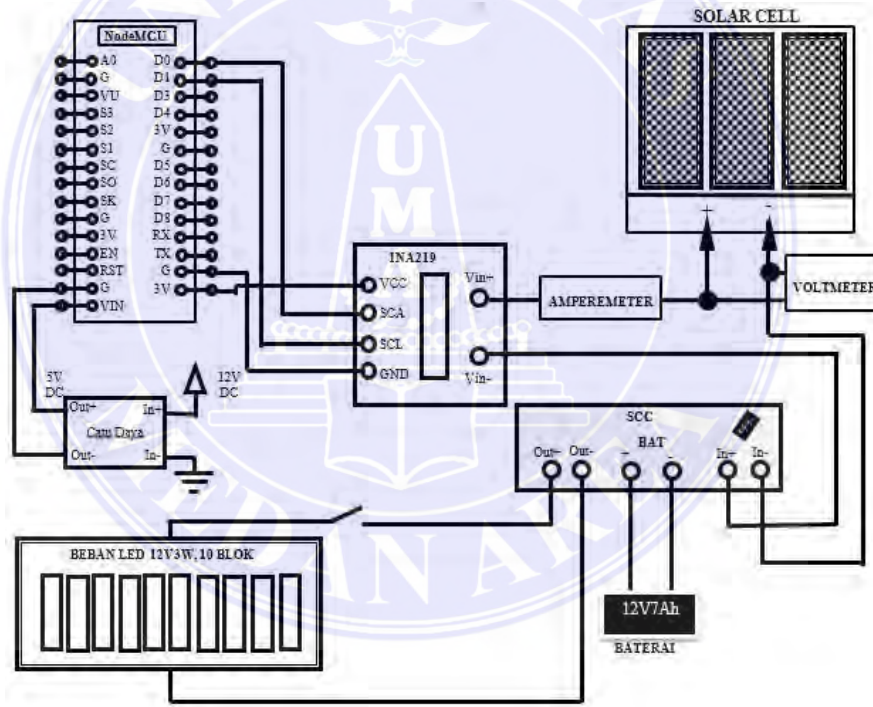
Rangkaian ini berfungsi untuk memberikan daya keseluruhan rangkaian yang ada. Rangkaian ini diberi *input* tegangan 12V DC dari baterai atau adaptor, kemudian tegangan tersebut akan diratakan oleh kapasitor $680\mu F$. Regulator tegangan (LM2596S) digunakan agar output yang dihasilkan tetap 5V DC walaupun terjadi perubahan pada tegangan input nya. Rangkain catu daya dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut ini.



Gambar 3.4 Rangkaian Catu Daya

3.3.1.3 Rangkaian Keseluruhan

Rangkaian ini merupakan keseluruhan rangkaian yang digunakan dalam rancang bangun sistem *monitoring online* parameter panel surya berbasis IoT ini. Rangkaian keseluruhan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.5 berikut ini.



Gambar 3.5 Rangkaian Keseluruhan Alat

3.3.2 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak dilakukan setelah perancangan perangkat keras selesai dikerjakan. Perancangan perangkat lunak ini meliputi rancangan program yang digunakan untuk menerjemahkan data yang diambil dari sensor

kedalam nilai tegangan dan arus dan mengirimkannya melalui jaringan internet ke halaman *website* maupun telepon seluler. Dalam penelitian ini *software* yang digunakan dalam rancang bangun sistem *monitoring online* parameter panel surya berbasis IoT, antara lain :

1. Microsoft Visio

Software ini digunakan untuk menggambar skema rangkaian.

2. Arduino IDE 1.8.1

Software ini digunakan untuk penulisan program, dan antarmuka dengan NodeMCU.

3. Website Firebase

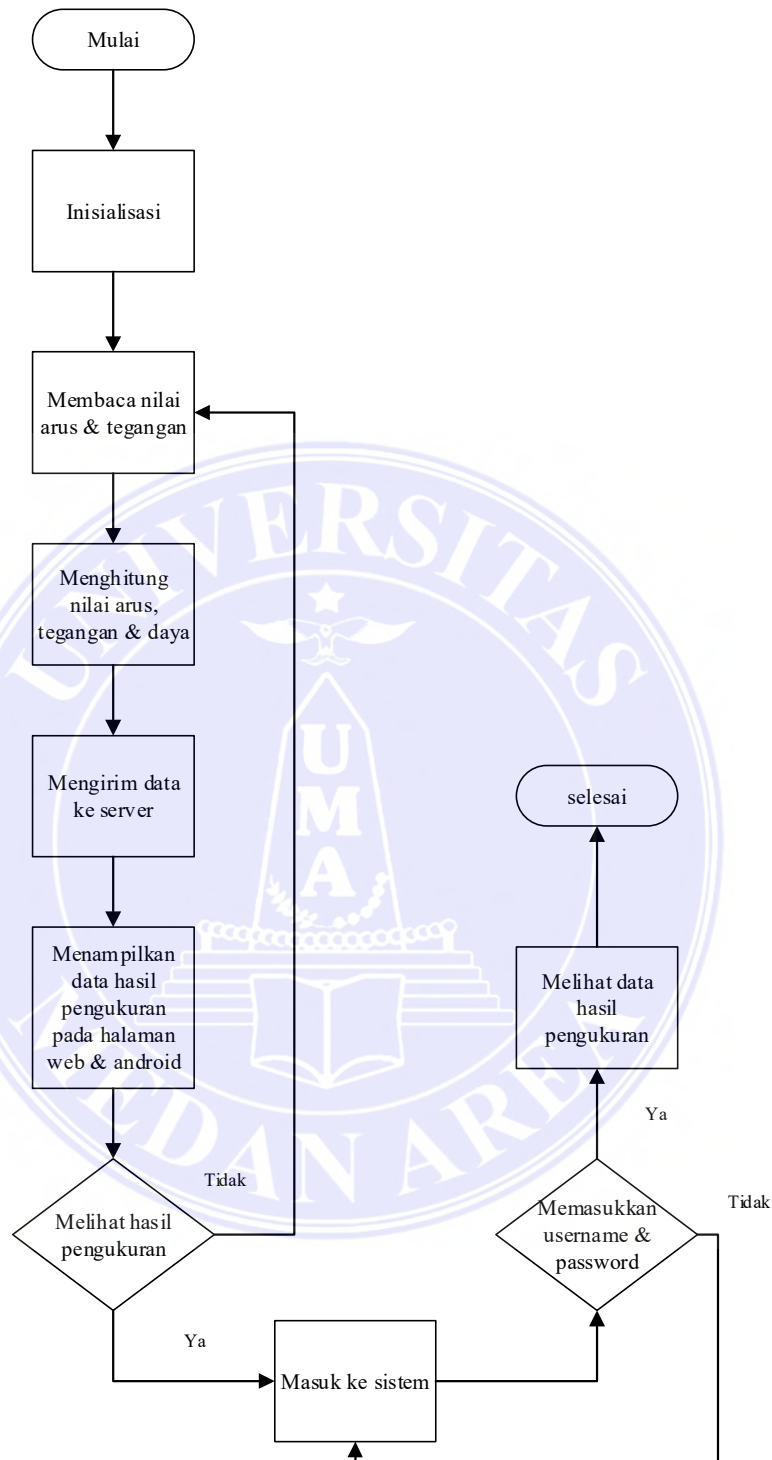
Aplikasi web ini digunakan untuk menampilkan pembacaan parameter panel surya *online*, yaitu arus, tegangan dan daya.

4. App Inventor

Software ini digunakan dalam merancang aplikasi android sistem *monitoring online*.

3.3.3 Diagram Alir

Untuk dapat menampilkan data pembacaan sensor INA219 secara *online*, maka dirancanglah program sedemikian rupa agar data dapat ditampilkan di halaman *website* dan di telepon seluler pintar (Android). Data yang diperoleh dari sensor INA219 akan dikalibrasi pembacaannya dan diproses oleh NodeMCU. Kemudian Wifi Shield ESP8266 akan mengirimkan data tersebut ke server untuk ditampilkan dan disimpan didalam database. Diagram alir sistem kerja alat dapat dilihat pada Gambar 3.6 berikut.



Gambar 3.6 Diagram alir sistem kerja alat

BAB V

KESIMPULAN & SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pada bab IV, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Rancang Bangun Sistem Monitoring Online Parameter Panel Surya Berbasis IoT menggunakan ESP8266 NodeMCU V3 sebagai pusat kendali alat yang terhubung dengan internet untuk mengirimkan data ke *website* dan Android.
2. Galat dari pembacaan tegangan dan arus sensor INA219 dengan multimeter digital adalah masing – masing 0.28% dan 2.29 %. Hal ini dipengaruhi oleh keterbatasan multimeter dalam membaca nilai pengukuran yang kecil.
3. Solar charge controller berfungsi untuk menjaga tegangan yang masuk dari panel surya sesuai dengan tegangan kerja baterai ± 12 Volt.
4. Data pengukuran yang ditampilkan mempunyai waktu *update* 1 detik.

5.2 SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan, berikut adalah saran penulis untuk penelitian selanjutnya untuk dapat dilakukan pengembangan, yaitu :

1. Dudukan panel surya dirancang untuk dapat mengikuti perpindahan cahaya matahari, sehingga panel dapat berputar secara otomatis.
2. Hasil dari monitoring panel surya dapat dipakai menjadi suatu masukan bagi mikrokontroler untuk mengendalikan pergerakan dari panel surya tersebut.
3. Konsep Internet of Things (IoT) dapat dijadikan acuan dalam pengembangan

2. Dudukan panel surya dirancang untuk dapat mengikuti perpindahan cahaya matahari, sehingga panel dapat berputar secara otomatis.
3. Hasil dari *monitoring* panel surya dapat dipakai menjadi suatu masukan bagi mikrokontroler untuk mengendalikan pergerakan dari panel surya tersebut.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ari Rahayuningtyas, dkk. *Studi Perancangan Sistem PLTS Skala Rumah Sederhana Di Rumah Pedesaan Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Untuk Mendukung Program Ramah Lingkungan Dan Energi Terbarukan*. Dipresentasikan pada Prosiding SnaPP, 2014, EISSN hal. 2303 – 2480
- [2] Staf Teknik Solarex Corp. *Penuntun ke Teknik Listrik Sinar Surya*. Jakarta – Timur : P.T. DWI ETI UTAMA
- [3] Junial Heri, S.T., M.T. (2012). *Pengujian Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Solar Cell Kapasitas 50wp*. Home > Vol 4, No 1 : <http://e-journal.upstegal.ac.id/index.php/eng/article/view/114>
- [4] Veronica Ernita Kristianti, Dr., S.T., M.T. *Sel Surya*. Main > Dasar Teknik Tegangan Listrik > Pertemuan 10 : [veronica.staff.gunadarma.ac.id > Downloads > files > Pertemuan+10](http://veronica.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/files/Pertemuan+10)
- [5] Janssen Cory. *Internet of Things (IoT)*. <https://techopedia.com/definition/28247/internet-of-things-iot>
- [6] James Manyika, dkk (2015). *The Internet Of Things: Mapping The Value Beyond The Hype*. McKinsey Global Institute : McKinsey&Company
- [7] Sitrusta Sukaridhoto, S.T., Ph.D. (2016). *Bermain dengan Internet of Things & Big Data*. Surabaya : Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
- [8] Texas Instruments (2015). *INA219 Zero-Drift, Bidirectional Current/Power Monitor With I2C Interface*. www.ti.com/lit/ds/symlink/ina219.pdf
- [9] www.panelsurya.com. *Solar Charge Controller - Solar Controller*.
- [10] Espressif Systems IOT Team (2015). *ESP8266EX Datasheet Version 4.3*. <http://bbs.espressif.com/>
- [11] AI-Thinker team (2015). *ESP-12E WiFi Module Version1.0*. Shenzhen Anxinke Technology CO;LTD
- [12] <https://www.arduino.cc/en/Guide/Environment>. (2015). *Arduino Software (IDE)*.

- [13] MIT App Inventor. *App Inventor Beginner Tutorials*. MIT Center for Mobile Learning
- [14] Rahul Roy (2018). *Perancangan Alat Pengendali Peralatan Listrik Rumah Tangga Berbasis Internet Of Things Menggunakan Mikrokontroler*. Universitas Medan Area : Program Studi Teknik Industri
- [15] R. H. Sianipar (2012). *Pemrograman C++ dasar pemrograman berorientasi objek*. Yogyakarta : Penerbit ANDI

