

MONITORING UNJUK KERJA PEMBANGKIT TERSEBAR BERBASIS

PV MENGGUNAKAN IoT (*Internet of Things*)



SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tadulako

Disusun Oleh :

ANANG TEGAR RIVALDY

F441 16 060

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TADULAKO

PALU

KATA PENGANTAR

Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas karunia dan rahmat Nya serta bapak dan ibu yang selalu memberi semangat sehingga skripsi dengan judul MONITORING UNJUK KERJA PEMBANGKIT TERSEBAR BERBASIS PV MENGGUNAKAN IoT (*INTERNET of THINGS*) akhirnya penulis dapat menyusun dan menyelesaikan. Dengan segala kerendahan hati penulisan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako.

Keberhasilan skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan dorongan dari berbagai pihak yang telah memberikan gagasan, bimbingan dan berbagai dukungan lainnya. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr.Eng.Ir Andi Rusdin,S.T.,M.T.,M.Sc Sebagai Dekan Fakultas Teknik, Universitas Tadulako.
2. Bapak Ir.Andi Arham Adam,S.T,M.Sc.Ph.D Sebagai Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik, Universitas Tadulako.
3. Ibu Dr. Yuli Asmi Rahman, ST.,M.Eng ,Sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako.
4. Ibu Nurhani Amin, S.Pd., M.T., Sebagai Ketua Program Studi S1 Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako.
5. Ibu Ir. Mery Subito, M.T., sebagai Ketua KDK Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako.

6. Pak Rizana Fauzi, ST., M.T., Sebagai Dosen Wali serta Dosen Pembimbing I yang selalu membimbing dan memberikan saran-saran yang bermanfaat bagi penulis. penguji yang selalu memberikan saran-saran yang membangun kepada penulis.
7. Pak Ardi Amir, ST., M.T., Ibu Ir. Mery Subito, M.T., Ibu Dr. Yuli Asmi Rahman, ST., M.Eng., dan Ibu Jumiyatun, SST., M.T., Sebagai penguji yang selalu memberikan saran-saran yang membangun kepada penulis.
8. Seluruh dosen pengajar di Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan pendidikan dan pengetahuan yang sangat berarti kepada penulis.
9. Seluruh staf/laboran/teknisi di laboratorium Jurusan Teknik Elektro yang telah berpartisipasi dan memberi dukungan dalam pembuatan skripsi ini.
10. Seluruh staf akademik dan administrasi Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan semangat dan bantuannya selama ini.
11. Kepada kedua orang tua penulis yang sudah mendukung setiap apa saja yang penulis lakukan. (Diatas sdh ada)
12. Teman – teman seperjuangan Arester Angkatan 2016 Marlin, Sukri, Ayu, Caca, Ajeng, Dirga, Eca, Ici dan lain-lain yang tidak bisa penulis sebutkan namanya satu persatu kalian the best choice. Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa memberikan balasan yang lebih baik kelak.
13. Terimakasih kepada teman-teman yang ada di Himpunan Mahasiswa Elektro tempat saling bertukar pikiran dan belajar untuk membentuk pribadi yang jujur dan bertanggung jawab.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini, masih terdapat banyak kekurangan. Sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak. Akhirnya penulis berharap agar skripsi ini dapat dimanfaatkan, baik bagi rekan-rekan mahasiswa maupun bagi masyarakat luas untuk pembelajaran peningkatan ilmu pengetahuan.

Palu, 2020

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	6
2.1. Tinjauan Pustaka	6
2.2. Dasar Teori	7
2.2.1. Pembangkit Tersebar Berbasis PV	7
2.2.2. <i>internet of things</i> (IoT).....	9
2.2.3. Standar deviasi	11
2.2.4. Photovoltaic (PV).....	12
2.2.5. Sensor Suhu.....	13
2.2.6. Node MCU ESP32	15
2.2.7. Sensor INA219.....	16
BAB III.....	18
METODE PENELITIAN.....	18
3.1. Bahan dan Alat	18
3.1.1. Bahan.....	18
3.1.2. Alat.....	18
3.2. Tahapan Penelitian	18
3.2.3 Rancangan alat	22
BAB IV	24
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24

4.1. Hasil.....	24
4.1.1. Bentuk fisik alat.....	24
4.1.2. Penggunaan NodeMCU ESP32.....	25
4.1.3. Pengujian sensor INA219 dan DS18B20.....	26
4.1.4. Pengujian ESP32 NodeMCU ke web server	27
4.1.5. Pengujian alat.....	28
4.2. Pembahasan	31
4.2.1. Perbandingan alat ukur dan sensor.....	33
BAB V.....	38
TUTUP.....	38
5.1. Kesimpulan.....	38
5.2. Saran	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Internet of things	10
Gambar 2.2 Skema Solar Cell.....	12
Gambar 2.3 Cara Kerja Solar Cell	13
Gambar 2.4 DS18B20	14
Gambar 2.5 NodeMCU ESP32	15
Gambar 2.6 INA219.....	16
Gambar 3.1 diagram alir <i>flowchart</i>	19
Gambar 3.2 Desain sistem pencatat output PV berbasis data logger.....	22
Gambar 4.1 Gambar bentuk fisik alat	24
Gambar 4.2 Gambar skematik dan penggunaan alat.....	25
Gambar 4.3 Tampilan data sensor ina dan DS18B20 pada serial monitor	27
Gambar 4.4 Tampilan data pada PC menggunakan web server.....	28
Gambar 4.5 Grafik perbandingan antara alat ukur dengan sensor arus	35
Gambar 4.6 Grafik perbandingan antara alat ukur dengan sensor tegangan	35
Gambar 4.7 Perbandingan alat ukur dengan sensor suhu	37

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 hasil pengujian alat.....	29
Tabel 4.2 Pengambilan data per 5 menit.....	31
Tabel 4.3 perbandingan tegangan antara alat ukur dengan sensor.....	33
Tabel 4.4 perbandingan arus antara alat ukur dengan sensor.....	34
Tabel 4.5 Tipe pembangkit tersebar berdasarkan range daya	36

ABSTRAK

Pesatnya perkembangan ilmu teknologi yang bertujuan segala aktifitas dan pekerjaan manusia sehingga mendorong peneliti melakukan monitoring arus, tegangan dan suhu secara *realtime* berbasis *Internet of things* (IoT) . dengan adanya monitoring realtime pada PV berbasis IoT maka dapat memudahkan pengambilan data dalam pengontrolan output keluaran PV khususnya arus tegangan dan suhu.

Pada penelitian ini dilakukan dengan cara merancang alat menggunakan sensor INA219 untuk mengukur arus dan tegangan ,sensor DS18B20 untuk mengukur suhu , serta menggunakan NodeMCU sebagai pengontrolan data sensor dan modul ESP 32 yang ada pada NodeMCU sebagai penghubung serta pengirim data hasil pengukuran sensor ke *web server* secara wireless(tanpa kabel).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sistem monitoring ini menunjukan salah satu sistem monitoring yang efisien dan portable serta data PVdapat diakses dengan mudah melalui internet.hasil pengukuran berupa besaran besaran yang sesuai dengan satuan yang diukur seperti A (ampere) untuk arus ,V (voltage) untuk tegangan, serta °C (derajat celcius) untuk suhu, yang dimana hasilnya akan distampilkan ke web server secara realtime. Hasil pengiriman data arus, tegangan dan suhu pada web server memiliki error yang tidak melebihi 0,00085%, 0,0050% dan 0,250%.

ABSTRACT

The rapid development of technological science which aims at all human activities and work has encouraged researchers to monitor currents, voltages and temperatures in real time based on the Internet of things (IoT). the real time monitoring on IoT-based PV, it can facilitate data retrieval in controlling the PV output, especially the voltage and temperature currents.

This research was carried out by designing a tool using the INA219 sensor to measure current and voltage, the DS18B20 sensor to measure temperature, and using NodeMCU as a sensor data control and the ESP 32 module on NodeMCU as a liaison and sending data from sensor measurements to the web server wireless (without cables).

Based on the research that has been carried out, this monitoring system shows that one of the monitoring systems is efficient and portable and PV data can be accessed easily via the internet. The measurement results are in the form of a quantity that is in accordance with the measured unit such as A (ampere) for current, V (voltage) for voltage, as well as ° C (degrees Celsius) for temperature, where the results will be displayed on the web server in real time. The results of sending current, voltage and temperature data on the web server have an error that does not exceed 0,00085%, 0,0050% and 0,250%.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di zaman ini kebutuhan penduduk di Indonesia semakin lama semakin meningkat, maka kebutuhan akan energi listrik ikut meningkat, sehingga pihak penyedia energi listrik semakin lama tidak akan sanggup untuk mencukupi kebutuhan energi listrik tersebut. Untuk itu mulailah dicari cara untuk dapat mengatasi permasalahan tersebut, salah satunya dengan memasang pembangkit tersebar. Pembangkit listrik konvensional pada umumnya didesain dalam skala besar, terpusat, dan dibangun jauh dari pusat beban sehingga membutuhkan jaringan transmisi dan distribusi untuk menyalurkan tenaga listrik (Bawan, 2015). Sistem tenaga listrik konvensional terdiri atas tiga bagian yaitu sistem pembangkitan, transmisi dan distribusi yang berhubungan dengan beban.

Perkembangan penelitian mengenai pemanfaatan energi terbarukan semakin berkembang dan dibutuhkan, disaat kelangkaan energi fosil yang semakin nyata menyebabkan pelaku industri hingga rumah tangga mulai beralih ke penyediaan energi alternatif. Salah satu energi alternatif yang saat ini semakin dikembangkan adalah pemanfaatan *Photovoltaic* (PV) atau biasa disebut panel surya. Panel surya sebuah pembangkit listrik energi terbarukan yang ramah lingkungan. Energi ini berasal dari surya yang bisa didapatkan secara gratis dan dipakai secara terus menerus. Pembangkit listrik tenaga surya ini bekerja dengan cara mengubah panas surya menjadi energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan dapat ditentukan dengan memantau langsung parameter outputnya yaitu arus

tegangan dan suhu. Dari sebuah hasil pemantauan didapatkan informasi bahwa pembuatan panel surya telah sesuai dan menghasilkan data keluaran yang diharapkan. Metode monitoring panel surya umumnya hanya menyatukan data parameter yang berbentuk excel dengan pengambilan data tidak *real time* (Siregar R.R.A.2017). Jika parameter data keluaran panel surya didapatkan secara *real time* dalam bentuk kurva maka pemakai teknologi panel surya dapat menyetel sendiri pemakaian beban dan energi listrik.dengan begitu suplai dari panel surya bisa berkelanjutan dan bisa diandalkan.

internet of things (IoT) didefinisikan sebagai jaringan dari objek yang tertanam bersama sensor -sensor dan terkoneksi dengan internet. *internet of things* (IoT) adalah jaringan dari objek fisik atau "*things*" tertanam dengan perangkat elektronik, perangkat lunak, sensor, dan konektivitas jaringan, yang memungkinkan objek tersebut mengumpulkan dan melakukan pertukaran data. *Internet of things* (IoT) memungkinkan objek untuk dirasakan dan dikendalikan dari jarak jauh di seluruh infrastruktur jaringan yang ada, menciptakan peluang untuk integrasi yang lebih langsung antara dunia fisik dan sistem berbasis komputer, dan mengakibatkan peningkatan efisiensi, akurasi, dan manfaat ekonomi. Setiap objek secara unik diidentifikasi melalui sistem komputasi tertanam tetapi mampu beroperasi dalam infrastruktur internet yang ada. (Winasis.2016). Tugas akhir ini bertujuan untuk memberikan model pemantauan parameter keluaran panel surya secara *real time* pada PC dan android berbasis *internet of things* (IoT), Data yang terbaca dapat dimanfaatkan dalam monitoring output dari PV. Berdasarkan latar belakang diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian berjudul "**MONITORING UNJUK**

KERJA PEMBANGKIT TERSEBAR BERBASIS PV MENGGUNAKAN *internet of things* (IoT)".

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas maka dapat dibuat beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara merancang alat monitoring parameter keluaran PV
2. Bagaimana cara memonitoring arus, tegangan dan suhu berbasis *internet of things* (IoT)
3. Bagaimana menampilkan hasil rekaman data berbasis *internet of things* (IoT)

1.3. Batasan Masalah

Batasan Masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Alat yang akan dibuat berfungsi untuk memonitoring arus, tegangan dan suhu
2. Data akan ditampilkan pada software Arduino IDE dan WEB

1.4. Tujuan Penelitian

Sesuai dengan latar belakang dan rumusan masalah yang dikaji maka tujuan penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Untuk merancang alat monitoring parameter keluaran PV
2. Untuk melakukan monitoring arus, tegangan dan suhu berbasis *internet of things* (IoT)

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diantaranya :

1. Dapat membantu proses monitoring output pada PV

2. Dapat menjadi modul dan alat pembelajaran untuk mata kuliah ataupun praktikum yang terkait dengan analisis data PV.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan memahami permasalahan yang akan dibahas maka penelitian ini disusun dengan sistematika sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini, membahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Tinjaun pustaka dan landasan teori, tinjaun pustaka bertujuan untuk mengembangkan pemahaman dan wawasan yang menyeluruh tentang penelitian yang sedang dilakukan, serta berisi informasi-informasi tentang hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya untuk menjadikan acuan dalam penelitian ini. Landasan teori memuat tentang teori-teori setiap komponen perangkat keras maupun perangkat lunak dalam pembuatan alat peneliti.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang alat dan bahan-bahan yang digunakan dalam melaksanakan atau melakukan penelitian, serta cara penelitian merupakan langkah-langkah dalam melakukan penelitian dan hipotesis.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan tentang data yang didapatkan dari hasil monitoring PV, kemudian data akan diolah dan ditampilkan berupa nilai.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini membahas tentang kesimpulan dan saran sebagai hasil dari penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Pada bagian ini mencantumkan semua referensi yang digunakan dalam penulisan seminar hasil.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Rujukan penelitian yang dilakukan untuk mendukung penulisan skripsi ini antara lain sebagai berikut:

Winasis dan Azis wisnu widhi nugraha(2016) Alat ini menjelaskan node nirkabel untuk pemantauan pembangkit listrik PV berbasis *Internet of Things* (IoT). Node nirkabel bertujuan untuk memantau parameter listrik dari PV dan parameter lingkungan, yaitu suhu dan radiasi matahari. Parameter yang diukur akan dikirim ke database *cloud* agar dapat diakses melalui internet. Persamaan peneliti dengan penulis adalah sama sama memakai *Internet of things* (IoT) dan perbedaannya adalah peneliti menggunakan ESP 8266 sedangkan penulis menggunakan ESP 32.

Riki Rli A.siregar dan Nurfacri wardan (2017) alat ini menjelelaskan suatu teknik baru pemantauan secara langsung dan real time untuk arus, tegangan, dan kualitas udara. Untuk memenuhi keperluan tersebut, sistem monitoring performa panel surya yang dirancang dilengkapi dengan sensor pengukur arus, tegangan dan kualitas udara yang telah dikalibrasi, sistem pengirim data dengan menggunakan internet yang diintegrasikan ke web aplikasi dan database sebagai penyimpan data. Perancangan sistem berbasis mikrokontroler Arduino Uno ini dihubungkan ke komputer melalui modul Wi-Fi ESP32 dengan komunikasi UART dan metode pengiriman UDP. Persamaan penelitian dengan penulis adalah sama sama memakai sensor arus dan tegangan yang diintegrasikan ke web aplikasi dan *database* sebagai

penyimpan data, perbedaannya adalah peneliti memakai Arduino sedangkan penulis tidak menggunakan Arduino melainkan menggunakan Node MCU ESP 32.

Eka Prasetyono¹ dan Ragil Wigas Wicaksana(2015) Pada penelitian ini mengimplementasi *clear sky solar irradiance*, solar position dan PV temperatur model untuk memprediksi daya output yang seharusnya dihasilkan oleh PV. Model tersebut diimplementasikan pada mikrokontroler ARM Cortex M4F STM32F407 yang merupakan mikrokontroler 32bit dan dilengkapi dengan DSP, sehingga prediksi daya output PV dapat dilakukan secara online dan real time. Persamaan peneliti dengan penulis adalah sama sama memonitoring secara real time dan perbedaannya adalah peneliti menggunakan mikrokontroler ARM Cortex M4F STM32F407 yang merupakan mikrokontroler 32 bit sedangkan penulis menggunakan Node MCU ESP32.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Pembangkit Tersebar Berbasi PV

Pembangkit tersebar adalah pembangkit yang bisa diletakkan dimana saja. untuk mengoptimalkan kehandalan kerja sistem tenaga listrik salah satunya adalah dengan melakukan pemasangan pembangkit tersebar pada sistem tenaga komposit. Sistem komposit yang dimaksud adalah sistem tenaga yang melibatkan saluran transmisi dan distribusi sekaligus dalam analisisnya. Pembangkit tersebar merupakan pembangkit yang dipasang pada jaringan distribusi dengan tujuan untuk mengurangi jatuh tegangan dan rugi-rugi daya yang muncul akibat dari impedansi saluran. Pembangkit tersebar umumnya diletakkan dekat dengan beban (konsumen).

Analisa aliran daya adalah ibarat jantung dalam suatu perencanaan sistem tenaga dan dalam menentukan operasi terbaik dari sistem tenaga yang eksisting. Dengan meningkatnya jumlah pembangkit-pembangkit kecil yang tersebar (isolated system) terhubung ke jaringan distribusi, telah merubah sistem distribusi dari sistem pasif kepada jaringan aktif yang dikenal dengan sebutan sistem distribusi aktif (SDA). Dengan demikian analisa sistem tenaga listrik yang menggabungkan sistem transmisi dan distribusi penting untuk memperoleh hasil yang akurat. Keadaan ini membuat ukuran sistem yang akan dianalisa semakin besar. Oleh karena itu diperlukan *tool* analisis yang dapat melakukan perhitungan sistem skala besar dengan cepat dan akurat. Salah satunya adalah penyelesaian aliran daya menggunakan metode *Fast Decoupled*

Untuk mendukung manfaat pembangkit tersebar dalam sistem tenaga listrik maka diperlukan perencanaan yang baik termasuk menentukan lokasi penempatan dan besar daya pembangkit tersebar yang digunakan. Tipe pembangkit tersebar umumnya dibedakan berdasarkan kapasitasnya yang ditunjukkan oleh tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1. Tipe pembangkit tersebar berdasarkan range daya
(sumber: analisa pengaruh integrasi pembangkit tersebar dalam sistem komposit)

Tipe pembangkit tersebar	Range daya (MW)
micro distributed generation	1 watt < 5kW
small distributed generation	5 kW < 5MW
medium distributed generation	5 MW < 500 MW
large distributed generation	300 MW < 500 MW

2.2.2. *internet of things* (IoT)

Internet of things lebih sering disebut sebagai IoT, *internet of things* juga sudah berkembang pesat mulai dari konvergensi teknologi nirkabel, *micro-electromechanical systems* (MEMS) dan juga internet. *internet of things* juga sering kali diidentifikasi dengan RFID sebagai metode komunikasi, walaupun demikian, *internet of things* juga bisa mencakup teknologi sensor lainnya, seperti teknologi nirkabel maupun kode QR yang biasa kita temukan sehari-hari. Jadi bisa dikatakan bahwa *internet of things* ini mengacu kepada alat atau mesin yang bisa diidentifikasi sebagai representasi virtual dalam strukturnya yang berbasis pada internet.

internet of things bekerja dengan memanfaatkan argumentasi pemrograman, dimana setiap perintahnya terhubung secara otomatis tanpa ada campur tangan manusia dan tanpa ada batasan jarak. Ada beberapa unsur pembentuk *internet of things* yang mendasar termasuk kecerdasan buatan, konektivitas, sensor dan pemakaian perangkat berukuran kecil. Adapun beberapa unsur pembentuk *internet of things* antara lain:

1. Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence/AI*)

internet of things membuat hampir semua mesin yang ada menjadi “*Smart*”. Ini berarti *internet of things* bisa meningkatkan segala aspek kehidupan kita dengan pengembangan teknologi yang didasarkan pada AI. Jadi, pengembangan teknologi yang ada dilakukan dengan pengumpulan data, algoritma kecerdasan buatan, dan jaringan yang tersedia konektivitas

Dalam *internet of things* ada kemungkinan untuk membuat/membuka jaringan baru, dan jaringan khusus *internet of things*. Jadi, jaringan ini tak lagi terikat hanya dengan penyedia utamanya saja. Jaringan nya tidak harus berskala besar dan mahal, bisa tersedia pada skala yang jauh lebih kecil dan lebih murah. *internet of things* bisa menciptakan jaringan kecil tersebut di antara perangkat sistem.

2. Sensor

Sensor merupakan pembeda yang membuat *internet of things* unik dibanding mesin canggih lainnya. Sensor mampu mendefinisikan instrumen, yang mengubah *internet of things* dari jaringan standar dan cenderung pasif dalam perangkat, hingga menjadi suatu sistem aktif yang sanggup diintegrasikan ke dunia nyata sehari-hari kita.

3. Perangkat Berukuran Kecil

Perangkat, seperti yang diperkirakan para pakar teknologi, memang menjadi semakin kecil, makin murah, dan lebih kuat dari masa ke masa. *internet of things* memanfaatkan perangkat-perangkat kecil yang dibuat khusus ini agar menghasilkan ketepatan, skalabilitas, dan fleksibilitas yang baik.



Gambar 2.1 Internet of things
(Sumber :Binus, 2019)

2.2.3. Standar deviasi

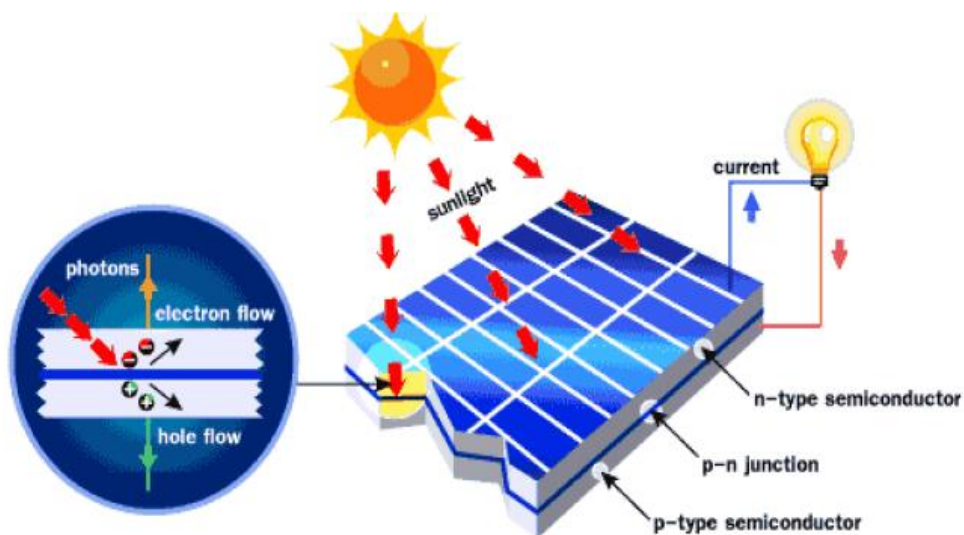
Standar deviasi ialah suatu nilai yang **dpakai** untuk menunjukkan suatu ukuran dispersi atau variasi. Kebanyakan orang lebih memilih memakai standar deviasi dibandingkan varian untuk mengetahui ukuran dari dispersi atau variasi. Hal ini dikarenakan nilai standar deviasi mempunyai satuan ukuran yang sama dengan satuan ukuran data sumbernya. Jadi misalkan terdapat sebuah sampel data dengan memakai satuan meter, maka nilai standar deviasinya memiliki satuan meter juga. Akan tetapi, varian mempunyai nilai satuan ukuran kuadrat, sehingga nilainya menjadi meter kuadrat. Dalam ilmu statistika, standar deviasi ialah ukuran yang dipakai untuk mengukur jumlah variasi atau juga sebaran sejumlah nilai data. Yang artinya, semakin rendah standar deviasi, maka akan semakin mendekati rata-rata, sedangkan jika nilai standar deviasi semakin tinggi maka semakin lebar juga rentang variasi datanya. Sehingga standar deviasi adalah merupakan besar perbedaan dari nilai sampel terhadap rata-rata.

Standar deviasi disebut juga simpangan baku dan disimbolkan dengan menggunakan alfabet Yunani sigma σ atau juga huruf Latin. Dalam bahasa Inggris, standar deviasi disebut juga standard deviation. Standar deviasi excel atau manual pada dasarnya tidak mempunyai perbedaan yang begitu signifikan, berikut adalah rumus yang digunakan.

$$s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \dots\dots\dots(1)$$

2.2.4. Photovoltaic (PV)

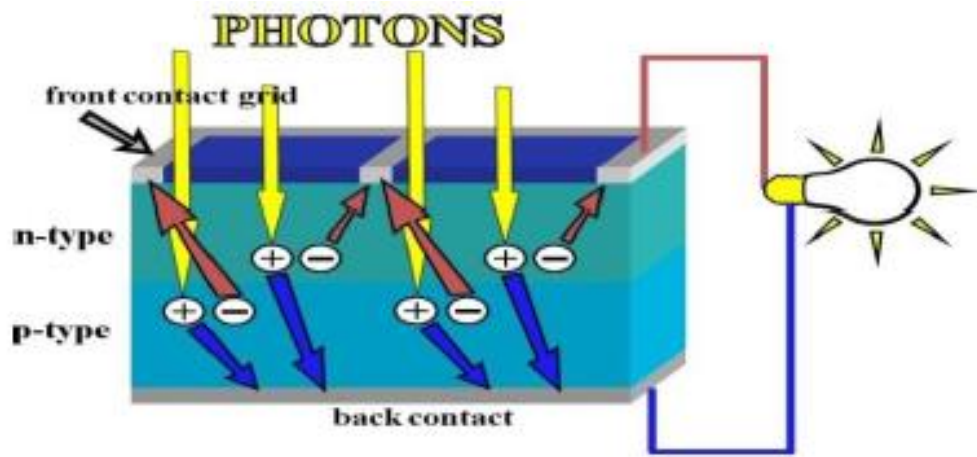
Solar cell atau panel surya adalah alat untuk mengkonversi tenaga matahari menjadi energi listrik. *Photovoltaic* adalah teknologi yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung. PV biasanya dikemas dalam sebuah unit yang disebut modul. Dalam sebuah modul surya terdiri dari banyak sel surya yang bisa disusun secara seri maupun paralel. Sedangkan yang dimaksud dengan surya adalah sebuah elemen semikonduktor yang dapat mengkonversi energi surya menjadi energi listrik atas dasar efek **fotovoltaik**. *Solarcell* mulai populer akhir-akhir ini, selain mulai menipisnya cadangan **energi** fosil dan isu *global warming*. energi yang dihasilkan juga sangat murah karena sumber energi (matahari) bisa didapatkan secara gratis. *Solar cell* dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Skema solarcell.
(Sumber: Ady Iswanto 2008)

Solar cell merupakan suatu perangkat semi konduktor yang dapat menghasilkan listrik jika diberikan sejumlah energi cahaya. Proses penghasilan

energi listrik terjadi jika pemutusan ikatan elektron pada atom-atom yang tersusun dalam Kristal semikonduktor ketika diberikan sejumlah energy. Salah satu bahan semikonduktor yang biasa digunakan sebagai sel surya adalah Kristal



Gambar 2.3. Cara Kerja Solar Cell.
(Sumber :Ady Iswanto 2008)

2.2.5. Sensor Suhu

DS18B20 adalah jenis sensor yang berfungsi untuk mendeteksi suhu ruangan yang merupakan jenis seri sensor terbaru dari keluaran produsen Maxim, didalam sensor tersebut terdapat komponen transistor dallas 18b20 yang berfungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Sensor ini dapat mendeteksi suhu dari -55°C sampai 125°C dengan tingkat keakurasian ($\pm 0.5^{\circ}\text{C}$) dan dengan resolusi 9 – 12-bit. Sensor ini merupakan salah satu jenis sensor suhu yang unik. Apabila terdapat banyak sensor yang disusun secara paralel data dari keluaran setiap sensor tersebut dapat dibaca hanya dengan menggunakan satu kabel data atau (oneWire) saja.



Gambar 2.4 DS 18B20
(Sumber:P.marian 2014)

Sensor ini memiliki 3 kaki

1. kaki 1 = GND (0V)
2. kaki 2 = VCC (3-5.5 Vdc)
3. kaki 3 (s) = Data (to digital Pin UController)

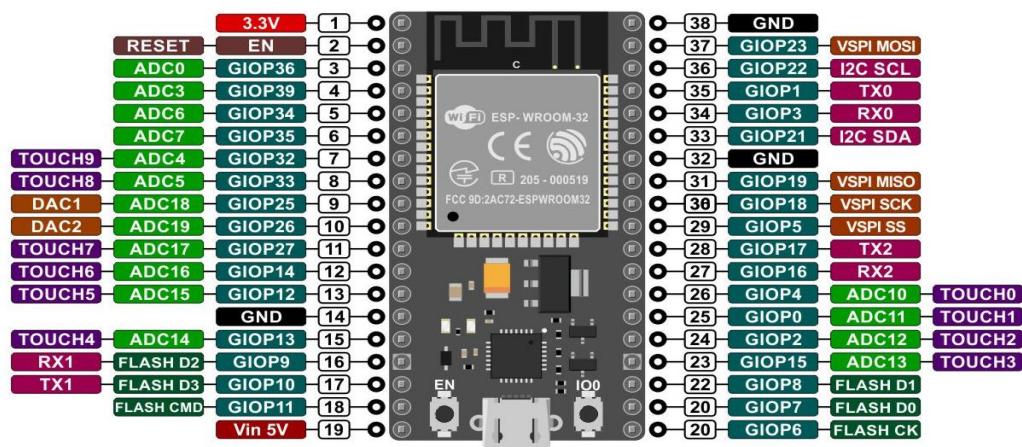
Dimensi dari breakout board diatas 18.5 x 15 mm. Dipasaran atau dapat ditemui di toko online elektronika yang dijual yaitu dalam bentuk breakout board. Dikarenakan praktis dalam penggunaannya yaitu langsung dihubungkan dengan *power supply* dan *output* 1 pin ke mikrokontroler tanpa harus memberikan resistor *pull-up*. Kegunaan dari resistor yaitu sebagai '*pullup*' dari jalur data, dan dapat membantu memastikan proses transfer data tetap berjalan stabil dan baik. fitur dari sensor ini sebagai berikut

1. Interface menggunakan 1-wire sebagai komunikasi data
2. Terdapat pengenalan unik 64 bit pada setiap sensor
3. Dapat mengukur suhu dari range -55°C sampai +125 °C
4. Keakuratan sensor yaitu +/-0.5 °C pada suhu -10 °C sampai +85 °C

5. Resolusi sensor yaitu 9 – 12 bit
6. Dapat mengkonversi data suhu 12-bit (digital word) hanya membutuhkan waktu 750 ms
7. Mempunyai konfigurasi alarm yang dapat disetting
8. Pengaplikasiannya yaitu pada sistem industri, termometer, atau sistem apapun yang memerlukan pembacaan suhu

2.2.6. Node MCU ESP32

ESP32 dikenalkan oleh *Espressif System* yang merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Mikrokontroler ESP32 memiliki keunggulan yaitu sistem berbiaya rendah, dan juga berdaya rendah dengan modul WiFi yang terintegrasi dengan chip mikrokontroler serta memiliki *bluetooth* dengan mode ganda dan fitur hemat daya menjadikannya lebih fleksibel. ESP32 kompatibel dengan perangkat seluler dan aplikasi *internet of things* (IoT). Mikrokontroler ini dapat digunakan sebagai sistem mandiri yang lengkap atau dapat dioperasikan sebagai perangkat pendukung mikrokontroler host.



Gambar 2.5 Node MCU ESP32
(Sumber:Jhon tell 2020)

ESP32 adalah chip dengan WiFi 2.4GHz dan bluetooth dengan desain teknologi 40nm yang dirancang untuk daya dan kinerja radio terbaik yang menunjukkan ketahanan, keserbagunaan dan keandalan dalam berbagai aplikasi dan skenario daya.

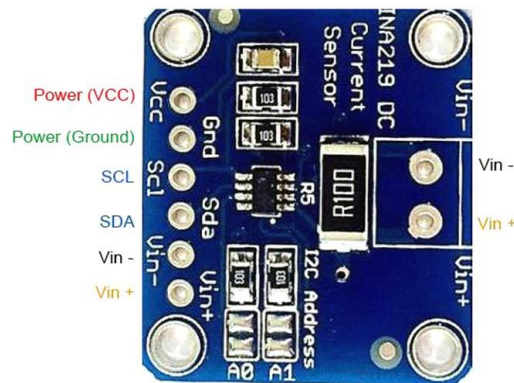
Spesifikasi:

1. Original product MH-ET LIVE yang berkualitas dibanding board lain
2. WiFi dan Bluetooth 4.2 BLE
3. ROM 128KB dan SRAM 416KB, flash memory 64MB
4. GPIO pin total : 36
5. 16 Channel ADC, dengan range bisa di set : 0V-1V, 0V-1.4V, 0V-2V, atau 0V-4V
6. 2 buah 8 bit DAC
7. 16 Channel PWM
8. 10 GPIO yang bisa touch sensing, bisa sebagai touch keypad
9. 2 buah UART
10. I2C, SPI, I2S

2.2.7. Sensor INA219

Sensor INA 219 merupakan salah satu sensor untuk monitoring arus dan tegangan penggunaan mikrokontroler. Sensor ini mempunyai kemampuan untuk mengukur sumber beban sampai dengan 26 VDC dan arus 3,2A. Dengan memanfaatkan perkalian hukum ohm, INA219 juga dapat menghitung daya watt-nya. Besaran daya yang mampu diukur menggunakan modul ini yaitu dapat mencapai lebih dari 75 watt daya. INA 219 didukung dengan interface I2C atau

SMBUS-COMPATIBLE dimana peralatan ini mampu memonitoring tegangan shunt dan suplai tegangan bus. INA 219 memiliki sebuah amplifier input maksimum adalah $\pm 320\text{mV}$ ini berarti dapat mengukur arus hingga $\pm 3,2\text{A}$. Dengan internal data 12 bit ADC, resolusi pada kisaran 3.2A adalah 0,8 mA.



Gambar 2.6 sensor INA219
(Sumber: components101,2020)

Spesifikasi :

1. 0.1 ohm 1% 2W current sense resistor
2. Up to +26V target voltage
3. Up to 3.2A current measurement, with 0.8mA resolution
4. Ukuran : 0.9" x 0.8" PCB
5. Chip : I2C 12-bit addresses 0x40, 0x41, 0x44, selectable with jumpers

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Bahan dan Alat

3.1.1. Bahan

1. Socket
2. Kabel
3. Header
4. Timah
5. Sensor suhu
6. Sensor arus dan tegangan

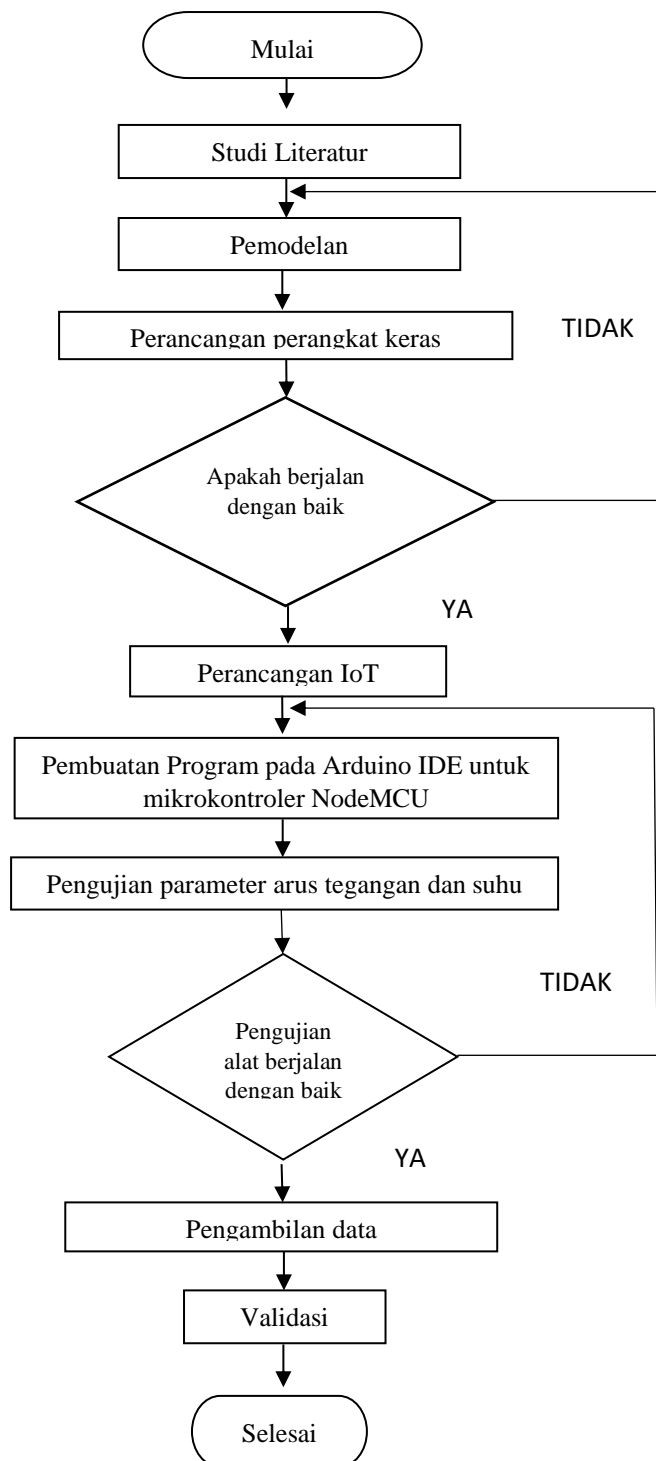
3.1.2. Alat

1. ESP32 NodeMCU
2. Software
3. Solder
4. Obeng
5. Laptop
6. Photovoltaik

3.2. Tahapan Penelitian

Sebelum melakukan penelitian ini, dilakukan rancangan atau tahap tahap dari penelitian yang akan dilakukan agar terstruktur dan sesuai rencana. Penulis membuat sebuah alat monitoring unjuk kerja PV berbasis *internet of things* (IoT) yang dapat memonitoring arus, tegangan dan suhu secara jarak jauh (*wireless*) setelah itu penulis melakukan percobaan, pengujian, dan pengamatan data data

yang diperlukan dalam penelitian. Adapun bentuk rancangan dari penelitian ini ditunjukkan pada gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 diagram alir flowchart

1. Mulai

Merupakan langkah awal dari penelitian dan pembuatan alat monitoring arus, tegangan dan suhu.

2. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pencarian referensi yang sesuai dengan penelitian terkait khususnya yang membahas tentang parameter sensor arus, tegangan dan suhu.

3. Pemodelan

Pada tahap ini dilakukan rancangan berupa layout berdasarkan komponen pendukung dari sistem yang akan dibangun. Perancangan ini terdiri dari Sensor INA219, DS18B20 dan ESP32 NodeMCU.

4. Perancangan perangkat keras

Langkah ini dapat dilakukan apabila semua Langkah Langkah diatas telah layak untuk dilakukan. Pemasangan dan pembuatan yang dimaksud mencakup semua perangkat keras yang akan digunakan pada penelitian ini, yaitu sensor INA219, DS18B20 dan ESP32 Node MCU.

5. Apakah berjalan dengan baik

Langkah ini dilakukan apabila sistem perangkat keras dan pemodelan telah memenuhi syarat sesuai dengan spesifikasi dan fungsinya masing masing , apabila pengujian ini telah berjalan dengan lancar dan tidak mendapatkan kendala maka penelitian ini bisa dianggap berhasil dan lanjut ke perancangan *internet of things*(IoT) tapi apabila masih terdapat kendala pada pengujian ini, maka perlu dilakukan lagi pengecekan baik pada pemodelan dan perancangan perangkat keras.

6. Perancangan *internet of things* (IoT)

Perancangan ini menggunakan ESP32 Node MCU yang diprogram melalui Arduino integrated development environment (IDE) dengan Bahasa pemrograman Bahasa C dan dikoneksikan ke platform *internet of things* (IoT) untuk dapat menampilkan data keluaran sensor ke PC maupun Android

7. Pembuatan program pada Arduino IDE untuk mikrokontroler Node MCU.

Proses ini merupakan pembuatan program sensor INA219 dan DS18B20 pada Arduino IDE ke modul mikrokontroler NodeMCU agar dapat memproses data hasil keluaran sensor.

8. Pengujian alat berjalan dengan baik

Langkah ini dilakukan apabila sistem perangkat keras dan program telah memenuhi syarat sesuai dengan spesifikasi dan fungsinya masing masing apabila pengujian ini telah berjalan dengan lancar dan tidak mendapatkan kendala, maka penelitian ini bisa dikatakan telah berhasil sekitar 95% tapi apabila masih terdapat kendala pada pengujian ini, maka perlu dilakukan lagi pengecekan baik pada perangkat keras maupun pada platform IoT secara menyeluruh.

9. Pengambilan data

Langkah ini dilakukan bila semua langkah-langkah diatas telah memenuhi syarat.

10. Validasi

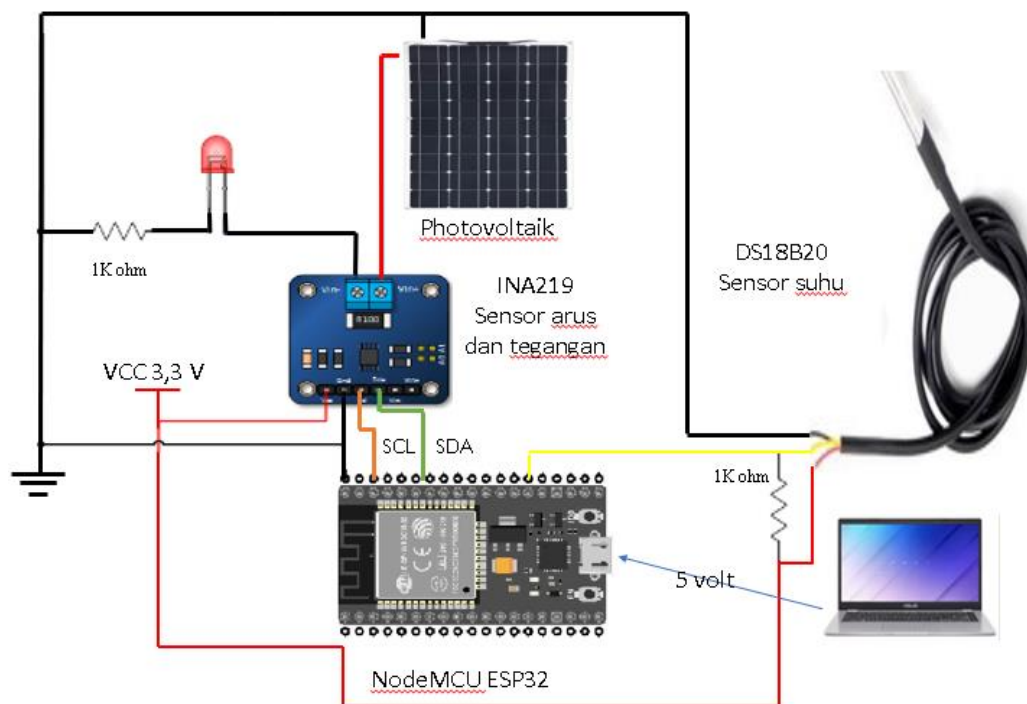
Langkah ini bertujuan untuk membuktikan bahwa alat monitoring keluaran dari PV bekerja dengan baik, dengan cara mengukur manual memakai 2 AVO meter yang berbeda di bagian keluaran PV.

11. Selesai

Penelitian dianggap selesai apabila semua proses yang telah dilakukan diatas telah terlaksana dan dapat dipertanggung jawabkan.

3.2.3 Rancangan alat

Sistem data logger yang digunakan terdiri dari sensor sebagai pembaca nilai output dari PV, dimana sensor yang digunakan adalah sensor INA219 yang dapat mendeteksi tegangan dan arus serta sensor DS18B20 yang dapat mendeteksi suhu.



Gambar 3.2 Desain sistem pencatat output PV berbasis data logger

Pada gambar 3.2 dapat dilihat bahwa proses olah data pertama dilakukan oleh sensor yang membaca nilai output dari PV berupa suhu ,arus dan tegangan listrik. Output dari sensor diteruskan ke Node MCU ESP32, Data ini kemudian

diolah oleh mikrokontroller dan diteruskan dengan menggunakan komunikasi serial ke PC yang kemudian data akan disimpan pada software yang ada di dalam operating system (OS) pada Android.

BAB IV

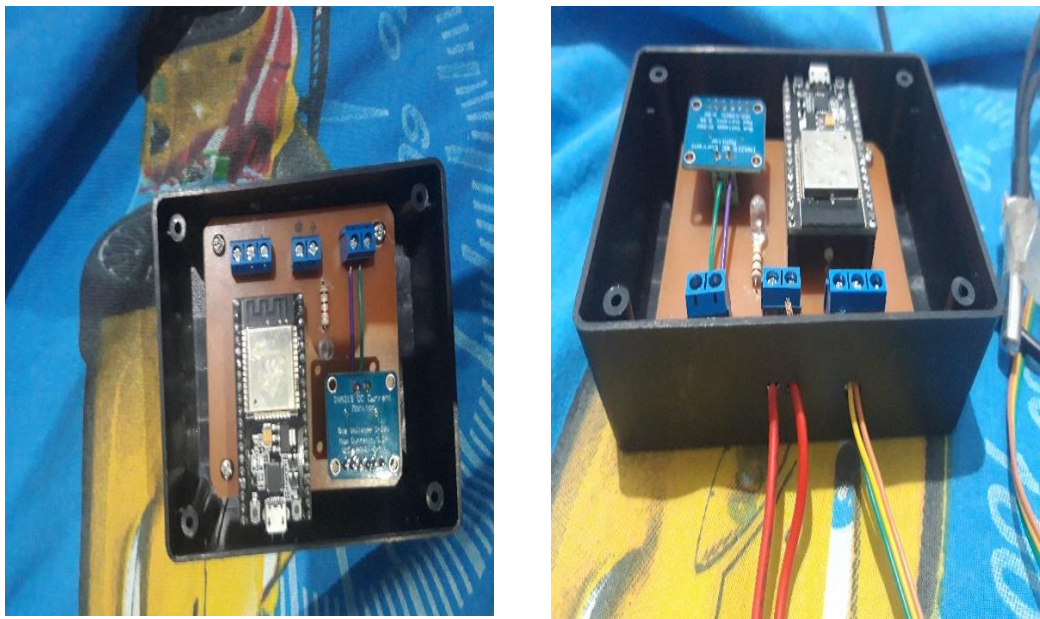
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

Dari hasil perancangan dan penelitian yang berjudul Monitoring Unjuk Kerja Pembangkit Tersebar Berbasis PV Menggunakan *internet of things* (IoT), maka penulis dapat menyajikan dalam bentuk alat, software, data, maupun Analisa data. Berikut hasil perancangan dan penelitian yang telah penulis lakukan.

4.1.1. Bentuk fisik alat

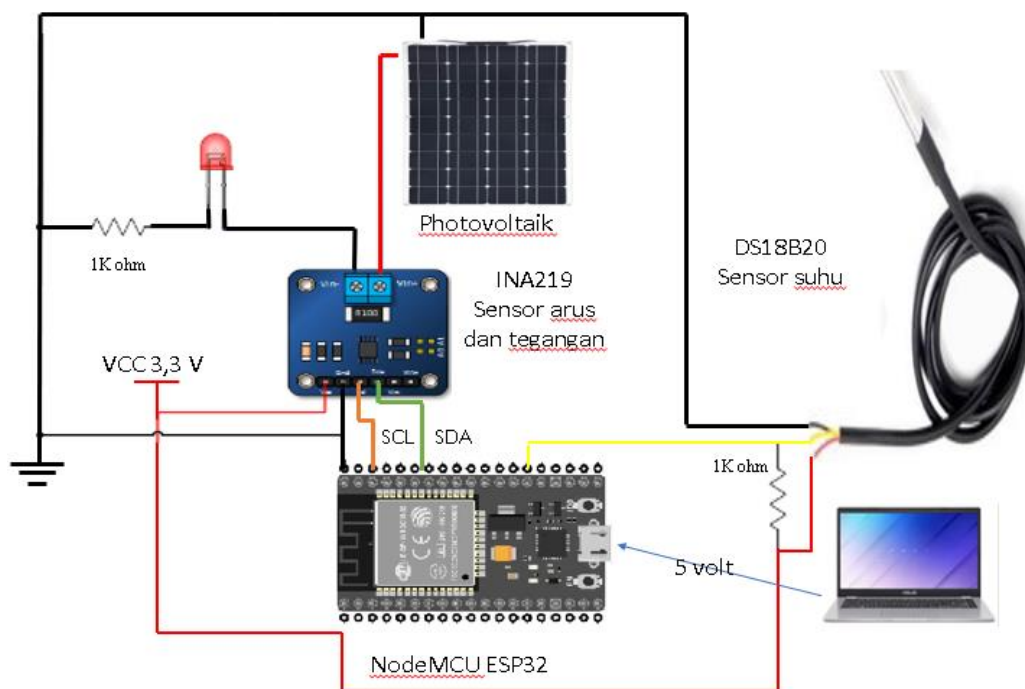
Sistem monitoring realtime arus, tegangan dan suhu berbasis *internet of things* (IoT) dirancang dalam satu kotak persegi dimana mikrokontroler NodeMCU ESP32, sensor INA219 serta resistor $1K\Omega$ berada didalam kotak dan sensor suhu berada diluar kotak.



Gambar 4.1 Bentuk fisik tampak atas dan dalam

4.1.2. Penggunaan NodeMCU ESP32

Pada penelitian ini mikrokontroler NodeMCU digunakan sebagai pengolah pengolahan data masukan (input) maupun data keluaran (output), penggunaan input mikrokontroler NodeMCU tersebut ada pada sensor DS18B20 yang mendeteksi suhu dimana sistem komunikasi datanya menggunakan komunikasi data digital dan ada juga sensor INA219 yang mendeteksi arus yang keluar dari PV dimana komunikasi ini menggunakan komunikasi data I2C (SDA sebagai input *input serial clock* untuk komunikasi 2 kabel, SCL sebagai digital *input* dan *output*, VCC sebagai sumber tegangan eksternal 3.3v dan GND sebagai *ground*) dimana NodeMCU akan di suplay oleh laptop, sedangkan penggunaan output dari mikrokontroler NodeMCU terletak pada ESP32 yang merupakan modul wifi serta perangkat tambahan pada mikrokontroler NodeMCU yang berfungsi sebagai penghubung pembacaan data sensor ke WEB.



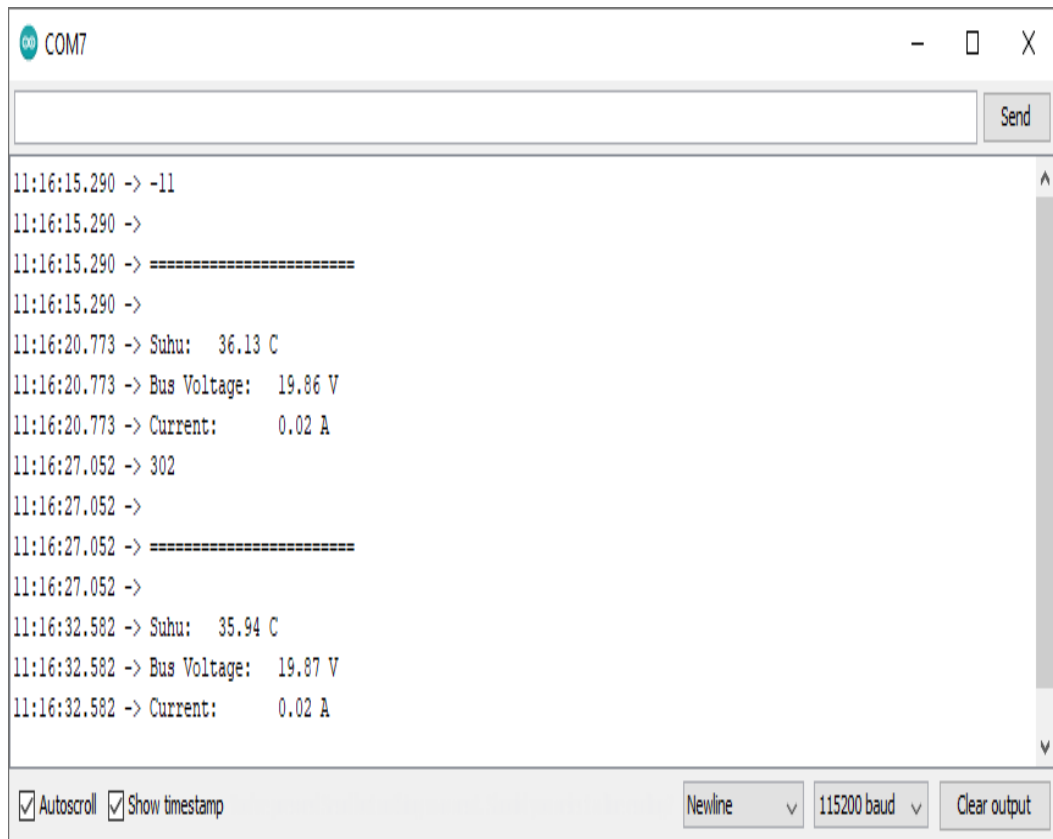
Gambar 4.2 gambar skematik dan penggunaan alat

4.1.3. Pengujian sensor INA219 dan DS18B20

Pengujian sensor INA219 dan DS18B20 dilakukan untuk mengetahui apakah sensor ini dapat mendeteksi arus, tegangan dan suhu dengan baik dan benar, jika sensor INA219 dan DS18B20 tidak dapat berfungsi (tidak bisa membaca arus, tegangan dan suhu) maka tampilan arus, tegangan dan suhu tidak muncul.

Dimana sensor INA219 dihubungkan ke pin 36 dan 33 (SCL dan SDA) NodeMCU untuk pin data, VCC ke pin 1 (3,3 V) dan GND ke pin 38, dimana sensor DS18B20 VCCnya dihubungkan ke pin 1 (3,3V), data dihubungkan ke pin 9 (DAC) dan GND ke pin 38.

Pengujian dilakukan dengan memasangnya pada keluaran PV sehingga sensor INA219 dan sensor DS18B20 dapat membaca arus, tegangan dan suhu dari PV, berikut gambaran data output sensor yang ditampilkan pada serial monitor Arduino



Gambar 4.3 Tampilan data sensor INA219 dan DS18B20 pada serial monitor pada Arduino IDE

4.1.4. Pengujian ESP32 NodeMCU ke web server

Pengujian ESP32 NodeMCU ke web server ini bertujuan untuk mengetahui apakah data hasil sensor INA219 dan DS18B20 dapat dikirim oleh modul ESP32 ke web server serta dapat di tampilkan dalam bentuk tabel sehingga Pengguna dapat dengan mudah mengetahui arus, tegangan dan suhu dari PV. Berikut tampilan data pada web server terlihat pada gambar 4.4

MONITORING UNJUK KERJA PEMBANGKIT TERSEBAR BERBASIS PV MENGUNAKAN IoT

ANANG TEGAR RIVALDY

F44116060

Tanggal	Waktu	Output PV (DC)		
		Tegangan (V)	Arus (A)	Suhu (C)
2021-02-18	13:49:48	0.86	-0.0001	27.31
2021-02-18	13:49:43	0.79	-0.0004	27.31
2021-02-18	13:49:37	0.65	-0.0005	27.31
2021-02-18	13:49:31	0.46	-0.0004	27.25
2021-02-18	13:49:25	0.78	-0.0001	27.31
2021-02-18	13:49:19	0.83	-0.0003	27.31
2021-02-18	13:49:13	0.86	-0.0002	27.31
2021-02-18	13:49:07	0.83	-0.0005	27.31
2021-02-18	13:49:02	0.51	-0.0003	27.31
2021-02-18	13:48:56	0.46	-0.0002	27.31
2021-02-18	13:48:49	0.83	-0.0003	27.25
2021-02-18	13:48:44	0.81	-0.0005	27.31
2021-02-18	13:48:38	0.79	-0.0003	27.25
2021-02-18	13:48:32	0.49	-0.0006	27.25
2021-02-18	13:48:26	0.86	-0.0005	27.25
2021-02-18	13:48:20	0.72	-0.0003	27.31

Gambar 4.4 Tampilan data pada PC menggunakan web server

4.1.5. Pengujian alat

Pengujian alat dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah alat yang telah dibuat berfungsi sesuai dengan sistem yang direncanakan atau belum. Pada penelitian ini dilakukan pengambilan data sebanyak 18 data selama 3 hari berturut turut. Hal ini dilakukan untuk melihat tingkat keberhasilan sensor untuk mendeteksi serta pengiriman data ke web server secara *wireless*(berbasis IoT) maupun tingkat keberhasilan sistem secara keseluruhan

Tabel 4.1 Hasil pengujian alat

No	Tanggal	Jam	AVO Meter		Sensor arus dan tegangan		Sensor suhu (°C)
			Volt (V)	Ampere (A)	Volt (V)	Ampere (A)	
1	21-12-2020	9:00	20,18	0,0208	20,17	0,0193	33,94
2	21-12-2020	10:00	20,23	0,0207	20,22	0,0193	34,38
3	21-12-2020	11:00	20,05	0,0207	20,05	0,0190	38,88
4	21-12-2020	12:00	19,99	0,0204	19,98	0,0189	37,25
5	21-12-2020	13:00	19,60	0,0199	19,61	0,0187	38,94
6	21-12-2020	14:00	19,65	0,0201	19,64	0,0185	41,37
7	22-12-2020	9:00	20,05	0,0205	20,04	0,0189	33,63
8	22-12-2020	10:00	20,22	0,0206	20,21	0,0190	34,69
9	22-12-2020	11:00	20,31	0,0208	20,31	0,0194	37,88
10	22-12-2020	12:00	19,70	0,0202	19,70	0,0188	38,94
11	22-12-2020	13:00	20,07	0,0205	20,06	0,0188	38,19
12	22-12-2020	14:00	19,60	0,0200	19,60	0,0186	35,94
13	23-12-2020	9:00	20,05	0,0205	20,04	0,0190	31,25
14	23-12-2020	10:00	20,11	0,0205	20,11	0,0192	34,50
15	23-12-2020	11:00	19,69	0,0201	19,69	0,0186	32,88
16	23-12-2020	12:00	20,21	0,0207	20,21	0,0195	38,56
17	23-12-2020	13:00	20,39	0,0205	20,39	0,0196	41,88
18	23-12-2020	14:00	19,93	0,0209	19,92	0,0188	35,06

Data pembanding arus, tegangan dan suhu pada pembacaan sensor INA219 dengan AVO meter dan sensor DS18b20 dengan thermometer pada hari pertama, kedua dan ketiga yang diperoleh di sigi biromaru, Sulawesi tengah dengan

pengambilan sampel data 6 kali perharinya dari jam 09:00-14:00. Bisa dilihat dari tabel diatas bahwa pengukuran arus, tegangan dan suhu dari sensor INA219 dan sensor DS18B20 tidak melebihi dari pengukuran AVO meter dan thermometer yang memiliki error maximal mencapai 1% untuk sensor INA219 dan 1,50% untuk sensor DS18B20, dimana ada beberapa faktor yang mempengaruhi pengukuran terkait dengan instrumen pengukuran itu sendiri. Faktor lainnya terkait dengan orang yang menggunakan instrumen. Kesalahan dapat dinyatakan sama absolutnya dengan persentase kesalahan. Kesalahan absolut dapat didefinisikan sebagai perbedaan antara nilai yang diharapkan dari variable dan nilai variabel yang diukur. Jika kita ingin menyatakan error dalam persentase maka dapat dituliskan rumus standard deviasi.

$$s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \dots\dots\dots(1)$$

s^2 = ragam atau varian sampel

s= standar deviasi

N= jumlah data

i= nomor data (i=1,2,3....N)

x_i = data ke-I (i=1,2,3....N)

\bar{x} = rata rata sampel

Tabel 4.2 pengambilan data per 5 menit

No	Tanggal	JAM	sensor arus dan tegangan		sensor suhu (°C)
			Volt (V)	Ampere (V)	
1	23-12-2020	9:00	19,84	0,0187	31,44
2	23-12-2021	9:05	19,85	0,0186	32,50
3	23-12-2022	9:10	19,94	0,0187	32,75
4	23-12-2023	9:15	19,98	0,0189	33,31
5	23-12-2024	9:20	20,01	0,0188	33,13
6	23-12-2025	9:25	19,74	0,0185	33,50
7	23-12-2026	9:30	19,76	0,0186	33,55
8	23-12-2027	9:35	19,93	0,0188	33,13
9	23-12-2028	9:40	20,13	0,0190	34,25
10	23-12-2029	9:45	20,22	0,0192	35,81
11	23-12-2030	9:50	19,96	0,0191	36,38
12	23-12-2031	9:55	20,17	0,0191	34,38
13	23-12-2032	10:00	20,20	0,0191	34,44
14	23-12-2033	12:00	20,11	0,0192	36,44
15	23-12-2034	12:05	19,69	0,0186	37,13
16	23-12-2035	12:10	20,21	0,0195	37,56
17	23-12-2036	12:15	20,39	0,0196	37,13
18	23-12-2037	12:20	19,92	0,0188	38,63
19	23-12-2038	12:25	19,69	0,0186	39,56
20	23-12-2039	12:30	20,21	0,0195	40,50
21	23-12-2040	12:35	20,39	0,0196	39,00
22	23-12-2041	12:40	19,92	0,0188	40,00
23	23-12-2042	12:45	20,39	0,0196	39,69
24	23-12-2043	12:50	19,92	0,0188	40,19
25	23-12-2042	12:55	20,39	0,0196	41,63
26	23-12-2043	13:00	19,92	0,0188	42,62

4.2.Pembahasan

Monitoring arus, tegangan dan suhu berbasis PV menggunakan IoT merupakan sebuah inovasi pengembangan teknologi dalam bidang energi terbarukan khususnya dalam memonitoring arus, tegangan dan suhu yang keluar

pada PV, dimana data keluaran dari PV akan dideteksi oleh dua sensor yaitu INA219 dan DS18B20 selanjutnya akan diteruskan melalui serial komunikasi I2C (SDA SCL) untuk INA219 dan serial komunikasi digital untuk DS18B20 ke Mikrokontroller NodeMCU untuk pengontrolan hasil keluaran sensor yang akan dikirim melalui modul ESP32 ke cloud internet secara *realtime* agar dapat diakses oleh web server pada PC.

Sensor INA219 merupakan modul sensor yang mampu mengukur tegangan, arus dan daya secara bersamaan. Cara kerja sensor ini adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat didalamnya yang menghasilkan medan magnet yang di tangkap oleh IC medan terintegrasi dan diubah menjadi tegangan proporsional. Karakterisasi sensor INA219 saat ini dilakukan menggunakan resistor pasif dengan nilai 10W15RJ. Dimana hasil keluaran tegangan dan arus akan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali dan dibandingkan dengan nilai keluaran dari Avometer.

Kecepatan pengiriman data PV ke web server pada PC server tergantung pada kecepatan internet server yang digunakan. Web server pada PC hanya menampilkan tabel, nilai keluaran dari PV dan data yang ditampilkan oleh web server akan terekam di database. Data terserbut bertujuan untuk memudahkan pengguna untuk mengetahui keluaran dari pv dan kondisi panas dari pv secara realtime setiap saat dan dimanapun itu dengan mengetahui IP dari jaringan yang digunakan.

4.2.1. Perbandingan alat ukur dan sensor

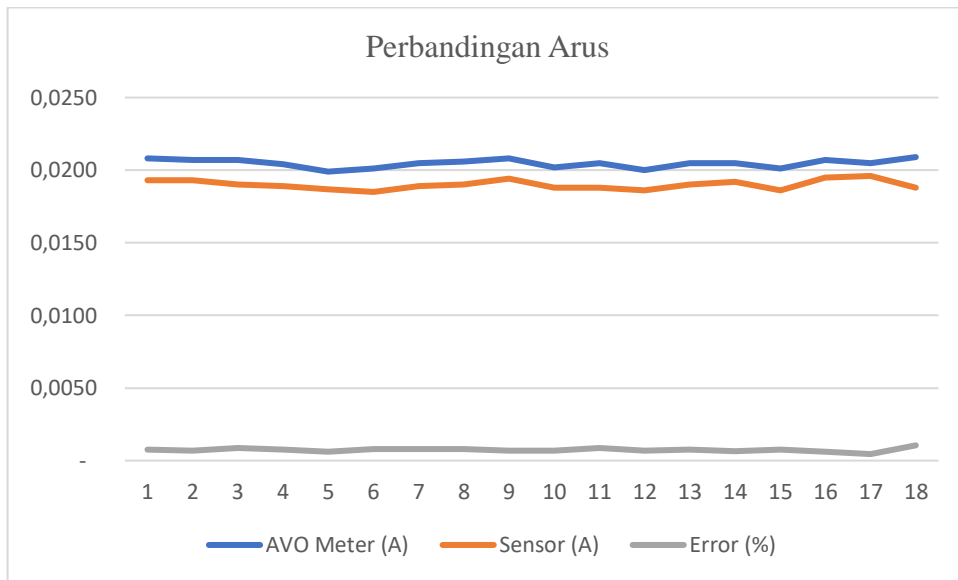
Untuk perbandingan arus dan tegangan pada alat ukur dan sensor dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.3 Perbandingan tegangan antara alat ukur dengan sensor

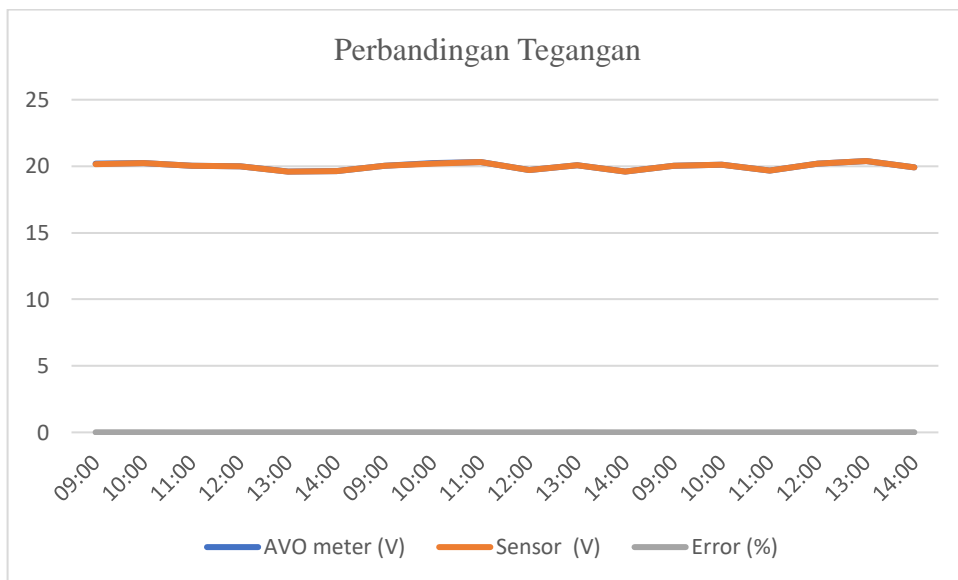
NO	Tanggal	Jam	AVO meter (V)	Sensor (V)	Error (%)
1	21-12-2020	9:00	20,18	20,17	0,0050
2	21-12-2020	10:00	20,23	20,22	0,0050
3	21-12-2020	11:00	20,05	20,05	0
4	21-12-2020	12:00	19,99	19,98	0,0050
5	21-12-2020	13:00	19,60	19,61	0,0050
6	21-12-2020	14:00	19,65	19,64	0,0050
7	22-12-2020	9:00	20,05	20,04	0,0050
8	22-12-2020	10:00	20,22	20,21	0,0050
9	22-12-2020	11:00	20,31	20,31	0
10	22-12-2020	12:00	19,70	19,70	0
11	22-12-2020	13:00	20,07	20,06	0,0050
12	22-12-2020	14:00	19,60	19,60	0
13	23-12-2020	9:00	20,05	20,04	0,0050
14	23-12-2020	10:00	20,11	20,11	0
15	23-12-2020	11:00	19,69	19,69	0
16	23-12-2020	12:00	20,21	20,21	0
17	23-12-2020	13:00	20,39	20,39	0
18	23-12-2020	14:00	19,93	19,92	0,0050

Tabel 4.4 perbandingan arus antara alat ukur dengan sensor

No	Tanggal	JAM	AVO Meter (A)	Sensor (A)	Error (%)
1	21-12-2020	9:00	0,0208	0,0193	0,00075
2	21-12-2020	10:00	0,0207	0,0193	0,00070
3	21-12-2020	11:00	0,0207	0,0190	0,00085
4	21-12-2020	12:00	0,0204	0,0189	0,00075
5	21-12-2020	13:00	0,0199	0,0187	0,00060
6	21-12-2020	14:00	0,0201	0,0185	0,00080
7	22-12-2020	9:00	0,0205	0,0189	0,00080
8	22-12-2020	10:00	0,0206	0,0190	0,00080
9	22-12-2020	11:00	0,0208	0,0194	0,00070
10	22-12-2020	12:00	0,0202	0,0188	0,00070
11	22-12-2020	13:00	0,0205	0,0188	0,00085
12	22-12-2020	14:00	0,0200	0,0186	0,00070
13	23-12-2020	9:00	0,0205	0,0190	0,00075
14	23-12-2020	10:00	0,0205	0,0192	0,00065
15	23-12-2020	11:00	0,0201	0,0186	0,00075
16	23-12-2020	12:00	0,0207	0,0195	0,00060
17	23-12-2020	13:00	0,0205	0,0196	0,00045
18	23-12-2020	14:00	0,0209	0,0188	0,00105



Gambar 4.5 Grafik Perbandingan antara alat ukur dengan sensor arus



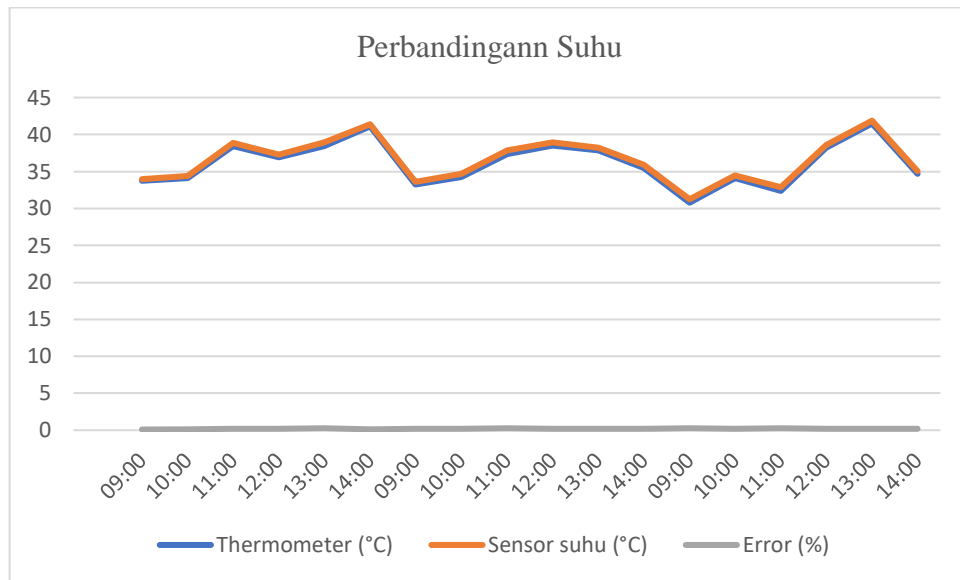
Gambar 4.9 Grafik perbandingan antara alat ukur dengan sensor tegangan

Dapat dilihat pada kedua grafik diatas untuk nilai error atau selisih dari arus dan tegangan tidak melewati dari 1% sesuai dari data sheet sensor ina itu

sendiri dikarenakan pembacaan sensor ina yang begitu akurat sehingga nilai error maksimal dari arus hanya 0,00085% dan maksimal dari tegangan hanya 0,0050%

Tabel 4.5 Perbandingan antara sensor suhu dengan thermometer

No	Tanggal	JAM	Thermometer (°C)	Sensor suhu (°C)	Error (%)
1	21-12-2020	9:00	33,74	33,94	0,100
2	21-12-2020	10:00	34,10	34,38	0,140
3	21-12-2020	11:00	38,45	38,88	0,215
4	21-12-2020	12:00	36,90	37,25	0,175
5	21-12-2020	13:00	38,46	38,94	0,240
6	21-12-2020	14:00	41,10	41,37	0,135
7	22-12-2020	9:00	33,21	33,63	0,210
8	22-12-2020	10:00	34,24	34,69	0,225
9	22-12-2020	11:00	37,35	37,88	0,265
10	22-12-2020	12:00	38,52	38,94	0,210
11	22-12-2020	13:00	37,83	38,19	0,180
12	22-12-2020	14:00	35,50	35,94	0,220
13	23-12-2020	9:00	30,78	31,25	0,235
14	23-12-2020	10:00	34,12	34,50	0,190
15	23-12-2020	11:00	32,39	32,88	0,245
16	23-12-2020	12:00	38,21	38,56	0,175
17	23-12-2020	13:00	41,49	41,88	0,195
18	23-12-2020	14:00	34,68	35,06	0,190



Gambar 4.7 perbandingan antara alat ukur dengan sensor suhu

Dapat dilihat pada grafik diatas untuk nilai error dari pengukuran suhu pada permukaan PV tidak melebihi 0,250%.

BAB V

TUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari data hasil perancangan dan penelitian yang telah penulis lakukan pada tugas akhir yang berjudul monitoring unjuk kerja pembangkit tersebar berbasis PV menggunakan IoT (*internet of things*) maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan adanya alat monitoring unjuk kerja pembangkit tersebar berbasis PV menggunakan IoT ini dapat memudahkan seseorang untuk memantau kondisi arus, tegangan dan suhu dari keluaran PV setiap saat serta dimanapun melalui android ataupun personal komputer tanpa harus mengunjungi PV.
2. Keterlambatan pengiriman data pada android dan personal komputer terjadi karena kondisi kecepatan internet yang kurang baik atau tidak stabil. Keterlambatan pembacaan sensor pada android dan PC tidak akan lebih dari 2 detik
3. Tampilan data pada android dan PC hanya berbentuk nilai dan tabel sehingga dapat menunjukkan hasil pengukuran yang sebelumnya
4. Dengan adanya IoT(*internet of things*) maka data dapat mentransfer lewat jaringan tanpa memerlukan adanya interaksi dari manusia ke manusia atau dari manusia ke perangkat komputer.
5. Nilai error maksimal untuk tegangan berada pada nilai avo meter 19,60 V dan pada nilai sensor INA219 berada pada 19,61 V. Sedangkan nilai error minimal tegangan di avo meter berada pada nilai 19,60 V dan nilai sensor INA219 berada pada 19,60 V.

6. Nilai error maksimal untuk arus berada pada nilai avo meter 0,0209 A dan pada nilai sensor INA219 berada pada 0,0188 A. Sedangkan nilai error minimal arus di avo meter berada pada nilai 0,0205 A dan nilai sensor INA219 berada pada 0,0196 A.

5.2. Saran

Berdasarkan pengambilan data yang dilakukan selama 6 jam perhari, dirasakan tingkat ketelitian masih kurang terlebih pada proses pengambilan data pada keluaran PV, disarankan:

1. Pengambilan data arus lebih baiknya menggunakan tang ampere agar pengambilannya lebih cepat, karena **jikalau** menggunakan 2 avo meter untuk pengambilan data arus dan tegangan maka, Avometer yang mengukur arus akan dianggap sebagai beban.
2. untuk pengambilan data lebih baiknya menggunakan resistor yang berbeda beda agar datanya lebih bervariasi.
3. Untuk sumber Node MCU ESP 32 sebaiknya menggunakan adaptor 9v agar lebih bisa portabel

Daftar Pustaka

- Alipudin, M. A., & et. al. (2019). *Rancang bangun alat monitoring biaya listrik terpakai berbasis internet of things (iot)*. 1–11.
- Bawan, E. K. (2012). Dampak Pemasangan Distributed Generation Terhadap Rugi-Rugi Daya. *Jurnal Ilmiah Foritek*, 2(21), 216–223.
- Kusumah, H., & Pradana, R. A. (2019). Penerapan Trainer Interfacing Mikrokontroler Dan Internet of Things Berbasis Esp32 Pada Mata Kuliah Interfacing. *Journal CERITA*, 5(2), 120–134. <https://doi.org/10.33050/cerita.v5i2.237>
- Muhayadi, S. (2018). Rancang Bangun Sistem E-Recruitment. *Thesis*, 62.
- Siregar, R. R. A., Wardana, N., & Luqman. (2017). Sistem Monitoring Kinerja Panel Listrik Tenaga Surya Menggunakan Arduino Uno. *JETri Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 14(2), 81–100.
- Utara, U. S. (2017). Pengontrol Suhu Air Menggunakan Sensor Ds18B20 Berbasis Arduino Uno. *Pengontrol Suhu Air Menggunakan Sensor Ds18B20 Berbasis Arduino Uno*, 4–16.
- Winasis, W., Nugraha, A. W. W., Rosyadi, I., & Nugroho, F. S. T. (2016). Desain Sistem Monitoring Sistem Photovoltaic Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi (JNTETI)*, 5(4), 328–333. <https://doi.org/10.22146/jnteti.v5i4.281>

LAMPIRAN

```
#include <DallasTemperature.h>
```

```
#include <OneWire.h>
```

```
#include <HTTPClient.h>
```

```
#include <WiFi.h>
```

```
#include <Wire.h>
```

```
#include <Adafruit_INA219.h>
```

```
Adafruit_INA219 ina219;
```

```
const char* ssid = "OPPO 1201";
```

```
const char* pass = "12345678";
```

```
const int oneWireBus = 18;
```

```
OneWire oneWire(oneWireBus);
```

```
DallasTemperature sensors(&oneWire);
```

```
float R1 = 30000.0;
```

```
float R2 = 7500.0;
```

```
void setup(void)
```

```
{
```

```
  Serial.begin(115200);
```

```

Serial.println("\n");

Serial.println("\nMenkoneksikan ke : ");

sensors.begin();

Serial.println(ssid);

WiFi.begin(ssid,pass);


while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {

    delay(1000);

    Serial.print(".");

}


Serial.println("\nWiFi Telah Terkoneksi!");


while (!Serial) {

    // will pause Zero, Leonardo, etc until serial console opens

    delay(1);

}


uint32_t currentFrequency;


Serial.println("Hello!");


if (! ina219.begin()) {

```

```

    Serial.println("Failed to find INA219 chip");

    while (1) { delay(10); }

}

Serial.println("Measuring voltage and current with INA219 ...");

}

void loop(void)
{
    float shuntvoltage = 0;

    float busvoltage = 0;

    float current_mA = 0;

    float loadvoltage = 0;

    float power_mW = 0;


    shuntvoltage = ina219.getShuntVoltage_mV();

    busvoltage = ina219.getBusVoltage_V();

    current_mA = (ina219.getCurrent_mA()/1000);

    power_mW = ina219.getPower_mW();

    loadvoltage = busvoltage + (shuntvoltage / 1000);

    sensors.requestTemperatures();

    float temperatureC = sensors.getTempCByIndex(0);

```

```

Serial.print("Suhu: "); Serial.print(temperatureC); Serial.println(" C");

Serial.print("Bus Voltage: "); Serial.print(busvoltage); Serial.println("
V");

Serial.print("Current: "); Serial.print(current_mA); Serial.println("
A");

delay(10);


HTTPClient http;

String postData;

    postData="voltage="+String(busvoltage,2)+"&current="+String(curre
nt_mA,4)+"&temp="+String(temperatureC);

http.begin("http://192.168.43.28/pv-pzem/insertDB.php");

http.addHeader("Content-Type", "application/x-www-form-urlencoded");

int httpCode = http.POST(postData); //Send the request

String payload = http.getString(); //Get the response payload

Serial.println(httpCode); //Print HTTP return code

Serial.println(payload); //Print request response payload

Serial.println("=====\n");

http.end();

delay(5000);

}

```



















