

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

Tinjauan pustaka pada tugas akhir ini membahas tentang penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang digunakan sebagai acuan dan penambahan referensi dalam pengembangan metode yang ingin dirancang dalam tugas akhir yang akan dibuat.

1. Pada penelitian oleh Abdullah Mubarak, Jamaaluddin, Izza Anshory mengambil topik Implementasi Sensor PZEm-017 Untuk Monitoring Ars, Tegangan dan Daya Pada Instalasi panel Surya dengan Sistem Data Logger menggunakan Google Speadsheets dan Smartphone. Hasil penelitian menunjukkan pada perancangan sistem perangkat keras dapat dilihat bahwa digunakan modul UART TTL Converter sebagai antarmuka untuk menyampaikan data yang telah diterima oleh sensor pada mikrokontroller ESP-32. Konsep kerja sistem pada perangkat keras ini dapat dilihat bahwa data pengukuran arus serta tegangan yang dihasilkan oleh baterai dan panel surya akan dikirimkan menuju smarphone untuk selanjutnya ditampilkan nilai hasil pengukuran[4].
2. Penelitian oleh Taufal Hidayat, Dwiki Firmansyah yang mengambil topik Rancang Bangun Smart Meter Berbasis IoT Untuk Aplikasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Microgrid, menyatakan Pada pengujian sistem yang dibuat untuk monitoring photovoltaic ini memberikan kemudahan dalam pengambilan data maupun pengolahannya dari hasil pengukuran seperti suhu, kelembapan, intensitas cahaya, tegangan, arus, dan daya output yang dihasilkan dari modul photovoltaic dengan harapan mendapatkan ketelitian dalam pengukuran photovoltaic itu sendiri. Dengan adanya server Thinger.io untuk IoT maka dapat memonitoring photovoltaic secara kejauhan melalui koneksi internet.
3. Penelitian oleh Aldiansyah, Yosi Apriani, Zulkiffli Saleh dengan judul Monitoring Arus Dan Tegangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan Internet Of Things. Dari penelitian tersebut menyatakan Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa rancang bangun alat monitoring arus dan

tegangan yang telah dibuat bekerja secara stabil dan optimal pada PLTS 3000 Watt dan bekerja dengan efisien karena bisa memonitoring arus dan tegangan secara real time menggunakan mikrokontroler Arduino Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk bisa melanjutkan penelitian dengan menambahkan fitur yang tidak hanya memonitoring bukan hanya monitoring arus dan tegangan saja tetapi alat tersebut juga bisa mengatasi gangguan pada beban.

4. Penelitian oleh Pamor Gunoto , Arief Rahmadi , Endang Susanti dengan judul Perancangan Alat Sistem Monitoring Daya Panel Surya Berbasis Internet Of Things. sistem monitoring daya PLTS sangat dibutuhkan karena sangat membantu dalam proses perawatan hingga dapat meminimalisir kerusakan karena dapat mengetahui data daya, arus dan tegangan yang dihasilkan dari PLTS tersebut. Internet of Things (IoT) dapat didefinisikan sebagai penghubung benda sehari-hari seperti smartphone, internet, sensor dan juga aktuator ke internet dimana perangkat dihubungkan secara bersama yang memungkinkan bentuk-bentuk baru komunikasi antara hal-hal tersebut dengan orang-orang. Dari Perancangan Sistem Monitoring Daya Panel Surya Berbasis IoT, Berdasarkan pengujian alat ini dapat menampilkan data berupa tegangan, arus, daya serta energi secara real time. Dari hasil analisa yang didapatkan yaitu tegangan, arus, daya dan energi yang dihasilkan oleh modul PZEM-017 yang ditampilkan oleh aplikasi Blynk dan juga LCD dengan alat pembanding yaitu multimeter menghasilkan rata-rata persentase ketepatan yang mencapai diatas 95%.
5. Penelitian oleh I Gusti Ngurah Wirahadi Wijaya, I Ketut Parti , dan Lalu Febrian Wiranata dengan judul Monitoring PLTS dan PLTB kincir vertikal dengan sistem hybrid berbasis Internet Of Things (IoT). Monitoring Sistem IoT yang dipergunakan untuk mengukur tegangan maupun arus, sebagai pengolahan data, serta NodeMCU ESP8266 sebagai konektivitas penerimaan data dari Arduino dan pengiriman data ke database MySQL webserver, setiap satu detik secara realtime, data hasil monitoring dari sensor tegangan DC, sensor tegangan AC, sensor arus DC dan sensor arus AC. Kemudian ditampilkan pada halaman website berupa data tabel dan data grafik

yang dapat diakses menggunakan PC atau smartphone. Data yang di monitor akan dapat diakses lewat web dengan Komunikasi antar mikrokontroller menggunakan serial komunikasi antara Arduino dan NodeMCU ESP8266, pengiriman serta penerimaan data dapat berjalan dengan baik, sensor yang digunakan memiliki rata – rata kesalahan pada pembacaan data pengukuran tegangan DC dan arus DC yang didapat dari pembangkit energi solar, tegangan AC dan arus AC yang di dapat dari turbin angin. Pada sensor tegangan DC galat rata – rata pengukuran sebesar 0.11% terkecil sampai dengan 0.59% terbesar dan bisa dikatakan sensor ini presisi dalam pembacaan pengukuran tegangan DC, sensor arus DC galat rata – rata pengukuran sebesar 0.071% terkecil sampai dengan 0.14% terbesar dan bisa dikatakan sensor ini presisi dalam pembacaan pengukuran arus DC. Pada sensor tegangan AC galat rata – rata pengukuran sebesar 0.21% terkecil sampai dengan 0.37% terbesar, kelemahan sensor ini juga tidak mampu membaca tegangan di bawah nilai pembacaan 0- 220V dan bisa dikatakan sensor ini presisi dalam pembacaan pengukuran tegangan AC yang dilakukan, sensor arus AC galat rata – rata pengukuran sebesar 13.76% terkecil sampai dengan 94.7%.

Dengan membaca penelitian yang sudah pernah dibuat dan latar belakang masalah yang ada, maka dibuatlah sebuah “*overhaul dan monitoring* PLTS untuk system filtrasi berbasis *Solar Home System*.” Kelebihan alat ini dari penelitian sebelumnya yaitu dapat memonitoring kinerja Panel surya padabagian input sebelum ke inverter. Hasil tegangan, arus, dan daya dari PLTS menjadi perbandingan, anatara hasil pengecekan menggunakan alat ukur dengan pengecekan menggunakan alat monitoring. Untuk perbandingan tinjauan pustaka dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut

Tabel 2. 1 Perbandingan Tinjauan Pustaka

Sumber	Kontroler	Sistem
A. M. 'Aafi, J. Jamaaluddin, and I. Anshory, 2022	PZEM-017	Hasil penelitian menunjukkan pada perancangan sistem perangkat keras dapat dilihat bahwa digunakan modul UART TTL Converter sebagai antarmuka untuk menyampaikan data yang telah diterima oleh sensor pada mikrokontroler ESP-32. Konsep kerja sistem pada perangkat keras ini dapat dilihat bahwa data pengukuran arus serta tegangan yang dihasilkan oleh baterai dan panel surya akan dikirimkan menuju smarphone untuk selanjutnya ditampilkan nilai hasil pengukuran.
T. Hidayat, 2019	NodeMCU ESP8266	Hasil pengujian sistem yang dibuat untuk monitoring photovoltaic ini memberikan kemudahan dalam pengambilan data maupun pengolahannya dari hasil pengukuran seperti suhu, kelembapan, intensitas cahaya, tegangan, arus, dan daya output yang dihasilkan dari modul photovoltaic dengan harapan mendapatkan ketelitian dalam pengukuran photovoltaic itu sendiri. Dengan adanya server Thinger.io untuk IoT maka dapat memonitoring photovoltaic secara kejauhan melalui koneksi internet.

Y. Apriani, 2021	Arduino Uno	Hasil pengujian sistem yang dibuat untuk monitoring photovoltaic ini memberikan kemudahan dalam pengambilan data maupun pengolahannya dari hasil pengukuran seperti suhu, kelembapan, intensitas
P. Gunoto , A. Rahmadi , E. Susanti	PZEM-017	Hasil analisa yang didapatkan yaitu tegangan, arus, daya dan energi yang dihasilkan oleh modul PZEM-017 yang ditampilkan oleh aplikasi Blynk dan juga LCD dengan alat pembanding yaitu multimeter menghasilkan rata-rata persentase ketepatan yang mencapai diatas 95%
I.G.N.W.Wijaya, I.K.Parti , dan L.F. Wiranata	NodeMCU ESP8266	Hasil yang didapatkan yaitu pada sensor tegangan DC galat rata – rata pengukuran sebesar 0.11% terkecil sampai dengan 0.59%. sensor arus DC galat rata – rata pengukuran sebesar 0.071% terkecil sampai dengan 0.14%.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Energi Surya

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah pembangkit listrik yang mengubah energi surya menjadi energi listrik. Pembangkitan listrik dengan energi surya dapat dilakukan secara langsung menggunakan fotovoltaik, atau secara tidak langsung dengan pemusatan energi surya. Fotovoltaik mengubah secara langsung energi surya menjadi energi listrik menggunakan efek fotolistrik. Komponen utama di dalam pembangkit listrik tenaga surya meliputi modul surya, inverter, dan baterai listrik. Sistem pembangkit listrik tenaga surya terbagi menjadi sistem terhubung jala listrik, sistem tidak terhubung jala listrik, sistem tersebar, sistem terpusat dan sistem hibrida. Masing-masing jenis sistem mempunyai kondisi penerapannya tersendiri. Pembangkit listrik tenaga surya dapat dibuat dengan beberapa jenis sistem penerapan antara lain sistem pencatu daya satelit, pencahayaan listrik, komunikasi, pompa air dan pendinginan. Pemusatan energi surya menggunakan sistem lensa atau cermin

dikombinasikan dengan sistem pelacak untuk memfokuskan energi surya ke satu titik untuk menggerakkan mesin kalor.

2.2.2 *Solar Cell*

Panel surya/solar panel merupakan salah satu teknologi penghasil listrik yang sangat populer belakangan ini. Bagi yang tertarik menggunakannya teknologi solar panel perlu mengetahui jenis-jenis panel surya yang bisa anda dapatkan di pasaran[9]. Hal ini disebabkan karena solar panel memiliki beberapa dengan kelebihan dan kekurangannya masing-masing, berikut ini adalah ulasannya :

1. *Monocrystalline silicon*

Solar panel monocrystalline silicon merupakan jenis yang paling banyak digunakan karena kelebihan yang dimilikinya. Sel surya ini terbuat dari silikon yang diiris tipis-tipis dengan menggunakan mesin. Irisan bisa menjadi lebih tipis dan juga karakteristiknya identik karena penggunaan mesin potong ini. Untuk kelebihannya, jenis sel surya satu ini ini bisa disebut sebagai salah satu sel surya yang paling efisien digunakan. Hal ini disebabkan karena penampangnya dapat menyerap cahaya matahari dengan lebih efisien dibandingkan dengan bahan sel surya yang lainnya.

2. *Polycrystalline silicon*

Polycrystalline silicon merupakan teknologi panel yang terbuat dari batang silikon yang kemudian dicairkan. Teknologi panel ini memiliki kelebihan dari segi susunannya yang lebih rapi dan lebih rapat. Untuk cirinya, biasanya solar panel ini memiliki penampilan yang unik karena terkesan seperti ada retakan-retakan di dalam sel surya yang dimilikinya. Teknologi panel surya yang satu ini juga memiliki kekurangan yang cukup mirip dengan monocrystalline. Panel surya polycrystalline memiliki kekurangan ketika digunakan pada daerah yang rawan dan sering mendung. Ketika diletakkan atau digunakan pada area seperti ini, maka efisiensi yang dimilikinya akan turun[10].

Gambar sensor *Solar cell* ditunjukkan pada gambar 2.1 dan tabel spesifikasinya ditunjukkan pada tabel 2.2.



Gambar 2. 1 *Solar cell*
(Sumber: dokumen pribadi, 2023)

Tabel 2. 2 Spesifikasi *Solar cell*

Spesifikasi	Keterangan
<i>PV Type</i>	<i>Polycrystalline</i>
<i>Maximum Power (Pmax)</i>	310W
<i>Maximum Power Current (Imp)</i>	8,52 A
<i>Maximum Power Voltage (Vmp)</i>	36,41 V
<i>Open Circuit Voltage (Voc)</i>	45,06 V
<i>Short Circuit Currents (Isc)</i>	9,17 A
STC	1000W/m ² , 25°C

2.2.3 Sensor PZEM-017

PZEM-017 merupakan modul komunikasi DC yang dapat mengukur daya DC hingga 300VDC dan pengukuran arus pada rentang pemasangan shunt eksternal 50 A hingga 300 A. PZEM-017 merupakan modul buatan Peacefair, merk China yang sangat terkenal dengan kualitas dan harga terjangkau dan mengkhususkan diri pada produk Metering. Modul ini dapat mengukur Tegangan, Arus, Daya dan Energi. Semua sei PZEM Energy Meters memiliki atarmuka komunikasi RS485 bawaan

menggunakan protokol Modbus-RTU yang mirip dengan kebanyakan perangkat industry[4]. Gambar sensor PZEM-017 ditunjukkan pada gambar 2.2 dan tabel spesifikasinya ditunjukkan pada tabel 2.3.



Gambar 2. 2 Sensor PZEM-017
(Sumber: dokumen pribadi, 2023)

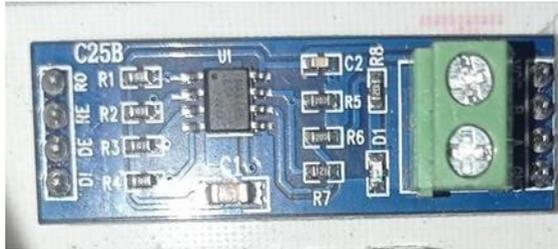
Tabel 2. 3 Spesifikasi Sensor PZEM-017

Spesifikasi	Keterangan
Nama	PZEM-017
Dimensi	-20-60 degree
Tegangan suplai	0,05-300 VDC
Kelas akurasi	1.0

2.2.4 Modul RS485 to UART TTL Converter

Modul RS485 to UART TTL Converter merupakan modul yang digunakan sebagai media pengkonversi antara komunikasi RS485 dengan komunikasi serial (UART TTL). Modul ini dapat digunakan pada mikrokontroler untuk berkomunikasi, membaca atau memberi perintah pada perangkat yang menggunakan komunikasi RS485[4]. Gambar

modul RS485 to UART TTL Converter ditunjukkan pada gambar 2.3 dan tabel spesifikasinya ditunjukkan pada tabel 2.4.



Gambar 2. 3 Modul RS485 to UART TTL Converter
(Sumber: dokumen pribadi, 2023)

Tabel 2. 4 Spesifikasi Modul RS485 to UART TTL Converter

Spesifikasi	Keterangan
Merek	RS485 to TTL
Catu daya	5 VDC
Tegangan	3,3 V-5 V
Pitch	2,54 mm
Jarak transmisi data	800 m
Suhu operasi	-40°C~+85°C
Dimensi	42,8 x 15,22 x 0,8 mm

2.2.5 NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan modul mikrokontroler yang didesain dengan ESP8266 di dalamnya. ESP8266 berfungsi untuk konektivitas jaringan Wifi antara mikrokontroler itu sendiri dengan jaringan Wifi. Alasan pemilihan NodeMCU ESP8266 karena mudah diprogram dan memiliki pin I/O yang memadai dan dapat mengakses jaringan internet untuk mengirim atau mengambil data melalui koneksi

Wi-Fi[4]. Gambar NodeMCU ESP8266 ditunjukkan pada gambar 2.4 dan tabel spesifikasi Termostat Digital ditunjukkan pada tabel 2.5.



Gambar 2.4 NodeMCU ESP8266
(Sumber: dokumen pribadi, 2023)

Tabel 2. 5 NodeMCU ESP8266

Spesifikasi	Keterangan
Nama	ESP8266 12-E
Pin I/O <i>digital</i>	11 buah, mendukung <i>interrupt</i> , PWM, I2C, <i>Onwire</i> (kecuali pin D0)
Pin I/O <i>analog</i>	1 buah, 3.2 Volt
Tegangan Operasi	3.3 V
<i>Clock Speed</i>	80 Mhz/160Mhz
Flash	4M
USB <i>controller</i>	Cp2102

2.2.6 Stepdown LM2596 DC-DC

Stepdown LM2596 merupakan komponen utama dalam rangkaian stepdown DC power supply, komponen ini menyediakan semua fungsi

aktif untuk regulator swiching stepdown, beban arus maksimal yang dapat dilewatkan pada komponen ini adalah 3A. Komponen ini digunakan untuk menurunkan tegangan dari adaptor 12V menjadi 5V[14]. Gambar Stepdown LM2596 ditunjukkan pada gambar 2.5 dan spesifikasinya ditunjukkan pada tabel 2.6.



Gambar 2.5 NodeMCU ESP8266
(Sumber: dokumen pribadi, 2023)

Tabel 2. 6 Spesifikasi NodeMCU ESP8266

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Stepdown LM2596
Tegangan input	3-40 VDC
Tegangan output	1,25-35VDC
Arus	3 A
<i>Efisiensi</i>	92%
Ukuran	43 x 24 x 14

2.2.7 *Liquid Crystal Display (LCD)*

Liquid Crystal Display (LCD) adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf maupun grafik. Pemakaian tampilan LCD sudah tersedia dalam bentuk modul yaitu tampilan LCD beserta rangkaian pendukungnya. LCD

mempunyai pin data, kontrol catu daya, dan pengatur kontras tampilan. Ukuran area layar 77 mm x 25 mm, untuk ukuran dimensi keseluruhannya 98 mm x 60 mm. LCD mendapatkan power suplay sebesar 5 V, tampilan LCD yang dipakai berwarna hijau dengan tulisan berwarna hitam[15]. Gambar *Liquid Crystal Display* ditunjukkan pada gambar 2.5 dan spesifikasinya ditunjukkan pada tabel 2.6.



Gambar 2.6 *Liquid Crystal Display (LCD)*
(Sumber: dokumen pribadi, 2023)

Tabel 2. 7 Spesifikasi NodeMCU ESP8266

Spesifikasi	Keterangan
Vss	Ground
Vcc	+5 Volt
Vee	Pengaturan Kontras
RS	RS = 0 untuk memilih register command RS= 1 unruk memilih register data
R/W	R/W = 0 untuk melkukan write R/W = 1 untuk melakukan read

E	Enable
DB 0 sampai DB 7	Data bus 8-bit

2.2.8 Inverter

Perangkat elektronika yang digunakan untuk merubah daya DC (Direct Current) ke daya AC (Alternating Current). Rangkaian inverter biasanya menggunakan transistor atau dengan SCR (Silicon Controlled Rectifier), dimana untuk daya yang rendah sampai dengan daya sedang menggunakan transistor, sedangkan untuk daya yang tinggi menggunakan SCR. Dalam prosesnya inverter membalikan arus searah atau arus DC untuk membangkitkan gelombang segi empat yang kemudian disaring menjadi gelombang sinus yang disesuaikan dan menghilangkan harmonika yang tidak diinginkan[14]. Gambar inverter ditunjukkan pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Inverter
(Sumber: dokumen pribadi, 2023)

2.2.9 Akumulator

Akumulator atau Storage Battery adalah sebuah alat yang dapat menyimpan energi (umumnya energi listrik) dalam bentuk energi kimia. Akumulator ini diberikan tenaga listrik berasal dari generator turbin angin. Di dalam akumulator tenaga (energi listrik) ini mengerjakan proses kimia, sehingga dapat dikatakan bahwa tenaga listrik dari luar diubah menjadi tenaga kimia di dalam akumulator dan kemudian tersimpan di

dalamnya[15]. Gambar akumulator ditunjukkan pada gambar 2.8 dan spesifikasinya ditunjukkan pada tabel 2.8.



Gambar 2.8 Akumulator/baterai
(Sumber: dokumen pribadi, 2023)

Tabel 2. 8 Spesifikasi Akumulator/baterai

Spesifikasi	Keterangan
Merek	GS premium
Tegangan	12 Volt
Arus	100 Ah
Seri	N100 95E41R

2.2.10 Flow Meter

Flow Meter / Sensor Flow meter adalah alat ukur yang dipakai untuk mengukur laju aliran atau Jumlah sebuah fluida yang bergerak mengalir dalam sebuah pipa tertutup atau drainase terbuka laksana channel atau sungai atau parit atau gorong-gorong, Cara kerja flow meter merupakan suatu proses untuk mengukur suatu volume atau jumlah aliran aliran fluida seperti air, gas, atau uap. Flow Meter sendiri mencakup dua perangkat utama, yaitu sensor flow (Pendeteksi aliran) dan transducer (Konverter). Gambar akumulator ditunjukkan pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Flow Meter
(Sumber: dokumen pribadi, 2023)

2.2.11 Pompa Air

Pompa air otomatis PS-135 E merupakan pompa otomatis sumur dangkal yang memiliki harga ekonomis tetapi memiliki fitur yang lengkap. Pompa PS-135 E memiliki Small Pressure Tank yang berisikan udara yang membuat kinerja saklar otomatis lebih stabil. Small Pressure Tank ini juga dilapisi dengan Pelapis Tahan Karat. PS-135 E ini memiliki Thermal Protector yang berfungsi untuk mematikan arus listrik ketika motor overheat. Total Head Maximal 30 meter, disaat Head 5 meter debit air yang dihasilkan 28 liter per-menit, dan pada saat head 20 meter debit air yang dihasilkan 10 liter per-menit [16]. Gambar pompa air ditunjukkan pada gambar 2.10 dan spesifikasinya ditunjukkan pada tabel 2.9.



Gambar 2.10 Pompa air
(Sumber: dokumen pribadi, 2023)

Tabel 2. 9 Spesifikasi Pompa air

Spesifikasi	Keterangan
<i>Product Type</i>	PZEM-022
<i>Working Voltage</i>	80-260 VAC
<i>Test Voltage</i>	80-260 VAC
<i>Rated Power</i>	100A/22KW
<i>Operating Frequency</i>	45-65 Hz
<i>Measurement accuracy</i>	1.0 Grade

2.2.12 Filter Air

Filter air adalah suatu alat yang berfungsi untuk menyaring dan menghilangkan kontaminan di dalam air dengan menggunakan penghalang atau media, baik secara proses fisika, kimia maupun biologi. Filter air dapat digunakan secara luas untuk irigasi, air minum, akuarium dan kolam renang. Filter menggunakan pengayakan, penyaring, pertukaran ion dan proses lainnya untuk menghilangkan zat yang tidak diinginkan. Gambar filter air ditunjukkan pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Filter air
(Sumber: dokumen pribadi, 2023)