

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka dilakukan dengan cara mengumpulkan data dari jurnal – jurnal yang sudah ada yang akan digunakan sebagai acuan dalam perancangan Sistem Monitoring dan Proteksi Realtime Inverter Berbasis IoT (PLTS).

Pada jurnal yang berjudul “Perancangan Sistem Kontrol & Monitoring Berbasis IoT pada Irigasi Pertanian Bawang Merah Menggunakan Pembangkit Listrik Hybrid” dijelaskan bahwa Parameter yang nantinya di monitoring adalah tegangan, arus, daya yang dihasilkan pembangkit lalu untuk monitoring area pertanian adalah suhu dan kelembapan. Beban yang dikontrol adalah pompa air irigasi pertanian. Komponen pendukung sistem ini sangat banyak diantaranya, panel surya 50Wp, kincir angin, sensor tegangan, sensor arus INA219, sensor DS18B20, sensor YL-69, dan sensor irradiasi BH1750. [1]

Dalam jurnal berjudul " Monitoring PLTS dan PLTB kincir vertikal dengan sistem hybrid berbasis Internet Of Things (IoT)", dijelaskan bahwa hasil pengujian sistem monitoring energi solar dan wind kincir vertikal dengan sistem hybrid berbasis internet of things, dapat membaca keluaran yang diberikan oleh kedua pembangkit energi solar dan wind. Sensor yang digunakan dalam pengujian ini Sensor tegangan DC yang memiliki galat rata – rata 0,085%, sensor arus DC ACS712 30 yang memiliki galat rata – rata 0,14%, sensor tegangan AC ZMPT101B yang memiliki galat rata – rata 0.37%, sensor arus AC712 5A yg memiliki galat rata – rata 80.9%, dari ketiga sensor tersebut bisa dikatan pembacaan sensor yang presesi sedangkan penggunaan ACS712 5A dikatan tidak presisi karena arus yang dibaca oleh sensor bisa kurang dari 0A atapun dalam pembacaan mA. [2]

Dalam sebuah jurnal yang berjudul "Studi Perencanaan dan Monitoring System Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Remote Area", dijelaskan bahwa Pada penelitian ini dibahas tentang perencanaan PLTS pada daerah 3T secara off-grid termasuk juga perbandingan terhadap tarif dasar listrik (TDL) PLN 450 VA. Selain itu dilengkapi dengan divais monitoring performa PLTS pada remote area berupa data tegangan, arus, dan daya sehingga akan membantu operator dalam melakukan maintenance. Proses monitoring dilakukan dengan

menggunakan modul IoT ESP8266 dengan kombinasi Arduino Mega 2560. Objek ukur yang digunakan pada penelitian ini adalah PLTS dengan sistem off-grid skala laboratorium sebagai proyeksi kelistrikan remote area yang tidak terhubung dengan listrik jala-jala PLN. [3]

Dalam jurnal berjudul " Rancang Bangun Monitoring Arus dan Tegangan Pada PLTS Sistem On Grid Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Aplikasi Telegram", dijelaskan bahwa Penelitian ini bertujuan untuk membuat rancang bangun monitoring PLTS sistem On Grid PLN berbasis IoT menggunakan aplikasi Telegram. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian tanpa beban dan pengujian berbeban. Pada pengujian tanpa beban diperoleh hasil data tegangan panel mendapatkan rata-rata tegangan sebesar 14,84V dan arus sebesar 0,908A. Pada pengujian berbeban dengan beban lem tembak elektrik 20W mendapatkan rata-rata tegangan sebesar 219,48V dan arus sebesar 0,08A. Hasil pembacaan arus dan tegangan yang dibaca oleh sensor berdasarkan data Telegram dan pengukuran manual menggunakan multimeter tidak berbeda jauh. Nilai presentase rata-rata error antara multimeter dengan sensor arus dan tegangan didapatkan 0,14%, dan Output arus tegangan AC didapatkan 0,094%. Rancang bangun monitoring arus dan tegangan berbasis IoT sangat efektif karena dapat mempermudah dalam pemantauan PLTS. [4]

Tabel 2. 1 Perbandingan Jurnal

No	Nama (Tahun)	Judul Jurnal	Fitur	Kelebihan dan Kekurangan
1	Rizqi Cahyo, Irmalia, Alfarid. (2024)	Perancangan Sistem Kontrol & Monitoring Berbasis IoT pada Irigasi Pertanian Bawang Merah Menggunakan Pembangkit Listrik Hybrid	Sistem Kontrol & Monitoring Berbasis IoT	Kekurangan: tidak ada pemantauan baterai, proteksi overcurrent. Pemantauan jarak jauh.

2	I Gusti Ngurah Wirahadi, I Ketut Parti, Lalu Febrian (2021)	Monitoring PLTS dan PLTB kincir vertikal dengan sistem hybrid berbasis Internet Of Things (IoT)	Memanfaatkan hybrid PLTS dan PLTB berbasis IoT	Kelebihan: Menggunakan hybrid PLTS dan PLTB. Kekurangan: Tidak ada sistem kontrol, notifikasi baterai lemah.
3	Sofia Ariyani, Darma Arif, Fitriana, Rachmad Taufik, Germanio (2023)	Studi Perencanaan dan Monitoring System Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Remote Area	Sensor PZEM004,, Blynk	Kelebihan: Alat ini dapat monitoring arus,tegangan,suhu Kekurangan: Tidak adanya proteksi untuk arus berlebih.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Monitoring

Monitoring merupakan proses berkelanjutan dalam pengumpulan data dan analisis sebuah informasi. Dalam melakukan ini berdasarkan indicator yang sudah ditentukan. Monitoring bisa digambarkan sebagai pemantauan intensif yang dilakukan dengan tujuan mengukur perkembangan suatu hak dari secara terus menerus. Monitoring memberikan informasi tentang status pengukuran yang berulang. dengan yang diinginkan.

2.2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit Listrik Tenaga Surya atau PLTS adalah sebuah sistem yang digunakan untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek photovoltaic. Photovoltaic sendiri merupakan fenomena fisika yang terjadi pada permukaan sel surya (solar cell) ketika menerima cahaya matahari. Selanjutnya, cahaya yang diterima diubah menjadi energi listrik. Hal ini disebabkan karena adanya energi foton cahaya yang membebaskan

elektron – elektron sehingga mengalir dalam sambungan semikonduktor tipe n dan p yang pada akhirnya menimbulkan arus listrik.

Sistem energi listrik yang menggunakan PLTS ini menjadi sumber energi yang ramah lingkungan. Selain itu, sistem PLTS ini sangat diminati karena sinar matahari mudah didapatkan di Indonesia yang merupakan negara tropis di mana matahari menyinari wilayah Indonesia hampir sepanjang tahun.

Berdasarkan teknologi yang digunakan PLTS dibagi menjadi dua sistem yaitu sistem PLTS *grid-connected* dan PLTS *Off-Grid* (Stand Alone). PLTS *grid-connected* atau PLTS terinterkoneksi adalah sistem PLTS yang terhubung dengan jaringan PLN. Manfaat dari PLTS *grid-connected* dapat menghasilkan listrik yang bebas emisi dan ramah lingkungan. Sistem ini memberikan nilai tambah pada konsumen karena dapat mengurangi tagihan listrik rumah tangga atau perkantoran[13].

PLTS *Off-Grid* (Stand Alone) adalah jenis sistem PLTS yang dirancang untuk menghasilkan energi listrik secara mandiri dalam memenuhi kebutuhan beban listrik. PLTS *Off-Grid* biasanya terdapat pada daerah pedalaman atau pulau-pulau besar yang tidak mendapatkan pasokan listrik.

2.2.3 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) dapat dianggap sebagai layanan yang dapat mencakup berbagai jenis permintaan berdasarkan penggunaan beberapa fakultasnya. Oleh karena itu, penulis dalam mendefinisikan IoT sebagai: “sebuah sistem yang bekerja berbagai jenis fungsi, seperti layanan yang terlibat dalam pemodelan perangkat, kontrol perangkat, penerbitan data, data analisis dan deteksi perangkat”. IoT telah berhasil mendorong kembali teknologi lain yang berdekatan karena teknologi tersebut masa depan yang menjanjikan dan kapasitas untuk memungkinkan analisis dan studi berbagai elemen. Menurut ini pernyataan tersebut, penting untuk menilai beberapa aspek saraf dari kebangkitan IoT yang berkelanjutan, sehingga teknologi ini dapat memperkuat dirinya sendiri dalam jangka menengah.

Jaringan merupakan solusi terhadap kebutuhan pengangkutan informasi melalui wilayah yang luas dengan biaya yang sedikit upaya, dan, di dunia modern, internet memenuhi peran penting tersebut menurut “Saat ini, internet telah tersedia di mana-mana dan menyebar jauh lebih cepat dibandingkan teknologi lainnya”. Sebuah artikel yang ditulis di belahan dunia lain dapat dibaca dengan relatif mudah karena terobosan ini. Mengingat peningkatan permintaan yang signifikan,

2.3 Dasar Teori Komponen

2.3.1 Panel Surya

Panel Surya merupakan komponen yang dapat digunakan dalam mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan yang disebut photovoltaic. Photovoltaik merupakan bidang teknologi dan penelitian yang berkaitan dengan penerapan sel surya sebagai energi surya. Pada penelitian ini menggunakan panel surya dengan daya sebesar 400 Wp. Dengan menggunakan 4 panel surya yang rata-rata daya sebesar 100 Wp. Rata-rata arus dari panel surya sebesar 6,6 A. Menggunakan panel surya sebesar 400 Wp untuk mempercepat proses pengecasan pada baterai agar saat malam hari baterai dalam kondisi penuh dan dapat digunakan.



Gambar 2.1 Panel Surya

2.3.2 Sensor PZEM 004t

PZEM-004T adalah alat sensor yang berfungsi untuk mengukur parameter dari tegangan, arus, daya aktif, dan konsumsi daya (wh). Sistem kabel yang digunakan pada modul ini memiliki 2 bagian, yaitu dari kabel terminal masukan tegangan dan arus, serta kabel komunikasi serial. Berdasarkan pada kebutuhan, PZEM yang digunakan adalah tipe AC, dengan input sensor 5VDC dan pembacaan 0-230VAC.



Gambar 2.2 Sensor PZEM-004T

2.3.3 Modul Wifi NodeMCU ESP-32

Mikrokontroler ESP32 merupakan mikrokontroler SoC (*System on Chip*) terpadu dengan dilengkapi WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth versi 4.2, dan berbagai peripheral. ESP32 adalah chip yang cukup lengkap, terdapat prosesor, penyimpanan dan akses pada GPIO (*General Purpose Input Output*). ESP32 bisa digunakan untuk rangkaian pengganti pada Arduino, ESP32 juga dapat digunakan untuk keperluan website dan lebih mudah dibandingkan ESP-8266

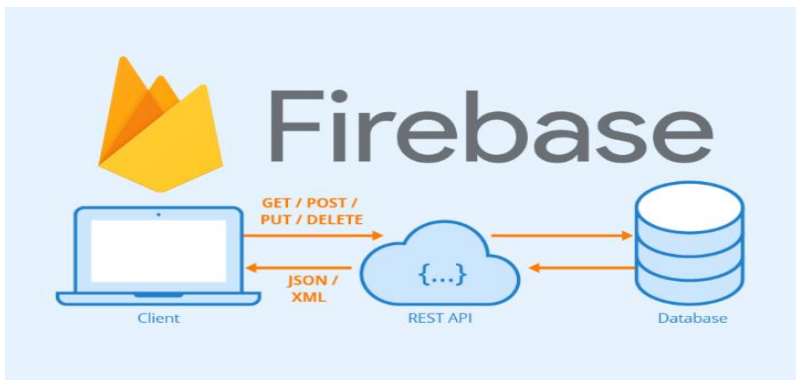


Gambar 2.3 NodeMCU ESP-32

SPESIFIKASI	
Chipset	ESP8266
Prosesor	32-bit Tensilica L106 RISC microprocessor yang berjalan pada kecepatan clock hingga 160 MHz.
WiFi	IEEE 802.11 b/g/n, mendukung mode AP, STA, dan AP+STA
Tegangan Operasi	3.3V
GPIO (General Purpose Input Output)	17 pin GPIO yang dapat digunakan untuk berbagai fungsi seperti I2C, SPI, UART, PWM, dan ADC

2.3.4 *Firestore*

Firestore adalah platform pengembangan aplikasi yang menyediakan berbagai layanan untuk memudahkan pengembangan dan pengelolaan aplikasi mobile dan web. Firestore sendiri memiliki beberapa fitur, salah satunya adalah fitur realtime database. Seperti namanya realtime database adalah fitur untuk membaca data yang dikirim melalui ESP32 lalu firestore menyinkron data tersebut secara realtime dengan klien yang sudah terhubung ke firestore.



Gambar 2.4 Server Firestore

2.3.5 Modul Relay 5V 1 Channel

Modul relay [17] yang dapat dilihat pada Gambar 2.6 adalah saklar mekanik yang dikendalikan atau dikontrol secara elektronik. Saklar yang dalam posisi OFF ke ON mengalami perubahan saat diberikan energi magnetik pada armatur relay. Saklar atau relay dikendalikan menggunakan tegangan listrik yang diberikan ke induktor pembangkit magnet untuk menarik tuas armatur pada saklar. Relay 5V DC memiliki kondisi kontak 3 posisi, ketiga posisi kontak ini akan berubah pada saat mendapat sumber tegangan pada elektromagnetnya. Ketiga posisi kontak pada relay adalah:

1. Normally Open, yaitu posisi kontak yang terhubung ke terminal NO (Normally Open). Kondisi ini terjadi pada saat kontak mendapat tegangan elektromagnet.
2. Normally Close, yaitu posisi kontak yang terhubung ke terminal NC (Normally Close). Kondisi ini terjadi pada saat kontak tidak mendapat sumber tegangan elektromagnet.
3. Change Over, yaitu kondisi perubahan kontak pada armatur yang berubah dari posisi NC ke NO ataupun dari posisi NO ke NC.)



Gambar 2.5 Relay 12 VDC

SPESIFIKASI	
Tegangan Operasi	5VDC
Kemampuan Kontak	Dapat mengontrol perangkat dengan arus hingga 10A pada 250V AC atau 10A pada 30V DC
Antarmuka	Tiga pin (VCC, GND, IN) untuk mengontrol relay

LED indikator	Terdapat dua LED (merah dan hijau) yang menunjukkan status daya dan status aktif/inaktif relay
---------------	------------------------------------------------------------------------------------------------

2.3.6 Mitt App Inventor

MIT App Inventor adalah platform pengembangan aplikasi berbasis visual yang dikembangkan oleh Massachusetts Institute of Technology (MIT). Alat ini dirancang untuk memungkinkan pengguna, termasuk mereka yang tidak memiliki latar belakang pemrograman, untuk membuat aplikasi mobile untuk perangkat Android melalui antarmuka drag-and-drop yang intuitif. MIT App Inventor memanfaatkan konsep pemrograman blok, di mana komponen logika aplikasi direpresentasikan sebagai blok yang dapat disusun oleh pengguna untuk menciptakan fungsi aplikasi.



Gambar 2. 6 Aplikasi Mit App Inventor

2.3.7 Inverter

Inverter merupakan suatu rangkaian elektronika daya yang berfungsi mengkonversi daya listrik searah (Direct current/ DC) menjadi bentuk daya listrik bolak-balik (Alternating current/ AC).

Sebuah proses vital dalam berbagai aplikasi dari sistem energi terbarukan hingga cadangan daya dan pengendalian motor listrik. Komponen inti dari inverter mencakup sumber daya input DC, yang biasanya berasal dari baterai atau panel surya, serta saklar semikonduktor seperti Transistor Bipolar dengan Gerbang Insulasi (IGBT) dan Transistor Efek Medan (MOSFET). Saklar semikonduktor ini beroperasi untuk mengalihkan arus dalam pola yang diperlukan untuk menghasilkan gelombang AC. Driver saklar mengendalikan saklar semikonduktor ini, memastikan mereka berfungsi pada frekuensi dan waktu yang tepat untuk membentuk gelombang AC yang stabil.

Penggunaan inverter dalam penelitian ini menggunakan inverter berjenis arus PSW (Pure Sine Wave) adalah inverter dengan pengubah DC to AC dengan gelombang yang dapat digunakan pada semua barang elektronik karena bentuk dari gelombang bolak balik dan sangat stabil. Berbeda dengan MSW (Modified Sine Wave) yang dimana inverter hanya mengubah tegangan DC to AC tetapi bentuk dari gelombang belum sepenuhnya stabil.



Gambar 2. 7 Inverter

2.3.8 Step-Down

Konverter step-down, juga dikenal sebagai buck converter, adalah jenis catu daya DC-DC yang digunakan untuk mengurangi tegangan input menjadi tegangan output yang lebih rendah. Dalam konteks ini, konverter step-down 12V ke 5V digunakan untuk mengubah tegangan 12V menjadi 5V, yang sering dibutuhkan oleh perangkat elektronik seperti mikroprosesor, sensor, dan modul komunikasi.

Prinsip kerja utama dari konverter step-down adalah pengubahan tegangan melalui saklar elektronika, di mana tegangan input (12V) disuplai ke saklar, yang kemudian dikendalikan untuk menghasilkan tegangan rata-rata yang lebih rendah pada output.



Gambar 2. 8 Step-Down 12 to 5VDC

SPESIFIKASI	
DAYA LCD	0,1 V
LCD MENAMPILKAN	0 V – 15 V
DAYA INPUT	12 V
DAYA OUTPUT	12V – 5V

2.3.9 Baterai

Baterai 12V 100Ah adalah jenis baterai dengan tegangan nominal 12 volt dan kapasitas 100 ampere-jam (Ah). Kapasitas ini menunjukkan bahwa baterai dapat menyediakan arus 100 ampere selama satu jam, atau setara dengan menyediakan 1 ampere selama 100 jam. Baterai ini umumnya digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan penyimpanan energi yang cukup besar, seperti sistem tenaga surya, kendaraan listrik, sistem cadangan daya, dan aplikasi kelautan.



Gambar 2. 9 Baterai 12v 100Ah

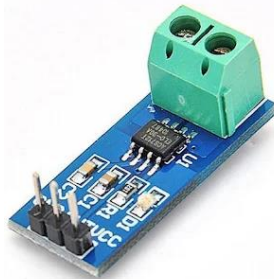
SPESIFIKASI	
VOLT	12V
KAPASITAS	100 Ah
TERMINAL	L/O
BERAT	29 Kg
Terminal size	T19

2.3.10 ACS-712 (30A)

ACS712 adalah sebuah sensor arus berbasis efek Hall yang digunakan untuk mengukur arus listrik AC atau DC dengan cara non-invasif. Prinsip kerja ACS712 melibatkan efek Hall, di mana perubahan medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik yang mengalir melalui

konduktor akan diubah menjadi tegangan yang proporsional dengan arus tersebut.

ACS712 terdiri dari tiga komponen utama: jalur konduktor utama, elemen Hall, dan sirkuit penguat serta penyaring. Jalur konduktor adalah tempat arus mengalir dan medan magnet dihasilkan. Elemen Hall mendeteksi medan magnet ini, sementara sirkuit penguat mengubah tegangan Hall yang sangat kecil menjadi sinyal analog yang mudah dibaca oleh mikrokontroler. Sinyal ini bervariasi dari 0V hingga 5V, dengan nilai tengah (2,5V) menunjukkan arus nol.



Gambar 2. 10 ACS-712

SPESIFIKASI	
Chip Utama	ACS712 (produksi Allegro Microsystems)
Tegangan Operasi	5V
Keakuratan	$\pm 1.5\%$ pada suhu 25°C
Proteksi	Perlindungan internal terhadap kelebihan arus
Interface	3 pin (VCC, GND, OUT)

2.3.11 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah salah satu papan mikrokontroler dalam keluarga Arduino yang didasarkan pada mikroprosesor ATmega2560. Papan ini dirancang untuk proyek yang memerlukan lebih banyak input/output (I/O) dibandingkan papan Arduino lainnya, seperti Arduino Uno.

Keunggulan utama dari Arduino Mega 2560 adalah jumlah pin I/O yang banyak dan kapasitas memori yang lebih besar dibandingkan dengan papan Arduino lainnya. Hal ini memungkinkan pengembangan proyek yang lebih kompleks dan skala besar.



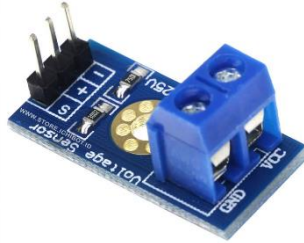
Gambar 2. 11 Arduino Mega 2560

SPESIFIKASI	
Chip Mikrokontroler	ATmega256
Jenis IC	SMD
Pin Digital	54
PIN PWM	15
PIN ANALOG	15
MEMORI FLASH	256 KB
sRAM	8 KB

2.3.12 Sensor Tegangan

Sensor tegangan DC adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengukur tegangan listrik searah (DC) dan mengubahnya menjadi sinyal yang dapat diproses oleh mikrokontroler atau sistem pengolahan data lainnya. Rasio tegangan 0-25VDC dengan input 5VDC.

Prinsip kerja sensor tegangan DC umumnya melibatkan pembagian tegangan atau pengukuran langsung menggunakan pengubah tegangan (voltage divider) atau konverter analog-ke-digital (ADC). Tegangan input yang diukur dialirkan melalui sensor, di mana nilai tegangan ini diturunkan atau diubah ke dalam bentuk sinyal analog yang proporsional. Sinyal analog ini kemudian dapat diubah menjadi nilai digital oleh ADC yang terintegrasi dalam mikrokontroler untuk analisis lebih lanjut.



Gambar 2. 12 sensor tegangan

SPESIFIKASI	
Tegangan input	0-25v DC
Tegangan deteksi	0.02445-25v DC
Ketelitian pengukuran	0.00489v
Ukuran	25x13mm

2.3.13 Generator

Generator adalah sebuah perangkat yang berfungsi mengubah energi mekanik menjadi energi listrik melalui proses induksi elektromagnetik. Generator memanfaatkan prinsip kerja dari hukum Faraday tentang induksi elektromagnetik, di mana perubahan fluks magnetik dalam sebuah konduktor akan menghasilkan arus listrik. Generator dapat dibedakan menjadi dua jenis utama, yaitu generator arus searah (DC) dan generator arus bolak-balik (AC). Dalam penelitian ini menggunakan generator set sebesar 6,6kVA.



Gambar 2. 13 Generator

~Halaman ini sengaja dikosongkan~