

BAB II

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Untuk memperkaya penelitian, peneliti terlebih dahulu mencari referensi penelitian serupa sebelumnya. Berikut ini adalah penelitian-penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian yang dilakukan:

Penelitian Mukhamad Khumaidi Usman [4] pada jurnalnya membahas tentang analisis intensitas cahaya terhadap energi listrik yang dihasilkan panel surya. Penelitian ini membahas tentang simulasi sel surya dengan menggunakan Solar Emulator dengan sel surya jenis polycrystalline daya keluaran maksimal 10 WP. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan pengaruh intensitas cahaya terhadap hasil energi listrik. Metode penelitian yaitu mengukur intensitas matahari dengan menggunakan alat lux meter dan arus listrik yang dihasilkan dari panel surya.

Penelitian Krismadinata dkk, [5] pada jurnalnya membahas mengenai perancangan, pembuatan dan pengujian suatu purwarupa sistem *monitoring* simulator modul surya. Penelitian ini bertujuan untuk karakteristik dari modul surya seperti arus, tegangan dan daya saat hubung-singkat dan rangkaian terbuka yang dipengaruhi oleh pancaran cahaya pada permukaan modul surya dan suhu di sekitar panel. Hasil dari pengujian menyatakan bahwa semakin besar intensitas cahaya yang diperoleh panel. Maka, semakin besar pula suhu dan tegangan yang dihasilkan. Begitupun sebaliknya.

Penelitian Salsabila Ulfah Tian [6] pada penulisan proyek akhir mengenai prototipe sistem *monitoring* parameter pembangkit listrik tenaga surya berbasis internet of things (IoT). Proyek akhir ini membuat prototipe sistem *monitoring* panel surya menggunakan teknologi GSM/GPRS sebagai pengirim serta berbasis website yang dapat menampilkan output berupa tabel, grafik, dan dapat diunduh dengan format excel.

Penelitian Partaonan Harahap [7] pada Jurnal artikel yang berjudul pengaruh temperatur permukaan panel surya terhadap daya yang dihasilkan dari berbagai jenis sel surya memaparkan bahwa beberapa faktor yang mempengaruhi peningkatan daya yang dihasilkan yaitu suhu permukaan panel surya sangat mempengaruhi efisiensi yang dihasilkan oleh panel surya yang artinya semakin rendah suhu permukaan maka efisiensi panel akan meningkat dan sebaliknya.

Penelitian Januar Muhamad Ramadhan [8] pada thesis yang dibuat dengan judul Pengembangan prototipe sistem *monitoring* kinerja untuk pembangkit listrik tenaga surya menggunakan protokol komunikasi MQTT berbasis *Internet of Things* mengimplementasikan protokol MQTT dengan platform google cloud sebagai web server dan *publisher*. Penelitian ini menggunakan komponen ESP32 sebagai media transmisi data. Dari hasil tersebut, proses pengukuran dan pemantauan kinerja PLTS secara akurat dapat berjalan secara *real-time*.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian yang Menjadi Tinjauan Pustaka

No	Nama Peneliti	Metode yang digunakan	Metode yang dikembangkan
1	Mukhamad Khumaidi Usman	<ul style="list-style-type: none"> • Simulasi Solar Simulator • Panel <i>Poly-crystalline</i> 10 Wp 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengukuran Intensitas cahaya
2	Krismadinata*, Aprilwan, Ali Basrah Pulungan	<ul style="list-style-type: none"> • Simulasi dengan lampu halogen • Panel <i>Poly-crystalline</i> • Penggunaan Zigbee 	<ul style="list-style-type: none"> • Variasi Iradiasi pada lampu hologen
3	Salsabila Ulfah Tian	<ul style="list-style-type: none"> • Panel <i>Poly-crystalline</i> 50 Wp • Perancangan dan Simulasi • Sensor Tegangan, arus dan Intensitas cahaya 	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan <i>website</i> sebagai <i>database</i> • Protokol <i>http</i> • GSM/GPRS
4	Partaonan Harahap	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan berbagai jenis panel dengan merk berbeda 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengukuran Temperatur permukaan panel
5	Januar Muhamad Ramadhan	<ul style="list-style-type: none"> • Perancangan sistem <i>monitoring</i> online 	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan protokol MQTT • ESP 32

2.2 DASAR TEORI

Teori-teori pokok yang berisi landasan bagi teori-teori lainnya terdapat pada sub-bab skripsi ini.

2.2.1 Panel Surya

Panel surya atau disebut juga dengan solar panel adalah panel yang terdiri dari sel surya atau photovoltaic yang memiliki fungsi menyerap energi matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik. Proses perubahan sinar matahari menjadi listrik dimungkinkan karena bahan penyusun sel surya adalah semikonduktor. Terdapat dua jenis semikonduktor yaitu tipe-n dan tipe-p. Semikonduktor tipe-n adalah semikonduktor yang kelebihan elektron sehingga bermuatan negatif. Sedangkan semikonduktor tipe-p memiliki kelebihan lubang sehingga disebut p karena kelebihan muatan positif. Panel surya memiliki jenis daya yang bervariasi yaitu 20 Wp, 30 Wp, 50 Wp, 80 Wp dan 100 Wp dengan dimensi ukuran yang berbeda-beda. Ada beberapa jenis panel surya diantaranya:

2.2.1.1 Monokristal (*mono-crystalline*)

Panel surya monocrystalline terbuat dari silikon tunggal (mono). Panel ini menghasilkan daya listrik per satuan luas dan memiliki efisiensi yang tinggi untuk saat ini sehingga daya yang dihasilkan paling tinggi dari jenis lain untuk saat ini. Memiliki rasio efisiensi 14% hingga 22%. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan bekerja dengan baik di tempat dengan sedikit sinar matahari (tempat teduh) dan memiliki warna yang cenderung hitam yang lebih gelap.

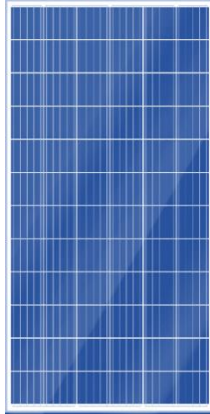


Gambar 2.1 Panel Surya Monokristal

2.2.1.2 Polikristal (*poly-crystalline*)

Panel surya ini memiliki susunan kristal acak terbuat dari campuran jenis-jenis silikon. Jenis polikristalin membutuhkan area yang lebih besar daripada jenis

monokristalin untuk menghasilkan daya listrik yang sama, tetapi dapat menghasilkan listrik pada hari berawan. Rasio efisiensi kinerja 12% hingga 16%. Memiliki warna yang cenderung biru yang lebih gelap.



Gambar 2.2 Panel Surya Polikristal

2.2.1.3 Silika Amorf (*Amorphous silicon*)

Merupakan panel surya silikon jenis amorf yang sering dijumpai pada kalkulator. *Amorphous* adalah teknologi paling sederhana dan termurah untuk panel surya. Tingkat efisiensinya masih jauh lebih rendah dari monokristalin dan polikristalin, hanya 6%, tetapi dapat bekerja dalam kondisi yang sangat mendung. Sering digunakan pada peralatan dengan daya rendah karena output yang dihasilkan panel ini terbilang rendah[9].

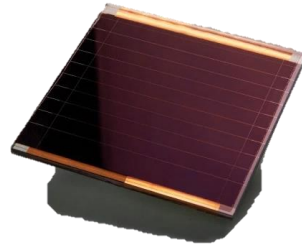


Gambar 2.3 Panel Surya Silika Amorf

2.2.1.4 Perovskite

Panel jenis ini terbuat dari campuran bahan kimia basah disetiap sel yang masih dalam tahap pengembangan dan diperkirakan memiliki tingkat efisiensi lebih tinggi dibandingkan jenis monokristal yaitu kisaran 25,7% panel tunggal tergantung pada setiap produsen yang akan terus berkembang disetiap tahunnya. Penggunaan bahan perovskite pada bagian spektrum matahari yang sangat efisien dalam penyerapan energi dibandingkan panel bahan silikon yang merupakan faktor yang

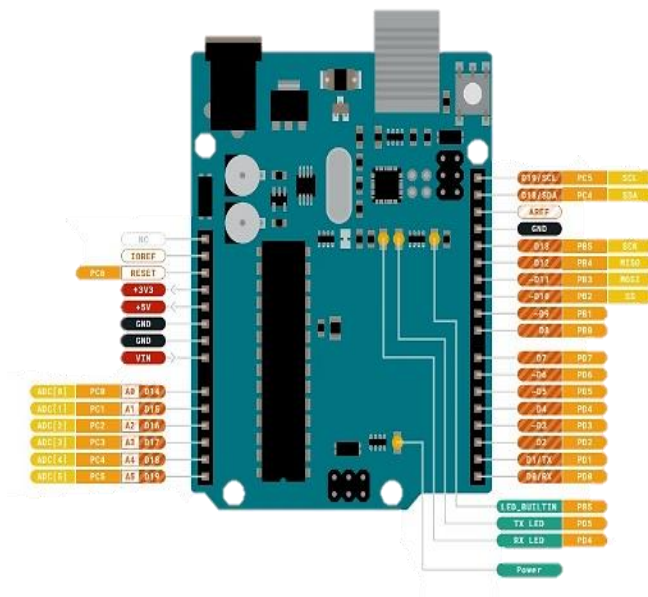
mengungguli teknologi saat ini. Panel surya perovskite akan banyak diimplementasikan kedepannya pada teknologi di sektor bergerak, tanggap bencana, dan operasi pertahanan dikarena dapat dibuat menjadi perangkat panel surya yang fleksibel dan ringan dengan rasio daya terhadap berat yang tinggi [10].



Gambar 2.4 Panel Surya Perovskite

2.2.2 Arduino Uno

Arduino uno merupakan perangkat *minimum system* yang dilengkapi dengan mikroprosesor Atmega328 yang terintegrasi CPU, memori, I/O dalam *single board* dengan 14 pin I/O digital dan 6 pin *input* analog. Catu daya arduino uno bisa didapatkan melalui DC *port* maupun USB dengan tegangan 6 - 20 Volt. Namun, jika disuplai dengan kurang dari 7V, pin 5V dapat memasok kurang dari lima volt dan papan dapat menjadi tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12V regulator tegangan dapat menjadi terlalu panas dan merusak *board*.



Gambar 2.5 Arduino Uno R3 [11].

Bahasa pemrograman yang dipakai dalam Arduino bukan bahasa *assembler* yang relatif sulit, melainkan bahasa pemrograman C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (*libraries*) Arduino [11].

Tabel 2.2 *Pinout* Arduino uno

Pin	Function	Type	Deskripsi
1	NC	NC	Tidak terhubung
2	IOREF	IOREF	Referensi untuk logika digital V - terhubung ke 5V
3	Reset	Reset	Reset
4	+3V3	<i>Power</i>	+3V3 <i>Power Rail</i>
5	+5V	<i>Power</i>	+5V <i>Power Rail</i>
6	GND	<i>Power</i>	<i>Ground</i>
7	GND	<i>Power</i>	<i>Ground</i>
8	VIN	<i>Power</i>	<i>Voltage Input</i>
9-12	A0 – A3	Analog/GPIO	Analog <i>input</i> 0 - 3/GPIO
13	A4/SDA	Analog <i>input</i> /I2C	Analog <i>input</i> 4/I2C <i>Data line</i>
14	A5/SCL	Analog <i>input</i> /I2C	Analog <i>input</i> 5/I2C <i>Clock line</i>
15-24	D0 - D9	Digital/GPIO	Digital pin 0 - 9/GPIO
25	SS	Digital	<i>SPI Chip Select</i>
26	MOSI	Digital	<i>SPI1 Main Out Secondary In</i>
27	MISO	Digital	<i>SPI Main In Secondary Out</i>
28	SCK	Digital	<i>SPI serial clock output</i>
29	GND	<i>Power</i>	<i>Ground</i>
30	AREF	Digital	Analog <i>reference voltage</i>
31	A4/SD4	Digital	Analog <i>input</i> 4/I2C <i>Data line (duplicated)</i>
32	A5/SD5	Digital	Analog <i>input</i> 5/I2C <i>Clock line (duplicated)</i>

2.2.3 MAX471

Modul IC MAX471 adalah chip elektronik yang digunakan pada sensor arus dan tegangan DC. MAX471 dapat kompatibel dengan arduino dengan masukan 5V. Modul ini memiliki banyak pin yang disertakan seperti GND (*ground*) dengan semua arus terhubung ke titik yang sama. Vout terhubung ke sisi beban yang tinggi

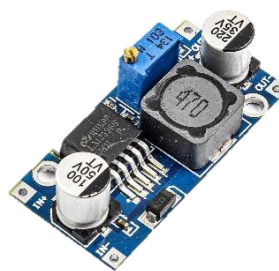
dan V_{in} harus terhubung ke terminal positif dari sumber tegangan (dari 5V ke 25V). Pin VT sebagai pin sensor tegangan dan AT sebagai pin sensor arus. Modul ini tidak memerlukan pasokan tegangan khusus, karena sudah dilengkapi dengan fitur suplai tegangan fleksibel untuk bekerja dari 5 V ~ 36 V DC. Adan dapat mendeteksi arus hingga 3 A. Jika ingin melebihi batas limit arus. maka diharuskan menggunakan 2 modul max471 secara paralel[12].



Gambar 2.6 Modul MAX471

2.2.4 Buck Converter (LM2596)

Buck converter adalah alat yang berfungsi untuk mengubah *input* Tegangan DC menjadi *output* Tegangan DC *setpoint*. *Buck converter* dapat digunakan untuk mengatur tegangan yang tidak stabil menjadi tegangan yang stabil sesuai dengan kebutuhan pengguna. Dengan keunggulan yang mampu menggerakkan beban 3A dengan efisiensi tinggi, riak rendah serta pengaturan saluran dan beban yang sangat baik. memiliki jumlah minimum komponen eksternal, regulator mudah digunakan dan mencakup kompensasi frekuensi internal dan osilator frekuensi tetap. [13].



Gambar 2.7 Buck Converter (Step-Down)

2.2.5 SIM800L

Merupakan modul GSM/GPRS *quad-band*, yang bekerja pada frekuensi GSM850MHz, EGSM900MHz, DCS1800MHz dan PCS1900MHz. SIM800L memiliki fitur GPRS *multi-slot* kelas 12/ kelas 10 (opsional) dan mendukung skema pengkodean GPRS CS-1, CS-2, CS-3 dan CS-4. Dengan konfigurasi kecil

15.8*17.8*2.4mm, SIM800L dapat memenuhi hampir semua kebutuhan ruang dalam aplikasi pengguna, seperti IoT, PDA, dan perangkat seluler lainnya. SIM800L memiliki 88 pin *pad* LGA, dan dapat terhubung ke semua antarmuka perangkat keras antara modul dan papan pelanggan. modul SIM800 bekerja dengan rentang tegangan 3,4 – 4,4V. Sebuah tegangan yang ‘melingkupi’ di papan Arduino tidak tersedia level tegangan ini. Yang ada hanya level tegangan 3,3V dan 5V. Dengan demikian, harus menyediakan *power supply* tambahan yang menyediakan level tegangan 3,4 – 4,4V.

Modul SIM800L dapat dikomunikasikan dengan *serial port* menggunakan *AT Command*. *AT command* merupakan kepanjangan dari *Attention Command*, dan selalu digunakan untuk memulai pengiriman baris perintah dari *Terminal Equipment* (TE) kepada *Terminal Adaptor* (TA). Contoh TE adalah komputer, sedangkan contoh TA adalah *GSM Data Card*. Baris perintah terdiri dari karakter *string* (*alphanumeric*) yang dikirimkan kepada modem untuk melakukan perintah tertentu [14].



Gambar 2.8 SIM800L Pinout^[15]

SIM800L menggunakan LED sebagai indikator kerja jaringan selular pada. Ada 3 status yang menampilkan keadaan modul yaitu:

1. Kedip setiap 1 detik: menandakan modul berkerja tetapi belum membuat koneksi ke jaringan selular.
2. Kedip setiap 2 detik : Menandakan sambungan data GPRS yang diminta aktif.
3. Kedip setiap 3 detik : Menandakan Modul telah melakukan kontak dengan jaringan seluler & dapat mengirim/menerima suara dan SMS.
4. Kedip setiap 7/11 detik : Menandakan modul tidak menerima cukup tegangan/arus.

2.2.6 DS18B20

DS18B20 adalah sensor suhu digital dengan kemampuan untuk mengukur suhu dari 9 bit hingga 12 bit Celcius dan memiliki fungsi alarm dengan titik pemicu tinggi dan rendah. DS18B20 berkomunikasi melalui bus 1 kawat (*one-wire*) dengan hanya memerlukan satu jalur data (dan *ground*) untuk berkomunikasi dengan mikroprosesor pusat dengan kisaran suhu operasi -55°C hingga $+125^{\circ}\text{C}$, dan akurasi $0,5^{\circ}\text{C}$ dalam -10°C ke kisaran $+85^{\circ}\text{C}$. Selain itu, DS18B20 dapat ditenagai langsung dari jalur data (daya parasit) yang menghilangkan kebutuhan akan sumber daya eksternal. Setiap sensor memiliki kode serial 64-bit unik yang memungkinkan beberapa DS18B20 beroperasi pada bus 1-kawat yang sama [16].



Gambar 2.9 Sensor DS18B20

2.2.7 AT-COMMAND

AT Command adalah instruksi yang digunakan untuk mengontrol modem. AT adalah singkatan dari Attention yang setiap baris perintah dimulai dengan "AT" atau "at". Banyak perintah yang digunakan untuk mengontrol modem. *Command* ini berasal dari Hayes *command* yang digunakan oleh modem pintar Hayes. Hayes *command* dimulai dengan AT untuk menunjukkan tugas kepada modem. modem dial up dan nirkabel (perangkat yang melibatkan komunikasi mesin ke mesin) memerlukan *AT command* untuk berinteraksi dengan komputer. Ini termasuk Hayes *command* yang ditetapkan sebagai *subset*, bersama dengan *AT command* tambahan lainnya seperti ATD (Dial), ATA (*Answer*), ATH (*Hook control*), ATO (*Return to online data state*). Selain kumpulan perintah AT yang umum ini, modem GSM/GPRS dan ponsel juga mendukung kumpulan *AT command* yang khusus untuk teknologi GSM [17].

2.2.8 Thingspeak

Thingspeak adalah layanan platform analitik IoT yang berfungsi sebagai pengumpul data yang berasal dari perangkat node berupa sensor-sensor yang sudah terhubung ke internet yang melalui API *gateway*.



Gambar 2.10 Logo Thingspeak

Thingspeak juga memungkinkan pengguna menggabungkan, memvisualisasikan, menganalisis aliran data langsung di *cloud*, notifikasi, kontrol dan analisis historis data. Beberapa kemampuan utama ThingSpeak mencakup kemampuan untuk:

1. Menggunakan *Open API* yang memudahkan akses ke saluran
2. Konfigurasi perangkat dengan mudah untuk mengirim data ke ThingSpeak menggunakan protokol IoT populer.
3. Memvisualisasikan data sensor secara *real-time*.
4. Menggabungkan data sesuai permintaan dari sumber pihak ketiga.
5. Penggunaan MATLAB untuk memahami data IoT pengguna.
6. Dapat menjalankan analitik IoT pengguna secara otomatis berdasarkan jadwal atau acara.
7. Membuat prototipe dan membangun sistem IoT tanpa menyiapkan server atau mengembangkan perangkat lunak web.
8. Secara otomatis bertindak berdasarkan data pengguna dan dapat berkomunikasi menggunakan layanan pihak ketiga [18].

2.2.9 MIT App Inventor

App Inventor merupakan sebuah aplikasi web *open source* yang pada awalnya disediakan oleh Google dan sekarang dikelola oleh *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). MIT App Inventor adalah platform yang memudahkan proses pembuatan aplikasi sederhana tanpa harus mempelajari atau menggunakan bahasa pemrograman yang terlalu banyak. pengguna dapat mendesain aplikasi android sesuai keinginan dengan menggunakan berbagai macam *layout* dan komponen yang tersedia.



Gambar 2.11 Logo MIT App Inventor

Dengan *app inventor blocks* editor, tempat merakit blok program yang menentukan bagaimana komponen harus berperilaku. pengguna merakit program secara visual, menyatukan potongan-potongan blok seperti potongan *puzzle* dari koding berbasis teks ke dalam bentuk visual. Aplikasi yang telah dibuat bisa langsung dibuild menjadi apk dan bisa menggunakan fitur simulator untuk pengujian aplikasinya [19].

2.2.10 Termometer Alkohol

Termometer alkohol adalah alat pengukur suhu berbahan kaca yang menggunakan alkohol sebagai media pengukur alternatif dari termometer air raksa dengan fungsi yang sama. Thermometer ini memiliki batasan pengukuran sebesar - 20 °C hingga 100 °C



Gambar 2.12 Thermometer alkohol