

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 Landasan Teori

Landasan teori ini akan membahas tentang penelitian yang telah dilakukan sebelumnya sebagai acuan dalam pengembangan metode yang ingin dirancang. Landasan teori pada tugas akhir ini yaitu sebagai berikut.

2.1.1 Pelatihan dan Implementasi Teknologi Tenaga Surya Untuk Pompa Air Tanaman Hidroponik

Penelitian terdahulu oleh Albert Gunadhi dkk pada tahun 2023 dengan judul “Pelatihan dan Implementasi Teknologi Tenaga Surya Untuk Pompa Air Tanaman Hidroponik” menggunakan komponen seperti panel surya, *Solar Charger Controller*, baterai, dan inverter. Pembuatan Modul Tutorial materi pengabdian masyarakat dibuat dalam bentuk power point. Tutorial dibuat untuk mempermudah pengertian warga tentang panel surya dan instalasinya. Materi pengenalan sistem panel surya terdiri dari panel surya, accu, inverter yang dibutuhkan untuk beban AC seperti pompa air hydroponic, BCR untuk mengontrol batas arus yang masuk dari panel surya dan yang dikeluarkan untuk beban pompa air. Materi analisa perhitungan disertakan untuk menambah wawasan peserta dalam merancang sistem panel surya sesuai dengan besar beban yang digunakan. Beban terdiri dari 2 pompa hidroponik masing – masing mempunyai daya 15 Watt dan 38 Watt, sehingga daya total beban 53 Watt yang harus aktif selama 8 jam dengan tegangan kerja pompa hidroponik AC. Hasil bagi total daya terhadap tegangan menentukan besar minimal Accu yang dibutuhkan yaitu sebesar 40AH, Inverter 100W, BCR 15A dan panel surya 150Wp[7].

2.1.2 Pemanfaatan Tenaga Surya Pada Photovoltaic Jenis Polycrystalline Untuk Catu Daya Tanaman Hidroponik

Penelitian terdahulu oleh Samsurizal dkk pada tahun 2021 dengan judul “Pemanfaatan Tenaga Surya Pada Photovoltaic Jenis Polycrystalline Untuk Catu Daya Tanaman Hidroponik” menggunakan komponen seperti panel surya, *Solar Charger Controller*, baterai, inverter, dan pompa air hidroponik. Dalam penelitian pemanfaatan energi listrik tenaga surya jenis polycrystalline sebagai catu daya pada

tanaman hidroponik, dengan menggunakan energi matahari sebagai sumber energi terbarukan lalu dikonversi menjadi energi listrik (photovoltaic) yang digunakan untuk pompa air yang berfungsi menyalurkan air ke tanaman hidroponik. Akan tetapi sebelum dihubungkan ke pompa air, energi matahari yang telah dirubah menjadi energi listrik selanjutnya harus dikonversi dahulu ke listrik AC dengan menggunakan alat yang dinamakan inverter. Pada penelitian ini kita menggunakan sudut kemiringan 35° . Penempatan sudut juga berpengaruh pada hasil atau besar luaran energi yang dihasilkan oleh PLTS[8].

2.1.3 Pembuatan Instalasi Panel Surya Pada Sistem Hidroponik Di Desa Dalam Kaum

Penelitian terdahulu oleh Iklas Sanubary dkk pada tahun 2021 dengan judul “Pembuatan Instalasi Panel Surya Pada Sistem Hidroponik Di Desa Dalam Kaum” menggunakan komponen seperti panel surya, *Solar Charger Controller*, baterai, dan pompa air DC. Peserta dari kegiatan sosialisasi ini adalah kelompok petani hidroponik di Desa Dalam Kaum. Kegiatan ini bertujuan untuk mengenalkan sistem hidroponik tenaga surya. Pada kegiatan ini juga mitra diajarkan cara menggunakan dan cara perawatan instalasi panel surya. Mitra diharapkan dapat mengaplikasikan sistem hidroponik tenaga surya, sehingga dapat membantu dalam menyelesaikan permasalahan yang dihadapi mitra selama ini. Berdasarkan evaluasi kegiatan sosialisasi diperoleh hasil bahwa 6 orang peserta menyatakan kegiatan sosialisasi sangat baik, 3 orang peserta menyatakan kegiatan sosialisasi baik, dan 1 peserta menyatakan kegiatan sosialisasi cukup baik. Hasil ini menunjukkan tingkat pemahaman peserta terhadap kegiatan sosialisasi sudah baik[9].

2.1.4 Automatic Solar Hidroponik Berbasis Energi Surya dengan Kontrol pH dan Nutrisi guna Meningkatkan Produktivitas Kelompok Hidroponik Simomulyo, Kota Surabaya

Penelitian terdahulu oleh Feby Agung Pamuji dkk dengan judul “Automatic Solar Hidroponik Berbasis Energi Surya dengan Kontrol pH dan Nutrisi guna Meningkatkan Produktivitas Kelompok Hidroponik Simomulyo, Kota Surabaya” menggunakan

komponen seperti panel surya, *Solar Charger Controller*, baterai, inverter, Arduino Uno, pompa air DC, relay, dan sensor pH. Target yang hendak dicapai pada pengabdian masyarakat ini adalah membentuk pemahaman dan pola pikir masyarakat mengenai pemanfaatan energi baru terbarukan sehingga masyarakat akan berpindah dari energi konvensional ke energi terbarukan. Selanjutnya, membuat alat hidroponik bertenaga matahari yang siap diterapkan di Kawasan Kelompok Hidroponik Simomulya. Capaian terhadap target luaran tersebut sudah terpenuhi [10].

2.1.5 Pengembangan Sistem Hidroponik Otomatis-Modern Berbasis Panel Surya dan Baterai

Penelitian terdahulu oleh Luthfansyah Mohammad dkk dengan judul “Pengembangan Sistem Hidroponik Otomatis-Modern Berbasis Panel Surya dan Baterai” menggunakan komponen seperti panel surya, baterai, nodemcu ESP32, modul real time clock, dan sensor pH. Data yang dijadikan acuan (variabel proses kontrol) dari sistem kontrol hidroponik adalah nilai PPM dan pH. Pengujian total dilakukan dengan kondisi awal wadah utama yang kosong. Selanjutnya sensor akan mengukur level air, kualitas PPM, dan level pH. Terdapat empat buah aktuator yang bekerja untuk variabel PPM dan pH. Aktuator tersebut berupa pompa valve yang berada di dalam dua buah botol nutrisi dan dua buah botol pH. Pada proses pencampuran larutan, dibutuhkan setidaknya 3 menit agar larutan dapat tercampur dengan baik pada wadah utama. Selanjutnya, sistem akan bekerja kembali dengan mengukur nilai variabel dan aktuator akan beroperasi sesuai dengan hasil pembacaan. Pada rata-rata pengujian, setidaknya sistem membutuhkan waktu 15 menit untuk memperbaiki kualitas nutrisi dan menyeimbangkan nilai pH sesuai dengan setting point. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino nano. Relay modul delapan pin juga digunakan untuk melakukan switching aktuator. Sebagai tindakan preventif ketika baterai tidak terisi penuh, sistem juga dilengkapi dengan power supply DC 12 V yang dapat disambung dengan jaringan listrik AC 220V [11].

Berdasarkan jurnal yang sudah disebutkan diatas, maka terdapat perbedaan antara penelitian yang sudah ada sebelumnya dengan tugas akhir yang dibuat. Tabel 2.1 menunjukkan perbandingan jurnal penelitian yang sudah ada sebelumnya dengan tugas akhir yang dibuat.

Tabel 2. 1 Perbandingan Tinjauan Pustaka

No .	Sumber	Judul Penelitian	Komponen Inti	Kesimpulan
1	Albert Gunadhi dkk, 2021	Pelatihan dan Implementasi Teknologi Tenaga Surya Untuk Pompa Air Tanaman Hydroponik	Panel surya, <i>Solar Charger Controller</i> , baterai, dan inverter.	Pengabdian masyarakat dengan topik Instalasi pompa air untuk tanaman hidroponik dengan menggunakan energy panel surya dapat direalisasikan di RT03 RW03 Kelurahan Tambakrejo. Pelaksanaan dilakukan 2 kali, pertama dengan menggunakan zoom untuk pemaparan materi pengenalan sistem panel surya dan analisa perhitungan Implementasi panel surya untuk pompa air hydroponic.
2	Samsurizal dkk, 2022	Pemanfaatan Tenaga Surya Pada Photovoltaic Jenis Polycrystalline Untuk Catu	Panel surya, <i>Solar Charger Controller</i> , baterai, inverter, dan pompa	Dari pengujian dan perancangan yang dilakukan semua sistem dapat bekerja dengan baik. Konversi energi listrik dengan

		Daya Tanaman Hidroponik	air hidroponik	memanfaatkan sumber energi matahari dapat menghidupkan pompa air pada tanaman hidroponik, dengan beban yang digunakan hanya pompa listrik sebesar 20 watt, dapat disimpulkan bahwa Total kebutuhan energi listrik adalah sebesar 480 Wh/hari, namun jika memperhitungkan cadangan energi listrik 30% dan rugi-rugi sistem 30%. DOD (Depth of Discharge) pada battery bernilai 80 % atau (0,8) maka PLTS hanya dapat menyuplai beban selama 5 – 6 jam.
3	Iklas Sanubary dkk, 2020	Pembuatan Instalasi Panel Surya Pada Sistem Hidroponik di Desa Dalam Kaum	Panel surya, <i>Solar Charger Controller</i> , baterai, dan pompa air DC.	Kegiatan yang dilaksanakan pada PKM ini meliputi pembuatan instalasi panel surya dan sosialisasi sistem hidroponik tenaga

				surya. Transfer ipteks pada mitra berupa cara menggunakan dan merawat instalasi panel surya pada sistem hidroponik.
4	Feby Agung Pamuji dkk, 2022	Automatic Solar Hidroponik Berbasis Energi Surya dengan Kontrol pH dan Nutrisi guna Meningkatkan Produktivitas Kelompok Hidroponik Simomulyo, Kota Surabaya	Panel surya, <i>Solar Charger Controller</i> , baterai, inverter, Arduino Uno, pompa air DC, relay, dan sensor pH.	Tim berhasil mengaplikasikan sistem <i>automatic solar hidroponik</i> kepada mitra yaitu kawasan kelompok hidroponik Simomulya. Rangkaian alat telah bekerja sesuai dengan hasil yang diharapkan. Pohak kelompok hidroponik Simomulya dan masyarakat sekitar telah memahami tentang kondisi energi di Indonesia saat ini sehingga mereka telah tersadarkan akan pentingnya pemanfaatan sumber energi terbarukan seperti energi panas matahari.

5	Luthfansyah Mohammad dkk, 2019	Pengembangan Sistem Hidroponik Otomatis- Modern Berbasis Panel Surya dan Baterai	Panel surya, <i>Solar Charger Controller</i> , baterai, ESP32, <i>real time clock</i> , pompa air DC, lampu LED DC, relay, dan sensor pH.	Seluruh pengujian dilakukan guna mengetahui respons sistem terhadap setting point. Sistem yang diuji meliputi sensor, aktuator, dan modul referensi proses lainnya. Hasil pembacaan menunjukkan bahwa seluruh sensor yang digunakan memiliki error tidak lebih dari 10,75%, dengan tingkat akurasi kerja aktuator yang mencapai 100%. Siklus kerja pompa dan durasi penyinaran lampu ultraviolet juga dapat beroperasi sesuai dengan penjadwalan waktu yang dikehendaki. Pada sisi energi listrik, panel surya dapat menghasilkan keluaran daya listrik yang tidak kurang dari estimasi dan baterai mampu
---	--------------------------------------	---	---	---

				menyimpan energi sesuai dengan kebutuhan sistem selama satu hari.
6	Muhammad Hanif As'ad, 2024	Rancang Bangun Monitoring Level pH Pada Sistem Hidroponik Panel Surya Hybrid Berbasis Blynk IoT	Panel surya, <i>Solar Charge Controller</i> , baterai, Stepdown LM2596, Nodemcu ESP32, Sensor DS18B20, Sensor pH, LCD Display, Pompa air.	Sistem tanam media hidroponik ini menggunakan pembangkit listrik tenaga surya <i>hybrid</i> sebagai sumber listrik ditambah dengan sensor pH untuk monitoring pH air dan sensor DS18B20 untuk monitoring suhu air berbasis Blynk IoT.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Energi Matahari

Matahari merupakan salah satu unsur iklim yang memengaruhi keadaan iklim atau cuaca yang dapat menghasilkan pancaran cahaya. Pancaran cahaya memiliki energi yang sangat besar yang dikenal dengan energi matahari. Energi matahari mempunyai peranan sangat penting dari berbagai sumber energi lain yang dimanfaatkan manusia. Matahari merupakan suatu massa gas yang sangat panas, dan diselimuti oleh suatu atmosfer surya yang terdiri dari gas-gas ringan dan tipis. Setiap tahunnya di wilayah khatulistiwa mempunyai potensi energi matahari yang cukup besar, dalam pemanfaatan energi matahari sebagai energi listrik alternatif merupakan hal penting dalam ketersediaan energi matahari. Salah satu pilihan energi masa yang akan datang adalah sumber energi matahari[16]. Penggunaan energi matahari ini juga akan menurunkan kadar emisi karbondioksida dan tentunya akan berpengaruh baik terhadap lingkungan. Pemanfaatan energi matahari ini digunakan dengan cara mengumpulkan panas matahari untuk menghasilkan

fluida panas (*steam*) yang diperoleh melalui radiasi sinar matahari sehingga dapat meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi emisi karbondioksida. Pemanfaatan sinar matahari juga dapat diterapkan dalam sistem bangunan ataupun rancang gedung sehingga dapat memanfaatkan energi dari matahari sebagai energi primer menjadi energi final yang langsung dapat dimanfaatkan (Pencahaya-an, Pemanasan air maupun sebagai energi listrik)[15].

2.2.2 Energi Angin

Angin merupakan suatu kumpulan udara yang mengalami pergerakan dikarenakan adanya suatu perbedaan tekanan yang berada di permukaan bumi. Angin akan bergerak dari daerah yang bertekanan tinggi menuju pada daerah yang bertekanan yang lebih rendah. Angin yang berhembus di bumi ini terjadi karena terdapat perbedaan penerima radiasi surya, sehingga menyebabkan adanya perbedaan dari suhu udara. Adanya perbedaan pada suhu yang mengakibatkan adanya tekanan yang berbeda dan menghasilkan suatu pergerakan pada udara. Perubahan suhu yang terjadi pada siang dan malam hari merupakan suatu bentuk gaya gerak utama sistem angin harian, karena perbedaan suhu yang kuat pada udara yang berhembus di darat dan laut maupun udara yang berhembus di dataran tinggi (pegunungan) dan dataran rendah (lembah)[25].

2.2.3 Hidroponik

Hidroponik merupakan cara tanam tanpa memerlukan lahan yang luas sehingga sangat cocok dibudidayakan pada daerah-daerah perkotaan. Salah satu teknik dalam penanaman hidroponik adalah dengan sistem aeroponik. Akan tetapi, penanaman hidroponik memiliki kelemahan antara lain diperlukan lingkungan yang sangat terkontrol untuk menjaga kesegaran tanaman dan menghindari penurunan hasil panen. Dengan kesibukan pelaku pertanian di daerah perkotaan, penerapan sistem penanaman hidropinik konvensional sulit dilakukan. Dengan demikian diperlukan suatu solusi untuk mengontrol kondisi tanaman secara otomatis sesuai dengan kebutuhan[19].

2.2.4 Internet of Things (IoT)

Internet of Things atau dikenal juga dengan singkatan IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. IoT

memungkinkan untuk pengguna dalam mengelola perangkat listrik yang digabungkan dengan internet agar mampu melakukan komunikasi dan bertukar informasi antar komputer selama perangkat terhubung dengan internet[19].

2.2.5 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang dirancang dengan menggunakan sistem *off-grid*. Sistem *off-grid* ini yaitu sebuah sistem yang tidak terhubung dengan jaringan PLN dan juga sistem *off-grid* ini akan menyimpan tenaga surya di dalam baterai agar dapat dipergunakan pada saat tidak ada jaringan listrik mati. Sistem *off-grid* berbeda dengan sistem *hybrid* yang membutuhkan biaya yang lumayan besar karena tidak hanya menggunakan satu energi alternatif saja. Sehingga daerah terpencil dapat membuat sistem pembangkit sendiri dengan mengandalkan energi surya. Ketidaktergantungan dengan sumber daya lain ini juga merupakan kelebihan yang dapat digunakan pada sistem sel surya. Maka dari itu sistem ini sangat cocok diterapkan di daerah terpencil yang sama sekali tidak ada masuknya jaringan listrik oleh PLN. Ketika sistem *off-grid* ini tidak bisa berjalan, masih ada baterai yang mempunyai cadangan arus listrik yang dapat digunakan[12].

2.2.6 Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) adalah suatu pembangkit listrik yang menggunakan angin sebagai sumber energi untuk menghasilkan energi listrik. Pembangkit ini dapat mengkonversikan energi angin menjadi energi listrik dengan menggunakan turbin angin atau turbin angin. Sistem pembangkit listrik menggunakan angin sebagai sumber energinya. energi alternatif ini berkembang sangat pesat, mengingat angin merupakan salah satu energi yang tidak terbatas di alam. Sebagaimana telah diketahui, angin merupakan udara yang bergerak dari tekanan udara yang lebih tinggi ke tekanan udara yang lebih rendah. Perbedaan tekanan udara disebabkan oleh perbedaan suhu udara akibat pemanasan atmosfer yang tidak merata oleh sinar matahari. Karena bergerak angin memiliki energi kinetic[24].

2.2.7 Panel Surya

Panel surya merupakan sebuah peralatan yang menggunakan prinsip efek fotovoltaik yang dapat mengkonversikan energi surya (radiasi matahari) menjadi energi listrik. Pada prinsipnya, energi listrik yang dihasilkan panel surya disimpan ke dalam sebuah baterai atau aki. Oleh karena itu, energi listrik yang dihasilkan masih dapat digunakan walaupun pada sore hari dan malam hari serta pada saat hujan[9]. Efek photovoltaic dapat dikatakan sebagai teknologi yang fungsinya untuk mengkonversi radiasi cahaya matahari menjadi energi listrik secara langsung. Solar cell juga merupakan sebuah hamparan semikonduktor yang dimana dapat menyerap photon dari sinar matahari mengubah menjadi energi listrik. Sel surya tersebut dari potongan silicon yang sangat kecil dimana dengan dilapisi bahan kimia untuk membentuk dasar sel surya[12].



Gambar 2. 1 Panel Surya
(Sumber: dok.pribadi, 2024)

Tabel 2. 2 Spesifikasi panel surya

Atribut	Detail
Model	SP120-18M
Peak Power (Pmax)	120W
Cell Efficiency	21,50%
Max. Power volt (Vmp)	19,2V
Max. Power current (Imp)	6,25A
Open circuit volt (Voc)	24,8V

Shory circuit current (Isc)	6,65A
Power Tolerance	± 3%
Max. System voltage	1000V
Series fuse rating (A)	12
Number of bypass diode	3
Operating temperature	-4 Cto + 85 C
Maximum system voltage	1000V DC

2.2.8 Solar Charger Controller (SCC)

Solar charge controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. solar charge controller mengatur over charging (kelebihan pengisian karena batere sudah ‘penuh’) dan kelebihan Voltase dari panel surya/ solar cell[6]. Solar charge controller berfungsi untuk menjaga keseimbangan energi di baterai dengan cara mengatur tegangan maksimum dan minimal dari baterai tersebut, alat ini juga berfungsi untuk memberikan pengamanan terhadap sistem yaitu: Proteksi terhadap pengisian berlebih (over charge) di baterai, proteksi terhadap pemakaian berlebih (over discharge) oleh beban, mencegah terjadinya arus balik ke modul surya, melindungi terhadap terjadinya hubungan. Macam-macam solar charger controller yang ada dipasaran[6].



Gambar 2. 2 *Solar Charger Controller (SCC)*
(Sumber: dok.pribadi, 2024)

Tabel 2. 3 Spesifikasi SCC

Atribut	Detail
Type	PWM (<i>Pulse Width Modulation</i>)

Tegangan	24V
Arus	60A
Daya	1,6kW

2.2.9 Baterai/Aki

Baterai merupakan suatu perangkat yang mengandung sel listrik yang dapat menyimpan energi dan mengonversinya dalam bentuk daya. Proses elektrokimia yang terjadi di dalam baterai terdiri atas dua tahapan, yaitu tahap pengosongan dan tahap pengisian. Tahap pengosongan yaitu proses perubahan energi kimia menjadi energi listrik, sedangkan tahap pengisian yaitu proses perubahan energi listrik menjadi energi kimia dengan cara melewati arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan di dalam sel. Melihat hal tersebut, baterai cocok digunakan untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan dari panel surya selama siang hari. Besarnya kapasitas baterai yang digunakan dalam suatu sistem tergantung pada besarnya energi beban total yang dibutuhkan oleh sistem tersebut [11].



Gambar 2. 3 Baterai
(Sumber: dok.pribadi, 2024)

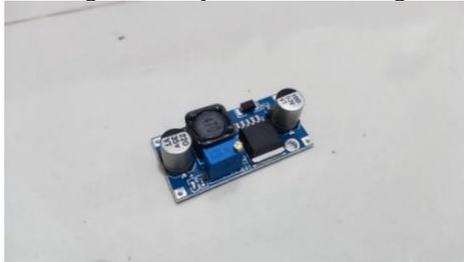
Tabel 2. 4 Spesifikasi baterai panel surya

Atribut	Detail
Nominal voltage	12V
Rated capacity	100Ah (C ₁₀ to 1.80Vpc at 25°C)
Float voltage	2,25Vpc, 25°C
Equalization voltage	2,35Vpc, 25°C

Charge current	Less than 25A
Terminal hardware tongue	8 ~ 10 N*m

2.2.10 Step Down Buck Converter LM2596

Buck converter adalah converter arus searah yang digunakan untuk menurunkan tegangan DC. Prinsip kerja rangkaian ini memanfaatkan kendali pensaklaran dengan menggunakan dioda MOSFET untuk membuka atau menutup rangkaian sehingga arus yang mengalir dapat dikendalikan sesuai dengan duty cycle yang diinginkan. Buck converter dapat dimanfaatkan untuk berbagai aplikasi seperti sebagai catu daya motor dan charger aki[14].



Gambar 2. 4 Modul *Step Down Buck Converter* LM2596
(Sumber: dok.pribadi, 2024)

Tabel 2. 5 Spesifikasi modul step down LM2596

Atribut	Detail
Tegangan input	DC 3 – 40V
Tegangan output	DC 1,5 – 35V
Arus output	0 – 3 A
Frekuensi	150KHz

2.2.11 ESP32

ESP32 merupakan penerus dari ESP8266 yang memberikan beberapa perbaikan di semua lini. Tidak hanya memiliki dukungan konektivitas WiFi, namun juga Bluetooth Low Energy yang membuat ESP32 menjadi lebih serbaguna. CPU yang dimiliki ESP32 hampir mirip dengan yang dimiliki ESP8266 yaitu Xtensa LX6 dengan arsitektur 32-bit, namun kelebihanannya pada ESP32 memiliki inti ganda. Tidak hanya itu, ESP32 memiliki ROM 128KB dan SRAM

416K, juga Flash Memory (untuk Menyimpan program dan data) sebesar 64MB[13].



Gambar 2. 5 ESP32
(Sumber: dok.pribadi, 2024)

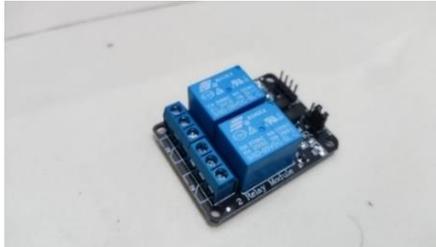
Tabel 2. 6 Spesifikasi ESP32

Atribut	Detail
CPU	Tensilica Xtensa LX6 32bit Dual Core 160/240MHz
SRAM	520KB
FLASH	2MB (Max 64MB)
Tegangan	3,3V – 5V
Arus kerja	80mA
Dapat diprogram	(C, C++, Python, Lua, dll)
Open source	Open
Wi-Fi	802,11 b/g/n
UART	3
Bluetooth	4.2BR/EDR + BLE
GPIO	32
SPI	4
I2C	2
PWM	8
ADC	18 (12 bit)
DAC	2 (8 bit)

2.2.12 Relay

Relay adalah saklar (switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Elektro Mechanical yang terdiri dari elektromagnet (coil) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar).

Saklar berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan arus listrik. Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi[17].



Gambar 2. 6 Modul Relay
(Sumber: dok.pribadi, 2024)

Tabel 2. 7 Spesifikasi relay 2 channel

Atribut	Detail
Jumlah channel	2
Tegangan kontak	250VAC / 30VDC
Arus	10A

2.2.13 Sensor pH

Sensor pH meter adalah sensor yang mengukur tingkat keasaman(asam) atau kebasaan(basa) dari suatu larutan/cairan. Prinsip kerja sensor pH yaitu berada pada sensor probe yang berupa elektroda kaca yang diisi dengan larutan HCL yang berada pada ujung sensor yang mengukur jumlah ion H_3O^+ di dalam larutan[19].



Gambar 2. 7 Sensor pH
(Sumber: dok.pribadi, 2024)

Tabel 2. 8 Spesifikasi sensor pH

Atribut	Detail
Tegangan	5V
Waktu respon	5 <i>second</i>
Power	0,5W
Output	Pin analog
Konsentrasi pH	pH 0 - 14

2.2.14 Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 adalah sensor digital yang dmempunyai 12 bit ADC internal jika tegangan refrensi 5 volt. Sensor ini sangat presisi dan memiliki tingkat perubahan terkecil hingga $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ dengann rentang suhu -10 sampai $+85^{\circ}\text{C}$. Sensor DS18B20 menggunakan komunikasi 1 wire. Setiap sensor yang diproduksi memiliki kode unik sebesar 64 bit yang disematkan pada chip masing-masing sensor ini, sehingga memungkinkan pemakaian sensor dalam jumlah besar hanya melalui satu kabel (single wire data bus/1 wire protocol). Sensor ini dapat diaplikasikan pada mikrokontroler dengan ditambahkan resistor pull up[20].



Gambar 2. 8 Sensor suhu DS18B20
(Sumber: dok.pribadi, 2024)

Tabel 2. 9 Spesifikasi sensor suhu

Atribut	Detail
Tipe	DS18B20
Fitur	Waterproof
Power supply	3 – 5V
Range suhu	-55 s/d $+125^{\circ}\text{C}$
Kabel output	VCC, DATA, GND

2.2.15 Pompa Air

Pompa air adalah alat untuk menggerakkan air dari satu tempat ke tempat lain. Dalam menjalankan fungsinya tersebut, pompa mengubah energi mekanik poros yang menggerakkan sudu-sudu pompa menjadi energi kinetik dan tekanan pada fluida[18].



Gambar 2. 9 Pompa air
(Sumber: dok.pribadi, 2024)

Tabel 2. 10 Spesifikasi pompa air

Atribut	Detail
Voltage	12VDC
Max Amps	3A
Open Flow	4 LPM
Max Pressure	0,65Mpa (110PSI)

2.2.16 *Liquid Crystal Display (LCD)*

LCD (*Liquid Crystal Display*) sering diartikan dalam bahasa indonesia sebagai tampilan kristal cair merupakan suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama.LCD dapat menampilkan karakter ASCII sehingga kita bisa menampilkan campuran huruf dan angka sekaligus berwarna ataupun tidak berwarna, hal ini disebabkan karena terdapat banyak sekali titik cahaya (piksel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai sebuah titik cahaya. Walaupun disebut sebagai titik cahaya, namun kristal cair ini tidak memancarkan cahaya sendiri. Sumber cahaya didalam sebuah perangkat LCD adalah lampu neon berwarna putih dibagian belakang susunan kristal cair tadi[23].



Gambar 2. 10 *Liquid Crystal Display (LCD)*
(Sumber: dok.pribadi, 2024)

Tabel 2. 11 Spesifikasi LCD

Atribut	Detail
Tipe	I2C
Ukuran	4 baris x 20 karakter
Tegangan	5V

2.2.17 Lampu LED

Lampu LED adalah komponen semikonduktor yang mengubah energi listrik menjadi cahaya pada saat mendapatkan arus listrik. Lampu LED memiliki kelebihan untuk menekan biaya listrik menjadi lebih hemat jika dibandingkan dengan jenis lampu lainnya, umur lampu relatif lebih panjang bertahan 2-4 kali lebih lama dari lampu lainnya[21].



Gambar 2. 11 Lampu LED
(Sumber: dok.pribadi, 2024)

Tabel 2. 12 Spesifikasi lampu LED

Atribut	Detail
Voltage	12VDC
Daya	5W
Faktor daya	>0,7

LED	7000k
CRI	>80
Beam Angle	180

2.2.18 *Miniature Circuit Breaker Direct Current (MCB DC)*

MCB DC (*Miniature Circuit Breaker*) atau biasa disebut sekering adalah komponen yang digunakan untuk memutus arus atau aliran listrik pada suatu rangkaian, MCB pada umumnya kebanyakan berjenis arus AC namun ada juga yang berjenis DC, bedanya adalah pada komponen penyusunnya[22].



Gambar 2. 12 MCB DC
(Sumber: dok.pribadi, 2024)

Tabel 2. 13 Spesifikasi MCB

Atribut	Detail
Voltage	440VDC
Tipe	C
Max Amps	63A
Standard	IEC60947, IEC60898

2.2.19 *Modul Real Time Clock (RTC)*

RTC (*Real Time Clock*) adalah jam elektronik berupa chip yang dapat menghitung waktu (mulai detik hingga tahun) dengan akurat dan menjaga atau menyimpan data waktu tersebut secara real time. Karena jam tersebut bekerja real time, maka setelah proses hitung waktu dilakukan output datanya langsung disimpan atau dikirim ke device lain melalui sistem antarmuka[26].



Gambar 2. 13 Modul *Real Time Clock* (RTC)
(Sumber: dok.pribadi, 2024)

Tabel 2. 14 Spesifikasi modul RTC

Atribut	Detail
Tipe	5V
Akses	Protokol I2C
Waktu	Jam : menit : detik AM / PM
Akurasi waktu	Kalender yang akurat hingga tahun 2100
Pin output	1Hz
Dimensi	28 x 25 x 10mm

2.2.20 *Low Voltage Disconnect* (LVD)

LVD merupakan alat proteksi yang berfungsi untuk melindungi suatu baterai dari kerusakan akibat pengisian yang terlalu berlebihan (*overdischarge*). LVD akan memutuskan beban dari baterai secara otomatis pada saat tegangan baterai sudah turun mencapai batas pengaturan tegangan rendah dan kemudian akan menyambungkan kembali beban secara otomatis jika baterai sudah terisi kembali dan tegangannya sudah mencapai batas pengaturan tegangan *reconnect* (*Low Voltage Disconnect*)[27].



Gambar 2. 14 *Low Voltage Disconnect (LVD)*
(Sumber: dok.pribadi, 2024)

Tabel 2. 15 Spesifikasi LVD

Atribut	Detail
Tipe	XH – M609
Power supply voltage	12V – 36V battery
Output voltage	Equal to power supply voltage
Control precision	0,1V
Power consumption	Less than 1,5W
Scope of application	Various storage batteries, lithium batteries