

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Terkait

Penelitian oleh Muhammad Hidayatullah, Sofyan, Eka Etiana, Paris Ali Topan, dan Titi Andriani (2022) yang dipublikasikan dalam *Jurnal Altron* mengembangkan sistem *monitoring* kualitas larutan *hidroponik* berbasis *Arduino Uno R3* dan sensor *TDS SEN0244* tanpa menggunakan *buzzer* sebagai media peringatan. Sistem ini dirancang untuk menjaga kestabilan konsentrasi nutrisi dalam larutan *hidroponik* secara otomatis dengan memanfaatkan mekanisme *dosing pump*. Ketika nilai *TDS* berada di bawah ambang batas yang telah ditentukan, sistem akan mengaktifkan pompa untuk menambahkan larutan nutrisi secara otomatis. Sebaliknya, jika nilai *TDS* melebihi batas, sistem akan menahan penambahan hingga nilai kembali stabil. Informasi kondisi larutan dan status kerja sistem dikirim secara *real-time* ke platform berbasis website, sehingga pengguna dapat memantau dan mengelola sistem dari jarak jauh menggunakan perangkat yang terhubung ke internet. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga kestabilan nilai *TDS* dalam rentang optimal 1000–1200 ppm, dengan rata-rata penambahan larutan nutrisi sebesar 4–5 ml untuk setiap siklus koreksi dalam wadah berkapasitas 6 liter. Sistem ini menawarkan solusi efisien dalam pengelolaan *hidroponik* otomatis dan sangat relevan diterapkan dalam konteks edukasi berbasis teknologi di sekolah kejuruan. [4].

Sementara itu, Fadillah Tarigan, Relita Buaton, dan Suci Ramadani

(2023) mengembangkan sistem *IoT* berbasis *ESP32* untuk *monitoring* tanaman *hidroponik* menggunakan sensor *TDS*, *DHT11*, dan ultrasonik. Data diunggah ke website melalui *Arduino IDE*, memungkinkan pemantauan langsung pada alat rakit terapung yang diperluas. Prototipe ini terbukti efektif dalam menyajikan data kondisi larutan dan lingkungan secara *real-time*, sekaligus memberikan pelajaran penting terkait keamanan dan *durability system*. [5].

Selain itu, penelitian oleh Hamdan Sulaiman, Ahmad Anas Yusof, dan Mohd Khairi Mohamed Nor (2025) dalam *AgriEngineering* memaparkan kajian sistem *automated hydroponic nutrient dosing* berbasis *pH* dan *EC*. Melalui *scoping review* terhadap 89 studi, mereka menyoroti pentingnya kerangka *feedback loop* dan *predictive analytics* untuk meningkatkan akurasi serta respons dosis nutrisi. Penelitian ini menekankan kebutuhan pengembangan algoritma kontrol adaptif yang nantinya dapat diimplementasikan dalam platform *Arduino Uno*. [6].

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Sistem Hidroponik Otomatis Berbasis *Arduino Uno*

Sistem *hidroponik* otomatis berbasis *Arduino Uno* merupakan salah satu inovasi dalam bidang pertanian presisi yang mengintegrasikan teknologi *mikrokontroler* dengan sensor lingkungan untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman tanpa tanah. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Yohanes Bowo Widodo,

Ahmad Gunawan, dan Tata Sutabri (2023), sistem ini dirancang menggunakan sensor *TDS* dan *LCD 16×2* yang terhubung dengan *Arduino Uno*. Mereka mengembangkan alat *monitoring* kadar nutrisi larutan secara *real-time* dan menampilkan data tersebut di layar *LCD*. Hasil pengujian menunjukkan tingkat kesalahan rata-rata hanya sebesar 6,23%, yang tergolong rendah dan menunjukkan sistem bekerja secara efektif. Penelitian ini membuktikan bahwa *Arduino Uno* dapat digunakan sebagai otak dari sistem *monitoring hidroponik* untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi kesalahan dalam pemberian nutrisi, yang selama ini sering terjadi jika dilakukan secara manual. Sistem ini juga mempermudah pengguna dalam mengetahui status nutrisi setiap saat tanpa perlu melakukan pengukuran manual yang memakan waktu. [7].

Penelitian serupa dilakukan oleh Muhammad Hidayatullah, Khairil, Eka Etiana, Titi Andriani, dan Paris Ali Topan (2022) yang fokus pada pengembangan *dosing pump* otomatis berbasis *Arduino Uno R3*. Sistem mereka menggunakan beberapa sensor untuk mendeteksi kekurangan nutrisi pada larutan dan mengaktifkan pompa secara otomatis guna menambahkan nutrisi cair ke dalam instalasi *hidroponik*. Dalam *Jurnal Hexagon*, dijelaskan bahwa sistem ini mampu memberikan tambahan larutan dengan volume berkisar 0,3–0,4 ml per detik, yang sesuai dengan kebutuhan tanaman pada fase vegetatif. Selain itu, sistem juga dirancang agar terhubung ke jaringan

Wi-Fi sehingga data pemantauan dapat diakses melalui aplikasi berbasis web secara *remote*. Keunggulan dari sistem ini adalah kemampuannya dalam mempertahankan kestabilan konsentrasi nutrisi tanpa perlu intervensi manusia, sekaligus memberikan notifikasi ketika parameter lingkungan berada di luar ambang normal. Hal ini menjadi terobosan penting dalam pengurangan tenaga kerja dan kesalahan dosis yang sering ditemukan pada metode manual. [8].

Sementara itu, penelitian oleh Fauzan Amri, Karsid Karsid, Bobi Khoerun, Indra Fitriyanto, Hadi Prayietno, dan Tri Haryanti (2024) dalam prosiding *International Conference on Applied Science and Technology for Engineering Solution (iCAST-ES)* memperkuat temuan sebelumnya dengan mengembangkan sistem pengendali nilai *TDS* otomatis berbasis *Arduino Uno*. Sistem ini didesain untuk mempertahankan nilai *TDS* larutan nutrisi dalam kisaran ideal, yakni antara 1000–1200 ppm, yang sangat penting untuk pertumbuhan optimal tanaman. Dalam pengujian, sistem tetap mampu mempertahankan kestabilan meskipun terjadi fluktuasi suhu dan gangguan eksternal, menunjukkan ketahanan serta keakuratan kerja sistem. Selain itu, mereka mengembangkan algoritma pengendalian yang adaptif untuk membaca perubahan nilai sensor dan merespons dengan cepat melalui *aktuator* (pompa cairan). Integrasi sistem ini ke dalam pembelajaran siswa di SMK Negeri 3 Tegal dapat menjadi media praktik teknologi otomasi, pengolahan data sensor, dan

antarmuka *website*, sekaligus mendukung pembelajaran kontekstual berbasis proyek sebagaimana diamanatkan dalam Kurikulum Merdeka dan kebutuhan Industri 4.0. [9].

2.2.2 SMK Negeri 3 Tegal

SMK Negeri 3 Tegal merupakan salah satu Sekolah Menengah Kejuruan Negeri yang terletak di Kota Tegal, Provinsi Jawa Tengah, dengan fokus utama pada pendidikan vokasi berbasis keterampilan dan teknologi. Sekolah ini memiliki beragam kompetensi keahlian yang mencakup bidang pertanian, teknologi informasi, dan elektronika. Salah satu bentuk kegiatan pembelajaran yang dikembangkan adalah praktik budidaya tanaman *hidroponik*, yang berfungsi sebagai media pembelajaran kontekstual berbasis proyek (*project-based learning*). Kegiatan ini tidak hanya melatih keterampilan teknis siswa dalam mengelola sistem pertanian modern, tetapi juga menumbuhkan kemampuan kolaboratif, analitis, dan inovatif yang relevan dengan tuntutan dunia industri dan teknologi saat ini.

Sebagai lembaga pendidikan kejuruan, SMK Negeri 3 Tegal memiliki tanggung jawab dalam menciptakan lulusan yang tidak hanya menguasai teori, tetapi juga memiliki keterampilan praktis yang sesuai dengan kebutuhan dunia industri dan teknologi. Dalam rangka mendukung hal tersebut, penerapan teknologi *monitoring* berbasis *Internet of Things (IoT)* dalam sistem hidroponik menjadi salah satu

upaya untuk mengintegrasikan pembelajaran dengan perkembangan teknologi digital terkini. Berdasarkan Permendikbud Nomor 34 Tahun 2018 tentang Standar Nasional Pendidikan Kejuruan, sekolah kejuruan didorong untuk mengembangkan lingkungan belajar yang inovatif dan kolaboratif melalui integrasi teknologi dalam kegiatan belajar mengajar. Oleh karena itu, pengembangan sistem monitoring hidroponik terintegrasi *website* di SMK Negeri 3 Tegal menjadi langkah strategis dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran, efisiensi pemeliharaan tanaman, serta sebagai sarana pengenalan dan penerapan teknologi berbasis *IoT* di dunia pendidikan.



Gambar 2. 1 SMK Negeri 3 Tegal

2.2.3 Sensor *pH*

Sensor *pH* Sensor *pH* adalah alat yang digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan, yang dinyatakan dalam skala *pH* dari 0 hingga 14. Skala ini menunjukkan konsentrasi ion hidrogen (H^+) dalam larutan, di mana *pH* 7 bersifat

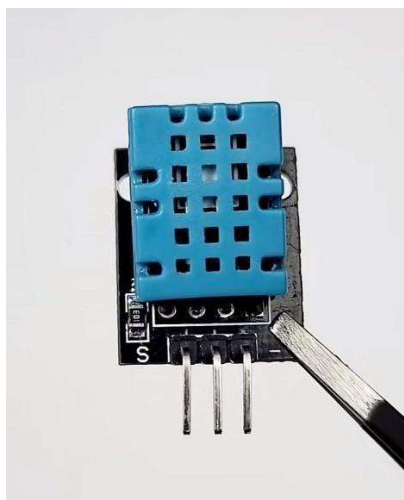
netral, pH di bawah 7 bersifat asam, dan pH di atas 7 bersifat basa. *Sensor pH* banyak digunakan dalam berbagai bidang, seperti pertanian *hidroponik*, pengolahan air, industri makanan dan minuman, hingga penelitian laboratorium, karena kemampuannya dalam memberikan data akurat tentang kondisi kimia larutan. Dalam sistem *monitoring hidroponik* berbasis *mikrokontroler*, *sensor pH* berperan penting untuk menjaga keseimbangan nutrisi dalam larutan. Misalnya, jika pH terlalu asam atau terlalu basa, sistem dapat secara otomatis menambahkan larutan penyeimbang. Dengan demikian, penggunaan *sensor pH* tidak hanya meningkatkan efisiensi perawatan tanaman, tetapi juga membantu menjaga pertumbuhan optimal tanaman secara otomatis dan berkelanjutan.



Gambar 2. 2 Sensor pH

2.2.4 Sensor *DHT*

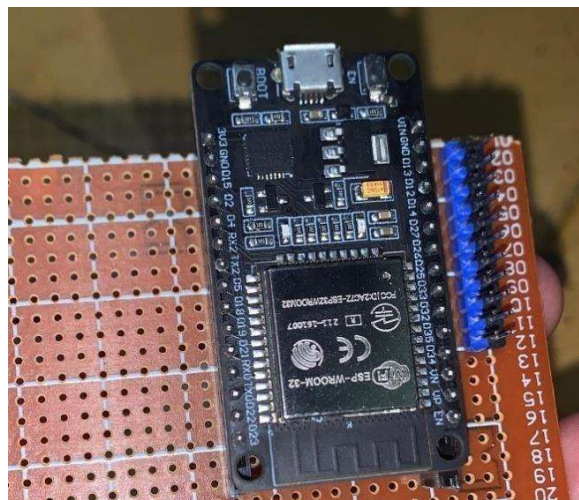
Sensor *DHT* (*Digital Humidity and Temperature*) adalah sensor digital yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara di lingkungan secara akurat dan efisien. Sensor ini banyak digunakan dalam sistem otomatisasi seperti *monitoring hidroponik* karena kemampuannya membaca dua parameter lingkungan sekaligus dengan konsumsi daya yang rendah. Salah satu keunggulan dari *sensor DHT*, seperti *DHT11* atau *DHT22*, adalah kemudahannya dalam integrasi dengan *mikrokontroler* seperti *Arduino*. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Mulyono dan Prasetyo (2022) berjudul “Pemanfaatan *Sensor DHT* untuk Sistem *Monitoring* Tanaman *Hidroponik* Berbasis *Arduino*”, dijelaskan bahwa penggunaan *sensor DHT* dapat membantu sistem secara *real-time* dalam menjaga stabilitas suhu dan kelembaban lingkungan, sehingga mendukung pertumbuhan tanaman *hidroponik* secara optimal.



Gambar 2. 3 Sensor *DHT*

2.2.5 *NodeMCU/ESP32*

NodeMCU dan *ESP32* adalah modul *mikrokontroler* yang mendukung konektivitas *Wi-Fi* dan banyak digunakan dalam pengembangan sistem berbasis *Internet of Things (IoT)*. *NodeMCU* menggunakan *chip ESP8266*, sementara *ESP32* merupakan versi yang lebih canggih dengan *prosesor dual-core* dan lebih banyak fitur, seperti *Bluetooth* dan lebih banyak pin I/O. Dalam konteks sistem monitoring hidroponik, kedua modul ini berperan penting dalam menghubungkan sensor ke jaringan internet untuk mengirimkan data secara *real-time* ke *platform monitoring*.

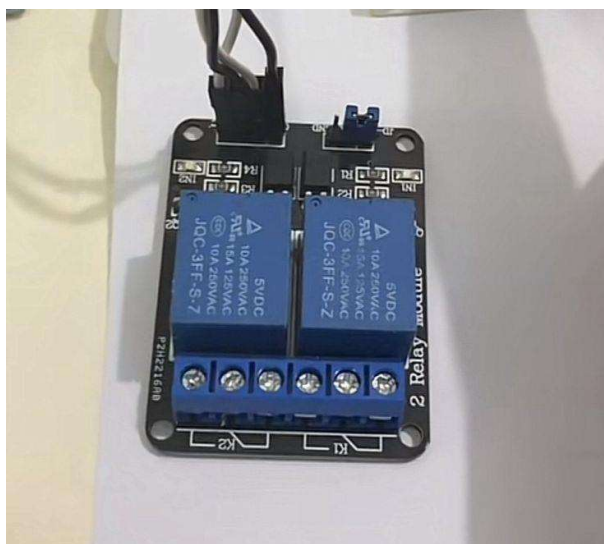


Gambar 2. 4 *NodeMCU/ESP32*

2.2.6 *Relay*

Relay 5V 2 channel adalah modul elektronik yang berfungsi sebagai saklar elektronik untuk mengendalikan dua perangkat listrik secara terpisah menggunakan sinyal tegangan rendah (5 volt), biasanya dari *mikrokontroler* seperti *Arduino* atau *NodeMCU*. *Relay* ini bekerja dengan memutus dan menyambung arus listrik pada jalur

AC atau DC sesuai instruksi dari *mikrokontroler*, tanpa perlu kontak fisik langsung. Setiap *channel* pada modul ini mampu mengendalikan satu perangkat, sehingga modul 2 *channel* dapat *mengontrol* dua perangkat sekaligus, seperti pompa air dan lampu dalam sistem hidroponik otomatis. Keunggulan *relay* ini adalah kemampuannya untuk mengisolasi sinyal kontrol dari arus tinggi, sehingga aman digunakan dalam sistem otomasi rumah atau pertanian berbasis *IoT*.



Gambar 2. 5 Relay

2.2.7 Sensor TDS

Sensor *TDS* (*Total Dissolved Solids*) adalah alat yang digunakan untuk mengukur jumlah total zat padat terlarut dalam suatu larutan, terutama air. Zat terlarut ini bisa berupa mineral, garam, logam, dan ion-ion lain yang mempengaruhi kualitas air, termasuk dalam sistem hidroponik. Sensor *TDS* bekerja dengan mendeteksi konduktivitas listrik dalam air, karena semakin banyak zat terlarut, semakin tinggi pula nilai konduktivitasnya. Dalam aplikasi hidroponik, sensor ini

sangat penting untuk memastikan bahwa larutan nutrisi memiliki konsentrasi yang tepat agar tanaman dapat tumbuh optimal. Data dari sensor *TDS* biasanya dibaca oleh mikrokontroler seperti *Arduino* atau *ESP32*, dan ditampilkan secara *real-time* agar pengguna dapat memantau serta menyesuaikan pemberian nutrisi dengan lebih akurat.



Gambar 2. 6 Sensor *TDS*

2.2.8 Pompa *DC*

Pompa *DC* mikrokontroler adalah jenis pompa air atau cairan yang dioperasikan dengan tegangan searah (*Direct Current*) dan dapat dikendalikan oleh mikrokontroler seperti *Arduino*, *ESP32*, atau *NodeMCU*. Pompa ini biasanya digunakan dalam sistem otomatisasi kecil, seperti sistem irigasi tanaman hidroponik, *dispenser* otomatis, atau pendingin air. Dengan menghubungkan pompa ke mikrokontroler melalui modul *relay* atau *driver transistor*, sistem dapat diatur untuk menghidupkan atau mematikan pompa secara otomatis berdasarkan data dari sensor, seperti sensor kelembaban tanah, sensor *TDS*, atau level air. Karena ukurannya yang kecil, konsumsi daya rendah, dan

kemudahan integrasi, pompa *DC* sangat cocok untuk proyek-proyek elektronika terapan dan pembelajaran di bidang otomasi dan *Internet of Things (IoT)*.



Gambar 2. 7 Pompa *DC*

2.2.9 *Arduino Uno*

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler berbasis *ATmega328P* yang banyak digunakan dalam berbagai proyek elektronika dan otomasi karena kemudahan pemrogramannya serta dukungan komunitas yang luas. *Arduino Uno* memiliki 14 pin digital *input/output* (6 di antaranya dapat digunakan sebagai *output PWM*), 6 *input analog*, *oscillator kristal* 16 MHz, koneksi *USB*, *jack daya*, *header ICSP*, dan tombol *reset*. Papan ini dirancang agar mudah dihubungkan dengan sensor, aktuator, dan komponen lainnya, serta diprogram menggunakan *Arduino IDE* dengan bahasa pemrograman berbasis *C/C++*. *Arduino Uno* sangat populer di kalangan pelajar,

mahasiswa, dan hobiis karena bersifat *open-source* dan cocok digunakan untuk proyek seperti sistem *monitoring hidroponik*, pengendali suhu, robotika, dan berbagai aplikasi *Internet of Things (IoT)*.

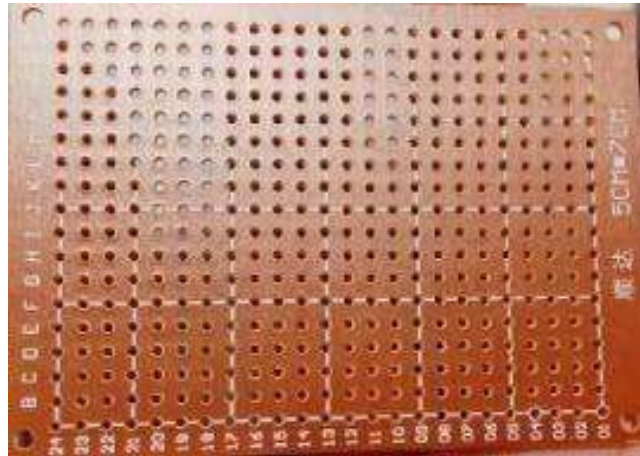


Gambar 2. 8 *Arduino Uno*

2.2.10 *PCB*

PCB mikrokontroler adalah papan sirkuit cetak (*Printed Circuit Board*) yang dirancang khusus untuk meletakkan dan menghubungkan komponen-komponen elektronik, termasuk mikrokontroler sebagai pusat kendali sistem. *PCB* ini menjadi tempat utama bagi jalur-jalur konduktif yang menggantikan kabel konvensional, sehingga memudahkan integrasi dan pengaturan komponen seperti sensor, modul *relay*, *konektor*, dan *aktuator*. Dalam proyek berbasis mikrokontroler seperti sistem otomatisasi hidroponik, *PCB* berfungsi sebagai platform utama yang menghubungkan *Arduino*, *ESP32*, atau *NodeMCU* dengan berbagai sensor dan aktuator secara rapi dan

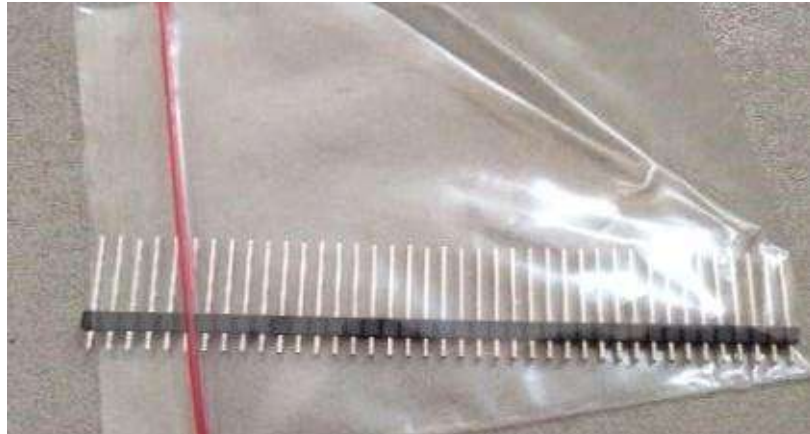
efisien. Dengan menggunakan *PCB*, sistem menjadi lebih stabil, tahan lama, serta lebih mudah dalam perawatan dan pengembangannya.



Gambar 2. 9 *PCB*

2.2.11 Header Male

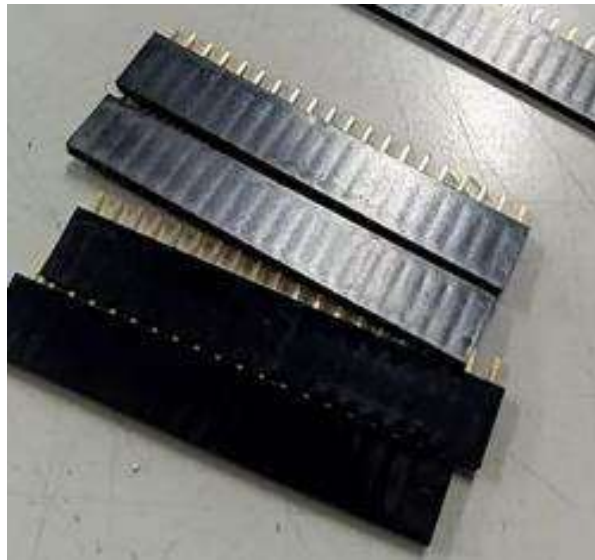
Header male adalah komponen elektronik berbentuk pin logam yang tersusun dalam baris dan biasa digunakan sebagai konektor untuk menghubungkan berbagai komponen di papan sirkuit (*PCB*). Pin *header* ini sering digunakan untuk menyambungkan *mikrokontroler* seperti *Arduino*, sensor, modul, atau kabel *jumper* pada *breadboard* atau *PCB*. Disebut “*male*” karena memiliki pin yang menonjol ke luar, dan biasanya dipasangkan dengan *female header* yang memiliki lubang sebagai penerima pin tersebut. *Header male* sangat memudahkan perakitan, pengujian, dan penggantian komponen dalam sistem elektronika karena bersifat modular dan fleksibel.



Gambar 2. 10 *Header male*

2.2.12 Header Female

Header female adalah komponen elektronik berbentuk deretan lubang (*soket*) yang tersusun dalam baris lurus atau bersiku, dan biasa digunakan sebagai konektor untuk menerima pin dari komponen lain pada papan sirkuit (*PCB*). Komponen ini sering dijumpai dalam rangkaian *mikrokontroler* seperti *Arduino*, serta digunakan untuk menyambungkan sensor, modul, atau kabel jumper melalui pin *male*. Disebut “*female*” karena memiliki lubang-lubang yang berfungsi sebagai penerima pin dari *header male*. *Header female* sangat berguna dalam perakitan sistem elektronika karena memungkinkan koneksi yang modular, mudah diganti, dan fleksibel, sehingga mendukung efisiensi saat pengujian maupun pengembangan *prototipe*.



Gambar 2. 11 *Header female*

2.2.13 Jumper

Jumper adalah kabel kecil yang digunakan untuk menghubungkan dua titik pada papan rangkaian elektronik, seperti *breadboard* atau *PCB (Printed Circuit Board)*. Kabel jumper berfungsi sebagai media penghantar sinyal atau arus listrik antar komponen tanpa perlu penyolderan, sehingga sangat praktis untuk keperluan *prototipe* atau percobaan sirkuit elektronik.

Jumper tersedia dalam tiga jenis ujung: *male-to-male*, *male-to-female*, dan *female-to-female*, yang dapat disesuaikan dengan jenis konektor yang digunakan, seperti pin *header*. Dalam proyek mikrokontroler seperti *Arduino* atau *ESP32*, *jumper* banyak digunakan untuk menghubungkan sensor, modul, dan komponen lainnya secara cepat dan fleksibel.



Gambar 2. 12 *Jumper*

2.2.14 *LCD 16x2 I2C*

LCD 16x2 plus I2C adalah modul layar tampilan yang dapat menampilkan hingga 16 karakter dalam 2 baris, dilengkapi dengan modul *I2C* (*Inter-Integrated Circuit*) yang berfungsi sebagai antarmuka komunikasi antara *LCD* dan *mikrokontroler* (seperti *Arduino* atau *ESP32*). Dengan adanya *modul I2C*, jumlah pin yang dibutuhkan untuk menghubungkan *LCD* ke mikrokontroler berkurang secara signifikan — dari biasanya 6 pin menjadi hanya 2 pin, yaitu *SDA* (*Serial Data*) dan *SCL* (*Serial Clock*).

LCD ini sangat populer digunakan dalam berbagai proyek elektronika dan *IoT* karena mudah diprogram dan hemat ruang di *breadboard* atau *PCB*. Modul ini bekerja menggunakan *driver Hitachi HD44780*, dan dapat menampilkan teks, simbol, dan karakter khusus. Penggunaan *I2C* juga memungkinkan beberapa perangkat lain berbagi jalur komunikasi yang sama, menjadikannya efisien dalam sistem dengan banyak sensor atau modul.



Gambar 2. 13 *LCD 16x2 I2C*

2.2.15 *Adaptor 12V 2A Power Supply DC*

Adaptor 12V 2A adalah perangkat catu daya yang mengalirkan tegangan sebesar 12 volt dengan kapasitas arus maksimal 2 ampere, digunakan untuk mensuplai energi listrik ke papan *mikrokontroler* seperti *Arduino Uno* melalui *konektor jack DC*. Dengan daya yang cukup besar, *adaptor* ini tidak hanya mampu menyalakan *Arduino*, tetapi juga mendukung pengoperasian berbagai komponen tambahan seperti sensor, modul komunikasi, *relay*, maupun aktuator lainnya secara stabil. Namun, karena *Arduino* memiliki *regulator internal* untuk menurunkan tegangan dari 12V ke 5V, penggunaan adaptor ini sebaiknya disertai dengan pendingin atau *diconvert* terlebih dahulu untuk mencegah panas berlebih pada *regulator*.

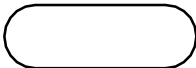
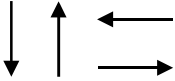

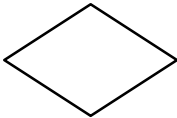
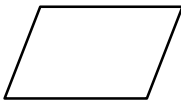

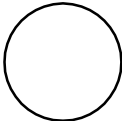


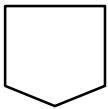

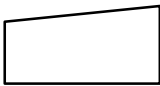


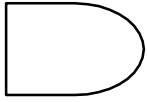
Gambar 2. 14 Adaptor 12V 2A Power supply DC

2.2.16 Flowchart

Flowchart adalah adalah suatu bagan dengan simbol-simbol tertentu yang menggambarkan urutan proses secara mendetail dan hubungan antara suatu proses (instruksi) dengan proses lainnya dalam suatu program. *Flowchart* biasanya digunakan sebagai bukti 9 dokumentasi untuk menjelaskan gambaran logis sebuah sistem yang akan dibangun kemudian diberikan kepada *programmer*, dengan begitu, *flowchart* dapat membantu untuk memberikan solusi terhadap masalah yang bisa saja terjadi dalam membangun sistem. Pada dasarnya *flowchart* digambarkan dengan menggunakan symbol-simbol. Setiap simbol mewakili suatu proses tertentu, adapun untuk menghubungkan satu proses ke proses selanjutnya selanjutnya digambarkan dengan menggunakan garis penghubung. Berikut ini adalah simbol-simbol *flowchart*:






Tabel 2. 1 simbol-simbol *flowchart*



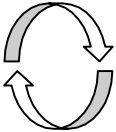
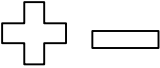

Simbol	Nama	Keterangan
	Terminal Point Symbol/Simbol Titik Terminal	adalah simbol yang digunakan sebagai permulaan (<i>start</i>) atau akhir (<i>stop</i>) dari suatu proses.
	Flow Direction Symbol / Simbol Arus	adalah simbol ini digunakan guna menghubungkan simbol satu dengan simbol yang lain (<i>connecting line</i>)
	Processing Symbol / Simbol Proses	adalah simbol yang digunakan untuk menunjukkan kegiatan yang dilakukan oleh komputer.
	Decision Symbol / Simbol Keputusan	adalah simbol yang digunakan untuk memilih proses atau keputusan berdasarkan kondisi yang ada. Simbol ini biasanya ditemui pada flowchart program.
	Input-Output / Simbol Keluar-Masuk	adalah simbol yang menunjukkan proses <i>input-output</i> yang terjadi tanpa bergantung dari jenis peralatannya.
	Predefined Process / Simbol Proses Terdefinisi	adalah simbol yang digunakan untuk menunjukkan pelaksanaan suatu bagian prosedur (<i>sub-proses</i>).
	Connector (<i>On- page</i>)	adalah simbol yang fungsinya untuk menyederhanakan hubungan antar simbol yang letaknya berjauhan atau rumit bila dihubungkan dengan garis dalam satu halaman.

Simbol	Nama	Keterangan
	<i>Connector (Off-page)</i>	adalah simbol yang digunakan untuk menghubungkan simbol dalam halaman berbeda. label dari simbol ini dapat menggunakan huruf atau angka.
	<i>Preparation Symbol / Simbol Persiapan</i>	adalah simbol yang digunakan untuk mempersiapkan penyimpanan di dalam storage.
	<i>Manual Input Symbol</i>	adalah simbol digunakan untuk menunjukkan <i>input</i> data secara manual menggunakan online keyboard.
	<i>Manual Operation Symbol / Simbol Kegiatan</i>	adalah manual simbol yang digunakan untuk menunjukkan kegiatan/proses yang tidak dilakukan oleh komputer.
	<i>Display Symbol</i>	adalah simbol yang menyatakan penggunaan peralatan <i>output</i> , seperti layar monitor, printer, plotter dan lain sebagainya.
	<i>Delay Symbol</i>	adalah simbol yang digunakan untuk menunjukkan proses delay (menunggu) yang perlu dilakukan. Seperti menunggu surat untuk diarsipkan dll.

2.2.17 Blok Diagram

Tabel 2. 2 Diagram blok

No	Simbol	Nama	Keterangan
1		Sensor <i>DHT11</i>	Mengukur suhu dan kelembaban udara di sekitar sistem <i>hidroponik</i> . Data ini berguna untuk memastikan lingkungan sesuai dengan kebutuhan tanaman.
2		Sensor <i>pH</i>	Mendeteksi tingkat keasaman (<i>pH</i>) larutan nutrisi. Jika nilai <i>pH</i> di luar batas ideal, maka sistem akan menyesuaikan secara otomatis.
3		Sensor <i>TDS</i>	Mengukur <i>Total Dissolved Solids</i> atau kadar zat terlarut (nutrisi) dalam air
4		<i>Arduino Uno</i>	Bertindak sebagai otak sistem, memproses data dari semua sensor dan mengontrol komponen output seperti <i>relay</i> , <i>LCD</i> , dan <i>ESP32</i> .
5		<i>Relay 2 Channel</i>	Komponen saklar elektronik yang digunakan <i>Arduino</i> untuk mengontrol <i>pompa pH UP</i> dan <i>pH DOWN</i> secara otomatis berdasarkan nilai <i>pH</i> .

6		<i>LCD 16x2</i>	Menampilkan informasi <i>real-time</i> dari sensor seperti suhu, <i>pH</i> , dan <i>TDS</i> agar pengguna bisa langsung melihat kondisi tanpa koneksi internet.
7		<i>ESP32</i>	Modul komunikasi <i>Wi-Fi</i> , yang mengirimkan data sensor ke web <i>server</i> agar sistem bisa dipantau secara <i>online</i>
8		Pompa <i>DC 5V (pH UP & pH DOWN)</i>	Pompa mini yang digunakan untuk menambahkan larutan penyeimbang <i>pH</i> , baik untuk menaikkan (<i>UP</i>) atau menurunkan (<i>DOWN</i>) nilai <i>pH</i> .
9		<i>Power Supply 12V</i>	Menyediakan daya listrik ke semua komponen dalam sistem agar dapat beroperasi dengan stabil dan aman.
10		Simbol Arus / Sinyal	Menandakan arah aliran data atau sinyal kontrol antar komponen, seperti dari sensor ke <i>Arduino</i> , atau dari <i>Arduino</i> ke <i>ESP32/relay</i> .