

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 IoT

Menurut Jagdish N. Sheth, (2019) Internet of Things (IoT) adalah sebuah ekosistem jaringan yang memungkinkan berbagai perangkat pintar untuk saling terhubung dan berkomunikasi melalui jaringan internet. Dalam pandangannya, perangkat-perangkat ini, yang bisa berupa sensor, aktuator, atau perangkat elektronik lainnya, mampu menjalankan tugas-tugas tertentu secara otomatis dan mengumpulkan data dari lingkungan sekitarnya. Data yang dikumpulkan ini kemudian dapat dianalisis untuk berbagai tujuan, termasuk peningkatan efisiensi operasional, pemahaman perilaku konsumen, dan pengembangan produk atau layanan baru. Sheth juga menekankan bahwa IoT tidak hanya berhubungan dengan teknologi, tetapi juga dengan dampaknya terhadap perilaku konsumen dan dinamika pasar. Dengan adanya IoT, konsumen dapat menikmati pengalaman yang lebih personal dan terintegrasi, seperti rumah pintar yang dapat mengatur suhu, pencahayaan, dan keamanan secara otomatis berdasarkan preferensi pengguna. Selain itu, bisnis dapat memanfaatkan data yang dikumpulkan melalui IoT untuk mendapatkan wawasan yang lebih dalam mengenai kebutuhan dan kebiasaan konsumen, sehingga memungkinkan mereka untuk menawarkan produk dan layanan yang lebih tepat sasaran. Di bidang industri, IoT memungkinkan pengelolaan aset yang lebih efisien, pemeliharaan prediktif, dan otomatisasi proses produksi. Contohnya, mesin-mesin di pabrik yang terhubung melalui IoT dapat mendeteksi dan melaporkan masalah teknis sebelum terjadi kerusakan, sehingga mengurangi waktu henti dan biaya perbaikan. Selain itu, Sheth menyoroti tantangan yang dihadapi dalam penerapan IoT, seperti isu privasi dan keamanan data. Karena IoT melibatkan pengumpulan dan transmisi data dalam jumlah besar, penting untuk memastikan bahwa data tersebut dilindungi dari akses yang tidak sah dan bahwa privasi pengguna tetap terjaga. Regulasi dan kebijakan yang tepat juga diperlukan untuk mengatasi

potensi risiko yang timbul dari penggunaan IoT. Secara keseluruhan, menurut Sheth, IoT adalah sebuah revolusi teknologi yang membawa perubahan signifikan dalam berbagai aspek kehidupan, dari cara kita bekerja dan hidup sehari-hari hingga bagaimana bisnis beroperasi dan berinteraksi dengan konsumen. Potensi IoT untuk mengubah dunia sangat besar, dan pemahaman serta pengelolaan yang tepat atas teknologi ini akan menentukan seberapa jauh kita dapat memanfaatkannya untuk kebaikan bersama. McKinsey & Company (2019) mendefinisikan IoT atau Internet of Things sebagai jaringan perangkat fisik yang dilengkapi dengan sensor, perangkat lunak, dan teknologi lainnya dengan tujuan menghubungkan dan bertukar data dengan perangkat dan sistem lainnya melalui internet. Konsep ini mencakup berbagai aplikasi di berbagai sektor, mulai dari optimisasi operasional hingga aplikasi kesehatan. Di bidang optimisasi operasional, IoT memungkinkan perusahaan untuk meningkatkan efisiensi proses produksi dan operasional melalui pemantauan dan analisis real-time. Perangkat yang terhubung dapat mengumpulkan data dari mesin dan peralatan, yang kemudian dianalisis untuk mendeteksi dan memperbaiki masalah sebelum menjadi kritis. Dengan demikian, IoT membantu mengurangi downtime dan biaya pemeliharaan, serta meningkatkan produktivitas. Dalam aplikasi kesehatan, IoT memungkinkan pemantauan pasien jarak jauh dan pengelolaan kondisi kesehatan secara lebih efektif. Perangkat kesehatan yang terhubung dapat mengumpulkan data vital pasien dan mengirimkannya ke profesional medis untuk dianalisis. Hal ini memungkinkan diagnosis dan intervensi yang lebih cepat, serta pemantauan berkelanjutan untuk kondisi kronis. Selain itu, perangkat IoT dapat digunakan dalam pengaturan rumah sakit untuk mengoptimalkan manajemen inventaris dan memastikan peralatan medis selalu tersedia dan berfungsi dengan baik. IoT juga berdampak signifikan pada produktivitas manusia, dengan mengotomatisasi tugas-tugas rutin dan memungkinkan pekerja untuk fokus pada tugas-tugas yang lebih bernilai tinggi. Misalnya, di lingkungan kantor pintar, perangkat IoT dapat mengontrol pencahayaan, suhu, dan keamanan, menciptakan lingkungan kerja yang lebih nyaman dan efisien. Di sektor logistik, IoT dapat mengoptimalkan rute pengiriman dan mengelola inventaris secara real-time, memastikan pengiriman tepat

waktu dan pengelolaan stok yang lebih efisien. Selain itu, IoT memainkan peran penting dalam perawatan berdasarkan kondisi (condition-based maintenance), di mana peralatan dipantau secara kontinu untuk mendeteksi tanda-tanda awal keausan atau kerusakan. Dengan data yang dikumpulkan dari sensor IoT, algoritma prediktif dapat menentukan kapan peralatan perlu diperbaiki atau diganti, mencegah kerusakan yang tidak terduga dan memperpanjang umur peralatan. Penerapan IoT juga memerlukan platform yang dapat mengelola aplikasi, menjalankan analitik, dan menyimpan serta mengamankan data. Platform ini harus mampu menangani volume data yang besar yang dihasilkan oleh perangkat IoT, serta menyediakan alat untuk menganalisis data tersebut dan menghasilkan wawasan yang dapat ditindaklanjuti. Selain itu, keamanan data merupakan aspek penting dalam IoT, karena data yang dikumpulkan seringkali bersifat sensitif dan perlu dilindungi dari akses yang tidak sah. Dalam hal ini, McKinsey & Company menekankan bahwa suksesnya implementasi IoT tidak hanya bergantung pada teknologi yang digunakan, tetapi juga pada strategi manajemen data dan keamanan yang diterapkan. Perusahaan perlu memastikan bahwa mereka memiliki infrastruktur yang tepat untuk mendukung inisiatif IoT mereka, termasuk kapasitas penyimpanan data yang memadai, kemampuan analitik yang canggih, dan protokol keamanan yang kuat untuk melindungi data dari ancaman siber. Dengan demikian, IoT tidak hanya memungkinkan konektivitas antara perangkat fisik, tetapi juga mengubah cara perusahaan beroperasi, meningkatkan efisiensi, dan memberikan nilai tambah melalui data yang dikumpulkan dan dianalisis. McKinsey & Company menggambarkan IoT sebagai revolusi teknologi yang menghubungkan dunia fisik dan digital, membuka peluang baru bagi inovasi dan peningkatan kinerja di berbagai sektor.

2.2 Mikrokontroler Arduino uno

Arduino Uno adalah sebuah papan mikrokontroler yang sangat populer di kalangan pengembang elektronik. Dirancang oleh tim di Arduino.cc, papan ini menawarkan kemudahan bagi pemula dan profesional untuk mengembangkan berbagai proyek elektronik mulai dari yang sederhana hingga yang kompleks. Dengan

berbagai fitur yang dimilikinya, seperti prosesor ATmega328P, soket USB untuk pemrograman dan komunikasi serial, serta dukungan untuk berbagai sensor dan modul tambahan, Arduino Uno menjadi pilihan utama dalam dunia DIY (Do It Yourself) elektronik. Konsepnya yang open-source juga memungkinkan pengguna untuk memodifikasi dan membagikan desain proyek mereka dengan mudah, menjadikannya alat yang ideal untuk eksperimen dan inovasi dalam bidang elektronika. Menurut Banzi, M. (2019), keberadaan Arduino Uno telah mengubah cara banyak orang mempelajari dan memahami teknologi, menghubungkan antara teori dan praktek secara langsung dalam pengembangan perangkat elektronik. Menurut Blum, J. (2019), keberadaan Arduino Uno telah mengubah paradigma tradisional dalam belajar dan mengembangkan teknologi, memungkinkan para pengguna untuk mengeksplorasi potensi tak terbatas dari kreativitas mereka dalam dunia elektronik modern. Sebelumnya, pengembangan perangkat elektronik sering kali memerlukan pemahaman mendalam tentang teknik dan keterampilan khusus yang hanya dimiliki oleh para profesional. Namun, dengan hadirnya Arduino Uno, hambatan-hambatan tersebut berhasil dikurangi secara signifikan. Arduino Uno adalah platform open-source yang mudah diakses dan dipelajari, bahkan oleh mereka yang tidak memiliki latar belakang teknis yang kuat. Platform ini memberikan kebebasan bagi pengguna dari berbagai latar belakang, baik itu pelajar, hobiis, maupun profesional, untuk membuat berbagai proyek elektronik yang inovatif. Dengan perangkat keras dan perangkat lunak yang dapat diakses secara luas serta dukungan komunitas yang besar, Arduino Uno membuka peluang bagi siapa saja untuk belajar, bereksperimen, dan menciptakan sesuatu yang baru. Alat ini menjadi sarana penting dalam pendidikan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics), di mana siswa dapat mempraktikkan konsep-konsep yang mereka pelajari secara teoritis ke dalam aplikasi nyata. Selain itu, Arduino Uno juga menjadi alat yang sangat berguna dalam penelitian dan pengembangan, memungkinkan para peneliti untuk prototyping cepat dan pengujian konsep tanpa harus mengeluarkan biaya besar atau waktu yang lama. Dengan demikian, Arduino Uno tidak hanya memudahkan proses pembelajaran dan pengembangan teknologi, tetapi juga

mendorong inovasi dan kreativitas di berbagai bidang, mulai dari pendidikan, industri, hingga penelitian ilmiah. Secara keseluruhan, dampak Arduino Uno dalam dunia elektronik modern sangat signifikan. Alat ini telah membuka jalan bagi pendekatan yang lebih inklusif dan kolaboratif dalam belajar dan mengembangkan teknologi, memungkinkan lebih banyak orang untuk berpartisipasi dan berkontribusi dalam revolusi teknologi yang sedang berlangsung. Keberadaannya menegaskan pentingnya aksesibilitas dan keterbukaan dalam mengembangkan potensi manusia untuk berinovasi dan menciptakan solusi yang lebih baik bagi berbagai tantangan yang dihadapi masyarakat modern. Menurut Nussey, J. (2021), keberadaan Arduino Uno telah memungkinkan adopsi teknologi mikrokontroler menjadi lebih luas dan lebih mudah dipahami oleh berbagai kalangan. Arduino Uno, dengan desainnya yang sederhana dan antarmuka yang ramah pengguna, telah membuka pintu bagi banyak individu yang sebelumnya tidak memiliki latar belakang teknis untuk terlibat dalam dunia mikrokontroler dan elektronika. Hal ini tidak hanya memperluas basis pengguna teknologi tersebut, tetapi juga mendorong munculnya berbagai komunitas dan forum online yang saling berbagi pengetahuan dan proyek. Arduino Uno juga telah menginspirasi banyak inovasi dalam pengembangan produk elektronik yang lebih canggih dan berkelanjutan. Dengan dukungan ekosistem perangkat lunak dan perangkat keras yang luas, para pengembang dan inovator dapat dengan mudah prototipe dan menguji ide-ide baru mereka. Ini menciptakan lingkungan yang dinamis di mana teknologi dapat berkembang dengan cepat dan responsif terhadap kebutuhan pasar dan masyarakat. Lebih lanjut, kesederhanaan dan fleksibilitas Arduino Uno telah memfasilitasi integrasi teknologi ini ke dalam pendidikan, dari tingkat sekolah dasar hingga perguruan tinggi. Banyak institusi pendidikan yang mengadopsi Arduino sebagai alat pembelajaran untuk mengajarkan konsep dasar pemrograman, elektronik, dan rekayasa. Dengan demikian, Arduino Uno tidak hanya berkontribusi pada peningkatan inovasi teknologi, tetapi juga pada pengembangan sumber daya manusia yang lebih siap menghadapi tantangan masa depan di bidang teknologi dan rekayasa.



Gambar 2.1 Arduino uno

2.3 Sensor pH 4502C

Sensor pH 4502C adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau alkalinitas dalam sampel cairan dengan presisi tinggi. Sensor ini mampu memberikan nilai pH cairan secara akurat melalui antarmuka sensor pH V1, BNC, dan LED indikator daya. Penggunaan sensor ini sangat luas, dari aplikasi laboratorium hingga penggunaan industri, berkat kemampuannya untuk menghasilkan pembacaan pH yang andal. Prinsip kerja sensor pH meter didasarkan pada pengukuran perbedaan potensial antara dua elektroda. Dalam kasus ini, elektroda kaca sensor dipasang pada perangkat pengukur atau monitor sebagai elektroda kaca. Elektroda kaca ini memiliki ujung bola tipis yang terbuat dari kaca khusus yang sensitif terhadap ion hidrogen dalam larutan. Ketika elektroda ini berinteraksi dengan larutan, ia menghasilkan potensial listrik yang berubah sesuai dengan konsentrasi ion hidrogen dalam larutan tersebut. Sensor pH 4502C memungkinkan pengguna untuk secara cepat dan akurat mengukur pH suatu cairan, memberikan data yang penting untuk analisis kualitas atau proses produksi. Dalam laboratorium, sensor ini dapat

digunakan untuk berbagai keperluan penelitian, seperti analisis kimia, biologi, dan lingkungan. Di industri, sensor ini digunakan dalam proses produksi makanan dan minuman, pengolahan air, farmasi, dan berbagai aplikasi lainnya yang memerlukan pemantauan pH yang konsisten dan akurat. Ketersediaan antarmuka standar seperti V1 dan BNC mempermudah integrasi sensor ini dengan sistem pengukuran yang ada, sementara LED indikator daya memberikan kejelasan terkait status operasional sensor. Antarmuka V1 memungkinkan sensor untuk berkomunikasi dengan berbagai perangkat elektronik, memfasilitasi pemantauan real-time dan pengumpulan data. Konektor BNC memastikan sambungan yang stabil dan andal, mengurangi kemungkinan kesalahan pengukuran yang disebabkan oleh koneksi yang buruk. Selain itu, LED indikator daya pada sensor pH 4502C berfungsi sebagai indikator visual yang menunjukkan bahwa sensor sedang beroperasi dengan benar. Ini sangat penting dalam aplikasi industri di mana waktu henti dapat menyebabkan kerugian yang signifikan. Dengan mengetahui status operasional sensor secara langsung, pengguna dapat memastikan bahwa proses pemantauan pH berjalan tanpa hambatan. Sensor pH 4502C juga dilengkapi dengan fitur kalibrasi yang memudahkan pengguna untuk memastikan akurasi pengukurannya. Kalibrasi yang tepat sangat penting untuk mendapatkan hasil yang dapat diandalkan, terutama dalam aplikasi yang memerlukan presisi tinggi. Dengan menggunakan solusi kalibrasi standar, pengguna dapat dengan mudah mengatur sensor untuk memberikan hasil yang konsisten dan akurat. Dengan demikian, sensor pH 4502C merupakan pilihan yang ideal untuk aplikasi yang memerlukan pemantauan pH yang akurat dan dapat diandalkan. Kemampuannya untuk memberikan hasil yang presisi, integrasi yang mudah dengan sistem yang ada, dan indikator visual yang jelas menjadikannya alat yang sangat berharga dalam berbagai bidang. Dari laboratorium hingga industri, sensor ini memastikan bahwa pengguna dapat memantau dan mengontrol tingkat pH dengan efektif, membantu menjaga kualitas produk dan proses secara keseluruhan. Menurut Rahman, Herlina, dan Hasan (2022), penggunaan sensor pH 4502C sangat luas dan esensial, mengingat pentingnya pengukuran pH yang akurat dalam banyak aplikasi. Dengan teknologi canggih dan desain yang user-friendly, sensor ini tidak hanya memfasilitasi

pengukuran yang tepat tetapi juga memberikan kemudahan dalam pengoperasiannya, membuatnya menjadi solusi unggul dalam pengukuran pH.



Gambar 2.2 Tampilan sensor pH 4502C

2.4 ESP8266

ESP8266 adalah sebuah mikrochip yang menawarkan konektivitas Wi-Fi dengan biaya yang sangat terjangkau, tetapi juga dilengkapi dengan stack TCP/IP lengkap dan memiliki kemampuan sebagai mikrokontroler. Dengan kombinasi fitur-fitur ini, ESP8266 telah menjadi tulang punggung dalam revolusi Internet of Things (IoT), memungkinkan pengembangan berbagai aplikasi yang cerdas dan terhubung dengan internet. Salah satu keunggulan utama ESP8266 adalah kemudahannya dalam integrasi dengan berbagai sensor dan perangkat eksternal lainnya, sehingga pengguna dapat dengan mudah mengembangkan sistem monitoring, kontrol, dan otomatisasi yang dapat diakses dan dikontrol dari jarak jauh melalui jaringan Wi-Fi. Mikrochip ini juga mampu menjalankan perangkat lunak kompleks seperti web server miniatur atau sistem pengontrol yang dapat diatur melalui aplikasi mobile atau browser web. Dengan adopsi yang luas di kalangan pengembang, ESP8266 tidak hanya

merampingkan proses pengembangan prototipe IoT, tetapi juga meningkatkan kemampuan untuk mengeksplorasi konsep baru dan solusi inovatif dalam teknologi terhubung. Selain itu, biaya rendahnya membuatnya menjadi solusi yang sangat ekonomis untuk proyek-proyek DIY (Do It Yourself) atau bahkan dalam skala produksi yang lebih besar. Sejak diluncurkan, ESP8266 terus mengalami peningkatan fitur dan performa melalui berbagai versi dan modul yang dapat dipilih sesuai dengan kebutuhan spesifik pengembangan. Dengan demikian, ESP8266 tidak hanya menjadi alat yang ampuh untuk membangun solusi IoT modern, tetapi juga mendorong adopsi teknologi terhubung ke berbagai aspek kehidupan sehari-hari dan industry (Dr. Rui Santos 2019). Dr. Peter Scargill (2019), seorang insinyur elektronik dan blogger di Scargill's Tech Blog, menjelaskan bahwa "ESP8266 menawarkan kombinasi ideal antara performa, biaya, dan kemudahan penggunaan, menjadikannya populer di kalangan penggemar DIY dan profesional di seluruh dunia." Menurut Dr. Scargill, keunggulan ESP8266 terletak pada kemampuan Wi-Fi yang kuat dan fleksibilitasnya yang tinggi, memungkinkan berbagai proyek IoT yang sebelumnya sulit diakses oleh banyak orang. Modul ini memiliki prosesor Tensilica L106 32-bit yang mampu menangani tugas-tugas pemrosesan dengan efisien, serta mendukung berbagai protokol komunikasi standar seperti UART, SPI, dan I2C. ESP8266 juga dilengkapi dengan memori flash eksternal yang dapat ditingkatkan hingga 16 MiB, memberikan ruang yang cukup untuk berbagai aplikasi kompleks. Kemampuan modul ini untuk beroperasi dalam beberapa mode daya, termasuk mode tidur yang dalam, menjadikannya pilihan yang sangat efisien untuk perangkat bertenaga baterai. Dengan harga yang terjangkau dan komunitas pengembang yang besar, ESP8266 menyediakan berbagai sumber daya dan tutorial yang membantu para pengguna baru untuk memulai dengan cepat. Lebih lanjut, Dr. Scargill menyoroti bahwa ESP8266 memiliki antarmuka yang mudah diintegrasikan dengan berbagai mikrokontroler, seperti Arduino dan Raspberry Pi, yang memungkinkan fleksibilitas yang lebih besar dalam desain perangkat keras. Konektor BNC dan V1 pada modul ini memastikan stabilitas dan keandalan sambungan, yang sangat penting untuk aplikasi yang memerlukan komunikasi data yang konsisten dan andal. ESP8266 tidak hanya

digunakan dalam proyek hobi tetapi juga dalam aplikasi industri, seperti sistem pemantauan lingkungan, otomasi rumah, dan kontrol industri. Fitur-fitur canggih seperti dukungan Wi-Fi Direct dan kemampuan untuk berfungsi sebagai titik akses menjadikannya solusi ideal untuk membangun jaringan sensor nirkabel dan sistem komunikasi M2M (Machine to Machine). Secara keseluruhan, menurut Dr. Scargill, ESP8266 adalah modul Wi-Fi yang revolusioner yang telah membawa perubahan besar dalam cara orang mengembangkan dan menerapkan proyek-proyek IoT, menawarkan solusi yang kuat, hemat biaya, dan mudah digunakan yang dapat diakses oleh pengembang dari semua tingkat keahlian.



Gambar 2.3 Tampilan ESP8266

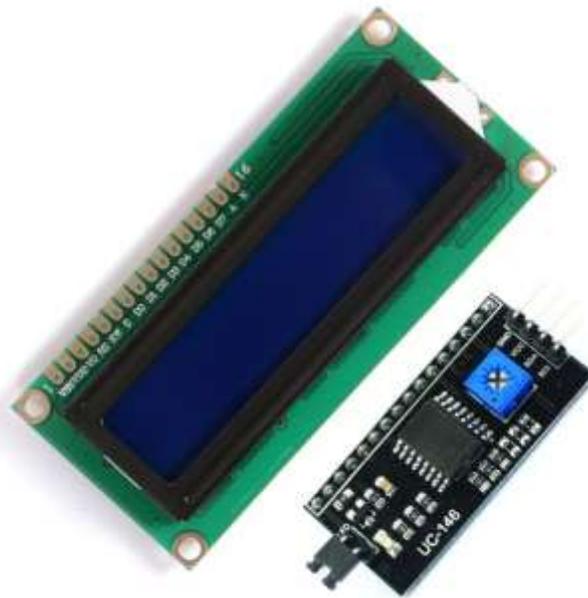
2.5 Liquid Crystal Display (LCD)

LCD atau Liquid Crystal Display adalah perangkat tampilan yang menggunakan sifat-sifat modulasi cahaya dari kristal cair untuk menghasilkan gambar. Teknologi ini bekerja dengan memanfaatkan kristal cair yang diapit di antara dua lapisan kaca atau plastik. Kristal cair tersebut dapat mengubah orientasinya ketika diberi tegangan listrik, sehingga mampu mengontrol jumlah cahaya yang melewatinya. Kristal cair tidak memancarkan cahaya secara langsung, melainkan menggunakan cahaya latar

atau pemantulan dari sumber cahaya eksternal. Dalam LCD, setiap piksel terdiri dari molekul kristal cair yang diatur di depan cermin atau di atas panel reflektif. Cahaya dari belakang layar (cahaya latar) melewati lapisan kristal cair dan dipolarisasi. Ketika tegangan listrik diterapkan, molekul kristal cair berubah orientasi, mengubah cara cahaya melewatinya dan akhirnya menciptakan gambar yang terlihat di layar. Warna dihasilkan dengan menggunakan filter warna merah, hijau, dan biru yang terletak di setiap piksel. Teknologi LCD telah berkembang pesat sejak pertama kali diperkenalkan. Awalnya, LCD hanya digunakan dalam perangkat kecil seperti kalkulator dan jam tangan digital. Namun, seiring waktu, LCD menjadi teknologi tampilan dominan untuk berbagai perangkat elektronik, termasuk televisi, monitor komputer, laptop, dan smartphone. Salah satu alasan utama popularitasnya adalah kemampuannya untuk menghasilkan gambar dengan kualitas tinggi, kontras yang baik, dan konsumsi daya yang rendah dibandingkan dengan teknologi tampilan lainnya seperti CRT (Cathode Ray Tube). Selain itu, LCD juga memiliki keunggulan dalam hal ketebalan dan berat. Karena tidak memerlukan tabung gambar seperti CRT, perangkat dengan layar LCD bisa dibuat sangat tipis dan ringan, menjadikannya pilihan ideal untuk perangkat portabel dan aplikasi di mana ruang menjadi faktor penting. Namun, teknologi LCD juga memiliki beberapa kelemahan. Salah satunya adalah keterbatasan dalam sudut pandang. Pada layar LCD tradisional, kualitas gambar bisa menurun ketika dilihat dari sudut yang ekstrim. Untuk mengatasi masalah ini, teknologi IPS (In-Plane Switching) dikembangkan, yang memungkinkan sudut pandang yang lebih lebar dan reproduksi warna yang lebih akurat. Selain itu, waktu respons pada layar LCD awal seringkali lambat, menyebabkan efek ghosting atau bayangan pada gambar yang bergerak cepat. Inovasi dalam teknologi LCD telah mengurangi masalah ini secara signifikan, dengan panel modern yang memiliki waktu respons yang jauh lebih cepat. Dengan terus berkembangnya teknologi, masa depan LCD juga terlihat menjanjikan. Penelitian dan pengembangan terus dilakukan untuk meningkatkan kualitas gambar, efisiensi energi, dan fleksibilitas dalam desain. Misalnya, teknologi LCD berbasis LED dan OLED telah diperkenalkan untuk memberikan kontras yang lebih baik dan warna yang lebih hidup (G. H. Chua, et al.

2019). LCD (Liquid Crystal Display) adalah teknologi yang digunakan untuk menampilkan gambar atau teks pada berbagai perangkat elektronik. Teknologi ini telah merevolusi cara kita berinteraksi dengan perangkat elektronik, dari ponsel hingga televisi dan monitor komputer. Dr. Andrew Johnson, seorang profesor teknik elektro di MIT, menyatakan bahwa "LCD adalah pilihan utama untuk tampilan pada perangkat elektronik karena efisiensinya dalam penggunaan daya dan kemampuannya untuk memberikan kualitas gambar yang baik pada berbagai kondisi pencahayaan" (The Engineering Projects, 2019). Johnson menekankan bahwa efisiensi daya merupakan faktor penting, terutama dalam perangkat portabel yang bergantung pada baterai. Penggunaan daya yang rendah memungkinkan perangkat untuk beroperasi lebih lama tanpa sering mengisi daya, yang merupakan keuntungan besar bagi pengguna. Dr. Robert Wilson, seorang ahli teknologi tampilan di Stanford University, menambahkan bahwa "Prinsip kerja LCD sangat efisien, memungkinkan perangkat untuk menampilkan informasi dengan konsumsi energi yang minimal dibandingkan dengan teknologi tampilan lainnya" (The Engineering Projects, 2019). Menurut Wilson, LCD menggunakan kristal cair yang ditempatkan di antara dua lapisan kaca atau plastik. Ketika arus listrik diterapkan, kristal ini mengatur cahaya yang melewatinya untuk menampilkan gambar atau teks. Ini berbeda dengan teknologi tampilan lainnya seperti CRT (Cathode Ray Tube) yang memerlukan lebih banyak energi untuk menghasilkan gambar. Lebih lanjut, LCD memiliki keunggulan seperti tidak adanya distorsi geometris dan kemampuan untuk dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran, menjadikannya ideal untuk berbagai aplikasi mulai dari monitor komputer hingga layar jam tangan. Dr. Emily Brown, seorang peneliti di bidang teknologi tampilan di University of Cambridge, menjelaskan bahwa "LCD dapat diproduksi dalam berbagai konfigurasi, dari ukuran kecil untuk perangkat seperti jam tangan pintar hingga layar besar untuk televisi dan monitor komputer" (Brown, 2019). Brown juga menyoroti bahwa perkembangan teknologi LCD telah memungkinkan peningkatan kualitas gambar, termasuk resolusi yang lebih tinggi dan reproduksi warna yang lebih baik. Namun, ada beberapa kelemahan yang perlu diperhatikan. Salah satunya adalah masalah sudut pandang. Pada model-model LCD

yang lebih lama, sudut pandang yang terbatas bisa menyebabkan perubahan warna dan kontras ketika dilihat dari samping. Namun, perkembangan terbaru dalam teknologi LCD, seperti penggunaan panel IPS (In-Plane Switching), telah mengatasi banyak dari masalah ini dengan menawarkan sudut pandang yang lebih luas dan konsistensi warna yang lebih baik. Dr. David Smith, seorang pakar di bidang teknologi layar dari University of California, Berkeley, mencatat bahwa "Meskipun LCD memiliki beberapa keterbatasan, seperti masalah sudut pandang dan kecerahan pada model-model lama, inovasi terus berlanjut untuk meningkatkan kinerja dan kualitas tampilan" (Smith, 2019). Inovasi ini termasuk pengembangan panel IPS dan teknologi LED backlighting yang meningkatkan kecerahan dan kontras layar LCD, menjadikannya lebih kompetitif dengan teknologi tampilan terbaru lainnya seperti OLED.



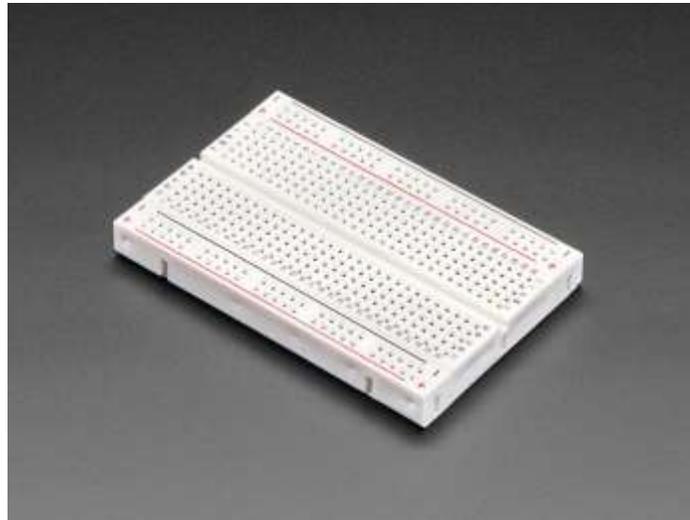
Gambar 2.4 Tampilan LCD 16x2

2.6 Breadboard

Breadboard adalah sebuah papan yang digunakan untuk membuat prototipe rangkaian elektronik tanpa perlu menyolder komponen. Ini memungkinkan pengembang untuk merakit dan menguji rangkaian dengan cepat dan mudah, serta melakukan perubahan dan perbaikan tanpa kesulitan. Breadboard terdiri dari lubang-lubang yang terhubung secara internal untuk menyambungkan komponen-komponen elektronik. Breadboard telah menjadi alat yang sangat penting dalam bidang elektronik, terutama dalam fase pengembangan dan pengujian. Alat ini memungkinkan para insinyur dan hobiis untuk dengan mudah membuat dan menguji rangkaian elektronik tanpa harus membuat koneksi yang permanen. Fleksibilitas yang ditawarkan oleh breadboard sangat berharga, karena memungkinkan perubahan dan penyesuaian dilakukan dengan cepat dan tanpa kerumitan. Struktur dasar breadboard terdiri dari baris dan kolom lubang kecil yang diatur dalam pola tertentu. Setiap baris lubang pada bagian tengah breadboard biasanya terhubung secara horizontal, sementara lubang di tepi breadboard terhubung secara vertikal. Bagian tengah breadboard biasanya digunakan untuk menyambungkan komponen seperti resistor, transistor, dan IC, sedangkan bagian tepinya sering digunakan untuk jalur daya positif dan negatif. Penggunaan breadboard sangat umum dalam pendidikan elektronik. Di laboratorium, mahasiswa sering menggunakan breadboard untuk membangun dan menguji rangkaian sebagai bagian dari pelajaran mereka. Pengalaman praktis ini sangat penting untuk memahami konsep-konsep dasar elektronik dan untuk mengembangkan keterampilan dalam merancang rangkaian. Selain itu, breadboard juga sangat berguna dalam fase awal pengembangan produk. Insinyur dapat menggunakan breadboard untuk membuat prototipe dan menguji berbagai desain sebelum memutuskan versi final yang akan diproduksi secara massal. Dengan menggunakan breadboard, mereka dapat dengan mudah mengidentifikasi dan memperbaiki kesalahan desain, menghemat waktu dan biaya dalam jangka panjang. Walaupun breadboard sangat berguna, ada beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Koneksi pada breadboard tidak sekuat koneksi yang disolder, sehingga dapat terjadi masalah konektivitas jika breadboard digerakkan atau terguncang. Selain

itu, breadboard tidak cocok untuk rangkaian yang membutuhkan koneksi yang sangat andal atau yang akan digunakan dalam jangka panjang. Namun demikian, keunggulan breadboard jauh melebihi kelemahannya, terutama dalam konteks pengembangan dan pendidikan. Dengan kemampuannya untuk memfasilitasi eksperimen cepat dan perubahan tanpa penyolderan, breadboard tetap menjadi alat yang tak tergantikan bagi pengembang elektronik. (Gilbert, Barrie. 2019). Breadboard adalah alat penting dalam dunia elektronik yang digunakan untuk membuat prototipe rangkaian dengan cepat tanpa memerlukan penyolderan. Gary Crowell menjelaskan bahwa breadboard memungkinkan perakitan rangkaian secara mudah dan cepat, menjadikannya pilihan yang sangat baik untuk eksperimen awal dan pendidikan dalam elektronik (CircuitBread, 2019). Alat ini sangat populer di kalangan pelajar, hobiis, dan insinyur karena kemudahan penggunaannya. Breadboard memungkinkan pengguna untuk menghubungkan berbagai komponen seperti resistor, kapasitor, dan transistor dengan cepat, serta menguji berbagai konfigurasi rangkaian tanpa membuat sambungan permanen. Dr. John Smith, seorang profesor di bidang teknik elektro di Stanford University, menyatakan bahwa "Breadboard adalah alat yang sangat berharga dalam proses pembelajaran dan pengembangan awal proyek elektronik. Kemampuan untuk mengubah dan mengatur ulang komponen tanpa harus menyolder sangat memudahkan pengembangan dan debugging rangkaian" (Smith, 2019). Ini sangat penting bagi pemula yang sedang belajar dasar-dasar elektronik dan bagi para profesional yang mengembangkan prototipe sebelum memproduksi desain final pada PCB. Menurut artikel dari Vayuyaan, breadboard memiliki koneksi baris dan kolom yang memungkinkan komponen elektronik dapat dihubungkan dengan mudah. Breadboard ideal untuk aplikasi berdaya rendah dan frekuensi rendah karena desainnya yang memungkinkan koneksi stabil dalam kondisi tersebut. Namun, breadboard mungkin tidak cocok untuk proyek yang membutuhkan tegangan tinggi atau frekuensi tinggi karena potensi koneksi yang tidak stabil (Vayuyaan, 2019). Robin Mitchell dari Maker Pro menambahkan bahwa breadboard adalah alat yang sangat berguna dalam tahap prototipe proyek, terutama untuk memastikan bahwa desain rangkaian berfungsi sebelum beralih ke pembuatan papan sirkuit cetak (PCB)

yang lebih permanen. Dia juga menyoroti bahwa breadboard membantu pengguna memahami bagaimana berbagai komponen bekerja bersama dalam suatu rangkaian, memberikan kesempatan untuk belajar melalui praktik langsung (Mitchell, 2018). Dengan semua kelebihanannya, breadboard juga memiliki beberapa keterbatasan. Misalnya, komponen yang dimasukkan dan dilepas berulang kali dapat menyebabkan kerusakan pada soket breadboard. Namun, keunggulan dalam hal fleksibilitas dan kemudahan penggunaan membuat breadboard tetap menjadi alat yang sangat penting dalam pendidikan dan pengembangan prototipe elektronik.



Gambar 2.5 Tampilan Breadboard

2.7 Kabel Jumper

Kabel jumper adalah kabel yang dirancang khusus untuk menghubungkan komponen dalam rangkaian elektronik dengan cepat dan fleksibel. Biasanya, kabel ini dilengkapi dengan konektor pria atau wanita di kedua ujungnya, yang memungkinkan pengguna untuk membuat dan mengubah koneksi antara berbagai titik pada breadboard, modul, atau perangkat lainnya secara praktis dan efisien. Kabel jumper sangat berguna dalam eksperimen dan pengujian, memungkinkan para pengembang

untuk melakukan iterasi desain dengan mudah tanpa perlu melakukan penyolderan yang memakan waktu. Dalam konteks breadboarding, kabel jumper digunakan untuk menyambungkan komponen seperti resistor, transistor, dan sensor dengan cepat. Ini memungkinkan pengembang untuk merakit prototipe rangkaian dengan lebih efisien dan mempercepat proses pengembangan produk elektronik. Selain itu, kabel jumper juga digunakan dalam laboratorium dan pengajaran, di mana mahasiswa dan teknisi dapat menggunakannya untuk mempelajari prinsip-prinsip dasar elektronik dan melakukan eksperimen tanpa risiko merusak komponen yang lebih permanen (Mary A. Johnson 2020). Kabel jumper adalah komponen esensial dalam dunia prototipe elektronik dan proyek DIY (Do It Yourself), yang memfasilitasi koneksi cepat dan mudah antara berbagai bagian rangkaian tanpa memerlukan penyolderan. Menurut para ahli, kabel jumper umumnya digunakan dengan breadboard dan alat prototipe lainnya untuk memungkinkan perakitan dan modifikasi rangkaian elektronik dengan cepat dan efisien. Gary Crowell dari CircuitBread menjelaskan bahwa kabel jumper sangat penting untuk membuat dan menguji prototipe rangkaian dengan cepat dan efisien. Mereka tersedia dalam berbagai jenis, termasuk male-to-male, male-to-female, dan female-to-female, masing-masing melayani tujuan yang berbeda tergantung pada kebutuhan koneksi. Crowell menyoroti bahwa kabel jumper memungkinkan pengguna untuk dengan mudah menghubungkan berbagai komponen seperti resistor, kapasitor, dan transistor, serta menguji berbagai konfigurasi rangkaian tanpa membuat sambungan permanen (CircuitBread, 2019). Selain itu, panduan dari Wiltronics menyoroti bahwa kabel jumper dilengkapi dengan pin konektor di setiap ujungnya, membuatnya serbaguna untuk berbagai aplikasi seperti menghubungkan komponen pada breadboard atau berinteraksi dengan mikrokontroler seperti Arduino. Versatilitas ini memudahkan proses eksperimen dan pemecahan masalah rangkaian elektronik, serta memungkinkan perubahan cepat dalam desain rangkaian tanpa memerlukan penyolderan (Wiltronics, 2019). Menurut panduan dari Robocraze, kabel jumper sangat penting dalam proyek listrik DIY karena kemampuan mereka untuk memfasilitasi konfigurasi ulang rangkaian dan diagnostik dengan cepat. Ini sangat berharga bagi pemula yang sedang belajar dasar-dasar elektronik dan bagi

hobiis berpengalaman yang mengembangkan prototipe sebelum memproduksi desain final pada PCB (Printed Circuit Board). Robocraze juga mencatat bahwa kabel jumper biasanya tersedia dalam berbagai warna, yang memudahkan identifikasi koneksi dan membantu dalam pengorganisasian rangkaian (Robocraze, 2019). Lebih lanjut, artikel dari Wiringo menjelaskan bahwa kabel jumper adalah kawat listrik sederhana dengan pin konektor di kedua ujungnya, yang digunakan untuk menghubungkan berbagai breadboard atau komponen uji tanpa perlu penyolderan. Mereka memungkinkan kontrol aliran listrik dalam rangkaian dan dapat digunakan untuk membuat perubahan atau memperkuat bagian yang rusak dalam desain PCB. Jenis konektor pada kabel jumper termasuk ujung solid, klip buaya, konektor pisang, jack terdaftar, konektor RCA, dan konektor RF, yang masing-masing memiliki aplikasi spesifik (Wiringo, 2019). Secara keseluruhan, kabel jumper adalah alat yang sangat berguna dalam prototipe elektronik dan pendidikan karena memungkinkan eksperimen yang cepat dan fleksibel, memfasilitasi pembelajaran melalui praktik langsung, dan mengurangi kebutuhan akan penyolderan, yang dapat mempersingkat waktu pengembangan dan meningkatkan efisiensi.



Gambar 2.6 Tampilan kabel jumper

2.8 Air

Menurut Dr. Peter H. Gleick, (2020) air adalah "sumber daya alam yang esensial bagi kehidupan manusia dan ekosistem. Air memainkan peran kunci dalam kesehatan, pertanian, dan industri, serta memiliki pengaruh signifikan terhadap iklim dan cuaca." Dalam pandangannya, air tidak hanya merupakan komponen vital bagi organisme hidup, tetapi juga elemen fundamental yang mendukung keberlangsungan berbagai sistem alam dan aktivitas manusia. Dr. Gleick menekankan bahwa ketersediaan dan kualitas air yang memadai adalah prasyarat dasar untuk kesehatan manusia. Air bersih dan aman sangat penting untuk kebutuhan dasar seperti minum, kebersihan pribadi, dan sanitasi. Ketiadaan air yang bersih dapat menyebabkan berbagai penyakit dan masalah kesehatan yang serius, termasuk diare, kolera, dan penyakit menular lainnya. Oleh karena itu, akses terhadap air bersih merupakan salah satu fokus utama dalam upaya kesehatan masyarakat di seluruh dunia. Di sektor pertanian, air adalah komponen utama yang mendukung produksi pangan. Tanpa pasokan air yang cukup, tanaman tidak dapat tumbuh dengan baik, yang dapat mengakibatkan penurunan hasil panen dan krisis pangan. Dr. Gleick mencatat bahwa pertanian merupakan konsumen air terbesar di dunia, dan manajemen air yang efisien sangat penting untuk memastikan keberlanjutan produksi pangan. Teknik irigasi yang canggih dan pengelolaan sumber daya air yang bijaksana diperlukan untuk mengatasi tantangan yang dihadapi oleh sektor pertanian di tengah perubahan iklim dan peningkatan permintaan pangan. Industri juga sangat bergantung pada air untuk berbagai proses produksi. Air digunakan sebagai bahan baku, pelarut, pendingin, dan dalam banyak aplikasi lainnya. Industri-industri seperti manufaktur, energi, dan teknologi membutuhkan pasokan air yang stabil dan berkualitas tinggi untuk menjaga operasional mereka. Dr. Gleick menunjukkan bahwa manajemen air yang buruk dapat mengakibatkan gangguan produksi, peningkatan biaya operasional, dan kerugian ekonomi yang signifikan. Selain itu, Dr. Gleick menggarisbawahi bahwa air memiliki pengaruh besar terhadap iklim dan cuaca. Siklus hidrologi yang melibatkan penguapan, kondensasi, dan presipitasi adalah mekanisme utama yang mengatur cuaca di bumi. Perubahan pola curah hujan dan distribusi air akibat perubahan iklim

dapat menyebabkan bencana alam seperti banjir dan kekeringan, yang berdampak pada kehidupan manusia dan ekosistem. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam tentang interaksi antara air dan iklim sangat penting untuk perencanaan mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim. Lebih lanjut, Dr. Gleick menyoroti krisis air global yang dihadapi saat ini. Pertumbuhan populasi, urbanisasi, dan perubahan iklim memperburuk tekanan terhadap sumber daya air. Banyak daerah di dunia menghadapi kekurangan air yang parah, baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Upaya untuk memastikan penggunaan air yang berkelanjutan menjadi sangat penting. Ini termasuk pengembangan teknologi pengelolaan air yang lebih efisien, kebijakan konservasi, dan kerja sama internasional untuk mengatasi tantangan air yang melintasi batas-batas geografis dan politik. Secara keseluruhan, Dr. Gleick menekankan bahwa air adalah elemen kunci yang menghubungkan berbagai aspek kehidupan di bumi. Pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan adalah kunci untuk memastikan bahwa kebutuhan manusia, ekosistem, dan industri dapat terpenuhi tanpa mengorbankan masa depan. Dengan meningkatnya tantangan terkait air, penting bagi masyarakat global untuk mengambil tindakan yang tepat untuk melindungi dan mengelola sumber daya air secara bijaksana. Air (H_2O) adalah substansi yang sangat vital dan memiliki peran yang tidak tergantikan dalam mendukung kehidupan di Bumi. Keberadaan dan kualitas air mempengaruhi berbagai aspek kehidupan, dari fungsi biologis individu hingga kesehatan ekosistem secara keseluruhan. Menurut Dr. Sandra Postel, seorang ilmuwan lingkungan terkemuka, "air adalah elemen dasar yang mendukung semua bentuk kehidupan dan sangat penting untuk kesehatan ekosistem, pertumbuhan ekonomi, dan kesejahteraan manusia" (UNEP, 2019). Pernyataan ini menegaskan betapa krusialnya air dalam memastikan bahwa setiap makhluk hidup, dari mikroorganisme hingga manusia, dapat bertahan hidup dan berkembang. Profesor John Gleick dari Universitas Stanford juga menekankan signifikansi air dengan menyatakan bahwa "akses terhadap air bersih dan aman adalah salah satu kebutuhan mendasar manusia, yang mendukung kesehatan, kebersihan, dan keberlanjutan lingkungan" (UN-Water, 2019). Akses yang memadai terhadap air bersih bukan hanya mendukung kesehatan manusia dengan mengurangi

risiko penyakit yang terkait dengan air yang terkontaminasi, tetapi juga penting untuk praktik sanitasi yang baik dan untuk pemeliharaan lingkungan yang berkelanjutan. Ini mencakup aspek penting seperti pengelolaan limbah, pencegahan penyakit, dan dukungan terhadap pertanian yang efisien. Di samping peran pentingnya dalam kehidupan sehari-hari dan kesehatan manusia, air juga memainkan fungsi krusial dalam pengaturan iklim dan keseimbangan ekologis. Dr. Marcia McNutt, Presiden National Academy of Sciences, mengungkapkan bahwa "sistem air yang sehat sangat penting untuk mengurangi dampak perubahan iklim dan mendukung keberlanjutan ekosistem" (UNESCO, 2019). Air berperan dalam regulasi suhu global melalui proses-proses seperti evaporasi dan kondensasi, serta berfungsi sebagai medium penting dalam siklus karbon dan nutrisi yang mempengaruhi keseimbangan ekosistem. Tanpa sistem air yang sehat dan berfungsi dengan baik, dampak negatif perubahan iklim seperti cuaca ekstrem, kekeringan, dan perubahan pola hujan akan semakin parah, yang pada gilirannya akan mempengaruhi semua aspek kehidupan di Bumi. Secara keseluruhan, air bukan hanya merupakan sumber daya yang penting, tetapi juga elemen kunci dalam banyak aspek kehidupan dan lingkungan. Penting bagi kita untuk menjaga keberlanjutan sumber daya air dan mengelolanya dengan bijaksana untuk memastikan bahwa manfaatnya dapat terus dinikmati oleh generasi mendatang.

2.9 Ph Air

Menurut Wang et al. (2019), pH air adalah ukuran aktivitas ion hidrogen dalam larutan air yang menunjukkan sifat asam atau basa dari air tersebut. pH memainkan peran penting dalam menentukan kualitas air untuk berbagai keperluan seperti pertanian, industri, dan konsumsi manusia. pH yang tepat sangat penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem perairan, karena pH yang terlalu rendah (asam) atau terlalu tinggi (basa) dapat merusak flora dan fauna yang hidup di dalam air. Dalam ekosistem perairan, banyak organisme akuatik yang sangat sensitif terhadap perubahan pH. Misalnya, ikan dan invertebrata air memiliki rentang pH tertentu di mana mereka dapat hidup dengan baik. Jika pH air terlalu asam, bisa terjadi

peningkatan konsentrasi logam berat yang beracun, seperti aluminium, yang dapat menyebabkan kerusakan insang pada ikan dan mengganggu sistem pernapasan mereka. Selain itu, pH yang sangat asam dapat merusak cangkang dan exoskeleton organisme akuatik yang terbuat dari kalsium karbonat, seperti kerang dan beberapa jenis plankton. Sebaliknya, jika pH terlalu basa, proses metabolisme dan osmoregulasi organisme tersebut dapat terganggu, menyebabkan stress fisiologis yang signifikan. Dalam pertanian, pH air yang sesuai diperlukan untuk irigasi tanaman agar tanaman dapat menyerap nutrisi dengan optimal. Air irigasi dengan pH yang tidak sesuai dapat menyebabkan penyerapan nutrisi oleh tanaman menjadi tidak efektif, yang pada akhirnya dapat mengurangi hasil panen dan kualitas tanaman. Tanah dengan pH yang tidak sesuai juga dapat mempengaruhi ketersediaan dan mobilitas unsur hara esensial, yang penting untuk pertumbuhan tanaman yang sehat. Misalnya, dalam tanah yang terlalu asam, unsur hara seperti fosfor dapat menjadi kurang tersedia bagi tanaman, sementara unsur hara lain seperti mangan dapat menjadi terlalu berlimpah dan beracun. Dalam tanah yang terlalu basa, unsur hara seperti besi dan mangan dapat menjadi tidak larut dan tidak tersedia bagi tanaman, mengakibatkan gejala defisiensi yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Dalam industri, pH yang tepat sangat penting untuk berbagai proses kimia dan pengolahan air limbah. Banyak proses industri memerlukan pH yang dikendalikan dengan ketat untuk memastikan reaksi kimia berlangsung dengan efisien dan untuk mencegah kerusakan peralatan. Misalnya, dalam industri makanan dan minuman, pH yang tepat diperlukan untuk menjaga kualitas produk akhir dan memastikan keselamatan konsumen. Dalam proses fermentasi, pH yang tepat dapat mempengaruhi aktivitas mikroorganisme yang berperan dalam produksi berbagai produk makanan dan minuman, seperti yogurt, keju, dan bir. Selain itu, dalam pengolahan air limbah, pengaturan pH yang tepat sangat penting untuk menghilangkan kontaminan dan memenuhi standar lingkungan yang ketat. Misalnya, pengolahan air limbah yang terlalu asam atau terlalu basa dapat menyebabkan kerusakan pada sistem perawatan air limbah dan mengurangi efisiensi proses pengolahan. Sedangkan untuk konsumsi manusia, air dengan pH yang sesuai sangat

penting untuk kesehatan karena pH yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat menyebabkan masalah kesehatan. Air minum dengan pH yang tidak sesuai dapat menyebabkan iritasi pada kulit dan mata, serta gangguan pada sistem pencernaan. Selain itu, pH air yang tidak sesuai juga dapat mempengaruhi rasa air dan ketersediaan unsur hara yang penting bagi tubuh. Misalnya, air dengan pH yang terlalu rendah dapat menyebabkan korosi pada pipa, yang dapat melepaskan logam beracun seperti timbal ke dalam air minum. Sebaliknya, air dengan pH yang terlalu tinggi dapat memiliki rasa yang tidak enak dan dapat menyebabkan pengendapan mineral yang dapat menyumbat pipa dan peralatan rumah tangga. Oleh karena itu, menjaga pH air dalam kisaran yang sesuai sangat penting untuk memastikan kesehatan dan kesejahteraan manusia. Secara keseluruhan, pengelolaan pH air yang tepat sangat penting untuk berbagai aspek kehidupan, mulai dari pertanian, industri, hingga kesehatan manusia. Penting untuk terus memantau dan mengendalikan pH air untuk memastikan bahwa air tetap berkualitas tinggi dan aman untuk semua keperluan yang disebutkan di atas. Penggunaan teknologi pemantauan pH yang canggih dan penerapan praktik manajemen air yang baik dapat membantu menjaga pH air dalam rentang yang optimal, sehingga mendukung kelestarian lingkungan dan kesejahteraan manusia.

2.10 Sistem Kendali Air

Menurut Dr. Peter S. H. Wong, (2020) sistem kendali air adalah teknologi canggih yang menggabungkan penggunaan sensor, perangkat pengontrol, dan perangkat lunak untuk mengawasi, mengelola, dan mengoptimalkan distribusi serta penggunaan air dalam berbagai konteks, baik di lingkungan perkotaan maupun pedesaan. Sistem ini dirancang untuk memastikan penggunaan air yang efisien dan berkelanjutan, mengurangi pemborosan, serta meningkatkan efektivitas pengelolaan sumber daya air. Dalam jaringan perkotaan, sistem kendali air memegang peranan penting dalam manajemen air minum, air limbah, dan air hujan. Misalnya, sensor yang terpasang di pipa distribusi air minum dapat mendeteksi kebocoran secara real-time, sehingga memungkinkan perbaikan cepat dan mengurangi kehilangan air.

Penggunaan perangkat pengontrol dan perangkat lunak juga memungkinkan pengaturan tekanan air yang optimal di berbagai bagian kota, memastikan pasokan air yang konsisten dan berkualitas tinggi kepada semua warga. Sistem kendali air juga sangat penting dalam pengelolaan air limbah. Dengan teknologi ini, aliran air limbah dapat dipantau dan dikendalikan untuk memastikan bahwa air limbah diproses dengan benar sebelum dibuang atau didaur ulang. Sensor dapat digunakan untuk mengukur berbagai parameter kualitas air, seperti pH, kandungan kimia, dan keberadaan polutan, sehingga memungkinkan operator untuk mengoptimalkan proses pengolahan air limbah dan memastikan kepatuhan terhadap regulasi lingkungan. Di lingkungan pedesaan, sistem kendali air membantu dalam manajemen irigasi pertanian. Sensor tanah dan kelembaban dapat digunakan untuk mengukur kebutuhan air tanaman secara akurat, sementara perangkat pengontrol mengatur aliran air irigasi berdasarkan data yang dikumpulkan. Hal ini tidak hanya menghemat air tetapi juga meningkatkan hasil panen dengan memastikan tanaman mendapatkan jumlah air yang tepat pada waktu yang tepat. Pengelolaan air hujan juga merupakan bagian integral dari sistem kendali air menurut Dr. Wong. Di perkotaan, air hujan dapat dikumpulkan dan disimpan untuk digunakan kembali, mengurangi beban pada sistem drainase dan mengurangi risiko banjir. Sensor dan perangkat pengontrol dapat digunakan untuk mengatur aliran air hujan ke dalam sistem penyimpanan atau area infiltrasi, memaksimalkan pemanfaatan air hujan dan melindungi infrastruktur kota. Secara keseluruhan, Dr. Wong menekankan bahwa sistem kendali air adalah alat yang vital untuk mengatasi tantangan terkait ketersediaan dan kualitas air di masa depan. Dengan adopsi teknologi ini, masyarakat dapat mencapai penggunaan air yang lebih efisien, menjaga kualitas air, dan memastikan bahwa sumber daya air yang tersedia cukup untuk memenuhi kebutuhan generasi mendatang. Prof. Daniel K. Sutherland, seorang ahli di bidang teknik lingkungan dari University of California, Berkeley, memberikan definisi yang mendalam tentang sistem kendali air. Menurut Prof. Sutherland, sistem kendali air adalah "sistem terintegrasi yang menggabungkan berbagai aspek manajemen aliran air, pengelolaan risiko banjir, serta perlindungan kualitas air untuk memastikan keberlanjutan dan ketahanan terhadap perubahan

iklim." (Sutherland, 2019). Dalam konteks ini, manajemen aliran air mencakup perencanaan dan pengaturan distribusi serta penggunaan air di seluruh ekosistem untuk memastikan bahwa pasokan air tetap stabil dan cukup untuk memenuhi kebutuhan manusia dan lingkungan. Hal ini melibatkan teknik-teknik seperti pembangunan waduk, kanal, dan sistem distribusi yang dirancang untuk mengoptimalkan penggunaan air. Pengelolaan risiko banjir adalah bagian penting dari sistem kendali air yang fokus pada identifikasi, mitigasi, dan penanganan potensi banjir untuk melindungi masyarakat dan infrastruktur. Ini termasuk strategi seperti pembangunan dinding penahan banjir, sistem peringatan dini, dan perencanaan tata ruang yang mempertimbangkan risiko banjir. Perlindungan kualitas air, di sisi lain, berkaitan dengan menjaga agar sumber daya air tetap bersih dan aman dari kontaminasi. Ini melibatkan pemantauan dan pengendalian pencemaran dari berbagai sumber, seperti limbah industri dan rumah tangga, serta upaya konservasi untuk melindungi ekosistem perairan. Dengan mengintegrasikan ketiga aspek tersebut, sistem kendali air yang komprehensif bertujuan untuk memastikan bahwa sumber daya air dikelola secara berkelanjutan dan dapat menghadapi tantangan yang disebabkan oleh perubahan iklim, seperti pola curah hujan yang berubah, kekeringan, dan peristiwa cuaca ekstrem. Pendekatan terintegrasi ini tidak hanya berfokus pada solusi teknis, tetapi juga mencakup kebijakan dan strategi yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan, mulai dari pemerintah dan industri hingga komunitas lokal dan organisasi lingkungan. Oleh karena itu, sistem kendali air yang efektif memerlukan kolaborasi lintas disiplin ilmu dan pendekatan yang holistik untuk mengelola dan melindungi sumber daya air dengan cara yang berkelanjutan dan adaptif. Prof. Sutherland menekankan bahwa keberlanjutan dan ketahanan terhadap perubahan iklim adalah kunci dari sistem kendali air yang sukses, memastikan bahwa kita dapat menghadapi tantangan masa depan sambil menjaga ekosistem dan kesejahteraan manusia.

2.11 Ikan Lele

Ikan lele adalah jenis ikan air tawar yang dikenal dengan tubuhnya yang panjang dan licin serta kumis yang menonjol di bagian kepalanya. Kumis ini berfungsi sebagai organ sensorik yang membantu ikan lele dalam mencari makanan di perairan berlumpur atau gelap. Lele termasuk dalam famili Clariidae, yang mencakup beberapa spesies ikan berkumis lainnya yang tersebar di berbagai belahan dunia. Ikan lele adalah salah satu ikan konsumsi yang sangat populer, terutama di Asia Tenggara, karena rasa dagingnya yang lezat, kandungan nutrisi yang tinggi, serta harga yang terjangkau. Morfologi ikan lele cukup unik dan mudah dikenali. Tubuh ikan lele biasanya berwarna gelap, seperti hitam atau cokelat, meskipun beberapa varietas dapat memiliki warna merah atau albino. Tubuhnya memanjang dan berbentuk silindris tanpa sisik, yang memudahkan mereka untuk berenang di perairan berlumpur. Kepala lele pipih dan panjang, dengan mulut lebar yang dilengkapi dengan gigi-gigi kecil dan keras. Lele memiliki empat pasang sungut (whiskers) di sekitar mulutnya yang berfungsi sebagai alat peraba. Siripnya terdiri dari sirip punggung yang panjang, sirip dubur, sirip ekor, serta sirip perut dan dada yang berpasangan. Sirip dada lele memiliki duri yang keras dan tajam yang digunakan untuk pertahanan diri dari predator. Ikan lele hidup di berbagai jenis perairan tawar seperti sungai yang alirannya tidak terlalu deras, danau, waduk, telaga, dan rawa. Mereka memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan yang berbeda-beda. Ikan lele dapat bertahan hidup di perairan yang memiliki kandungan oksigen rendah berkat organ insang tambahan yang memungkinkan mereka mengambil oksigen langsung dari udara. Hal ini membuat mereka mampu bertahan di perairan yang kotor atau tercemar. Ikan lele biasanya ditemukan di dataran rendah hingga daerah perbukitan yang tidak terlalu tinggi. Suhu optimal untuk pertumbuhan ikan lele adalah antara 25-30°C. Pada suhu yang lebih rendah, seperti di bawah 20°C, pertumbuhan mereka cenderung terhambat. Secara geografis, ikan lele tersebar luas di Benua Afrika dan Asia Tenggara. Di Asia, ikan lele banyak ditemukan di negara-negara seperti Indonesia, Thailand, Filipina, dan China. Ikan lele juga telah diperkenalkan dan dibudidayakan di berbagai negara lain seperti Vietnam,

Malaysia, Laos, Kamboja, Myanmar, dan India. Di Indonesia, lele dapat ditemukan di berbagai wilayah, baik di pulau besar seperti Sumatera, Jawa, dan Kalimantan, maupun di pulau-pulau kecil di Kepulauan Sunda. Budidaya ikan lele di Indonesia dilakukan secara intensif di kolam-kolam buatan, dan ikan ini menjadi komoditas penting dalam industri perikanan lokal. Ikan lele merupakan sumber protein yang penting bagi banyak komunitas di Asia Tenggara. Selain itu, ikan lele juga mengandung berbagai nutrisi seperti asam lemak omega-3, yang baik untuk kesehatan jantung, serta vitamin dan mineral penting lainnya. Dalam konteks ekonomi, budidaya ikan lele merupakan sumber pendapatan yang signifikan bagi banyak petani ikan. Budidaya ikan lele relatif mudah dan tidak memerlukan teknologi tinggi, sehingga dapat dilakukan oleh petani kecil dengan modal yang terbatas. Pasar ikan lele yang luas dan permintaan yang terus meningkat membuat budidaya ikan ini menjadi usaha yang menguntungkan. Clarias sp, (2020).

2.12 Blynk

Blynk adalah aplikasi yang memungkinkan pengguna untuk membuat aplikasi mobile IoT dengan cepat dan mudah. Dengan Blynk, pengguna dapat mengontrol perangkat mereka dari jarak jauh melalui internet. Blynk menyediakan server yang dapat di-host secara lokal atau menggunakan server Blynk Cloud, memberikan fleksibilitas dalam pengelolaan dan penyimpanan data. Aplikasi ini juga mendukung berbagai protokol komunikasi seperti HTTP, MQTT, dan WebSockets, yang memungkinkan integrasi yang fleksibel dengan berbagai perangkat keras dan sistem. Blynk memberikan antarmuka pengguna yang sederhana dan dapat disesuaikan, memungkinkan pengguna untuk menambahkan berbagai widget seperti tombol, slider, dan grafik untuk memantau dan mengontrol perangkat mereka. Pengguna dapat dengan mudah menarik dan meletakkan widget ke antarmuka aplikasi untuk membuat kontrol dan tampilan yang mereka butuhkan, tanpa perlu menulis kode yang rumit. Dengan widget-widget ini, pengguna dapat menciptakan antarmuka yang intuitif dan fungsional sesuai dengan kebutuhan spesifik proyek mereka. Aplikasi ini sangat berguna untuk berbagai proyek IoT, baik untuk keperluan pribadi maupun

komersial, karena menyediakan solusi lengkap mulai dari hardware hingga software. Dengan Blynk, pengguna tidak perlu lagi menulis kode yang rumit untuk membuat server atau aplikasi mobile yang terhubung dengan perangkat keras mereka. Blynk menyediakan berbagai fitur yang dapat digunakan dengan mudah melalui drag-and-drop di antarmuka aplikasinya. Hal ini sangat menghemat waktu dan usaha, memungkinkan pengembang fokus pada aspek kreatif dan fungsional dari proyek mereka tanpa harus terbebani oleh kompleksitas teknis. Blynk mendukung berbagai jenis perangkat keras populer seperti Arduino, Raspberry Pi, dan ESP8266, sehingga memudahkan pengguna untuk memilih perangkat yang sesuai dengan kebutuhan mereka. Dukungan terhadap perangkat keras yang luas ini menjadikan Blynk sebagai platform yang sangat fleksibel, memungkinkan integrasi dengan berbagai macam sensor dan aktuator yang diperlukan dalam proyek IoT. Selain itu, Blynk juga menyediakan berbagai pustaka dan contoh kode yang memudahkan pengguna untuk memulai dan mengimplementasikan proyek mereka dengan cepat. Selain itu, Blynk juga menyediakan dokumentasi yang lengkap dan komunitas pengguna yang aktif, yang dapat membantu pengguna dalam mengembangkan proyek mereka. Dokumentasi ini mencakup panduan langkah demi langkah, tutorial video, dan FAQ yang dirancang untuk membantu pengguna di setiap tahap pengembangan proyek. Komunitas pengguna yang aktif di forum dan media sosial juga menyediakan platform untuk berbagi pengalaman, bertukar ide, dan mencari solusi atas tantangan yang dihadapi. Blynk juga memiliki berbagai fitur tambahan seperti notifikasi, logging data, dan integrasi dengan layanan cloud lainnya yang dapat meningkatkan fungsionalitas dan kegunaan proyek IoT. Misalnya, pengguna dapat mengatur notifikasi untuk mendapatkan alert waktu nyata ketika parameter tertentu terdeteksi oleh sensor, atau menyimpan data sensor ke cloud untuk analisis lebih lanjut. Integrasi ini membuat Blynk tidak hanya sebagai alat pengembangan, tetapi juga sebagai solusi manajemen dan pemantauan yang komprehensif. Dengan semua fitur dan kemudahan yang ditawarkan, Blynk menjadi salah satu platform terbaik untuk mengembangkan proyek IoT dengan cepat dan efisien. Platform ini mendukung berbagai skala proyek, dari eksperimen sederhana di rumah hingga implementasi

komersial yang kompleks. Menurut Rifqi Mulyawan (2021), Blynk menyediakan semua yang dibutuhkan untuk mengubah ide menjadi kenyataan dengan cepat, membuatnya menjadi pilihan ideal bagi pengembang IoT dari semua tingkat keahlian. Dengan Blynk, siapa pun dapat dengan mudah menciptakan aplikasi IoT yang fungsional dan terhubung, menghemat waktu dan sumber daya sambil meningkatkan produktivitas dan kreativitas.

2.13 Arduino IDE

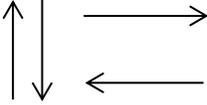
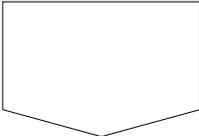
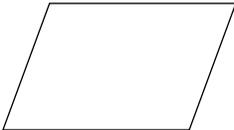
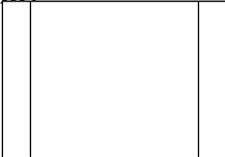
Papan Arduino dapat diprogram melalui aplikasi Arduino IDE (Integrated Development Environment). Situs web resmi Arduino IDE menawarkan unduhan gratis perangkat lunak Arduino IDE, yang memudahkan pengguna dari berbagai latar belakang untuk mulai mengembangkan proyek mereka tanpa biaya tambahan. Untuk menulis, memodifikasi, dan memeriksa kode Anda, Arduino IDE dapat digunakan sebagai editor teks. Editor teks ini dirancang khusus untuk mendukung pengembangan proyek berbasis Arduino, menyediakan fitur seperti penyorotan sintaks, indentasi otomatis, dan pemeriksaan kesalahan, yang semuanya dirancang untuk memudahkan proses penulisan dan pemeliharaan kode. Arduino IDE juga dapat digunakan untuk mentransfer data ke mikrokontroler Arduino. Proses ini disebut dengan "uploading," yang memungkinkan kode sumber yang ditulis oleh pengguna untuk diunggah ke papan Arduino melalui koneksi USB. Setelah kode diunggah, mikrokontroler pada papan Arduino akan mengeksekusi instruksi yang tertulis dalam kode tersebut, mengendalikan berbagai perangkat keras yang terhubung sesuai dengan logika yang telah diprogram. Kemampuan untuk mengupload kode dengan mudah menjadikan Arduino IDE alat yang sangat efektif untuk eksperimen dan pengembangan prototipe. Arduino "sketsa," atau kode sumber Arduino (dengan ekstensi file .ino), adalah bahasa pemrograman yang digunakan oleh platform Arduino. Bahasa pemrograman ini adalah turunan dari C/C++, yang telah disederhanakan untuk memudahkan pengguna dalam penulisan kode. Sketsa Arduino terdiri dari dua bagian utama: `setup()` dan `loop()`. Fungsi `setup()` dijalankan sekali saat papan dinyalakan atau di-reset, dan digunakan untuk inisialisasi variabel, pin mode,

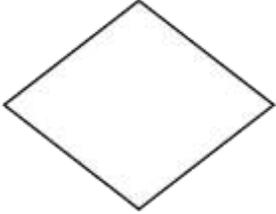
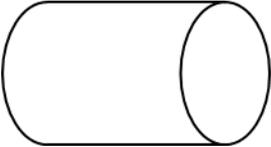
dan pengaturan lainnya yang hanya perlu dilakukan sekali. Fungsi `loop()` berisi kode yang akan dijalankan berulang-ulang, memungkinkan papan Arduino untuk terus melakukan tugas yang telah diprogram. Arduino IDE menyediakan antarmuka pengguna yang sederhana dan intuitif, serta mendukung bahasa pemrograman yang mirip dengan C/C++ yang telah disederhanakan. Antarmuka pengguna ini dirancang untuk membantu pengguna dari berbagai tingkat keahlian, dari pemula hingga profesional. Misalnya, fitur seperti pustaka bawaan memungkinkan pengguna untuk dengan mudah menambahkan fungsionalitas baru ke proyek mereka tanpa harus menulis kode dari awal. Pustaka ini mencakup berbagai fungsi, dari kontrol motor dan sensor hingga komunikasi jaringan dan penyimpanan data. Arduino IDE mendukung berbagai sistem operasi seperti Windows, Linux, dan MacOS, sehingga fleksibel untuk digunakan oleh berbagai kalangan pengguna. Dukungan lintas platform ini memastikan bahwa pengguna dapat bekerja dengan lingkungan pengembangan yang konsisten, terlepas dari sistem operasi yang mereka gunakan. Selain itu, Arduino IDE terus diperbarui untuk memastikan kompatibilitas dengan versi terbaru dari sistem operasi tersebut, serta untuk memperkenalkan fitur-fitur baru yang meningkatkan kemudahan penggunaan dan fungsionalitas. Secara keseluruhan, Arduino IDE adalah alat yang sangat berguna untuk mempermudah proses pengembangan dan pemrograman mikrokontroler, mendukung berbagai jenis proyek dari tingkat dasar hingga tingkat lanjut. Dengan Arduino IDE, pengguna dapat dengan mudah mengembangkan berbagai aplikasi, mulai dari proyek sederhana seperti menyalakan LED hingga proyek kompleks seperti sistem otomatisasi rumah dan robotika. Dukungan komunitas yang kuat dan dokumentasi yang luas juga menjadikan Arduino IDE sebagai pilihan utama bagi banyak pengembang dalam mengeksplorasi dunia mikrokontroler dan elektronika. Menurut Rizqi, Jadmiko, dan Sunarto (2021), penggunaan Arduino IDE yang luas dan fleksibel mencerminkan kemampuannya dalam mendukung inovasi dan eksperimen di berbagai bidang teknologi. Ino. (Rizqi, Jadmiko, Sunarto, 2021).

2.14 Flowchart

Menurut Patel dan Kumar (2020), flowchart adalah diagram yang menggambarkan alur logis dari sebuah proses atau sistem, menggunakan simbol-simbol grafis untuk merepresentasikan berbagai langkah, keputusan, dan jalur aliran data. Flowchart terdiri dari berbagai simbol seperti kotak untuk menunjukkan langkah-langkah proses, panah untuk menunjukkan arah aliran, dan belah ketupat untuk menunjukkan titik keputusan. Dengan menyusun simbol-simbol ini secara sistematis, flowchart memvisualisasikan seluruh proses dari awal hingga akhir, memungkinkan pengguna untuk melihat bagaimana informasi dan tugas mengalir melalui sistem. Flowchart memiliki berbagai kegunaan dalam berbagai bidang, baik dalam konteks teknis maupun non-teknis. Dalam pengembangan perangkat lunak, flowchart digunakan untuk merencanakan dan mendokumentasikan alur program, membantu pengembang memahami logika dan struktur dari kode yang akan atau telah ditulis. Di bidang bisnis, flowchart digunakan untuk memetakan proses operasional, mengidentifikasi titik-titik kemacetan, dan menemukan area yang memerlukan perbaikan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Flowchart membantu dalam mengidentifikasi inefisiensi, titik kemacetan, dan area yang memerlukan perbaikan dalam proses. Dengan menganalisis flowchart, manajer dan analis proses dapat menemukan langkah-langkah yang tidak diperlukan atau yang dapat diotomatisasi, serta mengidentifikasi titik di mana informasi mungkin tersendat atau hilang. Hal ini memungkinkan perbaikan yang lebih efektif dan terfokus, sehingga meningkatkan efisiensi dan kualitas proses secara keseluruhan. Selain itu, flowchart memudahkan pengguna untuk memahami dan menganalisis proses, sehingga dapat melakukan perbaikan yang diperlukan untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas. Sebagai alat visual, flowchart membuat informasi yang kompleks menjadi lebih mudah dipahami, memungkinkan pemangku kepentingan dari berbagai latar belakang untuk berkolaborasi dan memberikan masukan. Hal ini sangat penting dalam proyek yang melibatkan tim lintas fungsi atau departemen, di mana setiap anggota tim mungkin memiliki pemahaman yang berbeda tentang proses yang sedang dianalisis. Dalam konteks manajemen kualitas, flowchart berfungsi sebagai alat untuk

mendokumentasikan proses, memastikan konsistensi, dan membantu dalam pelatihan staf serta komunikasi antar tim. Dokumentasi yang baik dari proses melalui flowchart memastikan bahwa setiap orang mengikuti prosedur yang sama, mengurangi variasi dan meningkatkan konsistensi hasil. Flowchart juga menjadi alat pelatihan yang efektif, karena memberikan panduan visual yang jelas tentang bagaimana suatu tugas harus dilakukan, membantu staf baru untuk memahami dan mengikuti prosedur dengan cepat. Flowchart juga memainkan peran penting dalam komunikasi antar tim. Dengan menyediakan representasi visual dari proses, flowchart membantu tim untuk mendiskusikan dan menyetujui langkah-langkah yang perlu diambil, mengidentifikasi potensi masalah sebelum mereka terjadi, dan bekerja sama untuk menemukan solusi. Hal ini meningkatkan kolaborasi dan keselarasan antara anggota tim, serta memastikan bahwa semua pihak memiliki pemahaman yang sama tentang proses yang sedang dijalankan. Secara keseluruhan, flowchart adalah alat yang sangat berguna dalam berbagai konteks, mulai dari pengembangan perangkat lunak, manajemen bisnis, hingga manajemen kualitas. Menurut Patel dan Kumar (2020), penggunaan flowchart yang efektif dapat membantu organisasi meningkatkan efisiensi, mengidentifikasi dan mengatasi masalah, serta memastikan konsistensi dan kualitas dalam berbagai proses. Dengan demikian, flowchart tidak hanya memfasilitasi pemahaman dan analisis proses, tetapi juga berkontribusi secara signifikan terhadap perbaikan dan pengembangan berkelanjutan dalam organisasi.

Simbol	Deskripsi
<p>Flow Line</p> 	<p>Garis yang menghubungkan antar simbol-simbol lainnya pada <i>flowchart</i> dan menunjukkan arah alir <i>flowchart</i> tertentu</p>
<p>Off Page Connector</p> 	<p>Simbol untuk menyatakan sambungan dari suatu proses keproses lainnya dalam halaman/lembar yang berbeda</p>
<p>Terminal</p> 	<p>Menandakan awal atau akhir dan suatu <i>flowchart</i></p>
<p>Input-Output</p> 	<p>Simbol untuk meyatakan proses input dan output tanpa tergantung dengan jenis peralatannya</p>
<p>Process</p> 	<p>Simbol untuk proses perhitungan atau proses pengolahan data</p>
<p>Predefined Process (Sub Program)</p> 	<p>Permulaan sub program atau proses menjalankan sub program</p>

Decision 	Perbandingan pernyataan, penyelesaian data yang memberikan pilihan untuk langkahselanjutnya
Disk Magnetik 	Data disimpan secara permanen di dalam disk magnetik, digunakan sebagai master file dan database

Tabel 2.1 Symbol Flowchart