

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Rancang Bangun

Rancang bangun merupakan suatu proses yang dilakukan secara sistematis untuk merencanakan, merancang, mengembangkan, dan mewujudkan suatu sistem atau alat yang memiliki fungsi tertentu. Proses ini mencakup analisis kebutuhan, perancangan konsep, pembuatan prototipe, implementasi, hingga pengujian hasil akhir. Dalam bidang teknologi informasi dan elektronika, rancang bangun menjadi tahapan penting karena menentukan apakah sistem yang dibuat telah sesuai dengan kebutuhan pengguna dan mampu menyelesaikan permasalahan yang dihadapi.[5]

Pada penelitian ini, konsep rancang bangun digunakan sebagai dasar dalam membangun sistem bel sekolah otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem yang dibangun diharapkan dapat beroperasi secara otomatis sesuai jadwal yang telah ditentukan tanpa harus dioperasikan secara manual oleh petugas sekolah. Dengan demikian, proses rancang bangun tidak hanya menghasilkan alat yang bekerja, tetapi juga menghasilkan solusi yang efisien, praktis, dan sesuai dengan kebutuhan sekolah.

Rancang bangun juga menuntut pemilihan komponen yang tepat, baik dari segi perangkat keras maupun perangkat lunak. Komponen yang digunakan harus mampu bekerja secara terintegrasi agar sistem dapat berjalan dengan stabil. Oleh karena itu, tahapan rancang bangun dalam penelitian ini menjadi dasar utama dalam pengembangan sistem bel sekolah otomatis yang handal.[6]

2.2 *Internet Of Things (IoT)*

Internet of Things atau IoT merupakan konsep teknologi yang memungkinkan benda-benda fisik untuk saling terhubung melalui jaringan internet sehingga dapat bertukar data, dipantau, dan dikendalikan secara otomatis. *Internet Of Things* (IoT) menggabungkan perangkat keras, perangkat lunak, sensor, aktuator, dan jaringan komunikasi untuk menciptakan sistem yang cerdas dan responsif terhadap kebutuhan pengguna.[7]

Penerapan *Internet Of Things* (IoT) telah berkembang pesat pada berbagai bidang, seperti rumah pintar, kesehatan, industri, pertanian, dan pendidikan. Dalam dunia pendidikan, *Internet Of Things* (IoT) dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan efisiensi dan otomatisasi sistem sekolah. Salah satu penerapannya adalah pada sistem bel sekolah otomatis, di mana jadwal pembunyian bel dapat diatur melalui mikrokontroler yang terhubung ke internet. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sistem berbasis *Internet Of Things* (IoT) mampu mengendalikan perangkat sesuai jadwal serta memberikan fleksibilitas dalam pengaturan manual melalui aplikasi atau antarmuka digital. Dengan demikian, *Internet Of Things* (IoT) menjadi teknologi yang sangat sesuai untuk diterapkan pada penelitian ini karena mampu menjawab kebutuhan otomasi bel sekolah secara efektif.

2.3 Sistem Bel Sekolah Otomatis

Sistem bel sekolah otomatis merupakan suatu sistem yang dirancang untuk membunyikan bel secara otomatis berdasarkan jadwal yang telah ditentukan sebelumnya tanpa memerlukan pengoperasian secara manual oleh petugas sekolah.

Sistem ini berfungsi sebagai penanda waktu berbagai kegiatan yang berlangsung di lingkungan sekolah, seperti waktu masuk kelas, pergantian jam pelajaran, waktu istirahat, kegiatan upacara, kegiatan ekstrakurikuler, hingga waktu pulang sekolah. Dengan adanya sistem yang bekerja secara otomatis, proses pengaturan jadwal kegiatan sekolah dapat berlangsung lebih teratur, efisien, dan konsisten sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan. Penggunaan sistem otomatis juga dapat mengurangi kesalahan manusia (human error) yang sering terjadi pada sistem konvensional yang masih mengandalkan operator untuk membunyikan bel secara manual. Oleh karena itu, sistem bel sekolah otomatis menjadi salah satu bentuk penerapan teknologi yang dapat mendukung peningkatan kualitas manajemen waktu di lingkungan pendidikan.[8]

Bel sekolah memiliki peranan yang sangat penting dalam menjaga keteraturan proses belajar mengajar. Bunyi bel berfungsi sebagai media komunikasi yang memberikan informasi kepada guru, siswa, dan seluruh warga sekolah mengenai pergantian aktivitas yang sedang berlangsung. Ketepatan waktu bunyi bel akan mempengaruhi kedisiplinan siswa dalam mengikuti kegiatan pembelajaran serta membantu guru dalam mengatur lokasi waktu mengajar secara lebih efektif. Apabila bel sekolah tidak berbunyi sesuai jadwal atau mengalami keterlambatan, maka proses pembelajaran dapat terganggu karena terjadi ketidaksesuaian waktu antar kegiatan. Kondisi tersebut dapat menyebabkan menurunnya efektivitas pembelajaran dan menghambat pelaksanaan jadwal sekolah yang telah direncanakan. Oleh karena itu, keberadaan sistem bel yang mampu bekerja secara akurat dan tepat waktu menjadi kebutuhan penting bagi setiap institusi pendidikan.[9]

Pada sistem konvensional, pembunyian bel sekolah umumnya masih dilakukan secara manual oleh petugas sekolah dengan memperhatikan jadwal yang telah ditentukan. Cara ini memiliki beberapa kelemahan, antara lain ketergantungan terhadap keberadaan operator, kemungkinan terjadinya keterlambatan dalam membunyikan bel, serta tingginya risiko kesalahan akibat faktor kelalaian manusia. Selain itu, apabila terjadi perubahan jadwal kegiatan sekolah secara mendadak, petugas harus melakukan penyesuaian secara manual sehingga membutuhkan waktu dan perhatian khusus. Permasalahan tersebut menunjukkan bahwa sistem bel manual kurang efektif untuk diterapkan pada lingkungan sekolah yang membutuhkan ketepatan waktu dan efisiensi kerja yang tinggi. Oleh sebab itu, diperlukan suatu sistem yang mampu mengotomatisasi proses pembunyian bel sehingga dapat bekerja secara mandiri sesuai jadwal yang telah diprogram.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan sistem bel sekolah otomatis berbasis mikrokontroler dan *Internet of Things* (IoT) mampu meningkatkan efektivitas pengelolaan waktu di lingkungan pendidikan. Penelitian yang memanfaatkan Arduino Uno, ESP32, maupun ESP32 menunjukkan bahwa sistem mampu menjalankan jadwal pembunyian bel secara otomatis dengan tingkat akurasi yang tinggi. Selain itu, beberapa penelitian juga menambahkan fitur kendali manual melalui aplikasi smartphone maupun platform berbasis internet sehingga memberikan fleksibilitas lebih bagi pengguna. Hasil penelitian tersebut membuktikan bahwa sistem bel sekolah otomatis merupakan solusi yang tepat untuk mengatasi berbagai permasalahan yang sering ditemukan pada sistem

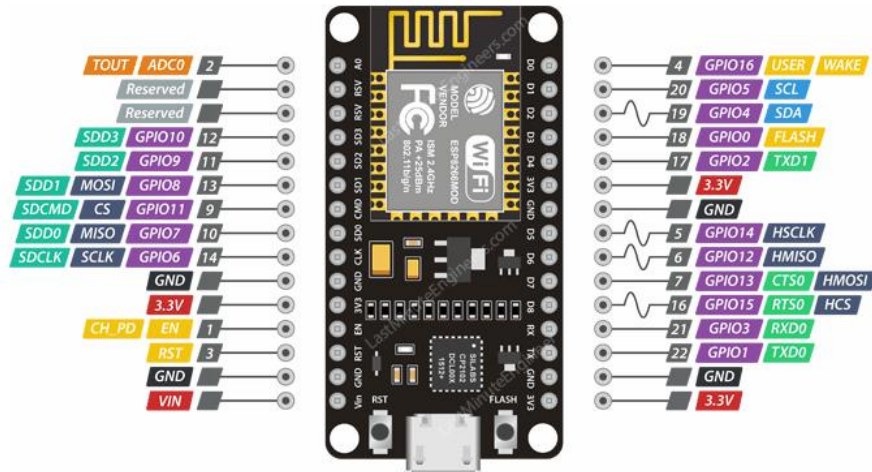
bel manual, terutama dalam hal ketepatan waktu, efisiensi operasional, serta peningkatan kedisiplinan warga sekolah.[10]

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem bel sekolah otomatis merupakan salah satu implementasi teknologi yang memiliki manfaat besar dalam mendukung kegiatan operasional sekolah. Sistem ini mampu meningkatkan ketepatan waktu, mengurangi ketergantungan terhadap operator, meMinimalkan kesalahan manusia, serta mendukung proses digitalisasi di lingkungan pendidikan. Dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT), sistem bel sekolah tidak hanya berfungsi sebagai alat penanda waktu, tetapi juga menjadi bagian dari pengembangan konsep sekolah cerdas (*smart school*) yang mampu mendukung pengelolaan kegiatan pendidikan secara lebih modern, efektif, dan efisien.

2.4 Mikrokontroler ESP32

Deep ESP32 merupakan salah satu mikrokontroler yang memiliki modul Wi-Fi terintegrasi sehingga dapat terhubung langsung ke jaringan internet tanpa memerlukan modul tambahan. Keberadaan Wi-Fi bawaan ini menjadikan ESP32 sangat populer dalam pengembangan sistem *Internet of Things* (IoT) karena mampu menghubungkan perangkat elektronik ke jaringan secara cepat dan relatif mudah. Selain itu, ukuran fisiknya yang kecil, harga yang terjangkau, serta kemudahan dalam proses pemrograman menjadikan ESP32 banyak dipilih sebagai komponen utama dalam berbagai penelitian dan proyek otomasi berbasis jaringan. Dalam dunia pengembangan perangkat *Internet of Things* (IoT), ESP32 dikenal

sebagai solusi praktis yang mampu memberikan fungsi komunikasi data sekaligus kontrol perangkat dalam satu modul yang ringkas.[11]



Gambar 2.1 Microcontroller ESP32

Dari sisi teknis, ESP32 memiliki kemampuan yang cukup memadai untuk menjalankan berbagai fungsi pengendalian perangkat elektronik. Modul ini mendukung komunikasi Wi-Fi 2,4 GHz dengan protokol keamanan WPA/WPA2, serta menyediakan sejumlah antarmuka seperti GPIO, I2C, SPI, UART, PWM, dan ADC yang dapat digunakan untuk menghubungkan berbagai komponen pendukung. Selain itu, ESP32 juga dapat diprogram menggunakan Arduino IDE melalui *library* khusus yang tersedia sehingga mempermudah proses pengembangan program bagi peneliti maupun pemula. Dengan dukungan *library* tersebut, ESP32 mampu menjalankan berbagai fungsi jaringan seperti koneksi TCP/UDP, server HTTP, DNS, mDNS, hingga pembaruan firmware secara *nirkabel* atau *over the air* (OTA).[12]

Dalam sistem bel sekolah otomatis, ESP32 berperan sebagai pusat kendali utama yang bertugas membaca waktu, mencocokkannya dengan jadwal yang telah diprogram, kemudian memberikan perintah ke *relay* untuk mengaktifkan bel pada

waktu yang sesuai. Mikrokontroler ini juga dapat digunakan untuk menerima pengaturan jadwal dari antarmuka tertentu apabila sistem dikembangkan lebih lanjut dengan kontrol berbasis *website* atau aplikasi *mobile*. Dengan kemampuan koneksi internet yang dimilikinya, ESP32 memungkinkan sistem untuk dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh, sehingga proses pengoperasian menjadi lebih fleksibel dan efisien. Karena fungsi tersebut, ESP32 sangat sesuai diterapkan pada sistem otomasi sekolah yang membutuhkan ketepatan waktu dan keandalan kerja.

Pemilihan ESP32 dalam penelitian ini didasarkan pada kemampuannya mendukung aplikasi *Internet of Things* (IoT) secara efisien dan ekonomis. Modul ini mampu bekerja dengan konsumsi daya yang relatif rendah namun tetap memberikan performa yang memadai untuk kebutuhan sistem kontrol sederhana sampai menengah. Selain itu, integrasi ESP32 dengan komponen lain seperti *relay*, LCD, dan *speaker* tergolong mudah sehingga memudahkan proses perancangan, perakitan, dan pengujian sistem. Dengan berbagai keunggulan tersebut, ESP32 menjadi pilihan yang tepat sebagai mikrokontroler utama dalam perancangan sistem bel sekolah otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT).

2.5 *Relay*

Relay merupakan komponen elektronika yang berfungsi sebagai saklar listrik yang dikendalikan oleh sinyal arus kecil untuk menghubungkan atau memutus rangkaian listrik dengan beban yang lebih besar. *Relay* bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik, yaitu ketika kumparan (*coil*) dialiri arus listrik, akan terbentuk medan magnet yang menarik armature sehingga kontak saklar berpindah dari kondisi *Normally Open menjadi Normally Closed* atau

sebaliknya. Dengan mekanisme tersebut, *relay* memungkinkan mikrokontroler mengendalikan perangkat listrik yang memiliki tegangan dan arus lebih besar tanpa terhubung secara langsung, sehingga meningkatkan keamanan serta keandalan sistem kendali. Pada penelitian ini, *relay* digunakan sebagai saklar elektronik yang dikendalikan oleh NodeMCU ESP32 untuk mengaktifkan perangkat keluaran sesuai dengan jadwal bel sekolah yang telah ditentukan.[13]



Gambar 2.2 Relay

Dalam sistem mikrokontroler, *relay* memiliki peran yang sangat penting karena sebagian besar pin output mikrokontroler hanya mampu menghasilkan arus kecil. Oleh karena itu, *relay* digunakan sebagai perantara antara mikrokontroler dan perangkat beban, misalnya bel listrik, lampu, motor, atau perangkat lain yang memerlukan daya lebih besar. Pada sistem bel sekolah otomatis, *relay* digunakan untuk mengaktifkan bel ketika mikrokontroler mengirimkan sinyal sesuai jadwal yang telah diprogram. Dengan adanya *relay*, proses pengendalian menjadi lebih aman karena rangkaian kontrol terpisah dari rangkaian beban.

Selain berfungsi sebagai saklar, *relay* juga memberikan isolasi elektrik antara sisi pengendali dan sisi beban. Isolasi ini sangat penting untuk melindungi mikrokontroler dari gangguan tegangan tinggi atau lonjakan arus yang mungkin

terjadi saat perangkat beban dinyalakan atau dimatikan. Dalam penerapan praktis, *relay* biasanya dipasangkan dengan transistor *driver* dan dioda proteksi agar proses *switching* dapat berjalan dengan stabil dan aman. Karena itu, *relay* menjadi salah satu komponen utama dalam perancangan sistem bel sekolah otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) yang memerlukan pengendalian output secara berkala dan terjadwal.

2.6 *Speaker Bel*

Speaker adalah perangkat *output* yang berfungsi mengubah sinyal listrik menjadi gelombang suara yang dapat didengar oleh manusia. Sebagai perangkat keluaran, *speaker* digunakan untuk menyampaikan informasi dalam bentuk audio agar dapat diterima dengan jelas oleh pengguna. Dalam sistem elektronik, *speaker* banyak digunakan pada alat pemberi peringatan, alarm, komputer, sistem audio, dan berbagai perangkat otomasi lain yang memerlukan keluaran suara. Pada sistem bel sekolah, *speaker* berfungsi sebagai media utama untuk menghasilkan bunyi tanda masuk, pergantian jam pelajaran, istirahat, maupun pulang sekolah.[14]

Dalam penerapannya, *speaker* pada sistem bel sekolah otomatis dapat berupa bel listrik, *real-time*, atau *speaker* audio yang diaktifkan melalui *relay* atau modul pemutar suara. Fungsi utamanya adalah menghasilkan bunyi yang cukup jelas dan dapat terdengar ke seluruh area sekolah. Kualitas suara yang dihasilkan sangat menentukan efektivitas penyampaian informasi waktu kepada siswa, guru, dan staf sekolah. Oleh karena itu, pemilihan *speaker* harus mempertimbangkan

daya suara, jangkauan bunyi, serta kesesuaian dengan lingkungan sekolah agar pesan yang disampaikan dapat diterima dengan baik.

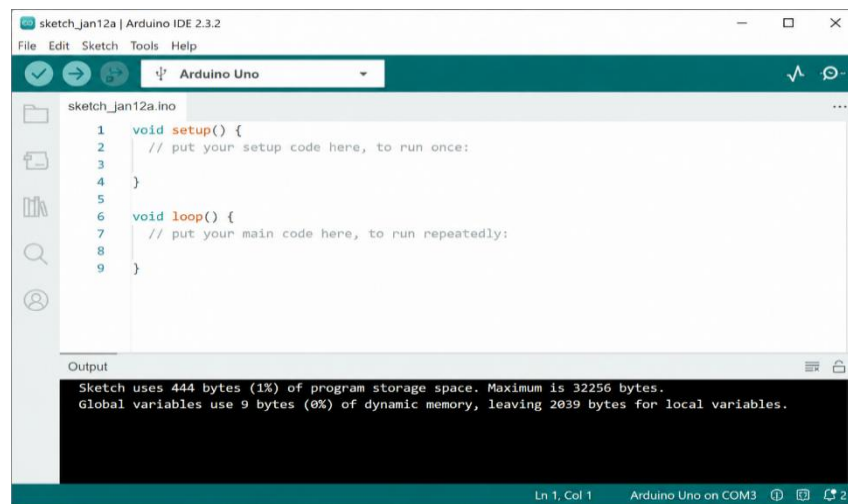
Selain sebagai media keluaran, *speaker* juga berperan dalam menciptakan sistem notifikasi yang mudah dipahami oleh pengguna. Bunyi yang dihasilkan oleh *speaker* dapat menjadi penanda yang lebih cepat dan efektif dibandingkan tampilan visual, karena suara dapat langsung menarik perhatian orang yang berada di lingkungan sekolah. Dalam sistem bel otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT), *speaker* bekerja sesuai perintah mikrokontroler yang telah diprogram berdasarkan jadwal waktu tertentu. Dengan demikian, *speaker* menjadi komponen penting yang mendukung fungsi utama sistem, yaitu memberikan tanda waktu secara otomatis dan konsisten.

2.7 Arduino IDE

Arduino IDE adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengedit, memverifikasi, dan mengunggah program ke papan mikrokontroler. *Software* ini dikembangkan untuk mempermudah proses pemrograman perangkat berbasis Arduino maupun *board* lain yang kompati bel, termasuk ESP32. Arduino IDE mendukung bahasa pemrograman C/C++ yang telah disederhanakan sehingga relatif mudah dipelajari oleh pemula maupun pengguna yang sudah berpengalaman. Dengan tampilan antarmuka yang sederhana dan fitur yang cukup lengkap, Arduino IDE menjadi salah satu perangkat lunak paling populer dalam pengembangan sistem *embedded* dan *Internet of Things* (IoT).[15]

Dalam penelitian berbasis *Internet of Things* (IoT), Arduino IDE berfungsi sebagai alat utama untuk membuat logika kerja sistem. Melalui *software* ini,

peneliti dapat menuliskan program untuk membaca waktu, menghubungkan perangkat ke jaringan Wi-Fi, mengendalikan *relay*, serta menampilkan informasi pada perangkat pendukung seperti LCD. Arduino IDE juga menyediakan berbagai library yang dapat membantu mempercepat proses pengembangan, terutama pada board yang memiliki konektivitas internet seperti ESP32. Keberadaan library tersebut membuat proses coding menjadi lebih efisien karena banyak fungsi umum telah disediakan dan dapat langsung digunakan.[16]



Gambar 2.3 *Software* Arduino IDE

Arduino IDE juga mendukung proses *debugging* dan kompilasi program sebelum diunggah ke mikrokontroler. Hal ini penting untuk memastikan bahwa program yang dibuat tidak mengalami kesalahan sintaks atau logika sebelum sistem dijalankan secara nyata. Pada sistem bel sekolah otomatis, Arduino IDE digunakan untuk menanamkan program ke ESP32 agar alat dapat bekerja sesuai jadwal yang telah ditentukan.[17]

2.8 Bahasa Pemrograman

Bahasa pemrograman merupakan media yang digunakan untuk memberikan instruksi kepada komputer atau mikrokontroler agar menjalankan fungsi tertentu sesuai dengan logika yang telah ditentukan. Dalam penelitian berbasis perangkat elektronik, bahasa pemrograman menjadi bagian penting karena berperan sebagai penghubung antara rancangan sistem dengan implementasi kerja alat secara nyata. Melalui bahasa pemrograman, peneliti dapat mengatur bagaimana perangkat membaca *input*, memproses data, dan menghasilkan *output* sesuai kebutuhan sistem. Pada sistem berbasis mikrokontroler, bahasa pemrograman digunakan untuk mengendalikan seluruh proses kerja perangkat sehingga dapat menjalankan fungsi yang telah dirancang secara otomatis dan terstruktur.[18]

Pada sistem bel sekolah otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT), bahasa pemrograman digunakan untuk mengatur seluruh mekanisme kerja alat, mulai dari koneksi jaringan internet, pembacaan waktu, pencocokan jadwal, hingga pengaktifan perangkat keluaran sebagai pemicu bel. Program yang ditanamkan pada mikrokontroler harus disusun secara logis agar sistem dapat bekerja secara otomatis tanpa harus dioperasikan secara manual. Dalam konteks ini, bahasa pemrograman tidak hanya berfungsi sebagai alat untuk menulis kode, tetapi juga sebagai sarana untuk menerjemahkan kebutuhan sistem menjadi perintah yang dapat dijalankan oleh perangkat keras. Melalui pemrograman, mikrokontroler dapat mengolah data masukan, melakukan proses pengambilan keputusan, dan menghasilkan keluaran sesuai dengan fungsi yang telah dirancang dalam sistem.[19]

Arduino IDE menjadi perangkat lunak utama yang digunakan dalam proses pemrograman ESP32. Arduino IDE mendukung bahasa C/C++ yang telah disederhanakan sehingga lebih mudah dipahami dan digunakan dalam pengembangan perangkat *embedded*. Dukungan terhadap board ESP32 melalui *library* khusus menjadikan proses pemrograman lebih praktis karena peneliti dapat memanfaatkan fungsi-fungsi yang telah tersedia untuk koneksi Wi-Fi, pembacaan waktu, dan pengendalian pin output. Selain itu, Arduino IDE juga menyediakan fitur kompilasi dan *upload* program ke mikrokontroler secara langsung, sehingga proses pengujian dan perbaikan sistem dapat dilakukan dengan lebih efisien.[20]

Dalam penelitian ini, bahasa pemrograman digunakan untuk membuat sistem bel sekolah otomatis bekerja berdasarkan jadwal yang telah ditentukan. Program yang dibuat harus mampu membaca waktu secara berkala dari modul RTC DS3231, membandingkannya dengan jadwal yang telah tersimpan, kemudian mengaktifkan *DFPlayer Mini* untuk memutar audio bel ketika waktu yang ditentukan telah tercapai. Karena NodeMCU ESP32 memiliki kemampuan koneksi Wi-Fi, bahasa pemrograman yang digunakan juga harus mendukung integrasi dengan jaringan internet sehingga sistem dapat dikembangkan untuk proses pemantauan maupun pengelolaan data secara jarak jauh. Selain itu, program juga berperan dalam mengatur komunikasi antara NodeMCU ESP32 dengan komponen lain seperti LCD I2C, RTC DS3231, dan *DFPlayer Mini* agar seluruh sistem dapat bekerja secara terintegrasi.

2.9 LCD 16x2

SensoLCD 16x2 adalah salah satu jenis layar tampilan karakter yang banyak digunakan pada sistem elektronika dan mikrokontroler karena sifatnya yang sederhana, mudah dioperasikan, dan ekonomis. LCD jenis ini memiliki dua baris tampilan, dan setiap baris mampu menampilkan hingga 16 karakter, sehingga total informasi yang dapat ditampilkan cukup untuk kebutuhan monitoring dasar pada suatu sistem. Dalam dunia *embedded system*, LCD 16x2 sering digunakan untuk menampilkan data teks seperti waktu, status alat, pesan sistem, serta informasi lain yang dibutuhkan pengguna. Karena kemampuannya menampilkan informasi secara langsung, LCD 16x2 menjadi komponen yang sangat membantu dalam memberikan umpan balik visual pada perangkat elektronik.[21]



Gambar 2.4 LCD 16x2

Dalam pengembangan sistem berbasis mikrokontroler, LCD 16x2 sering dimanfaatkan sebagai media *interface* antara sistem dengan pengguna. Melalui LCD, informasi yang dihasilkan oleh mikrokontroler dapat ditampilkan secara langsung dalam bentuk teks sehingga memudahkan pengguna dalam mengetahui kondisi dan status perangkat yang sedang beroperasi. Informasi yang ditampilkan dapat berupa waktu, tanggal, nilai sensor, status koneksi jaringan, kondisi perangkat, maupun pesan tertentu yang berkaitan dengan proses kerja sistem.

Oleh karena itu, penggunaan LCD 16x2 sangat membantu dalam meningkatkan kemudahan pengoperasian dan monitoring suatu perangkat elektronik.[22]

Pada sistem bel sekolah otomatis, LCD 16x2 berfungsi untuk menampilkan informasi operasional perangkat secara *real-time*, seperti status koneksi internet, waktu berjalan, mode kerja sistem, dan kondisi bel saat aktif maupun tidak aktif. Keberadaan LCD ini memudahkan pengguna untuk memantau kondisi alat tanpa harus membuka aplikasi tambahan atau melakukan pemeriksaan manual secara langsung pada komponen internal. Dengan menampilkan informasi secara singkat dan jelas, LCD 16x2 membantu meningkatkan kemudahan penggunaan sistem serta memperjelas fungsi perangkat di lapangan. Hal ini penting karena sistem bel sekolah perlu dapat dipahami dengan cepat oleh operator sekolah yang mungkin tidak memiliki latar belakang teknis mendalam.[23]

2.10 Telegram Bot

Penggunaan Telegram Bot memberikan kemudahan bagi pengguna dalam melakukan pengelolaan sistem tanpa harus berinteraksi langsung dengan perangkat keras. Melalui Telegram Bot, pengguna dapat mengirimkan berbagai perintah seperti melihat status perangkat, menerima notifikasi, maupun melakukan pengaturan tertentu sesuai kebutuhan sistem. Selain itu, Telegram Bot memiliki antarmuka yang sederhana sehingga dapat digunakan dengan mudah melalui smartphone maupun komputer.

Telegram Bot dalam sistem *Internet of Things* (IoT) berfungsi sebagai media komunikasi antara pengguna dengan perangkat yang terhubung ke internet. Melalui Telegram Bot, pengguna dapat mengirimkan perintah, menerima

informasi, serta melakukan pengendalian terhadap perangkat dari jarak jauh secara *real-time*. Penggunaan Telegram Bot dalam *Internet of Things* (IoT) menjadi solusi yang praktis karena tidak memerlukan pembuatan aplikasi khusus, cukup menggunakan aplikasi Telegram yang telah tersedia pada smartphone maupun komputer. Selain itu, Telegram Bot mendukung komunikasi data yang cepat dan aman sehingga banyak digunakan pada berbagai sistem monitoring dan kontrol berbasis *Internet of Things* (IoT).



Gambar 2.5 Aplikasi Telegram

Komunikasi antara Telegram Bot dan NodeMCU ESP32 dilakukan melalui jaringan internet menggunakan Telegram Bot API. NodeMCU ESP32 yang telah terhubung ke jaringan WiFi akan mengakses server Telegram untuk membaca pesan atau perintah yang dikirimkan oleh pengguna melalui Telegram Bot. Selanjutnya, NodeMCU akan memproses perintah tersebut sesuai dengan program yang telah dibuat. Selain menerima perintah, NodeMCU juga dapat mengirimkan balasan berupa informasi status sistem, jadwal bel, maupun notifikasi tertentu kepada pengguna melalui Telegram. Dengan mekanisme ini, komunikasi antara pengguna dan perangkat dapat berlangsung secara dua arah (*two-way*

communication) sehingga memudahkan proses pengendalian dan monitoring sistem.

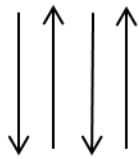
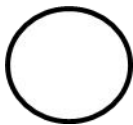
Penggunaan Telegram Bot pada sistem bel sekolah otomatis memberikan berbagai manfaat, terutama dalam hal monitoring dan pengaturan jadwal. Melalui Telegram Bot, pengguna dapat melihat informasi jadwal bel yang tersimpan pada sistem, melakukan perubahan jadwal, menambahkan jadwal baru, maupun menghapus jadwal yang tidak digunakan tanpa harus melakukan pemrograman ulang pada perangkat. Selain itu, Telegram Bot juga dapat digunakan untuk memantau kondisi sistem secara real-time, seperti status koneksi perangkat dan informasi waktu yang sedang berjalan. Dengan adanya fitur tersebut, pengelolaan sistem bel sekolah menjadi lebih fleksibel, efisien, dan mudah dilakukan dari mana saja selama perangkat terhubung ke jaringan internet.

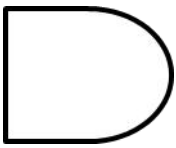
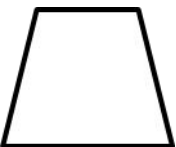
2.11 *Flowchart*

Flowchart adalah suatu bagan dengan simbol simbol tertentu yang menggambarkan urutan proses secara mendetail dan hubungan antara suatu proses dengan proses lainnya dalam suatu program. *Flowchart* adalah bagan-bagan yang mempunyai arus yang menggambarkan langkah-langkah penyelesaian suatu masalah. Pada penelitian sistem bel sekolah otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT), *Flowchart* digunakan untuk menjelaskan alur kerja perangkat mulai dari proses inisialisasi, koneksi ke jaringan internet, pembacaan waktu, pencocokan jadwal, hingga aktivasi *relay* yang menghidupkan bel. Jika waktu yang terbaca sesuai dengan jadwal yang telah diprogram, maka sistem akan memberikan perintah untuk menyalakan bel. Sebaliknya, jika waktu belum sesuai, sistem akan

terus memantau waktu secara berulang hingga jadwal berikutnya tiba. Dengan demikian, *Flowchart* membantu memperjelas hubungan antara waktu, logika program, dan aksi keluaran yang dihasilkan oleh sistem.[23]

Tabel 2.1 Simbol-simbol Flowchart

NO	SIMBOL	DESKRIPSI
1		Simbol Arah Alur (<i>Flow Direction</i>) Digunakan untuk menghubungkan simbol satu dengan yang lain serta menunjukkan arah jalannya proses.
2		Terminal Digunakan sebagai titik awal dan akhir dari sebuah program.
3		<i>Input-Output</i> Menyatakan proses menerima masukan data atau menampilkan keluaran dari suatu kegiatan.
4		Keputusan (<i>Decision</i>) Menandakan adanya kondisi tertentu yang memerlukan pilihan atau cabang dari beberapa kemungkinan.
5		Proses yang Telah Ditentukan (<i>Predefined Process</i>) Simbol yang menggambarkan proses yang sudah didefinisikan sebelumnya, biasanya berkaitan dengan penyimpanan atau pemrosesan data.
6		Penghubung (<i>Connector</i>) Digunakan untuk menyambungkan proses yang berpindah halaman atau bagian.

NO	SIMBOL	DESKRIPSI
7		Tunda (<i>Delay</i>) Menunjukkan adanya jeda waktu atau proses menunggu, seperti menanti dokumen disortir atau diproses.
8		Dokumen Ganda (<i>Multiple Documents</i>) Menyatakan lebih dari satu dokumen yang terlibat dalam satu proses, dan dilambangkan dalam satu simbol.
9		Dokumen (<i>Document</i>) Simbol ini digunakan untuk menggambarkan data berbentuk informasi tertulis atau tercetak.
10		Proses Tertentu (<i>Predefined Process</i>) Menandakan bahwa langkah-langkah atau proses yang dilakukan sudah ditentukan dalam bentuk prosedur.
11		Operasi Manual (<i>Manual Operation</i>) Melambangkan proses atau kegiatan yang dilakukan secara manual, tanpa bantuan alat otomatis.
12		Proses (<i>Process</i>) Menunjukkan adanya aktivitas komputasi atau pengolahan data yang dilakukan oleh sistem/program.

Penyusunan *Flowchart* sangat penting dalam penelitian rancang bangun karena memberikan gambaran yang jelas kepada pembaca mengenai cara kerja sistem secara keseluruhan, sehingga isi penelitian menjadi lebih komunikatif dan terstruktur.