



Implementasi Sistem Bel Sekolah Otomatis Berbasis Esp32 dengan Pengaturan Jadwal Melalui Web Server

Taufik Hidayat Seragih

Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Triguna Dharma, Indonesia

Email: thidayatsaragih@gmail.com

Abstrak:

Sistem bel sekolah merupakan komponen penting dalam mengatur aktivitas belajar mengajar agar berjalan tertib dan tepat waktu. Namun, pada sebagian besar sekolah, sistem bel masih dioperasikan secara manual atau menggunakan perangkat otomatis sederhana yang tidak mendukung fleksibilitas jadwal. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem bel otomatis berbasis ESP32 yang dapat diatur melalui antarmuka web server secara lokal tanpa memerlukan koneksi internet terus-menerus. Metode penelitian yang digunakan meliputi studi literatur, perancangan sistem dengan pendekatan waterfall, eksperimen langsung, dan pengujian komprehensif terhadap setiap modul. Sistem ini memanfaatkan modul RTC untuk akurasi waktu, modul MP3 DFPlayer Mini untuk memutar suara bel, dan LCD 16x2 sebagai penampil informasi waktu serta status sistem. Penjadwalan bel dilakukan melalui halaman web yang ditanam di ESP32 dan disimpan dalam format CSV, yang kemudian dibaca secara berkala dan dijalankan secara otomatis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu berjalan sesuai harapan, membunyikan bel tepat waktu sesuai jadwal, serta memudahkan pengguna dalam pengelolaan tanpa pemrograman ulang. Dengan sistem ini, efisiensi dan keandalan operasional bel sekolah meningkat, serta meminimalkan kesalahan akibat kelalaian manusia. Implikasi penelitian ini mencakup: (1) peningkatan efisiensi operasional sekolah melalui otomasi, (2) pengurangan kesalahan manusia dalam pengelolaan jadwal bel, dan (3) penyediaan solusi hemat biaya dengan infrastruktur minimal. Dengan sistem ini, keandalan operasional bel sekolah meningkat signifikan, sekaligus membuka peluang pengembangan lebih lanjut seperti integrasi cloud atau antarmuka mobile

Kata Kunci: IoT, ESP32, Web Server, Bel Otomatis, Sekolah.

Abstract

The school bell system is an important component in organizing teaching and learning activities so that they run orderly and on time. However, in most schools, the bell system is still operated manually or using simple automatic devices that do not support flexible scheduling. This study aims to design and implement an ESP32-

based automatic bell system that can be managed through a local web server interface without requiring a continuous internet connection. The research methods used include literature studies, system design with a waterfall approach, direct experiments, and comprehensive testing of each module. This system utilizes an RTC module for time accuracy, a DFPlayer Mini MP3 module to play the bell sound, and a 16x2 LCD to display time information and system status. Bell scheduling is done through a web page embedded in the ESP32 and saved in CSV format, which is then read periodically and run automatically. The test results show that the system is able to run as expected, ringing the bell on time according to schedule, and makes it easier for users to manage without reprogramming. With this system, the efficiency and reliability of school bell operations increases, while minimizing errors due to human error. The implications of this research include: (1) increasing school operational efficiency through automation, (2) reducing human error in bell schedule management, and (3) providing a cost-effective solution with minimal infrastructure. With this system, the operational reliability of school bells is significantly increased, while also opening up opportunities for further development such as cloud integration or mobile interfaces.

Keywords: IoT, ESP32, Web Server, Auto-Bell, School

Pendahuluan

Di era modern saat ini, teknologi memiliki peran yang sangat krusial dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk di bidang pendidikan. Penerapan teknologi dalam lingkungan sekolah tidak hanya meningkatkan efektivitas pembelajaran, tetapi juga berkontribusi dalam optimalisasi sarana dan prasarana sekolah (Subedi & Chalise, 2024). Salah satu fasilitas penting yang mendukung kelancaran kegiatan akademik adalah sistem bel sekolah (Singh et al., 2025). Bel sekolah berfungsi sebagai penanda waktu yang mengatur jadwal pelajaran, istirahat, serta pergantian sesi belajar, sehingga membantu menciptakan lingkungan belajar yang lebih disiplin dan terstruktur (Imran et al. 2024). Oleh karena itu, pengembangan dan pemanfaatan teknologi dalam sistem bel sekolah menjadi suatu kebutuhan untuk mendukung efisiensi operasional sekolah di era digital ini (Kazi Wohiduzzaman et al. 2024).

Saat ini, masih banyak sekolah yang menggunakan sistem bel manual, mulai dari lonceng hingga sirine yang harus dibunyikan secara langsung oleh petugas. Hal ini sering kali menyebabkan keterlambatan dalam pergantian jadwal pelajaran karena petugas lupa membunyikan bel tepat waktu. Berdasarkan penelitian sebelumnya, telah dikembangkan berbagai sistem bel otomatis, seperti pada penelitian "Aplikasi Bel Sekolah Otomatis Berbasis Arduino Dilengkapi dengan Output Suara" (Linarta dan Nurhadi, 2019). Namun, sistem tersebut masih memerlukan perangkat lunak

tambahan untuk mengatur jadwal bel sekolah, sehingga membutuhkan tenaga dan waktu ekstra dalam pengoperasiannya.

Pada saat ini beberapa petugas bel di setiap sekolah yang sudah menggunakan sistem bel sekolah masih harus mematikan dan menghidupkan amplifier setiap kali pagi hari dan sore hari saat pulang sekolah. Jika petugas nya lupa maka amplifier nya akan hidup semalaman mengakibatkan amplifier mengalami kerusakan (Dinda et al. 2023).

Untuk meningkatkan efisiensi dan kemudahan dalam pengoperasian bel sekolah, dikembangkan sistem bel otomatis berbasis web server. Web server ini berfungsi sebagai penghubung antara sistem berbasis web dan ESP32, memungkinkan pengguna untuk mengatur jadwal bel melalui antarmuka yang dapat diakses menggunakan alamat IP. Dengan sistem ini, pengguna dapat menambahkan, mengedit, atau menghapus jadwal bel dengan mudah, sehingga lebih fleksibel dibandingkan dengan sistem sebelumnya yang tidak mendukung perubahan jadwal secara langsung. Sistem ini bekerja dengan membaca waktu dari modul RTC (Real-Time Clock) untuk memastikan bel berbunyi sesuai jadwal. ESP32 akan mencocokkan waktu saat ini dengan jadwal yang telah tersimpan (Mahmood, 2022). Jika waktunya sudah sesuai, ESP32 akan mengirimkan perintah ke modul MP3 untuk memutar suara bel. Suara dari modul MP3 akan diteruskan ke amplifier dan speaker agar terdengar di seluruh sekolah. Selain itu, informasi jadwal dan waktu akan ditampilkan di LCD untuk mempermudah pemantauan. Pada saat memasukkan jadwal, pengguna dapat mengakses antarmuka web yang disediakan oleh ESP32. Jadwal yang telah dibuat akan disimpan dalam format CSV di memori ESP32. Format ini dipilih karena ringan dan mudah diolah (WJARR, 2024). ESP32 akan membaca file CSV secara berkala dan mencocokkannya dengan waktu dari RTC. Jika waktu dalam jadwal sudah sesuai, ESP32 akan menjalankan perintah untuk membunyikan bel (Azizi et al. 2022). Dengan cara ini, sistem dapat beroperasi tanpa perlu koneksi internet terus-menerus karena semua data jadwal sudah tersimpan di ESP32. Penggunaan web server dalam penjadwalan dianggap sebagai solusi yang tepat dalam penelitian ini sebagaimana didukung oleh penelitian sebelumnya, seperti Smart School Bel Berbasis Internet of Things di SDIT Cendekia Purwakarta Dzikri & Raina, (2024) dan Kontrol Bel Otomatis Berdasarkan Jadwal Perkuliahan Menggunakan Internet of Things (Muhammad et al., 2024). Penelitian ini mengusung novelty dengan mengembangkan sistem bel otomatis berbasis ESP32 yang memanfaatkan web server lokal untuk pengaturan jadwal secara fleksibel tanpa memerlukan koneksi internet terus-menerus. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang membutuhkan perangkat lunak tambahan atau akses cloud, sistem ini menyimpan jadwal dalam format CSV di ESP32, memungkinkan pengelolaan yang mudah melalui antarmuka web. Selain itu, integrasi modul RTC (Real-Time Clock)

dan DFPlayer Mini menjamin akurasi waktu serta variasi suara bel, sementara LCD 16x2 menyediakan tampilan informasi real-time. Berdasarkan latar belakang dan penelitian terdahulu, maka penelitian ini mengangkat topik yang dituangkan dalam skripsi berjudul “Implementasi Sistem Bel Sekolah Otomatis Berbasis Esp32 dengan Pengaturan Jadwal Melalui Web Server”.

Tujuan penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan sistem bel otomatis yang mampu: (1) mengatur jadwal bel melalui antarmuka web server lokal, (2) menjalankan bel secara otomatis berdasarkan waktu dari modul RTC, dan (3) meminimalkan ketergantungan pada operator manusia. Adapun manfaat penelitian meliputi: (1) meningkatkan efisiensi operasional sekolah dengan mengurangi kesalahan manusia, (2) memberikan fleksibilitas dalam pengaturan jadwal melalui antarmuka web yang mudah digunakan, dan (3) menjadi solusi hemat biaya karena tidak memerlukan infrastruktur internet atau perangkat tambahan yang kompleks. Dengan demikian, sistem ini diharapkan dapat menjadi inovasi praktis untuk mendukung disiplin waktu di lingkungan pendidikan.

Metode

Di dalam sebuah penelitian ada permasalahan yang perlu diselesaikan, maka dari itu diperlukan suatu metode yang berguna untuk memecahkan permasalahan dengan cara yang lebih baik serta efisien. Penelitian ini dibutuhkan langkah - langkah dalam menyelesaikan masalah pada setiap sekolah. Penelitian ini menggunakan konsep web server untuk komunikasi antara hardware dan software guna mengatur jadwal pada jadwal. dengan adanya metode penelitian maka sistem yg akan dibuat akan lebih terstruktur. adapun langkah - langkah yang diambil antara lain.

1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan metode yang digunakan dalam penelitian untuk menyelesaikan permasalahan dengan mencari, mengumpulkan, dan menganalisis berbagai sumber referensi yang relevan. Sumber-sumber tersebut dapat berupa jurnal ilmiah, buku, serta artikel akademik yang berkaitan dengan topik penelitian yang sedang dikembangkan. Melalui studi literatur, peneliti dapat memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai konsep, teori, serta hasil penelitian sebelumnya. Selain itu, metode ini juga berperan dalam mengidentifikasi kesenjangan penelitian serta memberikan dasar yang kuat dalam pengembangan sistem atau solusi yang lebih efektif.

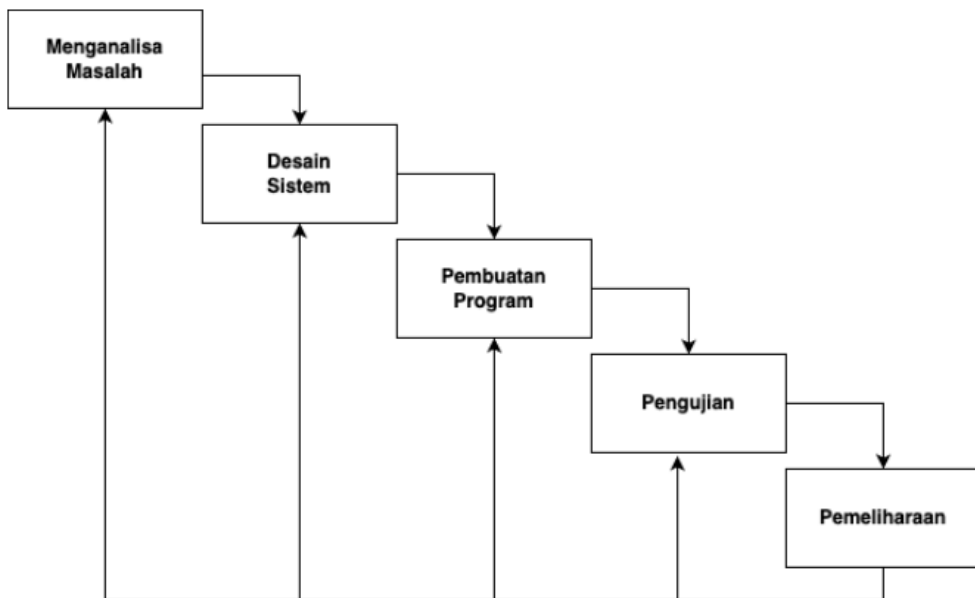
2. Melakukan Eksperimen

Melakukan eksperimen secara langsung pada bel sekolah serta menguji apakah komunikasi antara perangkat lunak (software) dan perangkat keras (hardware) berjalan dengan baik. Eksperimen ini dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem

yang telah dibangun, sehingga dapat diketahui apakah sistem berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Jika ditemukan kendala atau kekurangan, langkah perbaikan dan penyempurnaan dapat dilakukan guna meningkatkan kualitas dan efisiensi sistem.

Metode Perancangan Sistem

Dalam penelitian ini akan menggunakan metode perancangan yaitu waterfall. metode penelitian ini merupakan bagian yang sangat penting dalam membangun sistem. berikut tahapan perancangan sistem yang menggunakan waterfall.



Gambar 1. Waterfall

Sumber: Dokumen pribadi penulis, hasil analisis kebutuhan sistem (2024)

1. Menganalisa Masalah, Tahap awal dalam perancangan sistem dimulai dengan melakukan analisis terhadap permasalahan yang dihadapi. Oleh karena itu, dilakukan pengumpulan berbagai informasi yang relevan terkait sistem yang akan dikembangkan. Informasi tersebut diperoleh dari berbagai sumber, seperti jurnal ilmiah, situs web, serta buku atau e-book, guna memastikan bahwa permasalahan yang ada dapat diselesaikan secara optimal.
2. Desain Sistem, Pada tahap ini dilakukan modelling 3D serta pada tahap ini juga dilakukan desain pcb untuk alat serta membuat konsep tampilan untuk bagian penjadwalan. dan pada tahap ini dilakukan penggabungan komponen antara mikrokontroler dengan sensor - sensor.
Pembuatan Program, Sistem ini dibangun dengan dasar program C++ untuk hardware dan untuk web server nya menggunakan bahasa program HTML, CSS, Javascript.

3. Pengujian, Tahap pengujian merupakan tahap yang sangat penting karena pada tahap ini kita harus mencegah agar alat terhindar dari kesalahan kesalahan (error). sehingga kita harus memastikan alat berjalan dengan baik dan output sesuai apa yang kita inginkan
4. Pemeliharaan, Pemeliharaan merupakan tahapan perbaikan rutin pada sistem, agar sistem memiliki umur panjang dan terhindar dari kerusakan dari hardware maupun dari software, sehingga pemeliharaan ini diperlukan.

Algoritma Sistem

Algoritma sistem merupakan serangkaian langkah logis dan sistematis yang dirancang untuk mengatur proses kerja sistem bel sekolah otomatis berbasis ESP32. Algoritma ini memastikan bahwa setiap komponen dalam sistem dapat berfungsi sesuai dengan peran dan tujuan yang telah ditetapkan.

Hasil dan Pembahasan

Kebutuhan Sistem

Untuk menjalankan sistem bel otomatis yang telah dirancang, diperlukan adanya integrasi antara perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) sebagai elemen pendukung utama. Keduanya berperan penting dalam memastikan sistem dapat beroperasi secara optimal sesuai dengan fungsi dan tujuan yang telah ditetapkan. Adapun komponen yang digunakan dalam sistem ini dijelaskan sebagai berikut.

1. Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras atau hardware merupakan komponen utama yang digunakan untuk menunjang kinerja sistem bel otomatis. Seluruh rangkaian dikendalikan oleh mikrokontroler dan didukung oleh beberapa modul pendukung agar sistem dapat berjalan dengan baik. Adapun perangkat keras yang digunakan dalam sistem ini antara lain:

- a. ESP32, sebagai mikrokontroler utama sekaligus webserver.
- b. Modul RTC (Real Time Clock), berfungsi untuk memberikan waktu aktual kepada sistem
- c. Modul MP3 (DFPlayer Mini), digunakan untuk menghasilkan suara bel yang akan diteruskan ke speaker
- d. LCD 16x2, sebagai media penampil informasi waktu dan status sistem.
- e. Tombol, berfungsi untuk mengatur mode sistem antara edit mode dan main mode
- f. Speaker dan amplifier, sebagai output audio dari bel sekolah.
- g. Adaptor 5V, sebagai sumber daya bagi seluruh rangkaian

2. Perangkat Lunak (*Software*)

Adapun perangkat lunak atau Software yang digunakan pada sistem ini ialah sebagai berikut:

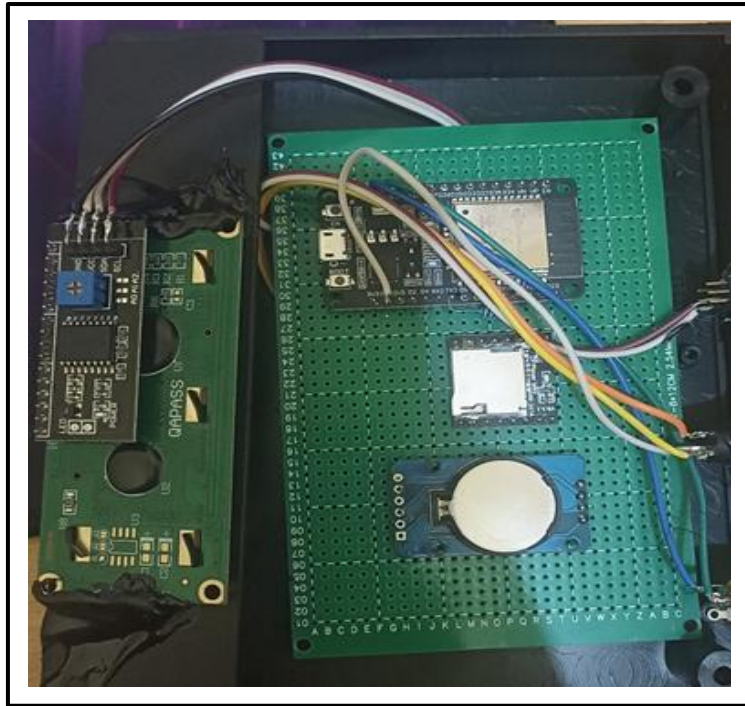
- a. Web browser. Berfungsi sebagai antarmuka pengguna untuk mengakses website penjadwalan bel sekolah melalui IP yang disediakan oleh ESP32.

Implementasi Sistem

Implementasi sistem merupakan tahapan yang mencakup proses perancangan hingga penerapan dari sistem yang telah dirancang. Tahapan ini diawali dengan menyusun blok diagram sistem, merakit komponen perangkat keras, membangun program perangkat lunak, hingga melakukan pengujian untuk memperoleh kesimpulan terhadap kinerja sistem. Setelah seluruh tahapan tersebut terpenuhi, sistem kemudian diterapkan sesuai dengan rancangan yang telah ditetapkan, dengan langkah-langkah implementasi sebagai berikut:

1. Rangkaian Sistem

Gambar rangkaian berikut merupakan sistem bel otomatis berbasis ESP32 yang dirancang untuk membunyikan bel secara otomatis berdasarkan jadwal dari website. ESP32 berfungsi sebagai pusat kendali dan webserver, menerima dan menyimpan jadwal, lalu mencocokkannya dengan waktu dari modul RTC. Jika waktu sesuai, ESP32 akan mengaktifkan modul MP3 untuk memutar suara bel yang diteruskan ke speaker melalui amplifier. Informasi seperti jam dan status sistem ditampilkan di LCD 16x2, tombol digunakan untuk mengganti mode sistem, dan buzzer sebagai penanda status. Seluruh rangkaian mendapat daya dari adaptor agar sistem dapat berjalan dengan baik.



Gambar 2. Rangkaian Keseluruhan

Sumber: Dokumen pribadi penulis, hasil perancangan dan implementasi sistem (2024)

Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa sistem bel otomatis yang dirancang dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Pengujian ini dilakukan dengan memeriksa dan menjalankan setiap bagian utama dari sistem secara bertahap, mulai dari modul RTC, MP3, LCD, hingga fungsi tombol dan koneksi webserver. Setelah setiap komponen bekerja dengan baik, dilakukan pengujian terhadap keseluruhan sistem untuk melihat apakah bel berbunyi secara otomatis sesuai jadwal yang telah ditentukan setelah semua komponen terpasang dan berfungsi sebagai satu kesatuan.

1. Pengujian Module RTC

Pengujian ini dilakukan agar waktu yang terbaca oleh ESP32 akurat dan sinkron dengan waktu nyata.

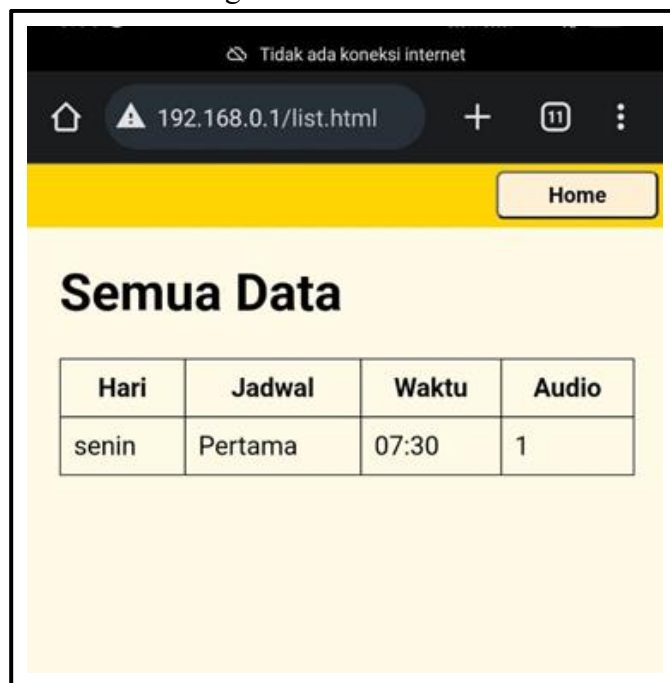


Gambar 3. Pengujian Modul RTC

Sumber: Dokumen pribadi penulis, hasil pengujian sistem (2024)

2. Pengujian Menyimpan Jadwal

Pengujian ini dilakukan agar memastikan jadwal disimpan dalam format CSV dan bisa dibaca ulang oleh ESP32.



Gambar 4. Pengujian Membuat Jadwal

Sumber: Dokumen pribadi penulis, hasil pengujian antarmuka web server (2024)

3. Pengujian Tombol Mode

Memastikan tombol dapat mengubah mode dari "main" ke "edit" dan sebaliknya. Di bawah ini ialah gambar pengujian di kedua mode.



Gambar 5. Mode Pengujian Tombol

Sumber: Dokumen pribadi penulis, hasil pengujian fungsi tombol (2024)



Gambar 6. Mode Edit Pengujian Tombol

Sumber: Dokumen pribadi penulis, hasil pengujian fungsi tombol (2024)

Hasil Pengujian

Setelah dilakukan pengujian terhadap masing-masing komponen sistem, berikut disajikan rekapitulasi pengujian dalam bentuk tabel untuk menunjukkan hasil yang diperoleh terhadap setiap bagian yang diuji:

Tabel 1. Hasil Pengujian Sistem

No	Komponen yang Diuji	Tujuan Pengujian	Langkah Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Status
1	Modul RTC	Memastikan waktu yang terbaca oleh ESP32 akurat dan real-time	Menyalakan sistem dan membandingkan waktu pada LCD dengan waktu aktual	Waktu yang tampil di LCD sesuai dengan waktu nyata	Berhasil
2	Modul MP3	Memastikan bel berbunyi otomatis sesuai jadwal	Menambahkan jadwal pada website, menunggu waktu sesuai jadwal, lalu mendengarkan apakah bel berbunyi	Bel berbunyi otomatis pada waktu yang telah dijadwalkan	Berhasil
3	LCD 16x2	Menampilkan waktu dan informasi sistem	Menyalakan sistem dan mengecek tampilan LCD	LCD menampilkan jam, status sistem, dan informasi bel	Berhasil
4	Tombol Mode	Mengubah mode dari "main" ke "edit" dan sebaliknya	Menekan tombol untuk mengubah mode, lalu melihat tampilan status di LCD	Mode berubah dari main ke edit atau sebaliknya	Berhasil
5	Web Server (Website Jadwal)	Mengelola jadwal bel secara fleksibel dan real-time	Mengakses alamat IP ESP32 di browser, menambahkan/menghapus jadwal, lalu cek apakah tersimpan di ESP32	Jadwal berhasil ditambahkan/dihapus, disimpan dalam format CSV	Berhasil
6	Integrasi Sistem Keseluruhan	Memastikan seluruh komponen bekerja serempak dan menghasilkan output sesuai jadwal	Menyalakan semua komponen, mengatur jadwal, dan mengamati apakah bel berbunyi serta semua informasi tampil di LCD secara sinkron	Sistem menyala, bel berbunyi sesuai jadwal, LCD menampilkan informasi	Berhasil

Sumber: Analisis penulis berdasarkan data pengujian eksperimen (2024)

Kelemahan Dan Kelebihan Sistem

Dalam merancang sistem, tentu terdapat kelebihan dan kekurangan yang menyertainya. Kelebihan menunjukkan keunggulan dari sistem yang dirancang, sementara kekurangan menjadi catatan penting untuk pengembangan dan perbaikan di penelitian selanjutnya. Evaluasi terhadap keduanya menjadi dasar untuk

menghasilkan sistem yang lebih optimal di masa mendatang. Berikut adalah kelebihan dan kekurangan dari sistem bel otomatis yang telah dibuat:

1. Kelemahan Sistem

Berdasarkan penelitian diatas terdapat beberapa kelemahan disistem ini antara lain sebagai berikut:

- a. Tidak mendukung sinkronisasi cloud – Jadwal hanya dapat diakses dan diatur melalui jaringan lokal, tidak secara online.
- b. Ketergantungan pada modul RTC – Jika RTC kehabisan daya cadangan, waktu menjadi tidak akurat sehingga bel tidak berbunyi sesuai jadwal.
- c. Tampilan webserver belum responsif – Antarmuka webserver belum optimal jika diakses dari perangkat mobile dengan layar kecil.
- d. Format CSV bersifat statis – Penyimpanan jadwal dalam format CSV membuat sistem kurang fleksibel jika ingin menambah fitur seperti pengulangan mingguan atau libur otomatis.

2. Kelebihan Sistem

Berikut kelebihan sistem bell otomatis berbasis ESP32 yang telah dirancang:

- a. Pengaturan jadwal melalui webserver lokal – Memudahkan pengguna dalam menambah, mengedit, atau menghapus jadwal bel tanpa perlu memprogram ulang perangkat
- b. Menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler dan webserver – Menghemat perangkat tambahan karena ESP32 mampu menjalankan kedua fungsi sekaligus
- c. Tampilan informasi di LCD – Menampilkan waktu, mode sistem, dan status bel secara real-time untuk memudahkan pemantauan.

Suara bel dapat disesuaikan – Modul MP3 memungkinkan penggunaan berbagai jenis suara bel sesuai kebutuhan sekolah.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari hasil penelitian ini yang telah disimpulkan ialah sebagai berikut: Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem berhasil melakukan penyimpanan data jadwal bel melalui antarmuka web server dan menyimpannya dalam format CSV ke dalam memori ESP32. Jadwal tersebut kemudian dapat dijalankan secara otomatis sesuai dengan waktu yang diperoleh dari modul RTC. Implementasi teknologi Internet of Things (IoT) dalam penelitian ini telah berhasil diterapkan, di mana ESP32 berperan sebagai pusat kendali sekaligus media komunikasi nirkabel antara sistem dan pengguna. Hal ini memungkinkan pengelolaan jadwal dilakukan secara efisien tanpa keterlibatan langsung dari operator. Web server yang

diintegrasikan dalam ESP32 terbukti dapat diakses oleh pengguna melalui alamat IP jaringan lokal, serta mampu mengelola data jadwal secara responsif. Jadwal yang tersimpan dapat dijalankan secara otomatis, memicu pemutaran bel melalui modul MP3 dan amplifier sesuai waktu yang telah ditentukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A., Cholish, C., & Haq, M. Z. (2021). Pemanfaatan IoT (Internet of Things) dalam monitoring kadar kepekatan asap dan kendali pergerakan kamera. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 5(1), 86–92. <https://doi.org/10.22373/crc.v5i1.8497>
- Akbar, A., Zaenudin, Z., Mutaqin, Z., & Samsumar, L. D. (2022). IoT-based smart room using web server-based ESP32 microcontroller. *Formosa Journal of Computer Information Science*, 1(2), 79–86.
- Azizi, K. A., Sembiring, A., & Arfisyari, M. (2022). Design and build an automated school bell system using voice-based IoT. *International Journal of Health Engineering and Technology*, 1(3), 1–8.
- Dalimunthe, R. P., Pranata, A., & Sonata, F. (2022). Implementasi real time clock (RTC) pada perangkat ikan otomatis dengan teknik counter berbasis mikrokontroler. *Jurnal Sistem Komputer Triguna Dharma (JURSIK TGD)*, 1(2), 71–80.
- Dinda, R. A., Sadrina, S., & Mursyidin, M. (2023). The high accurate automatic school bell controller based on Arduino Uno DS1307 I2C real-time clock. *Jurnal Teknik Mesin Mechanical Xplore*, 4(1), 17–26.
- Engineers Garage. (2017). Arduino based automatic school bell system. Retrieved from <https://www.engineersgarage.com/arduino-based-automatic-school-bell-system>
- Fahreza, M. F., Suherdi, D., & Mahyuni, R. (2023). Rancang bangun bel otomatis pada sekolah menggunakan modul RTC dan modul MP3. *Jurnal Sistem Komputer Triguna Dharma (JURSIK TGD)*, 2(6), 307–315.
- Firmansyah, Y., & Pitriani. (2017). Penerapan metode SDLC waterfall dalam pembuatan aplikasi pelayanan anggota pada CU Duta Usaha Bersama Pontianak. *Jurnal Bianglala Informatika*, 5(2), 53–61. <https://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/Bianglala/article/view/2703/1813>
- IJRASET. (2023). Automatic time-based bell for schools and colleges. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology*, 11(7), 456–463.
- Imran, M. A., Fauzi, A., & Khair, H. H. (2024). Rancang bangun kontrol bel otomatis menggunakan Internet of Things (IoT). *Modem: Jurnal Informatika dan Sains Teknologi*, 2(4), 45–52.
- Indartono, K., Kusuma, B. A., Hermawan, H., & Kurniawan, N. A. Y. (2021). Pelatihan desain 3D menggunakan SketchUp guna mendukung kinerja bidang kewilayahan pemerintahan Desa Karangturi Banyumas. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia*, 1(5), 203–210. <https://doi.org/10.52436/1.jpmi.54>

- Kazi Wohiduzzaman, R. U., Sharkar, A., & Ullah, R. (2024). Design and development of a low cost smart electronic school bell. *International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science*, 13(2), 1–8.
- Kryvonos, O., Strutynska, O., & Kryvonos, M. (2022). The use of visual electronic circuits modelling and designing software Fritzing in the educational process. *Zhytomyr Ivan Franko State University Journal. Pedagogical Sciences*, 1(1), 198–208.
- Linarta, A., & Nurhadi, N. (2019). Aplikasi bel sekolah otomatis berbasis Arduino dilengkapi dengan output suara. *Informatika*, 10(2), 1–8.
- Listyoningrum, K. I., Fenida, D. Y., & Hamidi, N. (2023). Inovasi berkelanjutan dalam bisnis: Manfaatkan flowchart untuk mengoptimalkan nilai limbah perusahaan. *Jurnal Informasi Pengabdian Masyarakat*, 1(4), 100–112.
- Mahmood, R. Z. (2022). High accurate automatic school bell controller based on ESP-32 Wi-Fi. *Technium Romanian Journal of Applied Sciences and Technology*, 4(10), 126–144.
- Pratama, R. P., Mas'ud, A., Niswatin, C., & Rafiq, A. A. (2020). Implementasi DFPlayer untuk Al-Qur'an digital berbasis mikrokontroler ESP32. *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi*, 20(2), 51–58.
- Putra, J., Suherdi, D., & Ginting, R. I. (2023). Rancang bangun antrian bioskop menggunakan teknik counter dan desktop programming. *Jurnal Sistem Komputer Triguna Dharma (JURSIK TGD)*, 2(2), 123–131.
- Simanjuntak, L., Marno, & Hanafi, R. (2023). Rancang bangun sistem penyortir dan penghitung lele sangkal berbasis IoT. *Jurnal Terapan Teknik Mesin*, 4(1), 36–46.
- Singh, S., Kumar, R., & Yadav, P. (2025). School bell ring with digital timetable display using ESP32, RTC, buzzer, pixel LED WS2812, and IoT. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, 10(1), 1–10.
- Soni, P., & Suchdeo, K. (2012). Exploring the serial capabilities for 16x2 LCD interface. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 2(11), 109–112.
- Subedi, S., & Chalise, A. R. (2024). Arduino-based automatic school bell system: A simple and cost-effective solution. *International Journal of Research and Review*, 11(11), 314–320.
- WJARR. (2024). Smart timetable display for students' subject allocation in classroom. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 22(4), 101–109.