

Rancangan Bel Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino pada SMKS Ibrahimy Situbondo

Muhammad Rafli Aldiansyah^{*1}, Lukman Fakhid Lidinillah²

^{1,2} Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Sains dan teknologi, Universitas Ibrahimy

e-mail: ^{*1} raflialdiansyah78@gmail.com, ² luky.lukman7@gmail.com

Correspondence author email*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem bel otomatis berbasis mikrokontroler Arduino sebagai solusi atas permasalahan inefisiensi dan rendahnya ketepatan waktu yang disebabkan oleh penggunaan sistem bel manual di SMKS Ibrahimy Situbondo. Sistem bel manual dinilai rentan terhadap keterlambatan dan kesalahan operasional, sehingga berdampak pada kedisiplinan kegiatan belajar mengajar. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kualitatif melalui observasi dan wawancara untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem dan permasalahan yang dihadapi. Pengembangan sistem dilakukan menggunakan model Waterfall yang meliputi tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan Arduino Uno sebagai pengendali utama, RTC DS3231 sebagai pengatur waktu, modul DF Player sebagai pemutar audio, serta LCD 16x2 sebagai media penampil informasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem bel otomatis mampu bekerja sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan dan menghasilkan ketepatan waktu pergantian jam pelajaran secara konsisten. Implementasi sistem ini memberikan kontribusi dalam meningkatkan kedisiplinan aktivitas sekolah serta mengurangi ketergantungan terhadap pengoperasian bel secara manual. Dengan demikian, sistem bel otomatis berbasis Arduino ini dapat menjadi solusi yang efektif dan efisien untuk mendukung pengelolaan waktu di lingkungan sekolah.

Kata kunci— Bel Otomatis, Arduino, Efisiensi, Kedisiplinan

1. PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan faktor strategis dalam pembentukan sumber daya manusia yang berkualitas dan berdaya saing. Melalui proses pendidikan yang terencana dan berkelanjutan, peserta didik diharapkan mampu mengembangkan potensi intelektual, sikap, serta keterampilan yang diperlukan dalam kehidupan bermasyarakat. Keberhasilan proses pendidikan tidak hanya ditentukan oleh kualitas kurikulum dan tenaga pendidik, tetapi juga oleh berbagai faktor pendukung lainnya, salah satunya adalah kedisiplinan. Kedisiplinan memiliki peran penting dalam menciptakan lingkungan belajar yang kondusif, tertib, efektif, dan efisien. Siswa yang memiliki tingkat kedisiplinan tinggi cenderung mampu mengelola waktu belajar dengan baik serta mematuhi tata tertib sekolah, sehingga proses pembelajaran dapat berlangsung secara optimal [1].

Kedisiplinan siswa dalam lingkungan sekolah tercermin dari kepatuhan terhadap aturan yang telah ditetapkan, termasuk ketepatan waktu dalam mengikuti kegiatan pembelajaran. Pengelolaan waktu yang terstruktur dan konsisten sangat dibutuhkan agar seluruh aktivitas sekolah dapat berjalan sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan. Dalam hal ini, keberadaan sistem penanda waktu menjadi elemen penting untuk membantu mengatur ritme kegiatan sekolah secara menyeluruh. Salah satu sistem penanda waktu yang umum digunakan di sekolah adalah sistem bel sekolah.

Sistem bel sekolah berfungsi sebagai instrumen pengatur waktu yang menandai dimulainya dan berakhirnya suatu kegiatan, seperti pergantian jam pelajaran, waktu istirahat, serta waktu keputugan siswa [2]. Dengan adanya sistem bel yang berfungsi dengan baik, seluruh warga sekolah dapat menyesuaikan aktivitasnya secara serentak sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Namun, hingga saat ini masih banyak sekolah yang menggunakan sistem bel manual yang dioperasikan secara langsung oleh petugas. Sistem bel manual tersebut memiliki sejumlah keterbatasan karena sangat bergantung pada ketelitian dan konsistensi manusia sebagai operator.

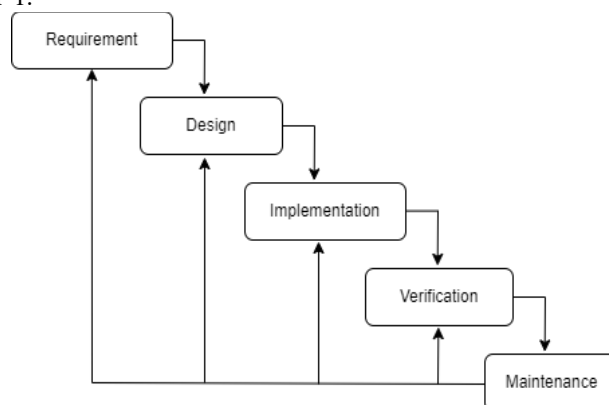
Ketergantungan ini berpotensi menimbulkan kesalahan operasional, seperti keterlambatan membunyikan bel, kelalaian petugas, atau ketidaksesuaian antara jadwal yang direncanakan dengan pelaksanaan di lapangan [3]. Dampak dari permasalahan tersebut dapat mengganggu ketertiban kegiatan sekolah serta menurunkan efektivitas proses belajar mengajar.

Perkembangan teknologi, khususnya di bidang mikrokontroler, memberikan peluang untuk mengatasi permasalahan tersebut melalui penerapan sistem bel otomatis. Mikrokontroler memungkinkan perancangan sistem yang dapat diprogram untuk bekerja secara terjadwal, presisi, dan konsisten sesuai dengan kebutuhan sekolah [4]. Sistem bel otomatis dirancang untuk mengurangi intervensi manusia dalam pengoperasiannya, sehingga dapat meminimalkan kesalahan serta meningkatkan efisiensi pengelolaan waktu. Meskipun demikian, penerapan sistem bel otomatis juga menghadapi beberapa tantangan, seperti keandalan perangkat keras, ketergantungan terhadap sumber daya listrik, fleksibilitas dalam pengaturan jadwal, serta proses adaptasi pengguna terhadap sistem baru [5].

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini difokuskan pada perancangan dan implementasi sistem bel otomatis berbasis mikrokontroler Arduino di SMKS Ibrahimy Situbondo. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem bel otomatis yang dirancang serta menganalisis manfaat penerapannya dalam mendukung ketepatan waktu dan kedisiplinan kegiatan pembelajaran. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi praktis dan akademis sebagai referensi bagi sekolah dalam mengimplementasikan sistem bel otomatis guna meningkatkan efektivitas manajemen waktu serta kualitas proses belajar mengajar secara keseluruhan.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam pengembangan sistem bel otomatis ini adalah metode Waterfall. Metode Waterfall merupakan model pengembangan sistem yang dilakukan secara bertahap dan berurutan, di mana setiap tahap harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum dilanjutkan ke tahap berikutnya. Model ini dipilih karena memiliki alur kerja yang sistematis dan terstruktur, sehingga memudahkan proses perancangan hingga implementasi sistem bel otomatis berbasis mikrokontroler Arduino Uno. Alur pengembangan sistem dengan metode Waterfall ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Model Pengembangan Waterfall

Tahap pertama dalam metode Waterfall adalah analisis kebutuhan (requirement). Pada tahap ini dilakukan proses komunikasi dengan pihak sekolah untuk memperoleh pemahaman mengenai kebutuhan sistem bel otomatis yang akan dikembangkan, termasuk batasan dan kondisi lingkungan penerapan sistem. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi dan wawancara langsung untuk mengidentifikasi kebutuhan fungsional maupun nonfungsional sistem. Data yang diperoleh kemudian dianalisis sebagai dasar dalam perancangan sistem.

Tahap selanjutnya adalah perancangan sistem (design). Pada tahap ini disusun rancangan arsitektur sistem yang mencakup spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang

digunakan. Perancangan dilakukan untuk menentukan hubungan antar komponen sistem, termasuk mikrokontroler Arduino Uno, modul RTC DS3231 sebagai pengatur waktu, modul output audio, serta media penampil informasi. Tahap perancangan ini bertujuan untuk menghasilkan desain sistem yang dapat diimplementasikan sesuai dengan kebutuhan yang telah dianalisis.

Tahap implementasi dilakukan dengan merealisasikan rancangan sistem ke dalam bentuk perangkat keras dan perangkat lunak. Pada tahap ini, sistem dikembangkan dalam unit-unit kecil yang kemudian diuji secara bertahap untuk memastikan setiap komponen berfungsi dengan baik. Proses pengujian pada tahap ini dikenal sebagai pengujian unit (unit testing), yang bertujuan untuk meminimalkan kesalahan sebelum sistem diintegrasikan secara keseluruhan.

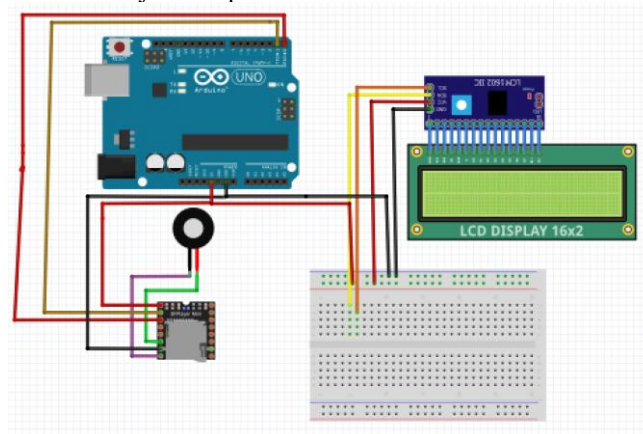
Setelah implementasi, tahap verifikasi dilakukan untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan telah memenuhi spesifikasi dan kebutuhan yang telah ditentukan. Pengujian dilakukan baik pada tingkat modul maupun sistem secara keseluruhan untuk memastikan kinerja sistem bel otomatis berjalan sesuai dengan jadwal yang telah diprogram. Pada tahap ini, pengujian juga melibatkan pengguna untuk memastikan sistem dapat digunakan dengan baik di lingkungan sekolah.

Tahap terakhir dalam metode Waterfall adalah pemeliharaan (maintenance). Pada tahap ini dilakukan perbaikan terhadap kesalahan yang mungkin belum terdeteksi pada tahap sebelumnya serta penyesuaian sistem agar tetap berfungsi secara optimal setelah diimplementasikan. Pemeliharaan sistem bertujuan untuk menjaga keandalan dan keberlanjutan sistem bel otomatis dalam jangka panjang [6].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain Output

Desain penelitian ini mencakup perancangan input dan output sistem. Desain output bertujuan untuk menentukan bentuk keluaran sistem yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Output utama dari sistem bel otomatis adalah bunyi bel atau buzzer yang diaktifkan berdasarkan jadwal waktu yang telah diprogram. Informasi kondisi sistem juga ditampilkan melalui LCD yang terhubung dengan Arduino Uno. Desain output yang efisien sangat penting untuk memastikan sistem dapat memberikan informasi yang jelas dan mudah dipahami oleh pengguna. Sketsa desain output sistem bel otomatis ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain Output Tampilan Ph Bel

Desain Input

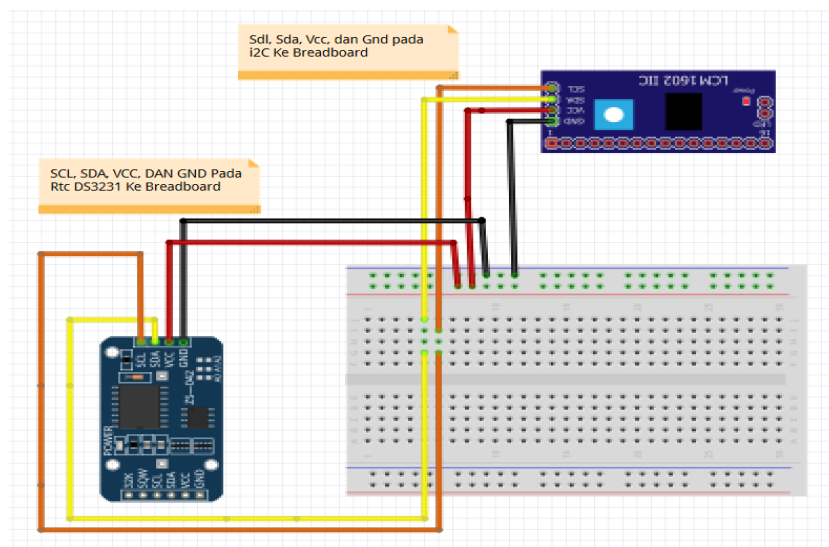
Desain input difokuskan pada perancangan perangkat keras dan antarmuka yang mendukung proses pengaturan jadwal bel otomatis. Modul RTC DS3231 digunakan sebagai sumber input waktu untuk memastikan ketepatan jadwal bel yang dijalankan oleh sistem.

Perancangan input dilakukan dengan memperhatikan aspek efektivitas, ketepatan, kemudahan penggunaan, konsistensi, dan kesederhanaan, sehingga sistem yang dikembangkan dapat digunakan secara optimal oleh pengguna. Desain input yang baik diharapkan mampu mendukung kinerja sistem secara keseluruhan serta meminimalkan kesalahan dalam pengoperasian sistem bel otomatis. Rancangan koneksi input antara modul RTC DS3231 dan antarmuka komunikasi I2C dengan mikrokontroler Arduino Uno ditunjukkan pada Gambar 3, yang menggambarkan integrasi komponen input waktu dalam sistem bel otomatis..

Desain Proses

Desain proses pada penelitian ini berfokus pada identifikasi proses bisnis yang menggambarkan alur kerja sistem bel otomatis berbasis Arduino Uno. Desain proses digunakan untuk menjelaskan bagaimana sumber daya yang tersedia, baik perangkat keras maupun perangkat lunak, diolah dan dikendalikan untuk menghasilkan keluaran berupa bunyi bel secara otomatis sesuai jadwal yang telah ditentukan. Selain itu, desain proses juga mencakup pemodelan sistem dan arsitektur aplikasi yang menjadi dasar dalam pengembangan sistem bel otomatis.

Desain proses berfungsi sebagai representasi metode yang digunakan dalam menjalankan sistem, mulai dari pengolahan data waktu hingga eksekusi perintah untuk membunyikan bel. Setiap komponen dalam sistem memiliki peran dan fungsi masing-masing yang saling terintegrasi untuk mendukung operasional sistem secara keseluruhan. Dengan perancangan proses yang sistematis, sistem bel otomatis diharapkan dapat bekerja secara efisien, konsisten, dan meminimalkan ketergantungan pada intervensi manusia.



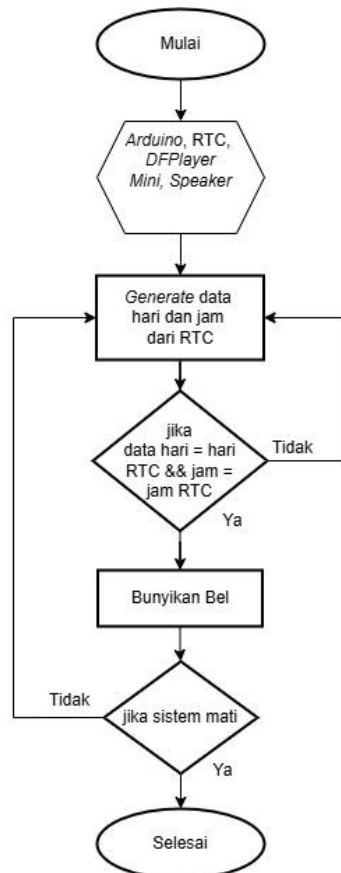
Gambar 3. Desain Input Tampilan I2C dan RTC DS3231

Identifikasi Proses

Identifikasi proses dilakukan untuk memetakan alur kerja sistem bel otomatis secara menyeluruh. Pada penelitian ini, alur kerja sistem digambarkan dalam bentuk flowchart yang merepresentasikan proses operasional sistem sejak Arduino Uno dijalankan hingga bel berbunyi sesuai jadwal. Flowchart ini ditampilkan pada Gambar 4.

Flowchart tersebut menggambarkan bahwa proses sistem dimulai dengan inisialisasi seluruh komponen utama, yaitu Arduino Uno, modul RTC DS3231, DFPlayer Mini, dan speaker. Selanjutnya, sistem mengambil data hari dan waktu dari modul RTC sebagai acuan penjadwalan. Data waktu tersebut kemudian dibandingkan dengan jadwal yang telah diprogram sebelumnya. Apabila waktu yang dibaca sesuai dengan jadwal yang ditentukan, sistem akan mengaktifkan DFPlayer Mini untuk membunyikan bel melalui speaker. Jika kondisi waktu belum terpenuhi, sistem akan kembali melakukan pembacaan waktu secara berulang. Proses ini berlangsung secara kontinu hingga sistem menerima perintah untuk berhenti.

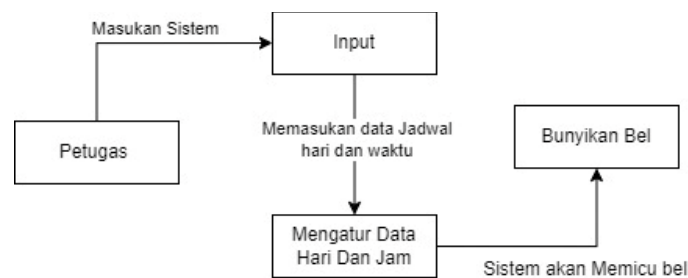
atau dimatikan [7]. Alur ini menunjukkan mekanisme otomatisasi sistem bel yang sederhana namun efektif dalam menjaga ketepatan waktu.



Gambar 4. Desain Proses

Arsitektur Aplikasi

Arsitektur aplikasi menggambarkan struktur dan hubungan antar komponen dalam sistem bel otomatis berbasis Arduino. Arsitektur ini berfungsi sebagai blueprint atau rancangan dasar yang menjadi acuan dalam implementasi sistem. Arsitektur aplikasi sistem bel otomatis ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Arsitektur Aplikasi

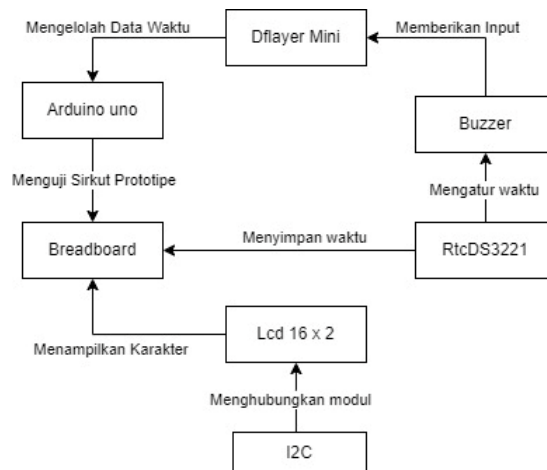
Sistem bel otomatis dikembangkan berbasis mikrokontroler Arduino Uno yang berperan sebagai pengendali utama. Arduino Uno menerima input waktu dari modul RTC DS3231 melalui komunikasi I2C, kemudian memproses data tersebut untuk menentukan kapan bel harus dibunyikan. Modul DFPlayer Mini digunakan sebagai pemutar audio, sedangkan speaker atau buzzer berfungsi sebagai media keluaran suara. Selain itu, LCD digunakan untuk menampilkan informasi status sistem. Integrasi antar komponen tersebut memungkinkan sistem bel otomatis bekerja secara konsisten sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan, sehingga mengurangi ketergantungan terhadap pengoperasian manual dan meningkatkan keandalan sistem [7], [8], [9].

Identifikasi dan Desain User Interface

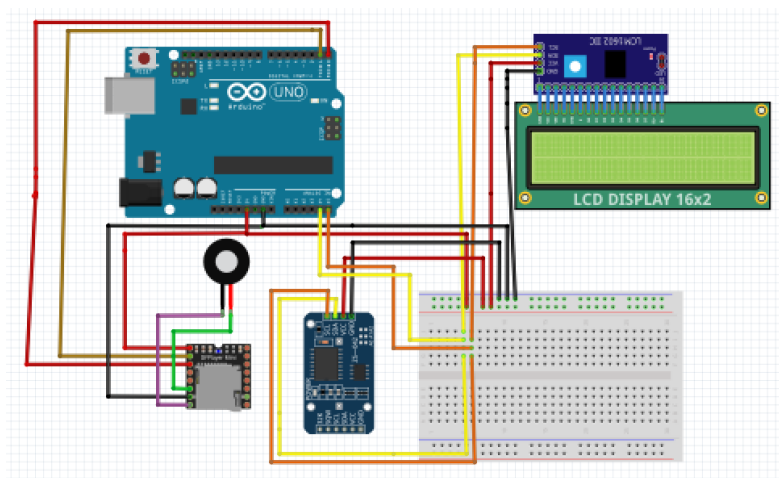
Perancangan antarmuka pengguna (User Interface) merupakan aspek penting dalam pengembangan sistem bel otomatis, karena antarmuka berperan sebagai media interaksi antara pengguna dan sistem. Antarmuka yang dirancang dengan baik akan memudahkan pengguna dalam memahami cara kerja sistem serta meningkatkan kenyamanan penggunaan. Oleh karena itu, desain antarmuka dikembangkan dengan mempertimbangkan kebutuhan pengguna serta karakteristik sistem yang dibangun [10].

Desain antarmuka pada sistem bel otomatis ini bertujuan untuk meminimalkan kompleksitas penggunaan sistem dan memastikan pengguna dapat mengoperasikan sistem tanpa memerlukan pemahaman teknis yang mendalam. Desain antarmuka disusun dengan prinsip kesederhanaan, konsistensi, dan kejelasan tampilan agar pengguna dapat mengakses informasi dan fungsi sistem secara efisien. Proses perancangan antarmuka diawali dengan pengumpulan informasi terkait kebutuhan pengguna, tujuan sistem, serta kondisi lingkungan penerapan sistem. Desain antarmuka sistem bel otomatis berbasis Arduino ditunjukkan pada Gambar 6 dan Gambar 7, yang menggambarkan konfigurasi perangkat keras dan hubungan antar komponen dalam sistem [7].

Untuk mendukung interaksi sistem secara optimal, sistem bel otomatis memerlukan konfigurasi jaringan listrik yang telah disesuaikan dengan kebutuhan perangkat keras. Konfigurasi ini mencakup integrasi Arduino Uno, breadboard, DFPlayer Mini, modul RTC DS3231, LCD, komunikasi I2C, serta buzzer atau speaker. Dengan konfigurasi yang tepat, sistem bel otomatis dapat beroperasi secara stabil dan mendukung pelaksanaan kegiatan sekolah secara terjadwal sesuai kondisi yang telah ditentukan.



Gambar 6. Desain Interface Diagram Blok Sistem Konfigurasi Hardware



Gambar 7. Desain Interface Konfigurasi Keseluruhan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem bel otomatis berbasis Arduino berhasil dirancang dan diimplementasikan di SMKS Ibrahimy Situbondo sebagai alternatif pengganti sistem bel manual. Sistem ini dikembangkan untuk mengatasi permasalahan keterlambatan dan ketidaktepatan waktu yang sering terjadi pada penggunaan bel manual dalam aktivitas sekolah.

Pemanfaatan mikrokontroler Arduino yang dikombinasikan dengan modul pendukung, seperti RTC sebagai pengatur waktu, LCD sebagai media penampil informasi, serta DFPlayer sebagai penghasil suara, memungkinkan sistem bel otomatis bekerja secara lebih efektif dan efisien. Dengan penerapan sistem ini, pengelolaan waktu kegiatan sekolah dapat dilakukan secara terjadwal dan konsisten, sehingga mendukung peningkatan ketertiban dan kedisiplinan dalam proses belajar mengajar.

5. SARAN

Meskipun sistem bel otomatis berbasis Arduino yang dikembangkan telah berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian, masih terdapat beberapa aspek yang dapat ditingkatkan pada pengembangan selanjutnya. Salah satu keterbatasan utama sistem adalah ketergantungan terhadap sumber daya listrik. Gangguan pasokan listrik berpotensi menyebabkan sistem tidak dapat beroperasi secara optimal dan berdampak pada kelancaran aktivitas pembelajaran di sekolah.

Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan sistem bel otomatis yang lebih andal dengan menambahkan sumber daya cadangan, seperti baterai atau Uninterruptible Power Supply (UPS). Penambahan sumber daya cadangan diharapkan dapat meningkatkan keandalan sistem serta memastikan sistem bel otomatis tetap dapat berfungsi meskipun terjadi gangguan listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Nur Rofiuddin and D. Darmawan, "Pengaruh Disiplin Belajar terhadap Hasil Belajar pada Mata Pelajaran Pendidikan Agama Islam Siswa Sekolah Menengah Atas Setingkat," *Journal Of Early Childhood And Islamic Education*, vol. 3, no. 1, pp. 110–127, Nov. 2024, doi: 10.62005/joecie.v3i1.119.
- [2] A. Aisa *et al.*, "Pelatihan Perancangan Teknologi Bel Sekolah Otomatis Berbasis Mikrokontroler di Desa Gambiran," *Jumat Informatika: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 4, no. 3, pp. 138–144, Dec. 2023, doi: 10.32764/abdimasif.v4i3.4106.
- [3] S. Prihatiningtyas, Ino Angga Putra, Onie Meiyanto, Muhammad Firmansyah, Febby Indah Oktavia, and Serly Amelia, "BEL SEKOLAH OTOMATIS MENGGUNAKAN ARDUINO SEBAGAI TEKNOLOGI TEPAT GUNA DALAM UPAYA PENDISCIPLINAN SISWA SD NEGERI REJOSO PINGGIR JOMBANG," *Jurnal Abdi Inovatif: Pengabdian kepada Masyarakat*, vol. 2, no. 1, pp. 25–38, May 2023, doi: 10.31938/jai.v2i1.456.
- [4] Muhammad Ali Imran, Achmad Fauzi, and Husnul Khair, "Rancang Bangun Kontrol Bel Otomatis Berdasarkan Jadwal Perkuliahan Menggunakan Internet of Things (IoT)," *Modem : Jurnal Informatika dan Sains Teknologi.*, vol. 2, no. 4, pp. 21–32, Sep. 2024, doi: 10.62951/modem.v2i4.225.
- [5] S. Wulandari and T. Ramadhan, "Implementasi Sistem Otomatisasi Berbasis IoT dalam Lingkungan Pendidikan," *Jurnal Sains dan Teknologi Terapan*, vol. 9, no. 1, pp. 15–27, 2023.
- [6] S. Sallu, Y. Harsono, and O. Fajarianto, "Implementation of Waterfall Method in Model Development to Improve Learning Quality of Computer Network Courses," *JTP - Jurnal Teknologi Pendidikan*, vol. 25, no. 3, pp. 496–513, Dec. 2023, doi: 10.21009/jtp.v25i3.44418.

-
- [7] J. Juhariansyah, R. Ritzkal, and A. H. Hendrawan, "Design Of An Automatic Bell Warning System For Prayer Times In A Net Centric Computing Lab," *Journal of Robotics and Control (JRC)*, vol. 1, no. 3, 2020, doi: 10.18196/jrc.1320.
 - [8] R. A. Dinda, S. Sadrina, and M. Mursyidin, "The High Accurate Automatic School Bell Controller Based On Arduino Uno DS1307 I2C Real-time Clock," *Jurnal Teknik Mesin Mechanical Xplore*, vol. 4, no. 1, pp. 17–26, Jul. 2023, doi: 10.36805/jtmmx.v4i1.3499.
 - [9] P. B. kumar, lokesh Y. Reddy V, and P. A. reddy, "ARDUINO-BASED AUTOMATIC INSTITUTE BELL SYSTEM," *International Journal of Scientific Research and Engineering Development*, vol. 8, [Online]. Available: www.ijsred.com
 - [10] A. M. A. Nugroho and Supriyadi, "Optimalitas Perancangan Website: Pendekatan User Centered Design untuk Pengalaman Pengguna Berbagai Usia di Situs Jalan Cantik," *Jurnal JTIK (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)*, vol. 9, no. 1, pp. 304–313, Nov. 2024, doi: 10.35870/jtik.v9i1.3179.