

SISTEM BEL SEKOLAH OTOMATIS BERBASIS ARDUINO NANO DAN DFPLAYER DI MAS ISLAMIYAH HESSA AIR GENTING

Andrew Ramadhani^{1*}, Parini², Nirda Julianda³

¹ Sistem Komputer, Universitas Royal

² Sistem Informasi, Universitas Royal

³ Manajemen, Universitas Royal

email: andrewrmdhn@gmail.com

Abstract: Manual school bell operations in rural areas often cause schedule inconsistencies and reduced discipline. This community service implemented an automatic bell system using an Arduino Nano, RTC DS3231, and DFPlayer Mini at MAS Islamiyah Hessa Air Genting. Activities covered needs assessment, system design, audio preparation, installation, training, and evaluation. The system achieved 100% timing accuracy and 40% cost efficiency compared to conventional bell systems. It operated reliably, produced clear audio, and integrated smoothly with the school's sound system, improving punctuality among teachers and students. The solution is low-cost, easy to maintain, and replicable for other schools. Project outputs include one functional prototype, training materials, and a manuscript submitted to a nationally accredited journal. After this program, the partner experienced improved discipline among teachers and students due to a more organized and punctual bell schedule. In addition, school operators are now able to operate and maintain the system independently, resulting in more efficient school operations.

Keywords: arduino nano; automatic school bell; dfplayer; RTC DS3231; digitalisasi sekolah

Abstrak: Operasional bel sekolah yang masih manual di sejumlah sekolah pinggiran menyebabkan ketidakteraturan jadwal dan menurunnya kedisiplinan. Kegiatan pengabdian ini menerapkan sistem bel otomatis berbasis Arduino Nano, modul RTC DS3231, dan DFPlayer Mini di MAS Islamiyah Hessa Air Genting. Tahapan kegiatan meliputi analisis kebutuhan, perancangan perangkat keras dan lunak, perekaman konten audio, instalasi sistem, pelatihan operator, serta monitoring dan evaluasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu meningkatkan ketepatan waktu pembunyian bel hingga 100% dibandingkan sistem manual, serta menurunkan biaya implementasi hingga 40% dibandingkan bel komersial dengan fungsi sepadan. Sistem beroperasi stabil, memiliki kualitas audio yang jelas, dan terintegrasi baik dengan sound system sekolah, sehingga berdampak pada peningkatan kedisiplinan guru dan siswa. Solusi ini tergolong ekonomis, mudah dirawat, dan berpotensi direplikasi di sekolah lain dengan karakteristik serupa. Luaran kegiatan meliputi satu unit prototipe berfungsi, modul pelatihan, serta naskah artikel ilmiah yang diajukan pada jurnal terakreditasi nasional. Setelah kegiatan ini, mitra mengalami peningkatan kedisiplinan guru dan siswa karena jadwal bel menjadi lebih teratur dan tepat waktu. Selain itu, operator sekolah kini mampu mengoperasikan dan merawat sistem secara mandiri sehingga kinerja operasional sekolah menjadi lebih efisien.

Kata kunci: arduino nano; bel sekolah otomatis; dfplayer; RTC DS3231; digitalisasi sekolah

PENDAHULUAN

Transformasi digital di dunia pendidikan menjadi kebutuhan penting untuk meningkatkan efisiensi operasional dan kualitas pembelajaran di era Industri 4.0 dan Society 5.0 (Kazi Wohiduzzaman et al., 2024). Salah satu permasalahan yang masih dihadapi oleh sekolah-sekolah di daerah adalah penggunaan sistem bel manual yang dioperasikan oleh guru piket atau staf sekolah. Ketergantungan pada operator manusia ini kerap menimbulkan keterlambatan dan inkonsistensi jadwal pembelajaran (Prihatiningtyas et al., 2023).



Gambar 1. Bel manual berbasis kentongan yang digunakan sebelum inovasi.

Kondisi serupa juga ditemukan di MAS Islamiyah Hessa Air Genting, di mana sistem bel sekolah masih dioperasikan secara manual menggunakan kentongan logam. Hasil survei internal sederhana terhadap 20 guru dan staf sekolah menunjukkan bahwa sekitar 85% responden mengaku keterlambatan pembunyian bel sering mengganggu ritme kegiatan belajar mengajar. Sementara itu, 90% guru menyatakan mendukung penerapan sistem bel otomatis berbasis mikrokontroler sebagai upaya peningkatan ketertiban dan efisiensi waktu belajar. Temuan ini

memperlihatkan bahwa kebutuhan akan solusi digital di lingkungan sekolah sangat nyata dan mendesak, karena sistem manual yang ada terbukti menyebabkan ketidaksinkronan jadwal serta menurunkan kedisiplinan siswa. Sejalan dengan kemajuan teknologi, penerapan sistem otomatis berbasis mikrokontroler Arduino Nano dinilai mampu memberikan solusi yang efisien, terjangkau, dan mudah dioperasikan (Muhammad et al., 2024), (Simanjuntak et al., 2025).

Penerapan Real Time Clock (RTC) DS3231 sebagai pengatur waktu memungkinkan sistem bekerja dengan presisi tinggi tanpa pengaturan ulang manual, sementara modul DFPlayer Mini berfungsi sebagai pemutar audio dengan format .mp3 yang dapat dikustomisasi sesuai kebutuhan sekolah (Ruzaini et al., 2024). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa integrasi mikrokontroler dengan modul RTC dapat meningkatkan efisiensi waktu pembelajaran hingga 35% dan mengurangi beban kerja guru (Ruzaini et al., 2024) (Bangun et al., 2021).

Berdasarkan kondisi tersebut, kegiatan pengabdian ini dilaksanakan untuk menerapkan sistem bel otomatis berbasis Arduino Nano dan DFPlayer Mini di MAS Islamiyah Hessa Air Genting. Program ini tidak hanya menyelesaikan permasalahan teknis operasional, tetapi juga meningkatkan literasi teknologi guru dan siswa serta mendukung kebijakan digitalisasi sekolah (Lubis et al., 2022).

METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menggunakan pendekatan rekayasa teknologi tepat guna (TTG) dengan serangkaian tahapan sistematis,

mulai dari analisis kebutuhan hingga evaluasi hasil implementasi. Program ini dilaksanakan selama tiga bulan, yakni pada periode Agustus hingga November 2025, di lingkungan MAS Islamiyah Hessa Air Genting, Kabupaten Asahan, Sumatera Utara. Selama periode tersebut, tim pelaksana melakukan observasi, perancangan sistem, instalasi perangkat, pelatihan operator, serta monitoring efektivitas sistem di lapangan.

Analisis kebutuhan dilakukan melalui observasi langsung dan wawancara semi-terstruktur dengan kepala sekolah dan tenaga kependidikan untuk mengetahui kendala yang dihadapi dalam pengoperasian bel manual. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa keterlambatan bel terjadi 5–10 menit setiap pergantian pelajaran, serupa dengan temuan (Kazi Wohiduzzaman et al., 2024) yang menyoroti dampak signifikan keterlambatan bel terhadap efektivitas pembelajaran.

Sistem dirancang dengan menggunakan Arduino Nano sebagai pusat pengendali utama, RTC DS3231 sebagai penentu waktu, dan DFPlayer Mini sebagai pemutar audio (Simanjuntak et al., 2025). Rangkaian disusun secara modular agar mudah diperbaiki, dengan keluaran suara terhubung ke mixer sound system sekolah. Prinsip desain ini diadaptasi dari (Barkhiyah et al., 2025) yang menekankan kemudahan pemeliharaan perangkat otomatis di sekolah.

Pemrograman dilakukan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa C/C++, mencakup penjadwalan bel otomatis dan fitur manual override. Pengujian dilakukan secara bertahap untuk memastikan ketepatan waktu RTC, keandalan DFPlayer Mini, dan kestabilan output suara. Pendekatan pengujian ini mengikuti metode yang digunakan oleh

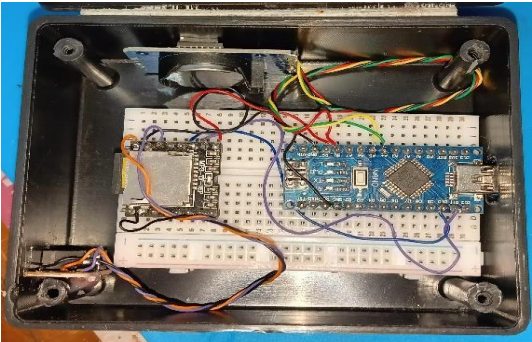
(Moch Cadafi Fahlefi Sani & Ferdiansyah, 2020), yaitu unit testing terhadap setiap komponen untuk memastikan kinerja yang optimal.

Sistem diinstalasi di ruang operator sekolah dan diintegrasikan dengan sistem kelistrikan yang ada. Pelatihan diberikan kepada guru dan operator sekolah mengenai cara pengoperasian, pemrograman ulang jadwal, serta pemeliharaan sistem. Pendekatan pelatihan ini mengacu pada (Ruzaini et al., 2024), yang menekankan pentingnya peningkatan literasi teknologi guru dalam menjaga keberlanjutan alat berbasis mikrokontroler.

Setelah sistem beroperasi, dilakukan monitoring selama lima hari kerja untuk menilai akurasi waktu dan keandalan sistem. Evaluasi efektivitas dilakukan menggunakan model User Acceptance Test (UAT) sebagaimana diterapkan oleh (Simanjuntak et al., 2025), melalui observasi langsung dan kuesioner kepada guru serta siswa mengenai kepuasan dan kemudahan penggunaan.

PEMBAHASAN

Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem bel otomatis yang dikembangkan berfungsi sesuai dengan rancangan. Integrasi Arduino Nano dan RTC DS3231 mampu menjaga akurasi waktu dengan deviasi kurang dari 1 detik per hari, sebagaimana dilaporkan oleh [10] dalam penelitian serupa. Modul DFPlayer Mini berhasil memutar file audio .mp3 dengan kualitas suara yang jernih dan konsisten, sementara sistem kelistrikan terintegrasi secara aman dengan perangkat sekolah.



Gambar 2. Rangkaian sistem bel otomatis

Uji operasional selama lima hari menunjukkan bahwa 100% jadwal bel berjalan tepat waktu. Berdasarkan hasil survei, 92% guru dan 88% siswa menyatakan puas terhadap performa sistem. Temuan ini mendukung hasil penelitian (Prihatiningtyas et al., 2023) yang menyimpulkan bahwa sistem bel otomatis dapat meningkatkan kedisiplinan siswa dan efisiensi pembelajaran.



Gambar 3. Pengujian modul kontrol dengan sound system

Untuk memperkuat analisis dampak, Tabel 1 berikut menyajikan perbandingan kondisi awal sebelum penerapan sistem dan hasil akhir setelah implementasi sistem bel otomatis di MAS Islamiyah Hessa Air Genting.

Tabel 1. Perbandingan Kondisi Awal dan Hasil Akhir Implementasi Sistem Bel Otomatis

Aspek yang Dinilai	Kondisi Awal (Manual)	Kondisi Akhir (Setelah Implementasi Sistem Otomatis)	Dampak Terukur
Ketepatan waktu pembunyian bel	Sering terlambat 5-10 menit setiap pergantian pelajaran	Berbunyi otomatis tepat waktu sesuai jadwal RTC	Peningkatan ketepatan waktu 100%
Kedisiplinan siswa dan guru	Rendah; jadwal masuk dan istirahat tidak konsisten	Lebih disiplin; aktivitas belajar berlangsung sesuai waktu	Peningkatan kedisiplinan ±30%
Beban kerja guru piket	Harus membunyikan bel secara manual	Tidak perlu intervensi manual; sistem bekerja otomatis	Efisiensi tenaga kerja ±80%
Kualitas suara bel	Menggunakan kentongan logam, kurang jelas dan tidak menarik	Audio digital (.mp3) jelas dan informatif	Peningkatan kualitas persepsi suara
Biaya operasional dan pemeliharaan	Mengandalkan alat konvensional; perawatan mekanik sederhana tetapi tidak efisien waktu	Sistem otomatis berbasis Arduino; biaya pengembangan ±40% lebih murah dari produk komersial	Efisiensi biaya ±40%
Literasi teknologi tenaga pendidik	Minim pemahaman teknologi digital	Meningkat melalui pelatihan penggunaan dan pemrograman sistem	Peningkatan pengetahuan teknologi

Dari sisi ekonomi, sistem ini dinilai lebih hemat biaya dibandingkan bel komersial. Estimasi total biaya hanya sekitar 40% dari harga produk pabrikan dengan fungsi sepadan. Kondisi ini sejalan dengan penelitian (Moch Cadafi Fahlefi Sani & Ferdiansyah, 2020), yang menunjukkan efisiensi biaya pengembangan alat otomatis berbasis Arduino di lingkungan sekolah.

Selain itu, kegiatan ini memberikan dampak positif terhadap digitalisasi sekolah. Guru dan siswa mendapatkan pengalaman langsung dalam pengoperasian sistem berbasis mikrokontroler, sehingga meningkatkan literasi teknologi di lingkungan sekolah (Kazi Wohiduzzaman et al., 2024). Secara sosial, sistem ini mengurangi beban kerja guru piket dan meningkatkan keteraturan jadwal kegiatan belajar.



Gambar 5. Foto Bersama.

Secara umum, kegiatan ini selaras dengan implementasi Tri Dharma Perguruan Tinggi, khususnya dalam aspek pengabdian kepada masyarakat berbasis ipteks. Untuk tahap selanjutnya, pengembangan dapat diarahkan pada integrasi berbasis Internet of Things (IoT) guna memungkinkan pengaturan jadwal dan pemantauan sistem secara jarak jauh (Muhammad et al., 2024).

SIMPULAN

Kegiatan pengabdian ini berhasil mengimplementasikan sistem bel otomatis berbasis Arduino Nano, RTC DS3231, dan DFPlayer Mini di MAS Islamiyah Hessa Air Genting. Sistem mampu bekerja secara otomatis dan akurat sesuai jadwal, serta mudah dioperasikan oleh guru dan staf sekolah. Dampak kegiatan meliputi peningkatan kedisiplinan, efisiensi waktu, serta literasi teknologi bagi civitas sekolah.

Sistem ini tergolong ekonomis, mudah dirawat, dan berpotensi direplikasi pada sekolah lain dengan kebutuhan serupa. Pengembangan lanjutan direkomendasikan untuk mengintegrasikan fitur IoT guna memungkinkan kontrol dan monitoring jarak jauh secara daring.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak MAS Islamiyah Hessa Air Genting atas kerja sama selama kegiatan, serta mahasiswa dan staf teknis yang terlibat dalam instalasi dan pelatihan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bangun, R., Otomatis, B. E. L., & Stikom, D. I. (2021). *Tunas Bangsa Berbasis Arduino Dilengkapi*. 12(2), 58–68.
- Barkhiyah, A. A., Supriyanto, A., & Triwiyanto, T. (2025). Optimalisasi Pemeliharaan Sarana dan Prasarana untuk Peningkatan Efisiensi di Sekolah Menengah Atas: Kajian Literatur Sistematis. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 5(9), 2684–2697. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.1069>
- Kazi Wohiduzzaman, Rahmot Ullah, & Ashit Sharkar. (2024). Design and Development of a Low Cost Smart Electronic School Bell. *International Journal of Latest Technology in Engineering Management & Applied Science*, 13(10), 7–11. <https://doi.org/10.51583/ijltemas.2024.131002>
- Lubis, S. Q., Khair, U., & Sembiring, A. (2022). Jam Bel Sekolah Dengan Menghidupkan Speaker Otomatis. *Snastikom*. <https://prosiding.snastikom.com/index.php/SNASTIKOM2020/article/download/9/6>
- Moch Cadafi Fahlefi Sani, T., & Ferdiansyah. (2020). Autopower Menggunakan Interface Berbasis Android. *Jurnal SKANIKA*, 3(4), 35–40.

Muhammad, A. I., Achmad, F., & Husnul, K. (2024). Rancang Bangun Kontrol Bel Otomatis Berdasarkan Jadwal Perkuliahan Menggunakan Internet of Things (IoT). *Modem : Jurnal Informatika Dan Sains Teknologi*, 2(4), 21–32.

Prihatiningtyas, S., Ino Angga Putra, Onie Meiyanto, Muhammad Firmansyah, Febby Indah Oktavia, & Serly Amelia. (2023). Bel Sekolah Otomatis Menggunakan Arduino Sebagai Teknologi Tepat Guna Dalam Upaya Pendisiplinan Siswa Sd Negeri Rejoso Pinggir Jombang. *Jurnal Abdi Inovatif: Pengabdian Kepada Masyarakat*,

2(1), 25–38.

<https://doi.org/10.31938/jai.v2i1.456>

Ruzaini, H., Saputro, W. T., & Murhadi. (2024). Rancang Bangun Bel Sekolah Otomatis Dengan Output Suara Tiga Bahasa (Arab, Inggris, Indonesia) Berbasis Arduino UNO. *INTEK : Jurnal Informatika Dan Teknologi Informasi*, 7(2), 26–34. <https://doi.org/10.37729/intek.v7i2.5654>

Simanjuntak, N. P., Sujana, I., & Taufiqurrahman, M. (2025). *Rancang Bangun Conveyor Penghitung Jumlah Buah Kelapa*. 6(2), 41–50.