(cc) BY
*Copyright* © 2026 pada penulis
***Madaniya*, Vol. 7, No. 4, November 2026**

# Sistem Raport Digital dan Presensi IoT Madrasah Diniyyah Berbasis Analisis Kritis

**Rokib Munawir ***

Politeknik Unisma Malang

* rokibmunawir90@gmail.com

**Abstrak**

Artikel ini mengkaji rancang bangun, implementasi, serta analisis wacana kritis terhadap sistem informasi raport digital berbasis web yang terintegrasi dengan presensi *Internet of Things* (IoT) di Madrasah Diniyyah. Di tengah masifnya digitalisasi pendidikan melalui kebijakan Rapor Digital Madrasah (RDM) bagi pendidikan formal, Madrasah Diniyyah kerap mengalami marginalisasi teknologi yang memicu inefisiensi pengelolaan akademik manual. Dengan mengadopsi metodologi pengembangan sistem Waterfall dan pendekatan metode campuran (*mixed-methods*), kegiatan ini berhasil merekayasa ekosistem digital mandiri menggunakan framework Next.js, basis data PostgreSQL, serta perangkat keras IoT berbiaya rendah yang mencakup mikrokontroler Arduino Uno, modul Wi-Fi ESP8266, dan pemindai kode batang (barcode scanner). Pengujian fungsionalitas melalui pendekatan Black-Box memvalidasi keandalan sistem tanpa galat mayor, sementara User Acceptance Testing (UAT) menunjukkan tingkat penerimaan positif yang sangat kuat (77% setuju, 6% sangat setuju). Lebih jauh, penerapan kerangka *Critical Discourse Analysis* (CDA) mengungkap bahwa adopsi IoT yang inklusif ini tidak hanya mendongkrak efisiensi operasional dan transparansi akademik, tetapi juga bertindak sebagai narasi perlawanan terhadap ketimpangan digital (*digital divide*). Sistem ini terbukti menjadi purwarupa yang hemat biaya, andal, dan siap direplikasi untuk memperkuat tata kelola lembaga pendidikan Islam non-formal di era digital.

**Kata Kunci**: *raport digital, internet of things, madrasah diniyyah, transformasi digital, analisis wacana kritis*

## Pendahuluan

Transformasi digital di era Society 5.0 telah memicu perubahan fundamental dan sistemik di berbagai sektor krusial, tidak terkecuali pada sektor pendidikan tinggi maupun pendidikan dasar dan menengah (Al-Faid & Lismawati, 2024). Secara global, institusi pendidikan didorong secara masif untuk mengadopsi teknologi informasi dan komunikasi (TIK) guna meningkatkan efektivitas, relevansi, dan efisiensi dalam menghadapi kompleksitas tantangan abad ke-21 (Latif et al., 2024). Di Indonesia, transformasi digital ini telah diinkubasi menjadi sebuah prioritas nasional yang sangat mendesak. Lembaga pendidikan, khususnya lembaga pendidikan Islam yang berada di bawah naungan regulasi pemerintah, memegang peran strategis dalam mencetak generasi penerus yang tidak hanya kompeten secara kognitif, tetapi juga tangguh secara moral dan berkarakter (Oviana & Rijal, 2021). Oleh karena itu, adaptasi terhadap ekosistem teknologi bukan lagi

sekadar pilihan periferal atau komplementer, melainkan sebuah keharusan absolut bagi institusi pendidikan agar tetap relevan, kompetitif, dan mampu memenuhi perannya dalam arsitektur sistem pendidikan nasional.

Manifestasi dari komitmen digitalisasi pemerintah Indonesia dapat ditelusuri melalui inisiatif Kementerian Agama Republik Indonesia yang telah merilis dan mengimplementasikan aplikasi Rapor Digital Madrasah (RDM) secara terstruktur (Ma'ruf et al., 2023). Penggunaan RDM di jenjang pendidikan formal tersebut bahkan telah diklasifikasikan sebagai prasyarat wajib dalam proses kelulusan peserta didik dan penerbitan ijazah (Ma'ruf et al., 2023). Integrasi ini menunjukkan adanya standardisasi tata kelola akademik yang *highly-structured* di lingkungan pendidikan formal Islam. Sejalan dengan inisiatif tersebut, Rapor Digital Madrasah bertujuan untuk memfasilitasi pengelolaan penilaian hasil pembelajaran secara cepat, tepat, akurat, efektif, dan efisien, sekaligus meningkatkan transparansi informatif bagi publik (Nuraini et al., 2022; Ramadaniatul Millah et al., 2024).

Akan tetapi, di balik gemerlap keberhasilan penetrasi teknologi pada sektor formal yang didukung penuh oleh infrastruktur negara, tersembunyi sebuah kesenjangan digital (*digital divide*) yang tajam pada entitas pendidikan non-formal, yang secara khusus dialami oleh institusi Madrasah Diniyyah Takmiliyyah. Madrasah Diniyyah, yang secara historis kultural telah menjadi fondasi primer dalam penanaman pendidikan agama dan karakter di akar rumput masyarakat Indonesia, kini menghadapi tantangan eksistensial dan hambatan administratif yang sangat pelik (Ashari et al., 2023). Ketiadaan dukungan sistem digital yang tersentralisasi dan disubsidi oleh pemerintah memaksa lembaga-lembaga ini untuk memilih antara beroperasi secara stagnan dengan metode manual atau membangun inovasi secara mandiri dari bawah (*bottom-up innovation*) (Hidayatullah, 2025).

Kondisi ketertinggalan administratif tersebut tercermin secara nyata dan representatif di Madrasah Diniyyah Takmiliyyah Al-Amiriyyah, yang menjadi lokus penelitian empiris ini. Proses administrasi akademik di lembaga tersebut, terutama dalam ruang lingkup pencatatan rekapitulasi nilai dan manajemen kehadiran (presensi) santri, masih sepenuhnya berada dalam cengkeraman metode konvensional. Pengelolaan nilai evaluasi belajar mengandalkan buku besar berbasis kertas, sementara rekapitulasi kehadiran harian dicatat secara manual (tulis tangan) oleh *mustahiq* (wali kelas). Pendekatan arkaik ini tidak hanya mengonsumsi waktu produktif pengajar secara disproporsional, tetapi juga memiliki tingkat kerentanan yang sangat tinggi terhadap kesalahan manusia (*human error*), seperti miskalkulasi, kesalahan transkripsi data, hingga risiko kehilangan dokumen fisik (Herdiansah et al., 2023). Akibat dari inefisiensi sistemik ini bermuara pada kesulitan yang dialami oleh wali santri untuk memperoleh informasi perkembangan akademik anak mereka secara presisi, cepat, dan transparan.

Sebagai respons proaktif terhadap permasalahan tersebut, paradigma Internet of Things (IoT) menawarkan jalan keluar yang bersifat revolusioner dan terukur (Budihartono et al., 2022). Integrasi IoT di lingkungan pendidikan berpotensi besar memfasilitasi penciptaan ekosistem kampus cerdas (*smart campus*) atau sekolah cerdas (*smart school*), di mana interkoneksi perangkat teknologi digunakan untuk mengeskalasi efisiensi operasional, meningkatkan kualitas pengalaman pembelajaran, dan mengotomatisasi pengelolaan sumber daya secara komprehensif (Supriadi et al., 2022).

Sebuah telaah akademis yang mengaplikasikan metodologi Critical Discourse Analysis (CDA) terhadap wacana penerapan IoT di lingkungan pendidikan tinggi mengungkap bahwa teknologi ini senantiasa hadir dengan membawa dualisme: peluang eskalatif di satu sisi, dan tantangan struktural yang mendalam di sisi lain (Alblaihed et al., 2022). Peluang yang teridentifikasi mencakup optimalisasi efisiensi operasional, pengayaan pengalaman belajar melalui responsivitas sensor, serta dukungan krusial terhadap visi keberlanjutan lingkungan melalui sistem reduksi konsumsi energi. Namun, analisis CDA juga menelanjangi tantangan yang signifikan. Infrastruktur teknologi yang serba terbatas dan tingginya biaya investasi (*capital expenditure*) sering kali menjadi batu sandungan utama yang mengurungkan niat institusi untuk mengadopsi IoT, terutama bagi madrasah yang beroperasi dengan margin anggaran minimum (Setiawan, 2018). Tantangan berikutnya berkisar pada ekses masifnya pengumpulan data, yang memicu kekhawatiran serius akan pelanggaran privasi, keamanan informasi pengguna, dan kerentanan terhadap serangan siber (Islam et al., 2024). Lebih jauh lagi, narasi digitalisasi sering kali abai terhadap implikasi sosialnya, di mana pemaksaan penggunaan teknologi canggih berpotensi memperparah kesenjangan akses (*digital divide*) yang secara tidak proporsional akan merugikan peserta didik dari latar belakang sosial-ekonomi prasejahtera (Haniko et al., 2023).

Menyatukan rasionalisasi empiris dari problematika Madrasah Diniyyah dan konstruksi teoretis dari analisis wacana kritis, penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun, mengimplementasikan, serta mengevaluasi secara kritis sebuah Sistem Raport Digital berbasis web yang diintegrasikan secara *seamless* dengan subsistem presensi otomatis menggunakan periferal pemindai kode batang (*barcode scanner*) berbasis IoT. Solusi inovatif ini dirumuskan untuk bergerak melampaui konsep digitalisasi yang terkotak-kotak (*siloed digitalization*). Sistem ini mendesain jembatan data yang mengalir secara terotomatisasi antara domain operasional harian (akuisisi data presensi via IoT) dan domain evaluasi akademik (kalkulasi dan pencetakan raport digital). Pendekatan ini berupaya mengatasi tantangan efisiensi dan akurasi data dalam administrasi akademik, khususnya pada pencatatan nilai dan manajemen kehadiran, yang sebelumnya bergantung pada metode manual yang rentan terhadap kesalahan manusia (M. Yusuf & Sodik, 2023). Adopsi solusi berbasis IoT ini diharapkan dapat mengoptimalkan aksesibilitas data dan memfasilitasi pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat bagi tenaga pengajar dan manajemen madrasah (Adegbenjo et al., 2023).

## Metode Pelaksanaan

Desain penelitian ini diklasifikasikan ke dalam kategori penelitian terapan (*applied research*), yakni sebuah paradigma penelitian ilmiah yang memiliki orientasi pragmatis untuk menginvestigasi dan menyelesaikan permasalahan nyata di lapangan kerja, serta menghasilkan produk atau sistem inovatif yang dapat diimplementasikan secara instan oleh pengguna akhir (*end-user*) (Irawan et al., 2017). Dalam rangka memberikan kedalaman analisis yang komprehensif dan validitas temuan yang kuat, metodologi ini mengadopsi pendekatan metode campuran (*mixed methods*), yang secara sengaja mengawinkan rigoritas teknik pengumpulan data kualitatif dengan presisi data kuantitatif (Hasibuan, 2018). Pendekatan kualitatif direpresentasikan melalui observasi lapangan yang imersif

dan wawancara semi-terstruktur yang melibatkan para pemangku kepentingan esensial. Di sisi lain, metode kuantitatif dikerahkan pada tahap pengujian pasca-implementasi, mencakup pengukuran teknis terhadap kinerja mikrokontroler IoT serta distribusi instrumen kuesioner berskala Likert untuk kerangka *User Acceptance Testing* (UAT).

Sebagai elemen diferensiator dari riset rekayasa perangkat lunak konvensional, penelitian ini mengintegrasikan metodologi Critical Discourse Analysis (CDA) yang bersandar pada kerangka teoretis Norman Fairclough. CDA difungsikan sebagai instrumen pisau bedah analitis untuk mengevaluasi dampak sosiologis dari teknologi yang ditanamkan. Kerangka ini diaplikasikan melalui tiga dimensi utama:

1. *Analisis Teksual (Deskripsi):*

   Mengidentifikasi pola narasi linguistik, jargon, dan prioritas yang tertuang dalam dokumen kebutuhan sistem, serta kebijakan pengadaan teknologi di madrasah.

2. *Analisis Praktik Wacana (Interpretasi)*

   Memetakan bagaimana pemangku kepentingan menafsirkan dan merespons kehadiran subsistem IoT, mencakup penerimaan mereka terhadap proses digitalisasi presensi sebagai instrumen kontrol atau instrumen pemberdayaan.

3. *Analisis Praktik Sosial-Kritis (Eksplanasi)*

   Mengkaji secara ekstensif konsekuensi makro dari implementasi teknologi terhadap struktur sosial institusi pendidikan, seperti mitigasi ketimpangan digital (digital divide), perlindungan privasi data peserta didik, serta justifikasi ekonomi atas pemilihan perangkat IoT yang terjangkau. Pendekatan multimethodologis ini bertujuan untuk memperkaya pemahaman tentang fenomena secara utuh, dengan memanfaatkan kerangka berpikir sistem lunak untuk mengidentifikasi fenomena dan sistem keras untuk mencari solusi teknis yang terverifikasi (Gunawan, 2021)

Siklus hidup pengembangan sistem informasi ini dikendalikan oleh metodologi System Development Life Cycle (SDLC) bertipe Waterfall (Gultom & Maryam, 2020). Paradigma Waterfall diplih secara definitif karena karakteristiknya yang highly-sequential dan deterministik, di mana setiap fase harus diselesaikan, divalidasi, dan didokumentasikan sebelum pengembangan dapat mengalir ke fase berikutnya (Ningki & P, 2023). Elaborasi tahapan Waterfall dalam riset ini adalah sebagai berikut:

1. *Analisis Kebutuhan Sistem*

   Pada fase ini, dilakukan identifikasi mendalam terhadap persyaratan fungsional dan non-fungsional sistem melalui observasi, wawancara, dan studi literatur yang ekstensif untuk memahami konteks permasalahan dan kebutuhan pengguna secara komprehensif (Adam et al., 2021).

2. *Desain Sistem*

   Fase ini menguraikan arsitektur sistem secara rinci, termasuk perancangan antarmuka pengguna, struktur basis data, modul fungsional, dan spesifikasi teknis komponen perangkat keras IoT.

3. *Implementasi Pengkodean*

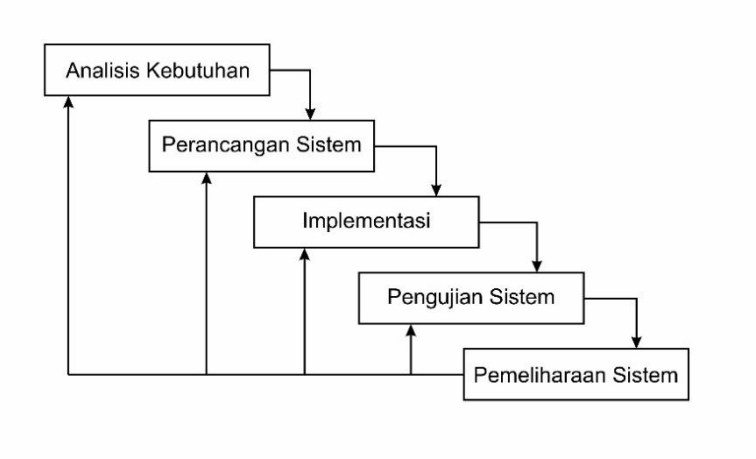
   Pada tahap ini, desain yang telah disepakati diwujudkan menjadi kode program fungsional menggunakan bahasa pemrograman yang relevan, serta integrasi *firmware* untuk periferal IoT (Marier & Dewi, 2021).

4. *Pengujian Sistem*

   Serangkaian pengujian menyeluruh dilakukan untuk memverifikasi fungsionalitas sistem, mengidentifikasi anomali, serta menjamin keandalan dan konsistensi operasional, termasuk pengujian unit, integrasi, sistem, dan penerimaan pengguna (Dewi & Fikri, 2023).

5. *Pemeliharaan Sistem*

   Meskipun prototipe sistem ini belum mencakup pemeliharaan berkelanjutan, fase ini secara konseptual mencakup pembaruan, perbaikan, dan adaptasi sistem terhadap perubahan kebutuhan atau lingkungan operasional seiring waktu (Widianto et al., 2021).




***Gambar 1**. Diagram alur tahapan metode Waterfall yang diterapkan dalam penelitian*

Fase analisis kebutuhan merumuskan dua kategori kebutuhan yang mutlak harus dipenuhi oleh sistem:

1. *Kebutuhan Fungsionalitas*
   a. Administrator wajib diberikan keistimewaan (*privilege*) absolut untuk mengeksekusi siklus *Create, Read, Update, Delete* (CRUD) pada seluruh master data.
   b. Mustahiq diwajibkan memiliki otoritas antarmuka untuk melakukan asupan (*input*) nilai akademik siswa berbasis mata pelajaran, di samping kapabilitas esensial untuk memonitor dasbor rekapitulasi kehadiran harian siswa.
   c. Santri dituntut mampu melakukan absensi presensi secara nirsentuh atau gesek mandiri melalui antarmuka perangkat keras pemindai kode batang (IoT).

d. Sistem Inti harus diotaki oleh mesin generator yang memiliki kapabilitas merangkum, mengekstraksi, dan mencetak agregasi nilai akhir menjadi representasi Raport Digital berformat PDF.

2. *Kebutuhan Non-Fungsional*

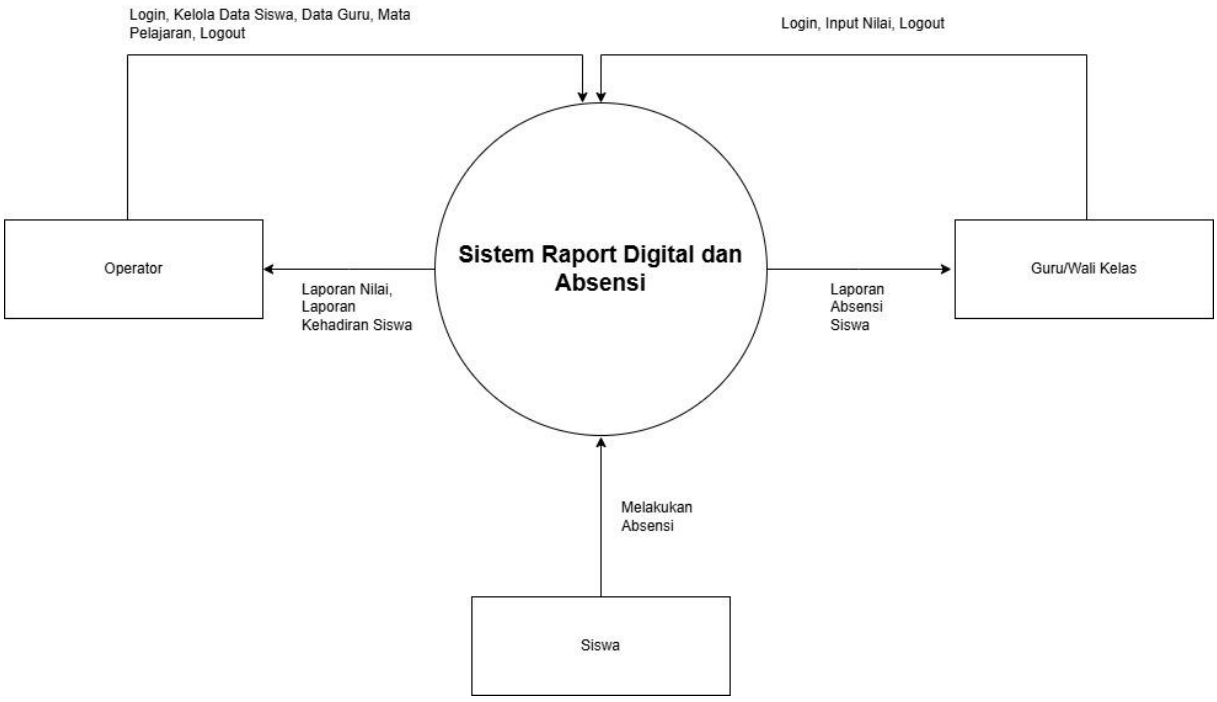
a. Kemudahan Penggunaan (*Usability*): Antarmuka grafis yang ramah pengguna (*user-friendly*) serta alur navigasi yang transparan.

b. Performa Sistem (*Performance*): Metrik latensi untuk seluruh siklus transaksi presensi IoT diwajibkan berada di bawah ambang batas toleransi 2 detik.

c. Ketersediaan Akses (*Availability*): Arsitektur web dikembangkan dengan prinsip *responsive* web design (RWD).

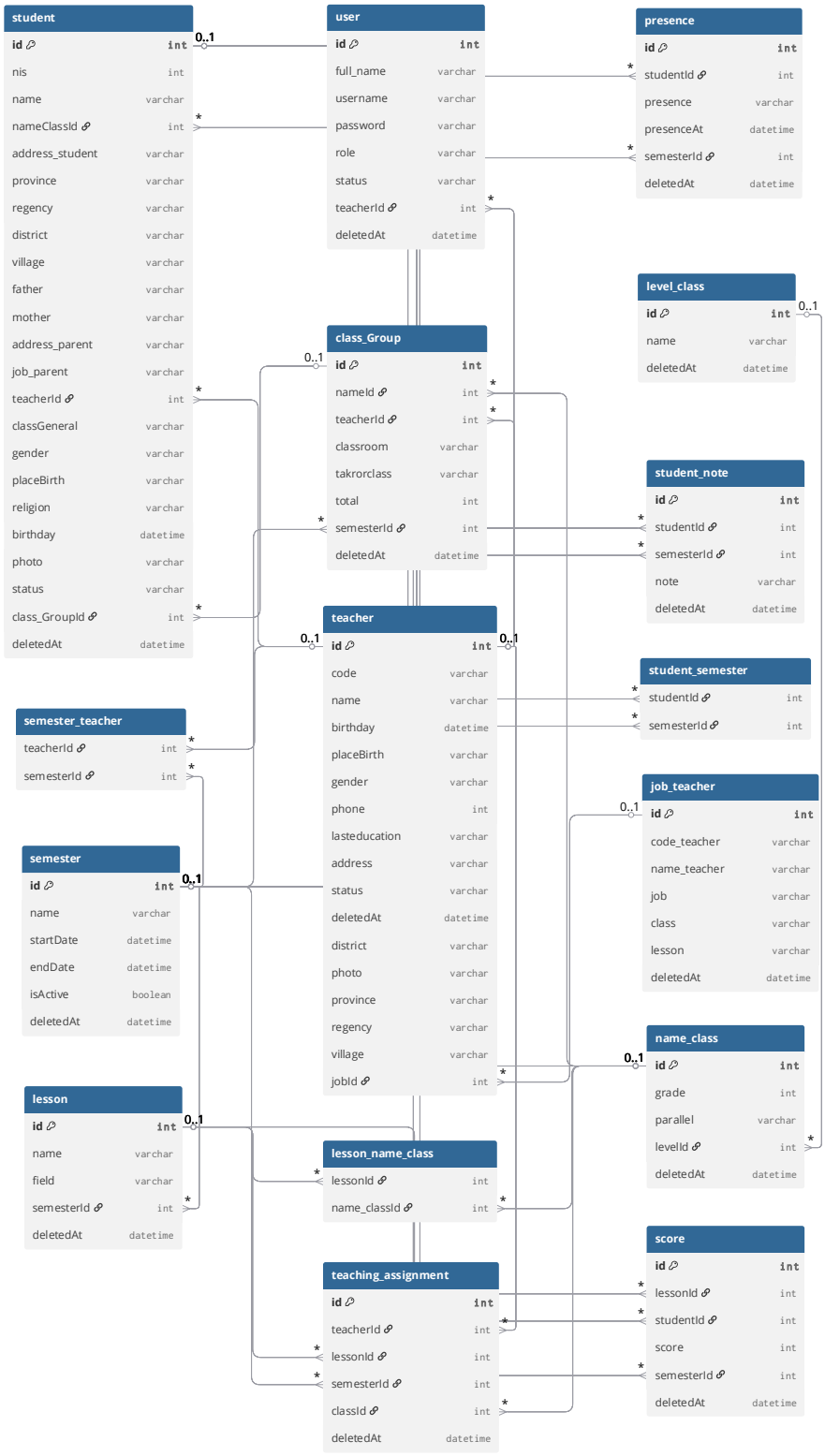
d. Efektivitas Biaya (*Cost-Effectiveness*): Penggunaan komponen berbasis *open-source* dan ritel komersial yang terjangkau guna memastikan kemudahan replikasi.

Rasionalisasi aliran informasi direpresentasikan menggunakan alat pemodelan terstruktur berupa *Data Flow Diagram* (DFD). DFD Level 0 (Diagram Konteks) memvisualisasikan interaksi holistik antara tiga entitas eksternal—Operator, Guru, dan Siswa—dengan satu sistem pusat "Sistem Raport Digital dan Absensi".




***Gambar 2**. Interaksi Operator, Guru, dan Siswa*

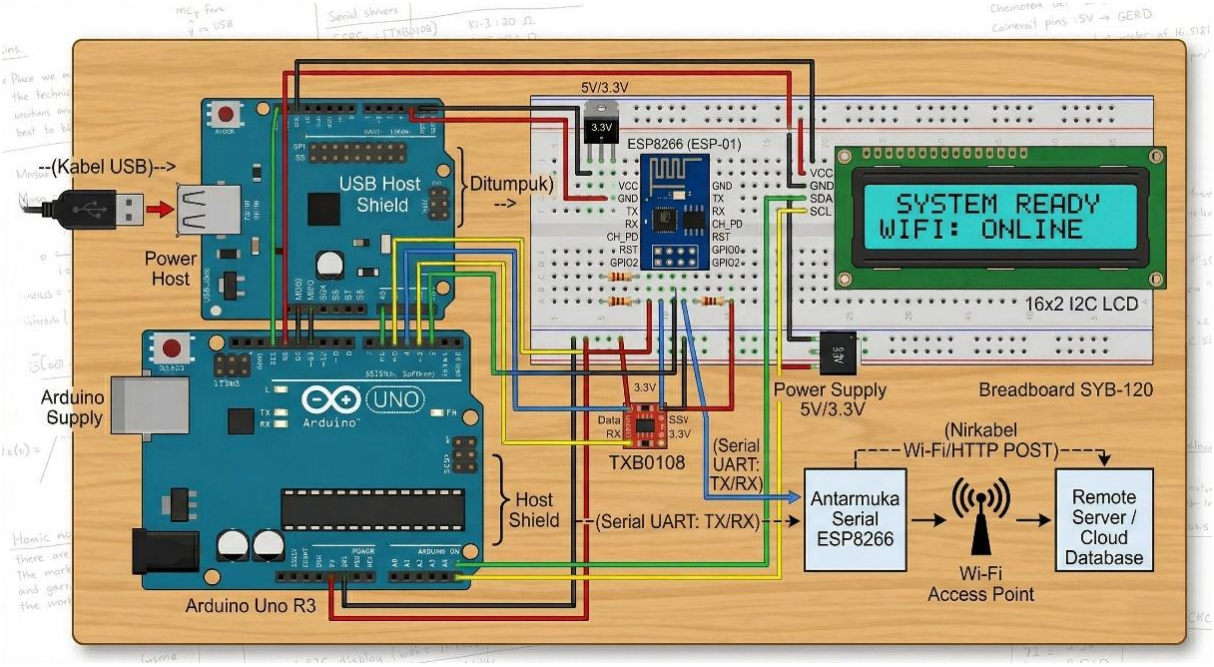
Fondasi arsitektur penyimpanan data diformulasikan ke dalam struktur *Content Data Model* (CDM). Desain relasional ini mendedikasikan tabel-tabel fundamental seperti student, user, presence, score, class, dan teacher. Arsitektur ini menggunakan prinsip normalisasi basis data untuk membasmi anomali redundansi data dan memastikan integritas referensial.




***Gambar 3**. Content Data Model basis data*

Adapun topologi rekayasa perangkat keras (*hardware engineering*) untuk subsistem IoT Presensi didesain menggunakan pendekatan mikrokontroler modular. Otak utama komputasi serial diserahkan kepada mikrokontroler Arduino Uno berbasis ATmega328P. Modul sekunder ESP8266 (Wi-Fi SoC) diintegrasikan untuk menangani lapisan protokol TCP/IP guna berkomunikasi dengan peladen cloud. Antarmuka komunikasi antara

periferal input (*USB Barcode Scanner*) dan mikrokontroler dijembatani oleh modul *USB Host Shield*, serta layar indikator *Liquid Crystal Display* (LCD) 16x2 dikendalikan via antarmuka serial

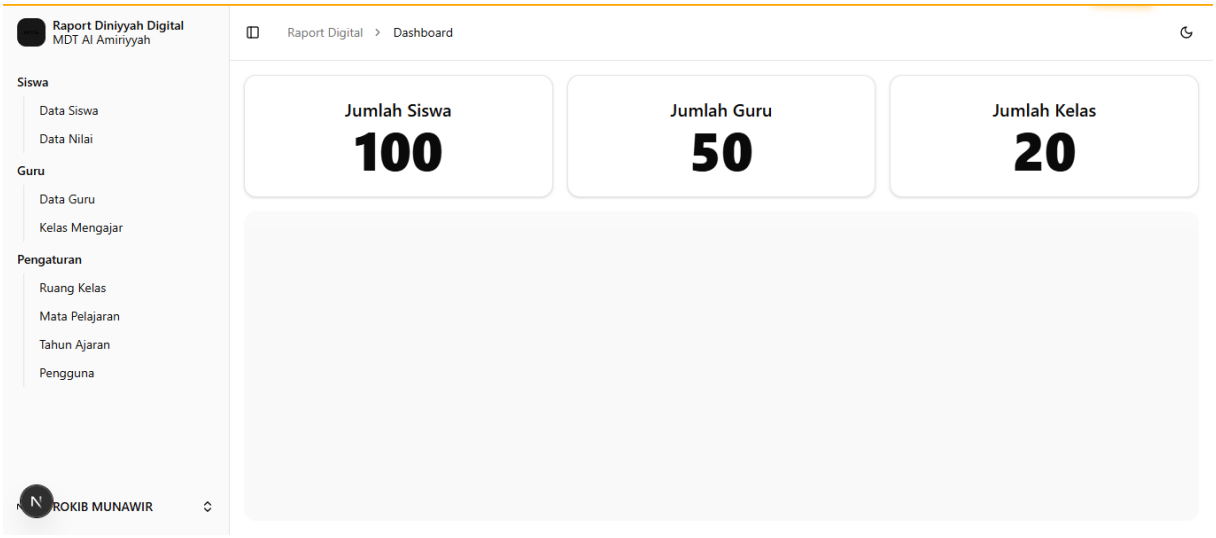



***Gambar 4**. Skema rangkaian elektronika atau wiring diagram yang memvisualisasikan interkoneksi antara Arduino Uno, ESP8266, USB Host Shield, dan LCD*

Tumpukan perangkat lunak (*software stack*) direkayasa menggunakan ekosistem pengembangan modern berbasis JavaScript purna-tumpuk (*full-stack*). Framework Next.js dipilih sebagai fondasi utama. Untuk sistem tata kelola relasional, PostgreSQL dipilih sebagai RDBMS utama, dikarenakan reputasinya yang solid dalam menangani standar kepatuhan ACID (*Atomicity, Consistency, Isolation, Durability*) (Sasongko et al., 2025). Interaksi kueri antara aplikasi Node.js dan PostgreSQL dipermudah oleh implementasi *Object Relational Mapping* (ORM) Prisma. Pada lapisan perangkat keras mikrokontroler, baris kode firmware ditulis menggunakan bahasa C/C++ melalui persekitaran Arduino IDE menggunakan pustaka perangkat antarmuka manusia hiduniversal.h. Pemilihan PostgreSQL juga didasarkan pada kemampuannya mendukung kueri kompleks pada volume data yang besar, mengungguli MySQL dalam skenario tersebut (Hendriawan et al., 2021; Mohammad El-Basioni & Abd El-Kader, 2024).

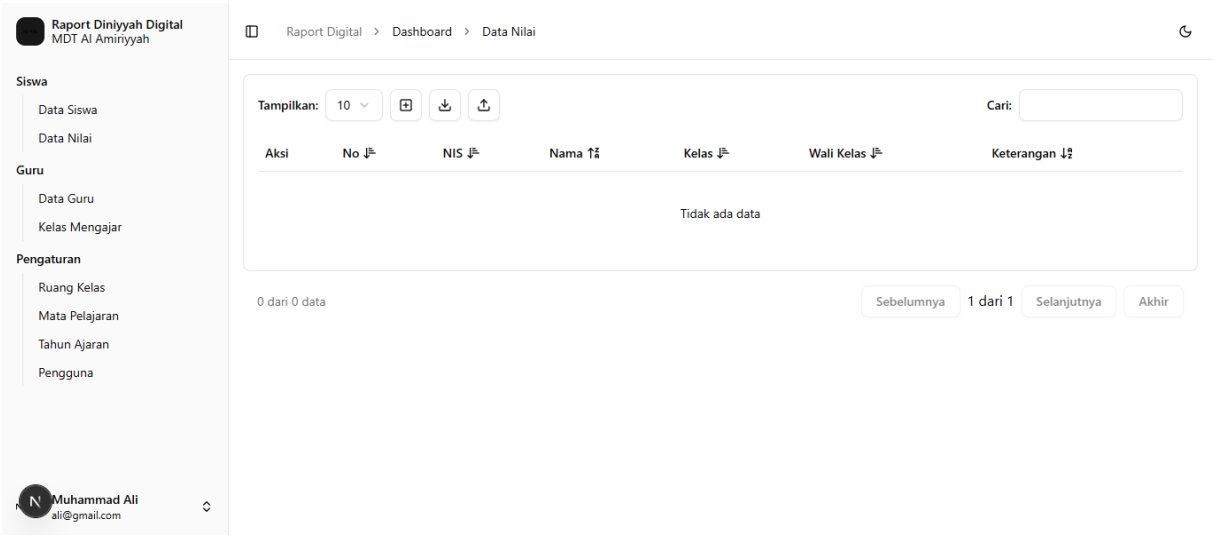
## Hasil dan Pembahasan

Penerjemahan dari desain logis menuju implementasi aplikasi *production-ready* menghasilkan ekosistem web yang estetis, fungsional, dan berpusat pada hierarki keamanan. Bagi entitas pengguna Administrator atau Operator, ruang kerja utama berupa dasbor eksekutif disajikan. Dasbor ini menampilkan agregasi kuantitatif dari seluruh armada akademik madrasah secara seketika (*real-time*), menyertakan statistik krusial seperti agregat total jumlah santri, kalkulasi rasio jumlah tenaga pendidik, dan beban kapasitas jumlah ruang kelas.




***Gambar 5**. Tangkapan layar halaman Dasbor Utama Administrator*

Transformasi digital paling disruptif berpusat pada antarmuka *Input Nilai* yang dikhususkan bagi *Mustahiq* (Guru). Guru secara eksklusif memilih entitas kelas dan filter mata pelajaran yang diampunya, lalu melakukan injeksi skor evaluasi sumatif dan formatif pada baris yang berkaitan dengan nama santri. Modul ini mempercepat penyelesaian evaluasi komprehensif hingga dua kali lipat dibandingkan era kertas.



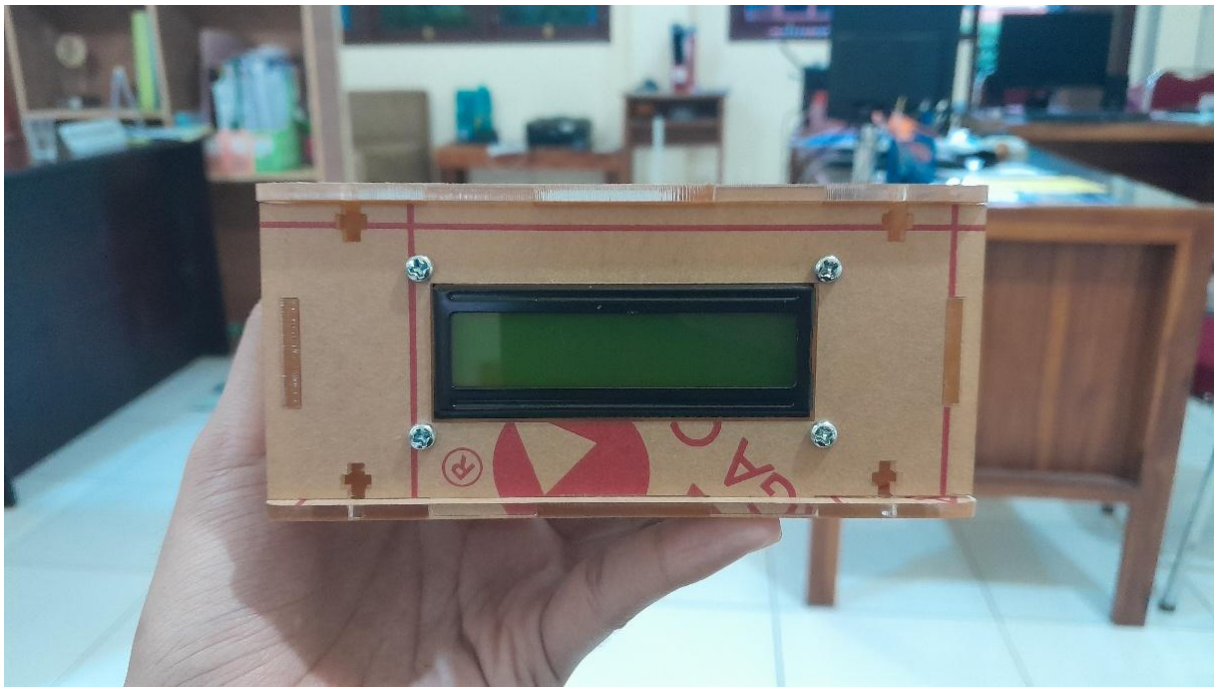

***Gambar 6**. Tangkapan layar antarmuka halaman Input Nilai Siswa oleh Guru*

Alur komputasi perangkat lunak bermuara pada modul *Cetak Raport Digital*. Sistem bertugas untuk mengonsolidasikan seluruh variabel basis data lalu merendernya dalam hitungan milidetik menjadi dokumen final berformat *Portable Document Format* (PDF). Hasil format PDF ini mematuhi ketat tata letak formal, margin, standar legalitas, dan pencantuman atribut identitas resmi Madrasah Diniyyah, siap untuk diserahkan kepada wali murid.




***Gambar 7**. Dokumen hasil cetak Raport Digital berformat PDF*

Selain instrumen lunak, perakitan fisik perangkat keras (*hardware engineering*) untuk mesin absensi IoT berhasil dicapai. Alat komputasi tepi (*edge computing appliance*) ini direkayasa secara ergonomis dengan diproteksi oleh selubung *casing* khusus. Desain kontainer fisik ini memperhitungkan ketahanan (*durability*) dan orientasi interaksi pengguna akhir (*user orientation*). Panel depan (*fascia*) didedikasikan sepenuhnya untuk mengarahkan lensa optik dari periferal pemindai kode batang, di atasnya disematkan layar Liquid Crystal Display (LCD) monokromatik sebagai panel komunikasi mesin-ke-manusia. Integrasi perangkat keras ini memungkinkan santri melakukan autentikasi presensi dengan memindai sertifikat mereka, secara signifikan mengurangi risiko pemalsuan dan meningkatkan efisiensi proses absensi (R. A. Rahman, 2021).



***Gambar 7**. Foto fisik perangkat keras IoT Presensi yang telah dirakit dan terpasang di dalam casing pelindungnya*

Keunggulan mekanika sistem IoT berpusat pada aliran pipa data (data pipeline) yang bergerak dengan presisi arsitektur *closed-loop*:

1. Perangkat keras USB *barcode scanner* menembakkan larik data alfanumerik menuju port ekspansi modul *USB Host Shield*. Modul ini bertindak sebagai jembatan yang mentranslasikan sinyal data dari pemindai kode batang ke mikrokontroler Arduino Uno, yang kemudian memproses data identifikasi untuk validasi presensi.
2. Sinyal dicegat oleh mikrokontroler Arduino Uno. Dengan bantuan modul pustaka hiduniversal.h, Arduino mem-parsing sinyal mentah tersebut menjadi variabel *String*. Selanjutnya, mikrokontroler akan mengekstrak informasi identifikasi unik dari variabel String tersebut untuk dicocokkan dengan data yang tersimpan dalam basis data sistem kehadiran (T. Rahman et al., 2021).
3. Arduino mengirimkan transmisi *String* menuju *chip* Wi-Fi SoC ESP8266 secara serial via protokol UART. Modul ESP8266 kemudian bertanggung jawab untuk menginisiasi koneksi ke server pusat melalui HTTP GET request, membawa serta data identifikasi tersebut sebagai parameter kueri (Setyaningsih et al., 2022).
4. Modul ESP8266 melakukan inisiasi metode koneksi antarmuka *HTTP POST* melalui soket nirkabel yang diarahkan ke URI *endpoint API* milik peladen Next.js. Pendeteksian dan respons terhadap permintaan ini dilakukan oleh server Next.js, yang kemudian memvalidasi data identifikasi santri terhadap basis data terpusat, memastikan keabsahan presensi. Jika data valid, sistem akan mencatat presensi; jika tidak, modul ESP8266 akan mengirimkan notifikasi penolakan atau kesalahan (Gusti et al., 2022).
5. Peladen (Server) awan menerima *request* dan memicu kueri ORM Prisma untuk memvalidasi dan mencatat kehadiran di basis data PostgreSQL.
6. Peladen mengakhiri siklus HTTP dengan memantulkan sinyal konfirmasi status berkode logik 200 OK (dalam durasi ~976 milidetik) yang kemudian dieja menjadi nama literal santri pada layar matriks LCD.

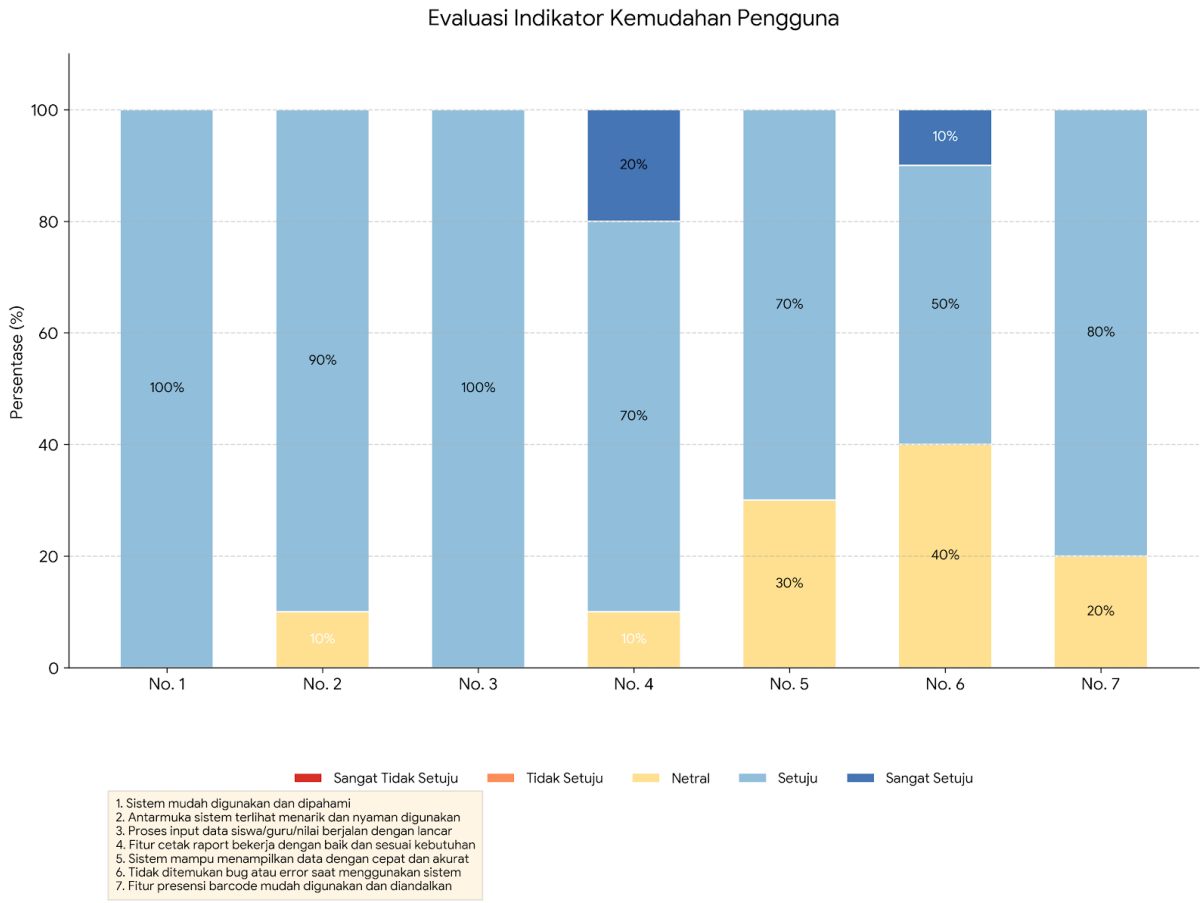
Keseluruhan simfoni transmisi dari pemindaian *barcode* hingga pantulan balik ke layar LCD terukur mengonsumsi latensi kurang dari toleransi maksimal 2 detik.

Siklus akhir rekayasa perangkat lunak mewajibkan penundukan sistem pada proses verifikasi asersi mutu (*Quality Assurance*). Metode *Black-Box Testing* diaplikasikan untuk menembakkan berbagai variasi kondisi masukan dan mengobservasi pola keluaran pada modul aplikasi. Pendekatan ini berfokus pada pengujian fungsionalitas eksternal tanpa mempertimbangkan struktur internal atau implementasi kode.

Konsistensi parameter "Berhasil" pada seratus persen spektrum pengujian Black-Box mendemonstrasikan bahwa sistem perangkat lunak telah melewati fase transisi logis dengan sempurna. Algoritma jembatan peladen basis data dan pertahanan dari intrusi input tidak lazim telah bekerja secara sinkron tanpa mencetuskan pengecualian fatal. Pengujian fungsionalitas menyeluruh juga menunjukkan bahwa sistem mikrokontroler mampu berinteraksi secara efektif dengan aplikasi sistem informasi presensi, termasuk pembacaan kartu RFID dan otentikasi data (Widianto et al., 2021).

Pengukuran afinitas kognitif dikuantifikasi secara presisi melalui instrumen *User Acceptance Testing* (UAT) dengan menyelaraskan pada parameter dimensi *End-User Computing Satisfaction* (EUCS). Instrumentasi penelitian ini menargetkan sampel populasi yang meliputi pimpinan dewan guru (*Mustahiq*) dan jajaran administrator Madrasah Diniyyah Al-Amiriyyah.

Interpretasi deduktif terhadap tabulasi matriks mengindikasikan bahwa konsolidasi penerimaan berada pada derajat validasi empiris yang masif. Penumpukan agregat sebesar 83% yang mengakar kuat pada spektrum afirmasi positif (Kombinasi 77% Setuju dan 6% Sangat Setuju) mengekspos fenomena sosiologis di mana inovasi otomatisasi nilai dan digitalisasi instrumen kehadiran beresonansi dengan frustrasi yang selama ini dialami pendidik akibat prosedur tata usaha klerikal.1 Secara definitif, nihilnya eksistensi responden (0%) di kutub Penolakan memberikan determinasi absolut bahwa Madrasah Diniyyah memiliki kerelaan kultural untuk memigrasikan proses kerjanya menuju otomatisasi digital.




***Gambar 8**. proporsi hasil persentase kuesioner User Acceptance Testing*

Arsitektur perangkat keras dan tumpukan aplikasi ini diproyeksikan ke dalam prisma realitas struktural melalui kerangka teoretis *Critical Discourse Analysis* (CDA) guna mengekstrak makna dari tiga poros utama: manifestasi Peluang, mitigasi Tantangan, dan rekonsiliasi Implikasi sistemik.

1. Peluang: Rekayasa Efisiensi Operasional dan Liberasi Pedagogis Kerangka wacana kebijakan IoT dengan tegas melegitimasi bahwa pemasangan sensor cerdas mengaktualisasikan restrukturisasi operasional smart campus yang bermuara pada pemusnahan pemborosan.1 Dalam ekstrapolasi ke konteks struktural Madrasah Diniyyah, peluang ini terwujud dalam bentuk liberasi beban kerja klerikal. Otomatisasi presensi meniadakan rutinitas pemanggilan presensi verbal, sehingga memampukan entitas pendidik mengerahkan konsentrasinya ke arah pengayaan instruksi pedagogis.1 Ekosistem ini mendemokratisasikan visibilitas dan rekam akademik menjadi komoditas informasi yang transparan bagi manajemen pimpinan madrasah.
2. Tantangan: Titik Kritis Infrastruktur, Komodifikasi Privasi, dan Retensi Biaya Analisis wacana CDA secara tajam mengingatkan bahwa euforia IoT sering kali buta akan ranjau tantangan laten, seperti kelangkaan infrastruktur jaringan dan defisit pembengkakan biaya.1 Laporan eksperimental ini mengafirmasi bahwa modul ESP8266 secara absolut bergantung terhadap keberadaan sinyal transmisi Wi-Fi lokal, yang mana disrupsi jaringan seketika memprovokasi kelumpuhan transmisi data absensi.
3. Menyongsong tantangan krisis pembiayaan modal, rasionalitas arsitektur di Madrasah Diniyyah ini mengeksekusi efisiensi melalui ekologi perangkat keras terbuka (Open-Source Hardware) seperti Arduino Uno dan USB Barcode Scanner generik.1 Kecemasan struktural perihal perlindungan aset digital dan privasi (Data Privacy) dimitigasi melalui arsitektur sentralisasi data isolatif menggunakan brankas relasional SQL PostgreSQL yang terkunci.
4. Implikasi: Rekonsiliasi Jurang Ketimpangan Akses (*Bridging The Digital Divide*) Menilik spektrum sosiologis CDA, modernisasi agresif menahbiskan risiko pembesaran jurang kesenjangan aksesibilitas digital (*digital divide inequality*) yang dapat merugikan santri kelompok rentan tanpa gawai cerdas (Smartphones).1 Prototipe teknologi rekayasa otomasi ini berhasil menangkis implikasi tersebut dengan menghindari absensi swalayan via aplikasi android personal. Sistem ini memusatkan pemindai di terminal sentral menggunakan token fisik penciri identitas berupa cetakan laminasi kertas sederhana (kartu barcode). Keputusan ini meluhurkan paradigma *Inclusive Policy* (Kebijakan Inklusif), memastikan bahwa utilitas ekosistem IoT merangkul seluruh entitas siswa tanpa menghiraukan dikotomi kemampuan finansial wali murid.

## Kesimpulan

Sintesis holistik mengejawantahkan bahwa konstruksi purwarupa Sistem Raport Digital berbasis arsitektur web framework Next.js yang dikawinkan dengan teknologi sirkuit Internet of Things (IoT) merupakan alat solusi instrumental yang mendasar untuk mengakselerasi tingkat efisiensi tata kelola administrasi di Madrasah Diniyyah. Sistem ini mematahkan belenggu keterbelakangan mekanika manual dengan mengotomatisasikan seluruh siklus hidup administratif, mulai dari akuisisi transmisi raw data presensi via sensor optik pemindai, manajemen sentralisasi data PostgreSQL, sampai pada pengerucutan tabulasi nilai ke dalam dokumen PDF yang siap cetak.

Kalibrasi metrik empiris terhadap validitas asersi mutu memaparkan profil kinerja arsitektur yang mengesankan dengan latensi lalu lintas di bawah threshold dua detik dan keberhasilan uji Black-Box di segala lini antarmuka CRUD. Afinitas psikologis divalidasi oleh tingkat kepuasan tinggi dari kuesioner UAT dengan agregat mayoritas pada kuadran setuju (83%). Pembedahan dampak melalui spektrum Critical Discourse Analysis (CDA) menjustifikasi keberhasilan arsitektur berbiaya rendah dan penggunaan media kartu barcode pasif yang sanggup meledakkan mitos ketimpangan eksploitatif teknologi (digital divide gap) serta melindungi privasi data siswa.1 Sistem ekosistem terintegrasi ini mengukuhkan kapabilitas monumental sebagai cetak biru model rekayasa Transformasi Digital Elektronik Madrasah (e-Madrasah) yang inklusif untuk direplikasi silang wilayah.

## Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Politeknik Unisma Malang yang telah memfasilitasi dan mendukung pendanaan penelitian ini, serta kepada Madrasah Diniyyah Takmiliyyah Al-Amiriyyah selaku mitra institusi atas segala dukungan dan kerja samanya selama proses penelitian berlangsung di lapangan

## Referensi

Adam, S. I., Lengkong, O., & Pungus, S. (2021). Pengembangan Aplikasi Mobile Presensi Mahasiswa Berbasis QR-Code Di Universitas Klabat. *CogITo Smart Journal*, *7*(2), 349–359. https://doi.org/10.31154/cogito.v7i2.343.349-359

Adegbenjo, A. A., Onuiri, E. E., Kalesanwo, O. B., Agbaje, M. O., Abel, S. B., Fatade, O. B., Amusa, A. I., Umeaka, K. C., Ehioghae, E., & Onamade, K. O. (2023). Design and Analysis of an Automated IoT System for Data Flow Optimization in Higher Education Institutions. *Journal Europeen Des Systemes Automatises*, *56*(5), 889–897. https://doi.org/10.18280/jesa.560520

Al-Faid, M., & Lismawati, L. (2024). Peran Teknologi Informasi dalam Meningkatkan Efektivitas Pembelajaran Agama Islam. *Edusaintek: Jurnal Pendidikan, Sains dan Teknologi*, *11*(3). https://doi.org/10.47668/edusaintek.v11i3.1215

Ashari, M. K., Faizin, M., Yudi, U., Aziz, Y., Irhamni, H., & Athoillah, S. (2023). Considering Local Government Policies Related to Madrasah Diniyah Takmiliyah in Indonesia. *Tafkir: Interdisciplinary Journal of Islamic Education*, *4*(3), 414–429. https://doi.org/10.31538/tijie.v4i3.411

Budihartono, E., Maulana, A., Rakhman, A., & Basit, A. (2022). Peningkatan Pemahaman Siswa Tentang Teknologi IoT Melalui Workshop Teknologi IoT. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, *6*(3), 1595. https://doi.org/10.31764/jmm.v6i3.7519

Dewi, I. P., & Fikri, R. (2023). Optimalisasi Keamanan Rumah dengan Implementasi Sistem Notifikasi Gerbang Cerdas Berbasis Internet of Things (IoT). *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, *4*(4), 816–829. https://doi.org/10.47065/josyc.v4i4.4004

Gultom, M. M., & Maryam. (2020). Sistem Informasi Penjualan Material Bangunan Pada Toko Bangunan Berkah. *Jurnal Teknik Informatika (Jutif)*, *1*(2), 79–86. https://doi.org/10.20884/1.jutif.2020.1.2.19

Gunawan, I. (2021). Multimethodological Framework in the Development of Traceability Systems for Food Supply Chains. *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, *5*(1), 41–50. https://doi.org/10.21070/prozima.v5i1.1439

Gusti, I., Wira Guna, P., Agung, G., Putra, J., Nyoman, N., Wulandari, R., Philiphus, E. A., Mark, W., Valentino, S., Sukarma, N., & Nyoman Mudiana, D. I. (2022). Rancangan sistem presensi makan siang pada PT. Urban Asia Industri berbasis IoT. *Journal of Applied Mechanical Engineering and Green Technology*, *3*(3), 104–109. https://ojs2.pnb.ac.id/index.php/JAMETECH/article/view/967

Haniko, P., Sappaile, B. I., Gani, I. P., Sitopu, J. W., Junaidi, A., Sofyan, & Cahyono, D. (2023). Menjembatani kesenjangan digital: Memberikan akses ke teknologi, pelatihan, dukungan, dan peluang untuk inklusi digital. *Jurnal Pengabdian West Science, 2*(5), 306–315. https://doi.org/10.58812/jpws.v2i5.371

Hasibuan, A. (2018). *Metodologi Penelitian* (Pertama). Lembaga Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat Universitas Islam Sumatera Utara. https://doi.org/10.31219/osf.io/xy6uv

Hendriawan, M., Budiman, T., Yasin, V., & Rini, A. S. (2021). Pengembangan Aplikasi E-Commerce di PT. Putra Sumber Abadi Menggunakan Flutter. *Journal of Information System, Informatics and Computing*, *5*(1), 69. https://doi.org/10.52362/jisicom.v5i1.371

Herdiansah, A., Sugiyani, Y., Fitriawati, N., & Cholid, H. N. (2023). Sistem Informasi Akademik Penilaian Hasil Kegiatan Belajar Mengajar Sekolah Menengah Pertama. *JIKA (Jurnal Informatika)*, *7*(3), 364. https://doi.org/10.31000/jika.v7i3.8838

Hidayatullah, M. S. (2025). Transformasi Administrasi Pendidikan di Sekolah Dasar: Menuju Pengelolaan Sekolah yang Modern dan Adaptif. *Jurnal Ilmu Pendidikan Fakultas Tarbiyah INSTITA*, *6*, 1–14.

Alblaihed, M. A., Ibrahem, U. M., Altamimi, A. B., Alqirnas, H. R., & Salem, M. I. (2022). Infosphere is reshaping: How the Internet of Things leads smart campuses for knowledge management. *Sustainability, 14*(20), Article 13580. https://doi.org/10.3390/su142013580

Irawan, A., Risa, M., Ayyasy M., M., & Elyas S., A. (2017). Perancangan sistem informasi penjualan pakaian pada CV Nonninth Inc berbasis online. *Jurnal Positif, 3*(2), 74–82.

Islam, Z., Bhuiyan, M. R. I., Poli, T. A., Hossain, R., & Mani, L. (2024). Gravitating towards Internet of Things: Prospective Applications, Challenges, and Solutions of Using IoT. *International Journal of Religion*, *5*(2), 436–451. https://doi.org/10.61707/awg31130

Latif, E. Y., Wardiman, A., Nur, A. M., Perdana, C. A., & Idrus, R. (2024). Tren Modern dalam Digitalisasi Pendidikan. *Jurnal Literasi Digital*, *4*(1), 41–50. https://doi.org/10.54065/jld.4.1.2024.439

M. Yusuf, & Sodik, M. (2023). Penggunaan Teknologi Internet of Things (IoT) dalam Pengelolaan Fasilitas dan Infrastruktur Lembaga Pendidikan Islam. *Prophetik: Jurnal Kajian Keislaman*, *1*(2), 65–82. https://doi.org/10.35457/prophetik.v1i2.3233

Marier, S. M., & Dewi, P. F. (2021). Tahfidz Quran Monitoring System in Islamic Boarding Schools. *Telematika*, *18*(1), 1. https://doi.org/10.31315/telematika.v18i1.3931

Ma'ruf, M. A., Munaya, A., Imtiyazi, R. N., & Slamet, C. (2023). The Relationship between Management Information Systems Based on Rapor Digital Madrasah (RDM) and the Quality of Madrasah Education. *Cendekia: Jurnal Kependidikan dan Kemasyarakatan*, *21*(2), 253–267. https://doi.org/10.21154/cendekia.v21i2.7410

Mohammad El-Basioni, B. M., & Abd El-Kader, S. M. (2024). Designing and modeling an IoT-based software system for land suitability assessment use case. *Environmental Monitoring and Assessment*, *196*(4). https://doi.org/10.1007/s10661-024-12483-8

Ningki, C., & P, N. (2023). Implementasi Aplikasi Penjualan Produk Tradisional Berbasis Website Menggunakan Metode Waterfall. *Informatik : Jurnal Ilmu Komputer*, *19*(2), 107–114. https://doi.org/10.52958/iftk.v19i2.6149

Nuraini, R., Fadllurrohman, F., & Norfaizah, N. (2022). Implementasi Penilaian Hasil Belajar Siswa Berbasis Rapor Digital Madrasah Di MI Mathla'ul Anwar HSU. *Al-Madrasah: Jurnal Pendidikan Madrasah Ibtidaiyah*, *6*(4), 1053. https://doi.org/10.35931/am.v6i4.1174

Oviana, W., & Rijal, F. (2021). The Role of Islamic Higher Education Institution in Developing Students' Character Value. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, *13*(1), 570–580. https://doi.org/10.35445/alishlah.v13i1.418

Rahman, R. A. (2021). *Autentifikasi Sertifikat Tahsin Menggunakan QR Code di Lembaga Pendidikan dan Pelatihan Majelis Tafsir Al- Quran Karanganyar*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Rahman, T., Saputra, A. N., & Anggara, E. D. (2021). Sistem pemantau kehadiran berbasis IoT. *Multitek Indonesia: Jurnal Ilmiah, 15*(2), 33–43. https://journal.umpo.ac.id/index.php/multitek/article/view/3758

Ramadaniatul Millah, N. W., Priyanto, A., & Suwilah. (2024). Implementasi Efektivitas Aplikasi Rapor Digital Madrasah Sebagai Upaya Penilaian Hasil Belajar Siswa Madrasah Aliyah Terpadu Cidahu. *Al - Kaff: Jurnal Sosial Humaniora*, *2*(6), 621–627. https://doi.org/10.30997/alkaff.v2i6.13480

Sasongko, A., Lailiah, B., Hadikusumah, P. S., & Marien, Y. (2025). Implementasi Agile Pengembangan Sistem Informasi Karyawan Berbasis Next.Js dan PostgreSQL: Studi Kasus Yayasan Almadani. *Kesatria : Jurnal Penerapan Sistem Informasi (Komputer Dan Manajemen)*, *6*(1), 292–301. https://doi.org/10.30645/kesatria.v6i1.571

Setiawan, H. S. (2018). Pelatihan Guru dalam Penggunaan Internet of Things pada Madrasah Darussa'adah. *E-DIMAS: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, *9*, 167–176. http://journal.upgris.ac.id/index.php/e-dimas

Setyaningsih, N. Y. D., Ningsih, R., & Wibowo, B. C. (2022). Sistem Informasi Presensi Digital Menggunakan Validasi E-KTP. *Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro*, *4*(1), 1–11. https://doi.org/10.12928/biste.v4i1.5978

Supriadi, A., Iqbal, M. F., & Pratista, A. N. (2022). Blockchain and IoT Technology Transformation in Indonesian Education. *Blockchain Frontier Technology*, *2*(2), 44–53. https://doi.org/10.34306/bfront.v2i2.208

Widianto, E. D., Masruhan, A., & Prasetijo, A. B. (2021). Sistem Kontrol Pintu Ruang Kuliah Berbasis RFID dan Arduino Terintegrasi Aplikasi Web Presensi. *TELKA - Telekomunikasi Elektronika Komputasi Dan Kontrol*, *7*(2), 77–88. https://doi.org/10.15575/telka.v7n2.77-88