

PENGEMBANGAN E-RAPOR BERBASIS WEB RAMAH DISABILITAS DI SMA MUHAMMADIYAH 10 SURABAYA

M. Ubaidillah Masrur

Pendidikan Luar Biasa, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Negeri Surabaya
mmasrur.19060@mhs.unesa.ac.id

Sujarwanto

Pendidikan Luar Biasa, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Negeri Surabaya
sujarwanto@unesa.ac.id

Abstrak

Pelaporan hasil belajar yang aksesibel krusial untuk informasi perkembangan siswa, namun sistem konvensional sering membatasi kemandirian akses bagi peserta didik disabilitas. Penelitian ini bertujuan mengembangkan e-rapor berbasis web yang layak sebagai media pelaporan ramah disabilitas di SMA Muhammadiyah 10 Surabaya. Penelitian menggunakan jenis Research and Development (R&D) model ADDIE yang dibatasi hingga tahap pengembangan (Analyze, Design, Development) dengan pendekatan kuantitatif deskriptif melalui angket validasi ahli dan praktisi. Analisis deskriptif menunjukkan produk berkategori sangat layak dengan skor ahli materi 100%, ahli media 90%, dan praktisi 93%. Disimpulkan bahwa e-rapor ini layak digunakan, dengan implikasi memudahkan akses melalui fitur text-to-speech dan navigasi keyboard, serta meningkatkan transparansi dan kemandirian belajar peserta didik disabilitas.

Kata Kunci: e-rapor berbasis web, siswa disabilitas, pendidikan inklusif.

Abstract

Accessible reporting is crucial for tracking student progress, yet conventional systems often hinder independent access for students with disabilities. This study aims to develop a feasible, disability-friendly web-based e-report at SMA Muhammadiyah 10 Surabaya. Using Research and Development (R&D) with the ADDIE model limited to the development stage (Analyze, Design, Development) and descriptive quantitative analysis, validity was tested by experts and practitioners. Results show the product is "very feasible" with scores from material experts (100%), media experts (90%), and practitioners (93%). The study concludes the e-report is suitable, implying enhanced access through text-to-speech and keyboard navigation, promoting transparency and independence for students with disabilities.

Keywords: web-based e-report, students with disabilities, inclusive education.

PENDAHULUAN

Transformasi digital dalam sistem evaluasi pendidikan telah menempatkan e-rapor berbasis web sebagai instrumen vital dalam manajemen sekolah modern. Pergeseran dari pelaporan manual berbasis kertas menuju sistem digital didorong oleh kebutuhan akan efisiensi, akurasi, dan transparansi data akademik. Secara teoritis, penilaian kelas bukan sekadar mekanisme administratif untuk memberikan nilai, melainkan sebuah proses komunikasi pedagogis yang menghubungkan guru, siswa, dan orang tua dalam ekosistem pembelajaran yang konstruktif (Russell & Airasian, 2012).

Dalam konteks manajemen sekolah modern, e-rapor menawarkan keunggulan strategis berupa efisiensi dan akurasi pengelolaan data yang signifikan. Sistem digitalisasi ini mengubah paradigma rekapitulasi nilai yang sebelumnya dilakukan secara manual, yang rentan terhadap kesalahan manusia, menjadi proses yang terautomasi dan presisi. Kemampuan sistem untuk meminimalisir risiko kesalahan hitung serta

mempercepat agregasi data nilai memungkinkan distribusi laporan hasil belajar dilakukan secara lebih cepat dan transparan (Femi Winanda et al., 2022; Maharani & Sabandi, 2024; Sirait et al., 2021). Hal ini tidak hanya memangkas birokrasi administrasi, tetapi juga menjamin validitas data akademik yang disajikan kepada pemangku kepentingan.

Kendati demikian, transisi menuju ekosistem penilaian digital bukan tanpa tantangan. Implementasi e-rapor sering kali membawa dilema tersendiri terkait adaptasi sumber daya manusia, khususnya beban kerja guru. Kompleksitas fitur sistem yang tidak dibarengi dengan literasi digital atau kompetensi teknis yang memadai justru dapat menjadi beban administratif tambahan, alih-alih solusi efisiensi (Putra et al., 2025). Oleh karena itu, keberhasilan implementasi e-rapor sangat bergantung pada kesiapan infrastruktur dan kapabilitas pengguna dalam mengoperasikan teknologi tersebut, agar tujuan efisiensi tidak terdistorsi menjadi hambatan operasional baru.

Lebih jauh, transparansi yang ditawarkan oleh e-rapor memiliki implikasi psikologis dan motivasional

yang mendalam bagi ekosistem pendidikan. Keterbukaan akses terhadap data akademik secara *real-time* terbukti menjadi katalisator yang memperkuat keterlibatan orang tua dalam memantau perjalanan pendidikan anak. Sejalan dengan hal ini, penelitian Ricker et al. (2021) menemukan adanya korelasi positif yang signifikan antara frekuensi akses orang tua terhadap portal akademik dengan peningkatan motivasi belajar dan prestasi siswa. Temuan ini semakin diperkuat oleh studi komprehensif Jeynes (2018), yang menunjukkan bahwa partisipasi aktif orang tua yang didasarkan pada data yang akurat dan transparan dapat meningkatkan hasil akademis siswa secara konsisten, mengubah peran orang tua dari sekadar penerima laporan menjadi mitra aktif dalam pendidikan.

Di sisi lain, peran orang tua dalam mendampingi proses belajar di rumah merupakan elemen yang sangat vital, sebagaimana ditegaskan oleh Wardani & Dwiningrum (2021). Dengan adanya akses langsung terhadap detail perkembangan anak melalui e-rapor, pola pendampingan dapat bertransformasi menjadi lebih responsif dan antisipatif. Orang tua tidak lagi harus menunggu hingga akhir semester untuk mengetahui kendala yang dihadapi anak. Sebaliknya, intervensi terhadap kesulitan belajar dapat dilakukan jauh lebih cepat dan tepat sasaran berdasarkan data harian atau mingguan yang tersaji. Hal ini memungkinkan terwujudnya kolaborasi sinergis antara guru dan orang tua dalam merancang strategi dukungan yang personal bagi setiap peserta didik.

Namun, di balik kemajuan tersebut, terdapat paradoks digitalisasi yang sering terabaikan, yakni kesenjangan aksesibilitas bagi kelompok rentan. Meskipun teknologi menjanjikan kemudahan, kesenjangan infrastruktur dan perangkat keras sering kali menghambat pemerataan kualitas pendidikan selama transisi digital berlangsung (Lumbantobing et al., 2020). Ketimpangan fasilitas fisik dan jaringan ini menjadi penghalang awal yang signifikan bagi terwujudnya keadilan pendidikan di era digital, di mana siswa dari latar belakang kurang beruntung semakin tertinggal.

Selain masalah infrastruktur, pesatnya adopsi teknologi pendidikan sering kali tidak dibarengi dengan penerapan prinsip desain universal (*universal design*), sehingga justru menciptakan hambatan sistemik baru bagi siswa penyandang disabilitas. Padahal, laporan World Health Organization (2011) dan UNESCO (2020) secara konsisten menegaskan bahwa pendidikan inklusif tidak hanya mencakup akses fisik ke gedung sekolah, tetapi juga aksesibilitas penuh terhadap infrastruktur informasi dan komunikasi. Tanpa desain yang inklusif sejak awal, teknologi yang seharusnya menjadi alat pemberdayaan berisiko berubah menjadi agen eksklusif baru.

Sayangnya, realitas di lapangan menunjukkan bahwa banyak platform pendidikan digital belum mematuhi standar *Web Content Accessibility Guidelines*

(WCAG). Campoverde-Molina et al. (2020) serta Baguma & Wolters (2021) dalam penelitiannya menyoroti fakta bahwa sebagian besar situs web pendidikan gagal menyediakan fitur dasar seperti teks alternatif untuk gambar atau navigasi keyboard. Kegagalan teknis ini secara efektif mengunci siswa dengan gangguan penglihatan dan motorik dari akses informasi, menghalangi mereka untuk berpartisipasi penuh dalam proses pembelajaran yang setara.

Dampak dari pengabaian aksesibilitas ini sangat serius. Ketidakmampuan mengakses hasil belajar secara mandiri dapat menurunkan kualitas hidup digital (*digital inclusion*) dan kesejahteraan psikologis siswa disabilitas. Alhassan & Adam (2021) menemukan bahwa eksklusif digital berkorelasi langsung dengan rendahnya partisipasi sosial siswa. Hal ini sejalan dengan temuan Alós Cívico et al. (2021) serta McMillan & Jarvis (2013) yang memperingatkan bahwa ketergantungan terus-menerus pada bantuan orang lain untuk hal-hal privat seperti melihat nilai rapor dapat mengikis rasa otonomi, *self-efficacy*, dan kepercayaan diri siswa.

Di Indonesia, meskipun pengembangan e-rapor berkembang pesat (Fitrisna & Sabandi, 2024; Mas'an Putri et al., 2020) fokus utamanya masih didominasi oleh aspek efisiensi administrasi guru dan tata usaha. Sangat sedikit pengembangan yang menyoroti aspek *user experience* (UX) bagi siswa berkebutuhan khusus. Padahal desain antarmuka yang ramah disabilitas memerlukan pendekatan *human centered design* agar benar-benar aksesibel (Rois et al., 2025). Mayoritas sistem yang ada masih sangat visual-sentris dan bergantung penuh pada penggunaan *mouse*, sehingga tidak ramah bagi siswa tunanetra atau tunadaksa. Kesenjangan ini menciptakan urgensi mendesak untuk menghadirkan inovasi teknologi yang tidak hanya canggih secara fungsional, tetapi juga inklusif secara sosial.

Berdasarkan analisis permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan e-rapor berbasis web yang secara spesifik dirancang ramah disabilitas untuk diterapkan di SMA Muhammadiyah 10 Surabaya, sekolah yang menerapkan model pendidikan inklusif, namun masih memerlukan penguatan dalam infrastruktur digitalnya.

Penelitian ini menawarkan kebaruan (*novelty*) yang signifikan dengan menggeser paradigma pengembangan e-rapor dari sekadar digitalisasi administrasi menuju humanisasi teknologi yang inklusif. Jika mayoritas penelitian e-rapor sebelumnya seperti yang dilakukan oleh Fitrisna & Sabandi (2024) atau Mas'an Putri et al. (2020) yang lebih banyak mengeksplorasi efisiensi kerja guru dan tata usaha dalam mengolah nilai, penelitian ini justru menempatkan siswa disabilitas sebagai subjek utama pengguna dengan pendekatan *Human Centered Design*. Kebaruan ini mewujud dalam integrasi fitur teknologi asistif berupa *Text-to-Speech* (TTS) dan navigasi ramah papan ketik

(*keyboard-navigable*) sebagai inti arsitektur sistem, bukan sekadar opsi tambahan. Inovasi ini secara efektif mengisi kekosongan literatur dan praktik di mana aspek pengalaman pengguna bagi kelompok rentan sering kali terabaikan dalam pengembangan sistem informasi manajemen sekolah di Indonesia.

METODE

Penelitian ini mengadopsi pendekatan Penelitian dan Pengembangan atau *Research and Development* (R&D) sebagai kerangka metodologis utama. Sebagaimana didefinisikan oleh Sugiyono (2013) metode R&D merupakan sebuah strategi penelitian yang sistematis dan bertujuan tidak hanya untuk mengembangkan produk baru, tetapi juga untuk menguji keefektifan produk tersebut dalam konteks pendidikan nyata. Pendekatan ini dipilih karena memiliki karakteristik longitudinal yang memungkinkan peneliti untuk melewati serangkaian tahapan rigor, mulai dari analisis kebutuhan hingga validasi ahli, guna memastikan bahwa produk yang dihasilkan benar-benar memenuhi standar kelayakan akademis dan praktis.

Dalam konteks spesifik penelitian ini, metode R&D dinilai sangat relevan dan strategis untuk menjawab tantangan aksesibilitas di lapangan. Fokus utamanya adalah penciptaan teknologi asistif berupa e-rapor yang solutif bagi siswa disabilitas. Dengan menggunakan metode ini, proses pengembangan e-rapor tidak berhenti pada tahap perancangan semata, melainkan berlanjut pada uji validitas yang komprehensif untuk menjamin bahwa fitur-fitur inklusif yang ditawarkan seperti TTS dan navigasi keyboard benar-benar fungsional dan memberdayakan pengguna. Hal ini memastikan bahwa inovasi yang dihadirkan bukan sekadar digitalisasi administrasi, melainkan sebuah solusi teknologi yang adaptif terhadap kebutuhan khusus peserta didik.

Model pengembangan yang dipilih dalam penelitian ini mengacu pada model ADDIE, sebuah kerangka kerja instruksional yang diperkenalkan oleh Lee dan Owens (Sugiyono, 2013). Model ini dipilih karena strukturnya yang sistematis dan komprehensif, yang terdiri dari lima tahapan utama: *Analysis* (Analisis), *Design* (Desain), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi), dan *Evaluation* (Evaluasi). Menurut Cahyadi (2019), ADDIE menawarkan alur kerja yang terstruktur dan logis untuk merancang sistem pembelajaran yang efektif, memastikan bahwa setiap langkah pengembangan didasarkan pada data dan perencanaan yang matang. Pendekatan ini sangat relevan untuk mengembangkan produk teknologi pendidikan yang kompleks seperti e-rapor, di mana kebutuhan pengguna dan spesifikasi teknis harus selaras.

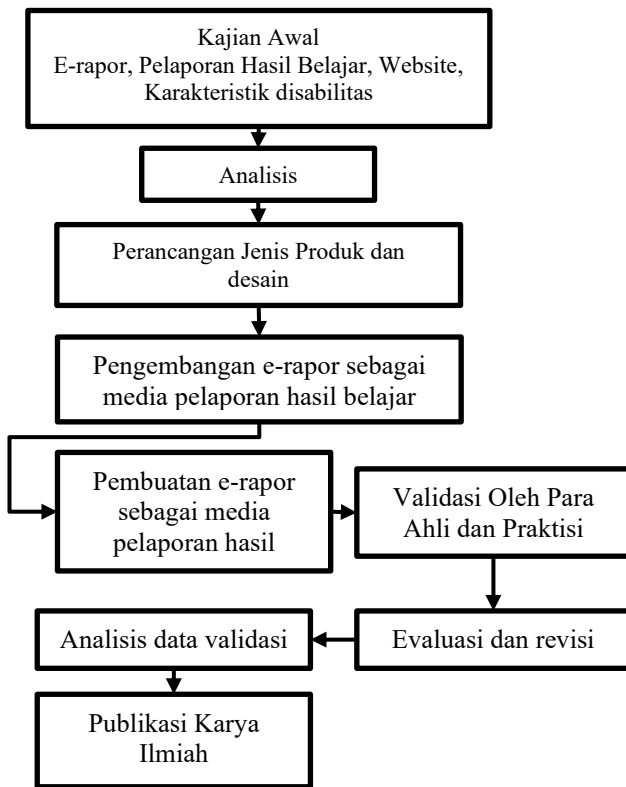
Meskipun model ADDIE secara ideal mencakup lima tahapan penuh, pelaksanaan dalam penelitian ini disesuaikan dengan kebutuhan spesifik dan batasan praktis di lapangan. Mengingat fokus utama penelitian

adalah pada validasi kelayakan produk awal serta adanya kendala waktu dan biaya, tahapan penelitian ini dibatasi hingga tahap ketiga, yaitu *Development* (Pengembangan). Produk yang dihasilkan dari proses ini adalah aplikasi e-rapor berbasis web yang dilengkapi dengan fitur aksesibilitas khusus. Pembatasan ini dilakukan tanpa mengurangi rigiditas proses, memastikan bahwa purwarupa yang dihasilkan telah melalui analisis kebutuhan yang mendalam dan perancangan desain yang matang sebelum divalidasi oleh para ahli.

Tahap pertama adalah Analisis, yang mencakup analisis kebutuhan pengguna, analisis kurikulum, dan analisis karakteristik siswa disabilitas di SMA Muhammadiyah 10 Surabaya. Pada tahap ini, peneliti menggali informasi mendalam mengenai hambatan yang dialami siswa saat menerima laporan hasil belajar konvensional. Tahap kedua adalah Desain, di mana peneliti merancang arsitektur sistem, *flowchart*, serta antarmuka pengguna (*user interface*) yang ramah disabilitas. Perancangan ini menjadi cetak biru (*blueprint*) sebelum masuk ke tahap produksi.

Tahap kedua, Desain, merupakan proses transformasi temuan analisis menjadi rancangan sistem yang konkret. Pada fase ini, peneliti merancang alur logika sistem (*flowchart*) yang memetakan perjalanan pengguna (*user journey*) dari proses masuk (*login*) hingga mengunduh rapor. Perhatian khusus diberikan pada perancangan antarmuka pengguna (*User Interface/UI*). Peneliti menyusun *wireframe* dengan menerapkan prinsip-prinsip WCAG, seperti penggunaan palet warna dengan rasio kontras tinggi untuk mengakomodasi pengguna *low vision*, serta penataan elemen navigasi yang linier dan dapat diprediksi untuk memudahkan pengguna dengan gangguan kognitif atau motorik.

Tahap ketiga, Pengembangan, merupakan fase eksekusi teknis di mana rancangan diubah menjadi produk perangkat lunak fungsional. Sistem dibangun di atas kerangka kerja (*framework*) Laravel yang dikenal memiliki keamanan tinggi (Awaluddin et al., 2020) dan fleksibilitas pengembangan. Basis data dikelola menggunakan MySQL untuk menjamin integritas data nilai yang kompleks. Fitur unggulan TTS diintegrasikan menggunakan *Web Speech API* yang memungkinkan peramban membacakan konten teks secara otomatis.



Bagan 1. Alir Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini melibatkan subjek ahli dan praktisi untuk menjamin kualitas produk. Subjek terdiri dari: (1) Ahli Materi (Dosen PLB UNESA) untuk memvalidasi aspek pedagogis; (2) Ahli Media (Dosen PLB UNESA di Bidang Teknologi Pendidikan) untuk memvalidasi aspek teknis dan desain; dan (3) Praktisi (Guru SMA Muhammadiyah 10 Surabaya) untuk menilai kepraktisan penggunaan sistem. Pelibatan praktisi penting untuk mengidentifikasi tingkat kemudahan alat yang akan dimanfaatkan oleh pengguna akhir (Sugiyono, 2013).

Teknik pengumpulan data menggunakan angket tertutup. Menurut Sugiyono (2013), angket merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan memberi seperangkat pertanyaan tertulis kepada responden untuk dijawab. Skala pengukuran yang digunakan adalah Skala Likert 4 poin (Sangat Setuju, Setuju, Tidak Setuju, Sangat Tidak Setuju). Penggunaan skala empat pilihan ini bertujuan agar tanggapan responden lebih tegas dan menghindari kecenderungan jawaban netral atau ragu-ragu (Arikunto, 2013). Kisi-kisi instrumen disusun berdasarkan adaptasi dari berbagai teori:



Diagram 1. Kisi-Kisi Instrumen Validasi Ahli Media

Instrumen validasi ahli media disusun secara komprehensif untuk menguji kelayakan teknis sistem sebagai sebuah perangkat lunak pendidikan. Aspek tampilan visual difokuskan untuk menilai estetika antarmuka, pemilihan palet warna yang ramah bagi mata (khususnya bagi pengguna dengan hambatan penglihatan/*low vision*), serta tata letak elemen yang ergonomis. Aspek navigasi dan interaktivitas bertujuan memastikan bahwa pengguna dapat berpindah antar menu dengan mudah, sistem memberikan respons yang cepat terhadap input pengguna, dan tidak terdapat *broken link* yang menghambat alur kerja. Sementara itu, indikator keterbacaan dan konsistensi menilai penggunaan jenis huruf (*font*) yang mudah dibaca serta konsistensi penggunaan simbol di seluruh halaman web, yang sangat krusial untuk mencegah kebingungan kognitif pada pengguna disabilitas.

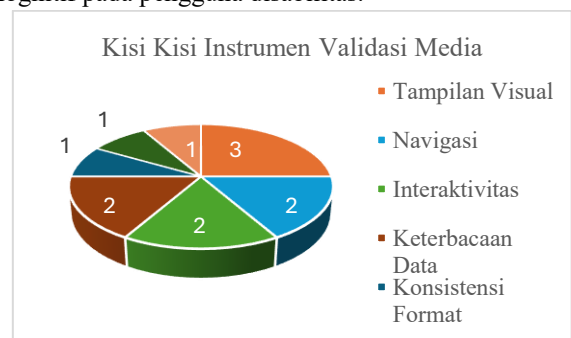


Diagram 2. Kisi-Kisi Instrumen Validasi Ahli Materi

Instrumen validasi ahli materi dirancang untuk memastikan bahwa konten e-rapor selaras dengan prinsip-prinsip pedagogis dan kebutuhan kurikulum pendidikan inklusif. Aspek kesesuaian isi menitikberatkan pada akurasi substansi materi pelaporan yang tidak hanya mencakup nilai akademik, tetapi juga penilaian holistik meliputi aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik sesuai jenjang SMA. Aspek keterpaduan struktur menilai sistematika penyajian informasi, apakah alur pelaporan disajikan secara logis dan runtut dari data umum hingga data spesifik. Selain itu, indikator keterbacaan dan bahasa serta kejelasan simbol menjadi fokus utama untuk memastikan bahwa terminologi, narasi deskripsi perkembangan siswa, serta simbol-simbol grafik nilai yang digunakan dapat dipahami dengan mudah oleh siswa maupun orang tua, menghindari ambiguitas yang dapat memicu kesalahpahaman.

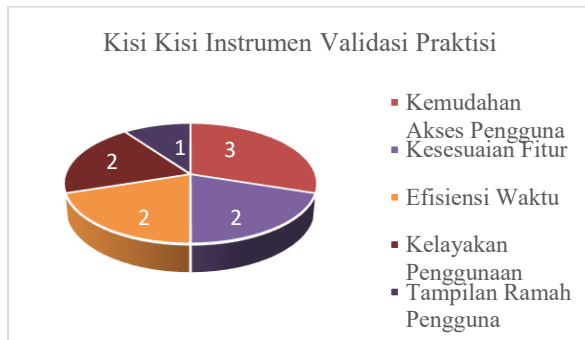


Diagram 3. Kisi-Kisi Instrumen Validasi Oleh Praktisi

Berbeda dengan validasi ahli, instrumen untuk praktisi (guru) lebih difokuskan pada aspek operasional dan kepraktisan penggunaan di lapangan (*usability*). Aspek kemudahan akses dan efisiensi mengukur seberapa cepat sistem dapat diakses dan seberapa besar sistem mampu memangkas waktu administrasi guru dibandingkan dengan metode pelaporan manual sebelumnya. Indikator kesesuaian fitur menilai apakah fitur-fitur yang disediakan (seperti input nilai massal, unduh rekapitulasi) benar-benar menjawab kebutuhan riil guru dalam mengelola data kelas inklusif. Terakhir, aspek tampilan ramah pengguna dan kelayakan penggunaan memastikan bahwa antarmuka sistem intuitif sehingga guru yang memiliki tingkat literasi digital beragam dapat mengoperasikannya tanpa memerlukan pelatihan teknis yang intensif atau rumit.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan teknik statistik deskriptif kuantitatif untuk mendeskripsikan data tanpa membuat kesimpulan yang berlaku umum (Sugiyono, 2013). Data kualitatif berupa skor diubah menjadi data kuantitatif dengan rumus persentase kelayakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil penelitian menunjukkan adanya kesenjangan yang cukup signifikan antara visi sekolah dan praktik operasional di lapangan. Meskipun sekolah tersebut telah mendeklarasikan diri sebagai sekolah inklusi dan memiliki komitmen kuat terhadap layanan pendidikan bagi semua, serta data akademik siswa tersedia secara lengkap, mekanisme pelaporan hasil belajar yang berjalan saat ini masih terjebak pada format konvensional. Temuan ini mengindikasikan bahwa aspek digitalisasi, khususnya yang berorientasi pada aksesibilitas, belum tersentuh secara optimal dalam manajemen evaluasi pembelajaran.

Proses penemuan fakta tersebut diawali dengan tahap analisis kebutuhan yang dilaksanakan secara mendalam, partisipatif, dan empatik guna memetakan kondisi riil di lapangan. Berdasarkan observasi lapangan dan klarifikasi awal yang dilaksanakan pada tanggal 4 September 2025 di SMA Muhammadiyah 10 Surabaya, peneliti melakukan pemetaan masalah sebagai landasan pengembangan sistem.

Fakta empiris di lapangan menunjukkan bahwa

rapor masih didistribusikan dalam format kertas fisik atau dokumen cetak standar. Bagi siswa non-disabilitas, format ini mungkin tidak menimbulkan kendala berarti dalam mengakses informasi nilai mereka. Namun, bagi siswa dengan hambatan penglihatan (*tunanetra*) atau hambatan motorik berat, format fisik tersebut menciptakan tembok penghalang informasi yang masif dan diskriminatif. Dokumen cetak tidak dapat dibaca oleh teknologi pembaca layar (*screen reader*) yang menjadi alat bantu utama bagi siswa tunanetra, sementara siswa dengan hambatan motorik mengalami kesulitan fisik untuk memegang atau membalik halaman rapor secara mandiri. Kondisi ini memaksa mereka untuk terus bergantung pada bantuan orang lain hanya untuk mengetahui hasil jerih payah belajarnya sendiri, yang secara tidak langsung mengikis privasi dan kemandirian mereka.

Analisis komprehensif ini mengonfirmasi bahwa akar permasalahan bukan terletak pada ketersediaan data nilai, melainkan pada format penyajian data yang tidak inklusif dan belum adaptif. Temuan ini secara tegas memvalidasi hipotesis awal peneliti mengenai urgensi pengembangan sistem baru yang lebih dari sekadar alat pencatat nilai administratif. Diperlukan sebuah transformasi sistem menuju platform digital yang aksesibel secara universal, di mana prinsip-prinsip desain universal diterapkan untuk menjamin bahwa seluruh peserta didik, tanpa terkecuali, memiliki hak dan akses yang setara terhadap informasi akademik mereka. Hal ini menjadi prasyarat mutlak agar prinsip pendidikan inklusif tidak hanya berhenti pada jargon, tetapi terimplementasi secara substansial dalam setiap aspek layanan pendidikan.

Beranjak ke tahap perancangan, peneliti mentransformasikan hasil analisis kebutuhan yang telah diperoleh menjadi sebuah rancangan arsitektur sistem yang komprehensif dengan memprioritaskan pengalaman pengguna. Sistem ini dirancang menggunakan arsitektur multi-peran yang memfasilitasi tiga tingkatan hak akses yang berbeda dan terpisah secara aman, yaitu: Admin, Guru, dan Siswa/Wali Murid. Pemisahan hak akses ini bukan sekadar formalitas administratif, melainkan langkah krusial untuk menjaga integritas dan privasi data akademik. Setiap peran memiliki antarmuka dan kewenangan yang disesuaikan secara spesifik dengan fungsinya, memastikan bahwa informasi sensitif hanya dapat diakses oleh pihak yang berwenang tanpa mengurangi kemudahan penggunaan operasional sehari-hari.

Dalam merancang visualisasi antarmuka pengguna, peneliti secara ketat mengadopsi prinsip-prinsip aksesibilitas digital yang ditetapkan oleh World Wide Web Consortium (2018), khususnya yang tertuang dalam pedoman WCAG 2.1. Implementasi teknis dari pedoman ini terlihat jelas pada pemilihan palet warna yang menerapkan rasio kontras tinggi minimal 4.5:1. Sebagai contoh konkret, penggunaan teks berwarna

hitam pekat (#000000) di atas latar belakang putih bersih (#FFFFFF) dipilih untuk memaksimalkan keterbacaan, yang secara signifikan membantu pengguna dengan penglihatan lemah agar mata tidak cepat lelah saat membaca informasi di layar. Selain aspek visual, perancangan alur navigasi juga dibuat sangat intuitif dan linier. Desain ini sengaja menghindari penggunaan menu *dropdown* bertingkat yang rumit, yang sering kali menjadi hambatan besar bagi pengguna dengan tremor atau gangguan motorik halus yang kesulitan dalam mengarahkan kursor mouse secara presisi.

Tahap realisasi rancangan dieksekusi secara teknis pada fase pengembangan, di mana cetak biru sistem ditransformasikan menjadi aplikasi fungsional. Pada sisi *backend*, sistem dibangun dengan memanfaatkan kerangka kerja Laravel berbasis PHP. Pemilihan Laravel didasarkan pada reputasinya dalam menjamin keamanan data yang ketat serta struktur pengkodean yang rapi, sebagaimana direkomendasikan oleh Awaluddin et al. (2020) untuk sistem informasi manajemen yang kompleks.

Untuk mendukung kinerja sistem yang optimal, pengelolaan basis data dipercayakan pada MySQL/MariaDB yang dikenal memiliki stabilitas tinggi dalam menangani relasi data yang rumit Awaluddin et al. (2020). Sementara itu, pada sisi antarmuka depan (*frontend*), peneliti menggunakan Tailwind CSS. Penggunaan kerangka kerja CSS ini bertujuan untuk memastikan tampilan yang tidak hanya estetik, tetapi juga responsif dan adaptif terhadap berbagai ukuran layar perangkat, yang merupakan aspek krusial dalam mendukung aksesibilitas digital.

Sebagai wujud komitmen terhadap transparansi penelitian dan pengembangan teknologi terbuka, seluruh dokumentasi teknis pengembangan sistem telah diarsipkan secara digital. Hal ini bertujuan untuk memfasilitasi peneliti atau pengembang lain yang ingin melakukan replikasi, audit, maupun pengembangan lebih lanjut terhadap sistem ini.

Guna menjamin transparansi penelitian dan mendorong kolaborasi dalam pengembangan teknologi asistif, seluruh artefak teknis dari penelitian ini—termasuk kode sumber (*source code*), rancangan antarmuka (*wireframe*), dan dokumentasi sistem—telah diarsipkan dalam repositori publik. Akses terbuka ini disediakan melalui tautan <https://github.com/Ubaiddmasrur/E-rapor-SMA-Muhammadiyah-10-Surabaya-Lengkap.git>, yang memungkinkan peneliti atau pengembang lain untuk melakukan verifikasi, replikasi, maupun pengembangan lebih lanjut terhadap sistem yang telah dibangun.

Aspek keamanan menjadi perhatian utama dalam pengembangan ini, mengingat data pendidikan yang dikelola bersifat sensitif dan rentan terhadap ancaman siber yang kian meningkat pada ekosistem pembelajaran digital (Watini et al., 2024). Oleh karena itu, arsitektur sistem dirancang dengan lapisan keamanan berlapis

untuk memitigasi risiko kebocoran data. Selain perlindungan teknis, desain sistem juga mempertimbangkan aspek manusia dengan mendorong pembangunan budaya keamanan informasi yang positif di kalangan pengguna, sebagaimana ditekankan oleh Cholsa & Bisma (2025).

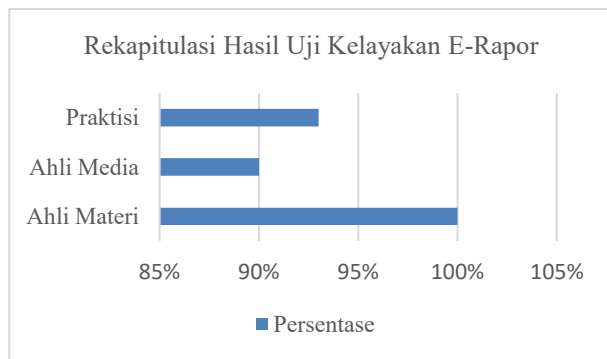
Sebagai hasil akhir dari fase pengembangan ini, produk terwujud dalam tiga modul utama yang terintegrasi namun memiliki fungsi yang distingtif. Ketiga modul tersebut dirancang secara spesifik untuk memenuhi kebutuhan unik dari masing-masing kelompok pengguna, yakni administrator, guru, dan siswa/wali murid. Pembagian modular ini bertujuan untuk menjaga fokus fungsionalitas dan kemudahan penggunaan, memastikan setiap peran dapat menjalankan tugasnya dalam ekosistem penilaian tanpa hambatan teknis yang berarti.

Modul pertama, Dashboard Admin berfungsi sebagai pusat manajemen data yang komprehensif. Melalui antarmuka ini, administrator sekolah memiliki kewenangan penuh untuk mengelola data master, yang mencakup data siswa, guru, kelas, mata pelajaran, serta pengaturan tahun ajaran aktif. Fitur unggulan pada dashboard ini meliputi manajemen pengguna (*user management*) yang memungkinkan pengaturan hak akses secara spesifik, serta fitur pencadangan data (*backup*) otomatis untuk mencegah kehilangan informasi penting. Desain dashboard admin dibuat minimalis namun informatif, menyajikan ringkasan statistik dalam bentuk widget yang mudah dipahami.

Modul kedua, Dashboard Guru dikembangkan untuk memberikan fleksibilitas maksimal bagi pendidik dalam melakukan penilaian. Berbeda dengan rapor konvensional yang cenderung kaku, sistem ini memfasilitasi guru untuk menginput tiga jenis penilaian utama secara terintegrasi, meliputi penilaian kognitif (pengetahuan), penilaian psikomotorik (keterampilan), dan penilaian afektif (sikap sosial dan spiritual). Selain itu, tersedia kolom khusus untuk memberikan deskripsi kualitatif atau catatan perkembangan siswa, yang sangat esensial bagi siswa disabilitas. Guru juga dapat mengakses riwayat nilai siswa dari semester sebelumnya, memudahkan pemantauan tren perkembangan belajar secara longitudinal.

Modul ketiga, Dashboard Siswa merupakan inovasi utama dalam penelitian ini yang dirancang dengan pendekatan inklusif. Halaman ini tidak hanya menampilkan daftar nilai, tetapi juga menyajikannya dalam bentuk grafik batang dan diagram lingkaran, sehingga memudahkan siswa dalam memahami pencapaian mereka secara intuitif. Fitur paling krusial pada dashboard ini adalah integrasi teknologi asistif. Terdapat tombol "Baca Halaman" yang memanfaatkan teknologi TTS, memungkinkan siswa dengan hambatan penglihatan atau kesulitan membaca (disleksia) untuk mendengarkan ringkasan hasil belajar mereka secara audio. Selain itu, seluruh elemen navigasi pada

dashboard siswa dapat diakses menggunakan papan ketik, mengakomodasi siswa dengan hambatan motorik yang kesulitan menggunakan mouse.



Grafik 1. Grafik Rekapitulasi Hasil Uji Kelayakan E-Rapor

Setelah purwarupa e-rapor selesai dibangun, tahap selanjutnya yang sangat krusial adalah uji validasi untuk memastikan kualitas dan kelayakan produk sebelum diimplementasikan secara luas. Berdasarkan hasil analisis deskriptif data validasi dari Ahli Materi, produk ini memperoleh skor sempurna 100%. Pencapaian angka maksimal ini bukan sekadar statistik, melainkan indikasi kuat bahwa struktur kurikulum, format penilaian, dan aspek pedagogis yang tertanam dalam sistem e-rapor ini telah sangat akurat dan relevan. Hal ini membuktikan bahwa konten pembelajaran dan mekanisme evaluasi yang disajikan sepenuhnya selaras dengan standar pendidikan nasional serta mampu mengakomodasi kebutuhan spesifik pendidikan inklusif tanpa mengorbankan kualitas akademis.

Sementara itu, validasi dari Ahli Media memberikan penilaian sebesar 90%, yang menempatkan produk pada kategori sangat baik. Penilaian tinggi dari perspektif media ini menandakan bahwa aspek teknis pengembangan, mulai dari kualitas pengkodean (*coding standards*), stabilitas sistem, hingga estetika desain antarmuka, telah memenuhi standar industri yang ketat. Lebih spesifik lagi, skor ini mengonfirmasi bahwa fungsionalitas fitur aksesibilitas yang menjadi nilai jual utama produk seperti kompatibilitas dengan pembaca layar dan navigasi keyboard berjalan dengan stabil dan andal, sehingga layak digunakan sebagai media bantu bagi siswa dengan berbagai hambatan fisik maupun sensorik.

Dari sisi pengguna langsung di lapangan, validasi Praktisi (Guru) memberikan skor 93%, sebuah angka yang merefleksikan tingkat kepraktisan dan keberterimaan (*acceptance*) yang sangat tinggi. Skor ini mencerminkan bahwa sistem e-rapor yang dikembangkan tidak hanya canggih secara teknis, tetapi juga sangat intuitif dan *user-friendly* dalam situasi operasional nyata di sekolah. Para guru menilai bahwa alur kerja aplikasi ini mampu menyederhanakan proses administrasi penilaian yang selama ini rumit, serta memudahkan mereka dalam memberikan umpan balik

deskriptif yang lebih personal bagi siswa berkebutuhan khusus, tanpa menambah beban kerja administratif yang berlebihan.

Hasil validasi yang konsisten tinggi dari ketiga kelompok validator tersebut menegaskan bahwa e-rapor ini memiliki fondasi yang kokoh baik secara konseptual maupun operasional. Sinergi antara keakuratan materi, keandalan teknis, dan kemudahan penggunaan menciptakan sebuah ekosistem pelaporan hasil belajar yang holistik. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan *Human Centered Design* yang diterapkan sejak awal perancangan berhasil menerjemahkan kebutuhan kompleks pengguna menjadi solusi teknologi yang efektif, menjembatani kesenjangan aksesibilitas yang selama ini menjadi hambatan utama dalam evaluasi pendidikan inklusif.

Secara agregat, berdasarkan akumulasi penilaian dari seluruh validator, produk e-rapor berbasis web ini dikategorikan sebagai "Sangat Layak". Predikat ini memberikan legitimasi ilmiah dan praktis bahwa sistem siap untuk diimplementasikan di lingkungan SMA Muhammadiyah 10 Surabaya tanpa memerlukan revisi yang berarti. Kesimpulan ini menjadi penutup yang optimis bagi tahap pengembangan, sekaligus membuka jalan bagi tahap implementasi selanjutnya untuk membuktikan dampak positif sistem ini terhadap kemandirian dan transparansi akademik siswa disabilitas secara nyata.

Pembahasan

Temuan penelitian ini memberikan implikasi

signifikan terhadap transformasi kemandirian akses informasi bagi siswa penyandang disabilitas. Integrasi fitur teknologi asistif, khususnya TTS dan *keyboard navigation* pada Dashboard Siswa, berfungsi sebagai solusi teknis yang secara substantif memberdayakan peserta didik. Berbeda dengan kondisi pra-pengembangan di mana siswa tunanetra dan tunadaksa di SMA Muhammadiyah 10 Surabaya cenderung pasif dan bergantung pada bantuan pihak ketiga untuk mengakses rapor cetak, inovasi ini berhasil merestrukturisasi dinamika aksesibilitas tersebut. Sistem yang dikembangkan memungkinkan akses terhadap laporan hasil belajar dilakukan secara otonom, sekaligus mereposisi siswa sebagai subjek aktif dalam ekosistem evaluasi diri.

Lebih dari sekadar alat bantu teknis, fitur aksesibilitas ini secara efektif meruntuhkan tembok penghalang privasi yang selama ini dialami oleh siswa disabilitas. Dalam sistem konvensional, kerahasiaan nilai sering kali terkompromi karena keharusan meminta bantuan pihak ketiga, yang secara implisit membuka ruang bagi orang lain untuk mengetahui capaian akademik siswa tanpa persetujuan penuh. Dengan adanya sistem yang dapat dioperasikan secara mandiri, siswa kini memiliki kendali penuh atas data pribadi mereka. Hal ini secara signifikan menumbuhkan rasa kepemilikan (*ownership*) terhadap proses belajar dan

hasil yang dicapai, yang merupakan elemen kunci dalam membangun konsep diri positif (*positive self-concept*) bagi peserta didik berkebutuhan khusus, sekaligus menegaskan hak privasi mereka sebagai individu yang setara.

Keterbatasan penelitian ini bersumber pada lingkup pengembangan yang dibatasi hingga tahap Development dalam model ADDIE. Implikasi dari pembatasan ini menyebabkan efektivitas jangka panjang (*long-term efficacy*) sistem terhadap peningkatan prestasi belajar siswa belum dapat diukur secara empiris melalui uji coba sumatif yang ekstensif. Kendati skor validasi ahli media sebesar 90% dan praktisi sebesar 93% mengindikasikan tingkat kelayakan produk yang sangat tinggi, data tersebut lebih merepresentasikan potensi keberhasilan implementasi daripada bukti empiris dampak longitudinal. Studi lanjutan yang lebih komprehensif diperlukan guna menguji hipotesis terkait korelasi antara aksesibilitas sistem dengan peningkatan motivasi intrinsik serta hasil belajar kognitif siswa dalam rentang waktu yang lebih lama.

Selain itu, sebagai solusi yang berbasis web (*web-based solution*), aksesibilitas sistem ini sangat bergantung pada prasyarat infrastruktur, khususnya stabilitas koneksi internet. Meskipun penetrasi internet di Indonesia menunjukkan tren peningkatan yang positif, realitas ketimpangan digital dan stabilitas jaringan di lingkungan sekolah tertentu masih menjadi tantangan teknis yang nyata. Ketergantungan pada konektivitas ini berpotensi menjadi hambatan baru jika tidak diantisipasi dengan penyediaan infrastruktur jaringan yang memadai di sekolah. Hal ini dikonfirmasi oleh Adedoyin & Soykan (2023) yang menempatkan kegagalan teknologi dan aksesibilitas internet sebagai tantangan krusial yang dapat menghambat keberhasilan transformasi digital di sekolah. Kendala teknis mendasar seperti *bandwidth* rendah atau putusnya koneksi saat pengaksesan data dapat mencederai pengalaman pengguna dan mengurangi efektivitas fitur inklusif yang telah dirancang, sehingga memerlukan strategi mitigasi berupa penyediaan akses internet yang stabil di lingkungan sekolah.

Terlepas dari keterbatasan tersebut, tingginya validitas produk yang tercermin dari skor validasi ahli media sebesar 90% memberikan konfirmasi kuat mengenai urgensi dan kelayakan integrasi teknologi asistif dalam platform pendidikan. Temuan ini sejalan dengan argumen Nacheva & Da Costa (2024) yang menegaskan bahwa kepatuhan terhadap standar aksesibilitas web, seperti WCAG, bukan sekadar opsi tambahan, melainkan syarat mutlak bagi terwujudnya pendidikan inklusif yang sejati. Kualitas teknis yang tinggi ini menunjukkan bahwa pengembangan perangkat lunak pendidikan di Indonesia mampu mencapai standar aksesibilitas global jika dirancang dengan kesadaran inklusi sejak awal, membuktikan bahwa hambatan teknis dapat diatasi dengan perencanaan yang matang dan

berorientasi pada pengguna.

Dalam konteks pendidikan di Indonesia, hasil ini memperkuat argumen Puspita (2024) yang menekankan perlunya adaptabilitas dalam instrumen evaluasi. Sistem penilaian untuk anak berkebutuhan khusus tidak dapat sekadar mengadopsi platform umum yang bersifat satu ukuran untuk semua (*one-size-fits-all*). Sebaliknya, diperlukan fitur spesifik yang adaptif terhadap ragam hambatan siswa, seperti yang diwujudkan dalam e-rapor ini. Keberhasilan implementasi fitur aksesibilitas menjadi bukti konkret bahwa teknologi dapat dijinakkan untuk melayani kebutuhan personal siswa, bukan sebaliknya memaksa siswa menyesuaikan diri dengan keterbatasan teknologi yang kaku. Hal ini menjadi preseden penting bagi pengembangan teknologi pendidikan masa depan di Indonesia agar lebih inklusif dan humanis.

Keberhasilan fitur *Text-to-Speech* dalam membantu pemahaman siswa juga mendukung temuan empiris dari studi internasional oleh Svensson et al. (2021) dan Keelor et al. (2020). Kedua studi tersebut membuktikan bahwa teknologi sintesis suara secara signifikan meningkatkan otonomi belajar dan pemahaman konten bagi individu dengan hambatan membaca atau kesulitan memproses informasi visual. Dalam e-rapor ini, TTS tidak hanya berfungsi sebagai "pembaca" pasif, tetapi sebagai jembatan kognitif yang memungkinkan siswa memahami umpan balik guru secara utuh dan mandiri. Integrasi fitur ini memastikan bahwa informasi akademik tidak hanya tersampaikan, tetapi juga dipahami dengan baik oleh siswa.

Dengan pemahaman yang lebih baik terhadap hasil belajarnya, siswa dapat lebih mudah mengidentifikasi area kekuatan dan kelemahan mereka sendiri. Hal ini pada gilirannya dapat meningkatkan keterlibatan aktif siswa dalam merancang strategi perbaikan pembelajaran mandiri. Siswa tidak lagi menjadi objek evaluasi yang pasif, melainkan menjadi partisipan aktif yang mampu merefleksikan capaian belajarnya. Proses metakognitif ini sangat penting dalam pendidikan inklusif, di mana kemandirian belajar menjadi salah satu tujuan utama. Oleh karena itu, fitur TTS dalam e-rapor ini memiliki nilai pedagogis yang melampaui fungsi teknisnya semata.

Secara teknis, hasil pengembangan ini relevan dan memperkaya diskursus efektivitas sistem informasi sekolah yang telah dibahas dalam studi Haury et al. (2024). Studi tersebut menemukan bahwa transisi ke e-rapor berbasis web secara konsisten meningkatkan efektivitas administrasi, akurasi data, dan kecepatan pelaporan dibandingkan metode manual. E-rapor yang dikembangkan dalam penelitian ini mewarisi seluruh keunggulan efisiensi tersebut, sebagaimana dikonfirmasi oleh skor validasi praktisi yang mencapai 93%. Tingginya kepuasan guru ini mengindikasikan bahwa sistem berhasil memangkas beban administratif yang selama ini memakan waktu, memastikan proses

rekapitulasi nilai berjalan lebih cepat dan akurat.

Efisiensi administratif ini memiliki dampak turunan yang positif terhadap kualitas pembelajaran. Dengan berkurangnya beban klerikal dalam pengelolaan nilai, guru memiliki kesempatan lebih besar untuk mengalokasikan waktu dan energi mereka pada aspek pedagogis yang lebih substansial, seperti merancang intervensi pembelajaran individual atau berinteraksi langsung dengan siswa. Hal ini sangat krusial dalam konteks pendidikan inklusif, di mana perhatian personal guru terhadap siswa berkebutuhan khusus menjadi faktor penentu keberhasilan belajar. Dengan demikian, e-rapor ini tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu administrasi, tetapi juga sebagai katalisator peningkatan kualitas interaksi guru-siswa.

Namun, penelitian ini melangkah lebih jauh dari sekadar mengejar efisiensi administratif dengan menempatkan kesejahteraan psikologis siswa (*student psychological well-being*) sebagai prioritas desain utama. Sebagaimana disoroti oleh Boot et al. (2018), akses mandiri terhadap teknologi asistif merupakan fasilitator utama yang secara langsung meningkatkan partisipasi sosial dan mengurangi ketergantungan penyandang disabilitas pada bantuan orang lain.. Dengan menyediakan alat kontrol mandiri atas laporan hasil belajar mereka, e-rapor ini berkontribusi langsung pada penguatan rasa percaya diri, otonomi diri, dan reduksi kecemasan siswa terkait ketergantungan pada bantuan orang lain.

Lebih jauh, pengembangan ini relevan dengan kajian Fteiha et al. (2024) terkait penggunaan teknologi asistif di pusat berkebutuhan khusus, di mana aplikasi digital menjadi instrumen vital untuk mengatasi hambatan belajar. E-rapor ini tidak sekadar mendigitalkan data, tetapi mentransformasi pengalaman hidup siswa disabilitas menjadi lebih mandiri dan inklusif. Dengan meminimalkan ketergantungan pada bantuan orang lain untuk mengakses hasil belajar, aplikasi ini berfungsi sebagai jembatan teknologi yang memberdayakan siswa untuk berpartisipasi penuh dalam ekosistem sekolah. Hal ini menegaskan bahwa teknologi tepat guna mampu meruntuhkan hambatan aksesibilitas dan menempatkan siswa disabilitas sebagai subjek aktif yang setara dalam transformasi digital pendidikan.

Selain itu, pencapaian skor validasi ahli materi sebesar 100% memberikan jaminan mutlak terhadap akurasi dan validitas substansi data yang disajikan dalam e-rapor. Akurasi ini menjadi fondasi kepercayaan yang vital bagi orang tua dalam memantau perkembangan anak. Selain akurasi nilai, aspek keamanan sistem juga menjadi prioritas untuk menjamin privasi siswa. Hal ini sejalan dengan temuan Watini et al. (2024) yang menegaskan bahwa perlindungan data (*data protection*) dan keamanan siber merupakan elemen fundamental dalam membangun kepercayaan pengguna terhadap ekosistem informasi pendidikan digital. Transparansi data yang dihasilkan oleh sistem ini sangat krusial, sebab

sebagaimana disepakati oleh Thórsson & Ólafsdóttir (2024), kemudahan akses terhadap data akademik yang akurat berkorelasi linier dengan peningkatan keterlibatan orang tua (*parental engagement*) dan, pada akhirnya, prestasi siswa. Orang tua yang terinformasi dengan baik melalui data yang valid cenderung lebih proaktif dalam memberikan dukungan belajar yang tepat di rumah.

Temuan ini dikonfirmasi lebih lanjut oleh studi Ciswanto & Reynaldi (2023), yang menyatakan bahwa implementasi e-rapor di sekolah-sekolah Indonesia berhasil meningkatkan transparansi penilaian secara signifikan. Sistem ini berfungsi sebagai jembatan informasi yang efektif, meminimalisir distorsi komunikasi antara sekolah dan wali murid yang sering terjadi pada sistem manual. Melalui Dashboard Wali Murid yang mudah diakses, orang tua dapat melihat tidak hanya nilai akhir, tetapi juga tren perkembangan dan catatan khusus guru secara *real-time*. Akses langsung ini memungkinkan intervensi dini dan terarah dari orang tua jika terdapat masalah akademik atau perilaku, sebelum masalah tersebut berkembang menjadi lebih serius, menciptakan sinergi positif antara lingkungan sekolah dan rumah.

Solusi dari penelitian ini menekankan bahwa dukungan kebijakan institusi dan ekosistem sekolah yang kondusif mutlak diperlukan untuk memastikan keberhasilan adopsi teknologi asistif ini, sebab implementasi teknologi tidak dapat berdiri sendiri sebagai solusi tunggal bagi tantangan pendidikan inklusif (Cheng et al., 2025). Scherer et al. (2019) mengingatkan bahwa keberhasilan adopsi teknologi sangat bergantung pada penerimaan guru (*teacher acceptance*), sehingga kelayakan teknis e-rapor harus diikuti dengan pelatihan yang meningkatkan persepsi kemudahan penggunaan di kalangan staf pengajar. Peningkatan literasi digital pengguna, baik guru, siswa, maupun orang tua, menjadi kunci utama agar fitur-fitur canggih yang telah dikembangkan dapat dimanfaatkan secara optimal dalam praktik sehari-hari.

Strategi implementasi yang mencakup aspek teknis dan kultural secara simultan harus diterapkan untuk memitigasi risiko tidak termanfaatkannya fitur aksesibilitas yang telah dikembangkan. Solusi ini menuntut komitmen berkelanjutan dari pihak manajemen sekolah, mulai dari pemeliharaan infrastruktur, pemberian pelatihan berkala kepada staf pengajar, hingga penciptaan regulasi yang mendukung penggunaan teknologi asistif sebagai standar operasional prosedur. Dengan mewajibkan penggunaan sistem yang inklusif melalui kebijakan resmi dan membangun budaya sekolah yang mendukung, kebermanfaatan sistem e-rapor ini dapat dipastikan keberlanjutannya dalam jangka panjang..

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa e-rapor

berbasis web yang dikembangkan untuk SMA Muhammadiyah 10 Surabaya masuk dalam kategori sangat layak untuk digunakan. Hal ini dibuktikan oleh perolehan skor validasi yang konsisten tinggi dari ahli materi, ahli media, dan praktisi pendidikan. Produk ini berhasil mengintegrasikan fitur aksesibilitas krusial, yakni pembaca layar dan navigasi papan ketik, yang terbukti secara teoritis dan teknis mampu memfasilitasi kebutuhan siswa dengan hambatan penglihatan dan motorik dalam mengakses informasi akademik secara mandiri.

Implikasi praktis dari pengembangan ini adalah terwujudnya sistem pelaporan hasil belajar yang tidak hanya transparan dan akurat, tetapi juga inklusif dan berkeadilan bagi seluruh peserta didik. Kehadiran teknologi asistif dalam e-rapor ini memberikan solusi konkret atas permasalahan privasi dan ketergantungan akses yang selama ini dialami siswa disabilitas. Meskipun demikian, penelitian ini masih terbatas pada tahap pengembangan produk. Oleh karena itu, direkomendasikan bagi peneliti selanjutnya untuk melakukan uji coba implementasi secara luas guna mengukur dampak penggunaan sistem ini terhadap peningkatan motivasi belajar siswa dalam jangka panjang, serta perlunya pemeliharaan sistem berkala untuk memastikan stabilitas aksesibilitas seiring perkembangan teknologi web.

DAFTAR PUSTAKA

- Adedoyin, O. B., & Soykan, E. (2023). Covid-19 pandemic and online learning: the challenges and opportunities. In *Interactive Learning Environments* (Vol. 31, Issue 2, pp. 863–875). Routledge.
<https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1813180>
- Alhassan, M. D., & Adam, I. O. (2021). The effects of digital inclusion and ICT access on the quality of life: A global perspective. *Technology in Society*, 64.
<https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101511>
- Alós Cívico, F. J., Acedo, V. I., Ángel Maldonado Herves, M., & María Moreno Osella, E. (2021). Psychological well-being and disability: a comparison among university students. In *Electronic Journal of Research in Educational Psychology* (Vol. 19, Issue 1).
<https://doi.org/10.25115/ejrep.v19i53.3560>
- Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta.
- Awaluddin, M. I., Arifin, R. W., & Setiyadi, D. (2020). Implementasi Framework Laravel Pada Sistem Informasi Pengelolaan Aset Laboratorium Komputer. *Bina Insani ICT Journal*, 7(2), 187–197.
- Baguma, R., & Wolters, M. K. (2021). Making Virtual Learning Environments Accessible to People with Disabilities in Universities in Uganda. *Frontiers in Computer Science*, 3.
<https://doi.org/10.3389/fcomp.2021.638275>
- Boot, F. H., Owuor, J., Dinsmore, J., & Maclachlan, M. (2018). Access to assistive technology for people with intellectual disabilities: A systematic review to identify barriers and facilitators. In *Journal of Intellectual Disability Research* (Vol. 62, Issue 10, pp. 900–921). Blackwell Publishing Ltd.
<https://doi.org/10.1111/jir.12532>
- Cahyadi, R. A. H. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Addie Model. *Halaqa: Islamic Education Journal*, 3(1), 35–42.
<https://doi.org/10.21070/halaqa.v3i1.2124>
- Campoverde-Molina, M., Lujan-Mora, S., & Garcia, L. V. (2020). Empirical Studies on Web Accessibility of Educational Websites: A Systematic Literature Review. *IEEE Access*, 8, 91676–91700.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2994288>
- Cheng, H.-Y. K., Chen, Y. C., Yu, Y. C., & Ju, Y. Y. (2025). Policy drivers and barriers to inclusive EdTech adoption in special education: a logistic regression study. *International Journal of Inclusive Education*.
<https://doi.org/10.1080/13603116.2025.2528107>
- Cholsa, A. R., & Bisma, R. (2025). Analysis of Information Security Culture Among Students. *Journal of Emerging Information Systems and Business Intelligence*, 6(3), 422–433.
<https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JEISBI/>
- Ciswanto, D., & Reynaldi, M. (2023). Implementasi Sistem Informasi Akademik E-Rapor Berbasis Web Pada Sekolah SMP Yayasan Yasshofi Cikande. *JURIHUM: Jurnal Inovasi Dan Humaniora*, 1(1).
<https://jurnalmahasiswa.com/index.php/jurihu>
- Femi Winanda, A., Parulian, A., Wond, D., Putra Dieta, D., Wahyuni, D., Trivani, O. J., & Hamzah, M. L. (2022, June 20). Perancangan Sistem Informasi E-Rapor Berbasis Web Pada Sekolah SMP 4 Muhammadiyah Pekanbaru Menggunakan Agile Method. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Bisnis (SENATIB)*.
- Fitrisna, H., & Sabandi, A. (2024). Kepuasan Guru Terhadap Aplikasi E-Rapor di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Negeri Kelompok Bisnis Manajemen Kota Padang. *Jurnal Pendidikan Tambusai*.
- Fteiha, M., Al-Rashaida, M., ElSORI, D., Khalil, A., & Al Bustami, G. (2024). Obstacles for using assistive technology in centres of special

- needs in the UAE. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 19(8), 2934–2944.
<https://doi.org/10.1080/17483107.2024.2323698>
- Haurry, A. M., Widodo, S., & Hikmawan, R. (2024). Comparative Study of Processing Student Learning Results Scores using Microsoft Excel with the RDM (Digital Madrasah Report Card) Website. *International Journal Software Engineering and Computer Science (IJSECS)*, 4(1), 301–311.
<https://doi.org/10.35870/ijsecs.v4i1.2108>
- Jeynes, W. H. (2018). A practical model for school leaders to encourage parental involvement and parental engagement. *School Leadership and Management*, 38(2), 147–163.
<https://doi.org/10.1080/13632434.2018.1434767>
- Keelor, J. L., Creaghead, N., Silbert, N., & Horowitz-Kraus, T. (2020). Text-to-Speech Technology: Enhancing Reading Comprehension for Students with Reading Difficulty. In *Assistive Technology Outcomes and Benefits* (Vol. 14). www.atia.org/atob
- Lumbantobing, M. T., Samosir, A., & Tarigan, D. R. B. (2020). Tantangan Pembelajaran Daring Selama Pandemi COVID-19. In *Educational Journal of Elementary School* (Vol. 1, Issue 2).
<http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/EJoES/index>
- Maharani, I., & Sabandi, A. (2024). Kepuasan Guru dalam Penggunaan E-Rapor di SMA Negeri 1 Pancung Soal Kabupaten Pesisir Selatan. *Journal of Practice Learning and Educational Development*, 4(3), 196–200.
<https://doi.org/10.58737/jpled.v4i3.362>
- Mas'an Putri, N. A., Aknuranda, I., & Rusydi, A. N. (2020). *Evaluasi Sistem E-rapor Direktorat PSMA Terhadap Aspek Usability dan Utility (Studi Kasus: SMAN 1 Tuban)* (Vol. 4, Issue 7). <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- McMillan, J. M., & Jarvis, J. M. (2013). Mental health and students with disabilities: A review of literature. In *Australian Journal of Guidance and Counselling* (Vol. 23, Issue 2, pp. 236–251).
<https://doi.org/10.1017/jgc.2013.14>
- Nacheva, R., & Da Costa, J. P. (2024). Digital Accessibility Needs for People with Disabilities in Higher Education. *HR and Technologies*.
- Puspita, B. (2024). *Evaluasi Pembelajaran Anak Berkebutuhan Khusus Di Sekolah Dasar*.
<https://doi.org/10.38048/jpicb.v1i2.3236>
- Putra, A. L., Rozaq, Moch. T. A., Rachmada, G. P., & Wibowo, A. (2025). Analisis Penerimaan Aplikasi Rapor Digital Madrasah Menggunakan Acceptance Model di MAN 1 Cianjur. *Jurnal Manajemen Informatika Jayakarta*, 5(1), 12.
<https://doi.org/10.52362/jmijayakarta.v5i1.1737>
- Ricker, G., Belenky, D., & Koziarski, M. (2021). Are parents logged in? The importance of parent involvement in K-12 online learning. In *Journal of Online Learning Research* (Vol. 7, Issue 2).
- Rois, D. A. N., Prabowo, A., Luthfi, A., & Prohandani, K. (2025). Aksesibilitas UI/UX Pada Website Terhadap Penyandang Disabilitas dengan Metode Human Centered Design. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Riset Pendidikan*, 4(1), 2299–2304.
<https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i1.1742>
- Russell, M. K., & Airasian, P. W. (2012). *Classroom assessment: concepts and applications*. McGraw-Hill.
- Scherer, R., Siddiq, F., & Tondeur, J. (2019). The technology acceptance model (TAM): A meta-analytic structural equation modeling approach to explaining teachers' adoption of digital technology in education. *Computers and Education*, 128, 13–35.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.009>
- Sirait, Y. D., Pasaribu, A., & Sutrisno. (2021). Perancangan Sistem Informasi E-Rapor Berbasis Web Pada SD Wahana Harapan Kedaung. *Jurnal Sistem Informasi Dan Teknologi (SINTEK)*, 1(2), 1.
<https://sintek.stmikku.ac.id/index.php/SINTEK>
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&D*.
- Svensson, I., Nordström, T., Lindeblad, E., Gustafson, S., Björn, M., Sand, C., Almgren/Bäck, G., & Nilsson, S. (2021). Effects of assistive technology for students with reading and writing disabilities. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 16(2), 196–208.
<https://doi.org/10.1080/17483107.2019.1646821>
- Thórsson, B., & Ólafsdóttir, S. (2024). Parental Involvement and Its Influence on Academic Achievement: A Cross-Cultural Analysis. *International Journal of Educational Development*, 1(1), 16–20.
<https://doi.org/10.61132/ijed.v1i1.123>
- UNESCO. (2020). *Global Education Monitoring Report 2020: Inclusion and education: All means all*. UNESCO.
<https://doi.org/10.54676/JJNK6989>
- Wardani, K., & Dwiningrum, S. I. (2021). Studi Kasus: Peran Orang Tua dalam Pendidikan Inklusi di Sekolah Dasar Seruma. *Wacana*

Akademika: Majalah Ilmiah Kependidikan, 5, 69–75.

<https://doi.org/https://doi.org/10.30738/wa.v5i1.6409>

Watini, S., Davies, G., & Andersen, N. (2024). Cybersecurity in Learning Systems: Data protection and privacy in educational information systems and digital learning environments. *International Transactions on Education Technology (ITEE)*, 3(1), 26–35. <https://doi.org/10.33050/itee.v3i1.665>

World Health Organization. (2011). *World report on disability*. World Health Organization.

World Wide Web Consortium. (2018, May). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1*. W3C Recommendation. <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>