

Smart Meeting Minutes System Berbasis Web Menggunakan Speech-to-Text dan Text-to-Speech dengan Framework CodeIgniter 4

Web-Based Smart Meeting Minutes System Using Speech-to-Text and Text-to-Speech with the CodeIgniter 4 Framework

Miftahul Ilmi^{*1}, Doni Syofiawan², Engeline Chairine³

^{1,2,3}Program Studi Sistem Informasi, Institut Teknologi dan Bisnis Indobaru Nasional

Penulis Korespondensi

Email: miftahulilmi12@gmail.com

Abstrak. Transformasi digital mendorong organisasi untuk meningkatkan efektivitas administrasi, termasuk proses pencatatan hasil rapat yang masih sering dilakukan secara manual dan berpotensi menimbulkan keterlambatan, ketidaksesuaian informasi, serta kesulitan pengarsipan. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan *Smart Meeting Minutes System* berbasis web menggunakan *framework* CodeIgniter 4 dengan integrasi fitur *Speech-to-Text (STT)* dan *Text-to-Speech (TTS)*. Metode yang digunakan adalah *Research and Development (R&D)* melalui tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian fungsional, validasi pengguna, pengukuran akurasi *STT*, dan evaluasi *usability*. Pemilihan *R&D* didasarkan pada kebutuhan penelitian untuk menghasilkan produk sistem informasi yang tidak hanya dibangun, tetapi juga divalidasi, dievaluasi, dan disempurnakan berdasarkan kebutuhan pengguna akhir. *Novelty* penelitian ini terletak pada integrasi *STT*, *TTS*, pengelolaan notulen, pembatasan hak akses *multi-level*, ekspor dokumen, serta evaluasi berbasis pengguna dalam satu platform notulensi berbasis web. Hasil Black Box Testing menunjukkan seluruh fitur utama berjalan sesuai skenario. Evaluasi manfaat sistem menunjukkan waktu penyusunan *draft* notulen berkurang dari sekitar 60 menit menjadi 25 menit atau sekitar 58,33%. Pengujian akurasi *STT* pada tiga sampel audio rapat menghasilkan tingkat akurasi rata-rata 88,37% dengan *Word Error Rate (WER)* 11,63%. Validasi terhadap 10 pengguna menunjukkan sistem sesuai dengan kebutuhan dokumentasi rapat, sedangkan evaluasi *usability* memperoleh skor rata-rata 4,34 dari skala 5 atau setara 86,8% dengan kategori sangat baik. Dengan demikian, sistem dinyatakan layak digunakan sebagai solusi digital untuk mendukung dokumentasi rapat yang lebih terstruktur, terukur, dan mudah diakses pada lingkungan organisasi pendidikan.

Kata kunci: *Smart Meeting Minutes System, Speech-to-Text, Text-to-Speech, CodeIgniter 4, Dokumentasi Rapat*

Abstract. Digital transformation encourages organizations to improve administrative effectiveness, including meeting minutes recording, which is often conducted manually and may result in delays, information inconsistencies, and archiving difficulties. This study aims to design and implement a web-based *Smart Meeting Minutes System* using the CodeIgniter 4 framework integrated with *Speech-to-Text (STT)* and *Text-to-Speech (TTS)* features. The research employed the *Research and Development (R&D)* method through needs analysis, system design, implementation, functional testing, user validation, *STT* accuracy measurement, and *usability* evaluation. The *R&D* method was selected because this study aimed not only to develop an information system product, but also to validate, evaluate, and refine it based on end-user needs.

The novelty of this study lies in the integration of STT, TTS, meeting minutes management, multi-level role-based access control, document export, and user-based evaluation within a single web-based meeting documentation platform. Black Box Testing results indicate that all core features functioned according to the defined scenarios. The system benefit evaluation showed that the time required to prepare a meeting minutes draft decreased from approximately 60 minutes to 25 minutes, or by around 58.33%. STT accuracy testing on three meeting audio samples produced an average accuracy of 88.37% with a Word Error Rate (WER) of 11.63%. User validation involving 10 users indicated that the system met the needs of meeting documentation, while usability evaluation obtained an average score of 4.34 out of 5, equivalent to 86.8%, categorized as very good. Therefore, the proposed system is considered feasible as a digital solution to support more structured, measurable, and accessible meeting documentation processes in educational organizational environments.

Keywords: Smart Meeting Minutes System, Speech-to-Text, Text-to-Speech, CodeIgniter 4, Meeting Documentation

1. Pendahuluan

Transformasi digital mendorong organisasi meningkatkan efektivitas administrasi, pengelolaan data, dan dokumentasi melalui pemanfaatan teknologi informasi. Perkembangan teknologi digital tidak hanya mengubah model bisnis, tetapi juga menggeser paradigma tata kelola organisasi menuju sistem yang lebih adaptif, terintegrasi, dan berbasis data (Verhoef et al., 2021). Digitalisasi proses administrasi terbukti meningkatkan efisiensi operasional serta mengurangi kesalahan manual yang berdampak pada kualitas informasi organisasi (Vial, 2019). Salah satu aspek yang terdampak adalah pencatatan hasil rapat yang masih sering dilakukan secara manual, sehingga menimbulkan keterlambatan, ketidaklengkapan informasi, kesalahan dokumentasi, serta risiko kehilangan arsip. Kondisi ini berpotensi menurunkan efektivitas rapat dan kualitas pengambilan keputusan.

Sistem informasi berbasis web terbukti mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan data karena mendukung proses penyimpanan, pencarian, dan distribusi informasi secara cepat dan terstruktur (Ridwan et al., 2016). Selain itu, akses data secara real-time dapat meningkatkan kualitas pelayanan, transparansi, dan akuntabilitas organisasi (Maharani & Ulfa, 2022). Implementasi sistem informasi yang terintegrasi juga berkontribusi terhadap peningkatan kinerja organisasi melalui optimalisasi alur kerja dan pengurangan redundansi data (Alshamaila et al., 2013). Keberhasilan implementasi sistem informasi juga dipengaruhi oleh kesesuaian antara aspek teknologi, pengguna, dan kebutuhan organisasi sebagaimana dijelaskan dalam model HOT-Fit (Yani et al., 2022), yang menekankan pentingnya harmonisasi antara komponen human, organization, dan technology dalam menjamin keberlanjutan sistem.

Dokumentasi rapat merupakan bagian penting dari proses *knowledge capture* dan *knowledge sharing* karena menyimpan informasi hasil rapat secara sistematis untuk mendukung monitoring, evaluasi, dan pengambilan keputusan organisasi. (Ferraris et al., 2017). Integrasi teknologi *Speech-to-Text* (STT) dan *Text-to-Speech* (TTS) menjadi inovasi strategis dalam sistem notulensi modern. STT memungkinkan konversi rekaman suara menjadi teks secara otomatis, sedangkan TTS mendukung penyajian ulang informasi dalam bentuk audio. Pendekatan otomatisasi ini meningkatkan efisiensi dan memungkinkan pengolahan data secara real-time (Imansyah & Widiastuti, 2022). Perkembangan teknologi pengenalan suara berbasis *deep learning* menunjukkan tingkat akurasi yang semakin tinggi dan adaptif terhadap berbagai konteks bahasa

(Nassif et al., 2019), sehingga implementasinya dalam sistem informasi organisasi menjadi semakin relevan. Otomatisasi berbasis kecerdasan buatan juga berkontribusi terhadap percepatan proses administrasi dan peningkatan produktivitas kerja.

Penggunaan *framework* CodeIgniter 4 dengan arsitektur MVC mendukung pembangunan aplikasi web yang terstruktur karena memisahkan logika bisnis, tampilan, dan kontrol sistem (Kurniawan et al., 2012). Sistem berbasis web yang dirancang secara terstruktur berkontribusi terhadap peningkatan efisiensi dan akurasi pengambilan keputusan (Musta & Erdisna, 2020), dengan tetap memperhatikan aspek keamanan website guna melindungi data organisasi (Zirwan, 2022). Selain itu, penerapan algoritma pencarian mempercepat proses temu kembali informasi dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih efektif (Zen & Iswavigra, 2023). Optimalisasi mekanisme pencarian informasi juga terbukti meningkatkan *usability* sistem dan kepuasan pengguna.

Kualitas sistem informasi tidak hanya ditentukan oleh keberhasilan fungsi, tetapi juga oleh *usability* dan kesesuaian sistem dengan kebutuhan pengguna. Oleh karena itu, evaluasi *usability* perlu dilakukan untuk menilai kemudahan penggunaan, kejelasan navigasi, dan penerimaan sistem oleh pengguna akhir (Lundqvist, 2022). Di sisi lain, evaluasi sistem informasi merupakan tahapan krusial untuk mengukur keberhasilan implementasi serta dampaknya terhadap kinerja organisasi. Model evaluasi seperti DeLone and McLean Information System Success Model menekankan bahwa kualitas sistem, kualitas informasi, dan kualitas layanan memengaruhi kepuasan pengguna serta manfaat bersih (*net benefits*) yang dihasilkan sistem (Petter et al., 2013). Evaluasi yang komprehensif memungkinkan organisasi mengidentifikasi kelemahan sistem, meningkatkan performa, serta memastikan keberlanjutan penggunaan teknologi dalam jangka panjang (Yi et al., 2019). Dengan demikian, aspek *usability* dan evaluasi sistem menjadi komponen penting dalam menjamin efektivitas implementasi sistem notulensi berbasis web yang dikembangkan.

Berdasarkan uraian tersebut, terdapat kebutuhan akan sistem notulensi rapat yang tidak hanya terdigitalisasi, tetapi juga terintegrasi dengan teknologi otomatisasi berbasis STT dan TTS serta dirancang menggunakan arsitektur sistem yang terstruktur dan aman. Dengan demikian, pengembangan sistem informasi notulensi berbasis web yang terintegrasi teknologi otomatisasi menjadi solusi relevan untuk meningkatkan efisiensi operasional, menjaga keberlanjutan informasi, serta memperkuat kualitas pengambilan keputusan organisasi secara berkelanjutan. Secara khusus, celah penelitian yang diangkat dalam penelitian ini adalah masih terbatasnya sistem notulensi rapat yang menggabungkan proses transkripsi otomatis, penyajian ulang informasi dalam bentuk audio, pengelolaan hak akses organisasi, serta ekspor dokumen resmi dalam satu platform yang tervalidasi. Penelitian terdahulu umumnya berfokus pada konversi suara menjadi teks atau pencatatan digital, sedangkan penelitian ini menambahkan evaluasi berbasis pengguna melalui pengukuran akurasi dan *usability*. Dengan demikian, kontribusi ilmiah penelitian ini tidak hanya berada pada pembangunan aplikasi, tetapi juga pada pembuktian manfaat sistem secara lebih terukur dalam konteks organisasi pendidikan.

2. Metode

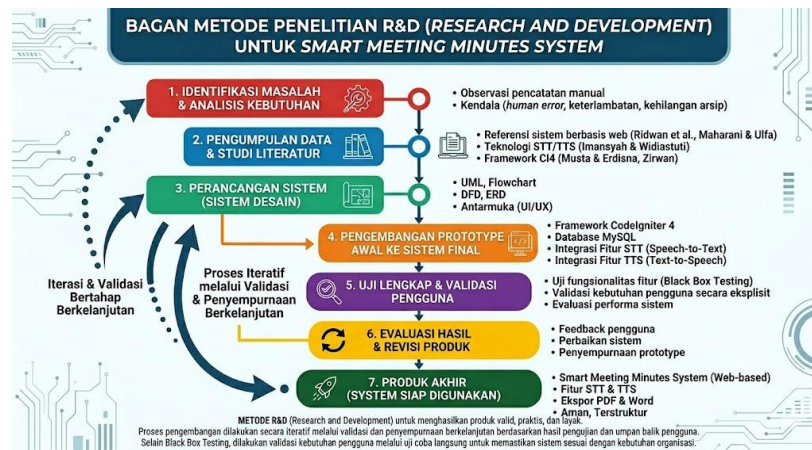
Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)* karena penelitian tidak hanya bertujuan menganalisis permasalahan, tetapi juga menghasilkan produk berupa *Smart Meeting Minutes System* berbasis web dengan fitur *Speech-to-Text (STT)* dan *Text-to-Speech (TTS)*. Metode R&D dipilih karena sesuai untuk pengembangan sistem informasi yang

membutuhkan tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, evaluasi, dan revisi produk secara sistematis agar sistem yang dihasilkan valid, praktis, dan layak digunakan (Andri Febriansyah & Jufri, 2024). Pemilihan metode R&D juga didasarkan pada kebutuhan penelitian untuk melakukan validasi dan penyempurnaan produk berdasarkan hasil pengujian serta umpan balik pengguna. Berbeda dengan model Waterfall yang cenderung linear, penelitian ini membutuhkan proses evaluasi dan revisi setelah sistem diuji. Model Prototype memang memungkinkan perbaikan berdasarkan umpan balik pengguna, tetapi penelitian ini tidak hanya berhenti pada pembuatan purwarupa, melainkan sampai pada pengujian kelayakan sistem secara fungsional dan berbasis pengguna. Sementara itu, Agile lebih berorientasi pada pengembangan perangkat lunak melalui siklus *sprint* dalam tim pengembang, sedangkan fokus penelitian ini adalah menghasilkan dan mengevaluasi produk akademik secara sistematis. Oleh karena itu, R&D dinilai paling sesuai karena mampu mengakomodasi proses identifikasi kebutuhan, perancangan, implementasi, validasi, evaluasi, dan revisi produk.

Model pengembangan mengacu pada tahapan R&D menurut (Sugiyono, 2019), yaitu identifikasi masalah, pengumpulan data, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, evaluasi, dan revisi produk. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dan studi dokumentasi. Observasi dilakukan pada proses pencatatan hasil rapat yang masih manual, wawancara dilakukan kepada admin, sekretaris, dan anggota organisasi, sedangkan studi dokumentasi digunakan untuk mengumpulkan arsip notulen dan data pendukung. Perancangan sistem menggunakan Entity Relationship Diagram (ERD), Diagram Context, Data Flow Diagram (DFD), dan Flowmap untuk menggambarkan struktur data, alur proses, serta hubungan antara sistem dan pengguna. Sistem kemudian dibangun menggunakan *framework* CodeIgniter 4 dengan *database* MySQL.

Evaluasi sistem dilakukan melalui empat pendekatan, yaitu Black Box Testing, validasi pengguna, pengukuran akurasi *Speech-to-Text*, dan evaluasi *usability*. Black Box Testing digunakan untuk memastikan setiap fungsi berjalan sesuai skenario pengujian. Validasi pengguna dilakukan kepada 10 pengguna yang mewakili peran admin, sekretaris, dan anggota organisasi setelah mereka mencoba fitur utama sistem. Pengukuran akurasi *Speech-to-Text* dilakukan dengan membandingkan hasil transkripsi otomatis terhadap transkripsi manual sebagai teks acuan. Sementara itu, evaluasi *usability* dilakukan menggunakan kuesioner skala Likert 1 sampai 5 untuk menilai kemudahan penggunaan, kejelasan tampilan, kemudahan mempelajari fitur, dan manfaat sistem bagi pengguna akhir (Malik, 2021).

Pengukuran akurasi *Speech-to-Text* menggunakan indikator *Word Error Rate (WER)*, yaitu ukuran evaluasi yang digunakan untuk menghitung tingkat kesalahan transkripsi dengan membandingkan hasil transkripsi otomatis terhadap teks acuan. Kesalahan yang dihitung meliputi *substitution*, *deletion*, dan *insertion*. Rumus yang digunakan adalah $WER = (S + D + I) / N \times 100\%$, dengan S sebagai jumlah kata yang salah dikenali, D sebagai jumlah kata yang hilang, I sebagai jumlah kata tambahan, dan N sebagai jumlah kata pada transkripsi acuan. Akurasi STT dihitung dengan rumus $100\% - WER$. Dengan rancangan evaluasi tersebut, kualitas sistem tidak hanya dinilai dari keberhasilan fungsi, tetapi juga dari ketepatan transkripsi, penerimaan pengguna, dan kemudahan penggunaan.



Gambar 1. Bagan Tahapan Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

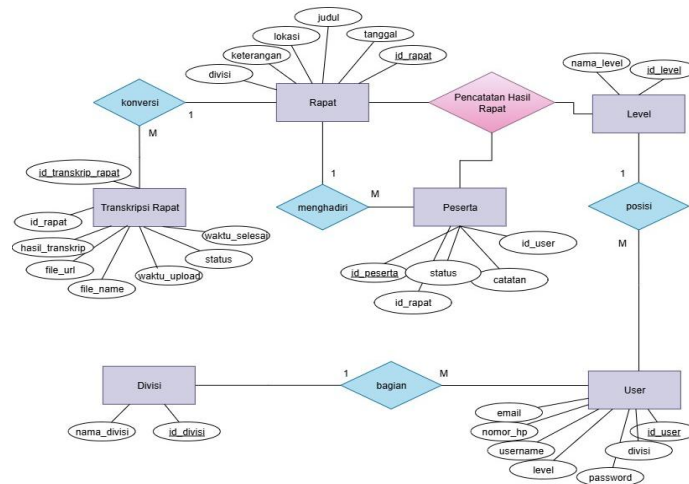
Bab ini membahas hasil penelitian dan pembahasan dari proses analisis serta perancangan *Smart Meeting Minutes System* berbasis web menggunakan CodeIgniter 4 dengan fitur dan *Text-to-Speech*. Pembahasan mencakup hasil dari setiap tahapan penelitian menggunakan metode *Research and Development (R&D)*, mulai dari identifikasi masalah, analisis kebutuhan sistem, perancangan, implementasi, hingga pengujian dan evaluasi sistem. Selain itu, pada bab ini juga dijelaskan bagaimana sistem yang dibangun mampu menjadi solusi terhadap permasalahan pencatatan hasil rapat yang sebelumnya masih dilakukan secara manual, sehingga sistem dirancang untuk mendukung proses dokumentasi rapat yang lebih terstruktur dan mudah diakses oleh pengguna. Efektivitas, efisiensi, dan kemudahan penggunaan sistem kemudian dibuktikan melalui pengujian fungsional, pengukuran indikator manfaat, validasi pengguna, dan evaluasi *usability*.

3.1 Analisis Data

Tahap analisis data dilakukan untuk memahami kebutuhan sistem dan menentukan rancangan yang sesuai dengan permasalahan pencatatan hasil rapat yang masih dilakukan secara manual. Analisis ini menjadi dasar dalam pengembangan *Smart Meeting Minutes System* berbasis web menggunakan CodeIgniter 4 dengan fitur *Speech-to-Text* dan *Text-to-Speech*. Tahapan analisis meliputi perancangan basis data menggunakan Entity Relationship Diagram (ERD), perancangan alur data menggunakan Diagram Context dan Data Flow Diagram (DFD), serta pemodelan alur kerja sistem menggunakan Flowmap

a. Entity Relationship Diagram (ERD)

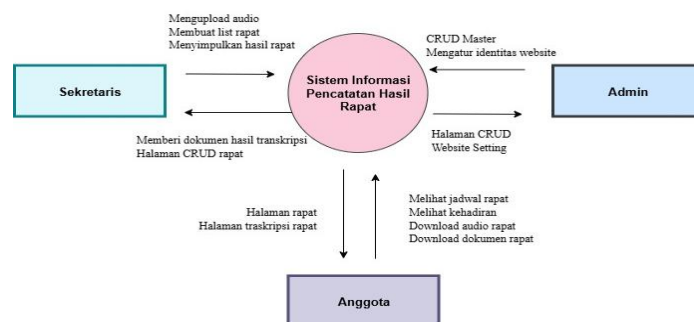
ERD digunakan untuk menggambarkan hubungan antarentitas dalam sistem. Pada *Smart Meeting Minutes System*, entitas utama yang digunakan meliputi admin, user, rapat, notulen, file audio, hasil transkripsi, dan laporan. Setiap entitas saling berhubungan, misalnya user dapat membuat data rapat, rapat memiliki notulen, dan hasil notulen dapat diekspor ke format PDF maupun Word. Dengan adanya ERD, rancangan *database* menjadi lebih terstruktur dan dapat mengurangi redundansi data.



Gambar 2. Entity Relationship Diagram (ERD)

b. Diagram Context

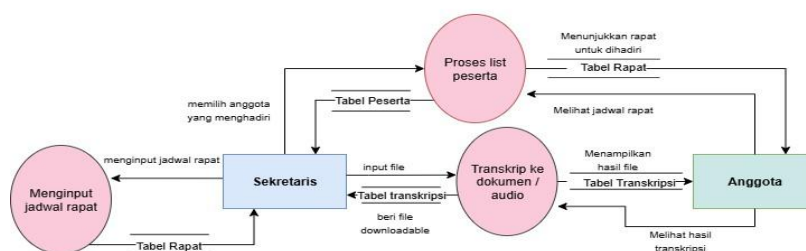
Diagram Context digunakan untuk menggambarkan hubungan antara sistem dengan entitas luar yang berinteraksi secara langsung. Pada sistem ini, entitas luar terdiri dari *admin* dan *user*. *Admin* berperan mengelola data pengguna, memantau aktivitas sistem, dan mengatur operasional sistem. *User* dapat melakukan login, menginput data rapat, mengunggah audio untuk proses *Speech-to-Text*, menggunakan fitur *Text-to-Speech*, serta mengakses hasil notulen. Sistem menghasilkan *output* berupa hasil transkripsi, laporan rapat, dan dokumen yang dapat diekspor ke format PDF maupun Word



Gambar 3. Diagram Context

c. Data Flow Diagram (DFD) Level 1

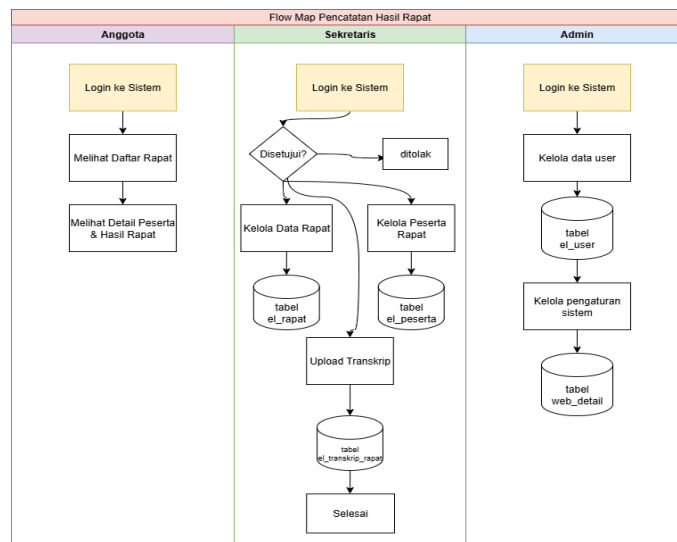
DFD Level 1 digunakan untuk menggambarkan proses utama yang terjadi dalam sistem secara lebih rinci. Alur dimulai dari sekretaris yang menginput data rapat dan mengunggah rekaman audio. Sistem kemudian memproses audio menjadi teks melalui fitur *Speech-to-Text*. Hasil transkripsi disimpan sebagai notulen dan dapat diakses oleh anggota dalam bentuk dokumen maupun audio melalui fitur *Text-to-Speech*.



Gambar 4. Data Flow Diagram Level 1

d. Flowmap Sistem

Flowmap digunakan untuk menggambarkan alur dokumen dan informasi dalam sistem. Pada penelitian ini, flowmap menjelaskan proses mulai dari input data rapat, upload file audio, konversi suara ke teks, penyimpanan hasil notulen, penggunaan fitur Text-to-Speech, hingga ekspor laporan ke format PDF dan Word. Selain itu, *admin* berperan dalam pengelolaan data *user* dan monitoring aktivitas sistem. Hasil analisis ini menjadi dasar utama dalam tahap implementasi sistem.



Gambar 5. Flowmap

Berdasarkan seluruh tahapan analisis yang telah dilakukan, diperoleh rancangan sistem yang mampu mendukung proses pencatatan hasil rapat secara lebih efektif dan terstruktur. Sistem ini dirancang untuk mengatasi berbagai permasalahan pada proses manual, seperti keterlambatan pencatatan, kesalahan dokumentasi, dan kesulitan pencarian arsip rapat. Dengan adanya *Smart Meeting Minutes System* berbasis web menggunakan fitur dan *Text-to-Speech*, proses dokumentasi rapat dirancang untuk mendukung pencatatan yang lebih terstruktur, terdigitalisasi, dan mudah diakses kembali. Manfaat berupa peningkatan kecepatan, akurasi, dan keamanan tidak dinyatakan sebagai asumsi konseptual semata, tetapi dievaluasi melalui beberapa indikator pengujian. Kecepatan proses dokumentasi dinilai melalui perbandingan waktu penyusunan notulen sebelum dan sesudah penggunaan sistem, akurasi dinilai melalui pengukuran *Word Error Rate (WER)* pada hasil transkripsi, sedangkan keamanan dinilai melalui pengujian hak akses pengguna berdasarkan peran masing-masing. Dengan demikian, manfaat sistem dibedakan antara manfaat yang dirancang dalam pengembangan sistem dan manfaat yang terbukti melalui hasil pengujian. Hasil analisis ini menjadi dasar utama dalam tahap implementasi sistem pada bab selanjutnya.

3.2 Implementasi

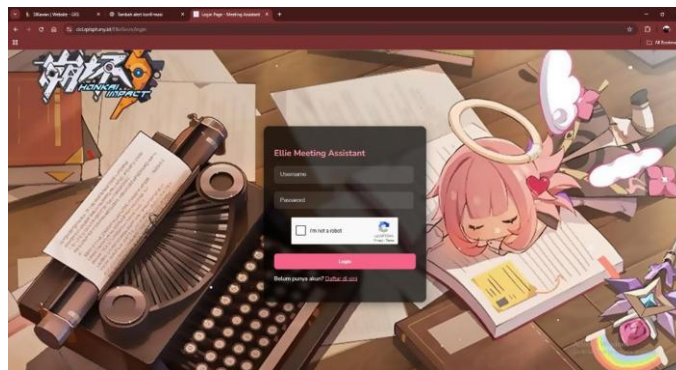
Smart Meeting Minutes System merupakan aplikasi berbasis web yang dikembangkan untuk membantu proses pencatatan hasil rapat secara digital melalui fitur *Speech-to-Text (STT)* dan *Text-to-Speech (TTS)*. Sistem ini memiliki empat level pengguna, yaitu *Super Admin*, *Admin*, Sekretaris, dan Anggota. *Super Admin* memiliki akses penuh terhadap sistem, *Admin* mengelola operasional dan data pengguna, Sekretaris mengelola proses notulensi rapat, sedangkan Anggota dapat melihat, mendengarkan, dan mengunduh hasil rapat yang telah disahkan.

a. Implementasi Basis Data

Implementasi basis data dilakukan berdasarkan rancangan ERD. *Database* berfungsi sebagai pusat penyimpanan data rapat, pengguna, file audio, hasil transkripsi, notulen, dan laporan. Sistem menggunakan MySQL yang terintegrasi dengan CodeIgniter 4 agar pengelolaan data dapat berjalan lebih terstruktur dan mendukung kebutuhan operasional sistem.

b. Halaman Login

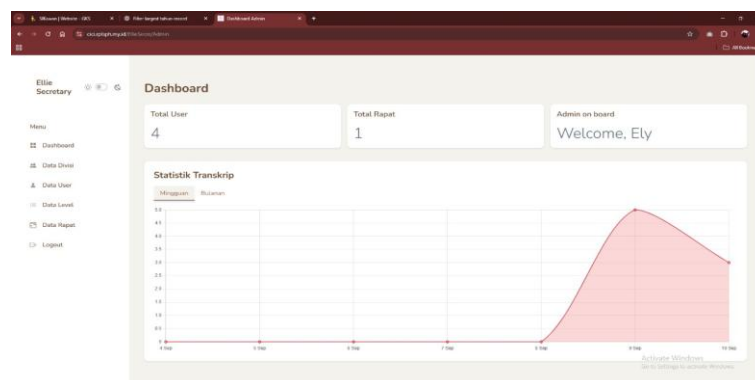
Halaman login digunakan untuk autentikasi pengguna berdasarkan *username* dan *password*. Setelah login berhasil, pengguna diarahkan ke *dashboard* sesuai level aksesnya, yaitu *Super Admin*, *Admin*, Sekretaris, atau Anggota. Validasi *login* diterapkan untuk menjaga keamanan sistem agar hanya pengguna yang memiliki izin yang dapat mengakses fitur tertentu.



Gambar 6. Halaman Login

c. Halaman Dashboard Admin

Dashboard merupakan halaman utama setelah pengguna berhasil login. Menu yang ditampilkan disesuaikan dengan hak akses masing-masing pengguna. *Super Admin* memiliki akses penuh terhadap sistem, *Admin* mengelola data dan aktivitas sistem, Sekretaris mengelola proses notulensi, sedangkan Anggota hanya dapat mengakses hasil rapat yang telah disahkan.



Gambar 7. Halaman Dashboard

d. Input Data Rapat

Fitur input data rapat digunakan oleh sekretaris untuk mencatat informasi awal rapat, seperti judul, tanggal, waktu, lokasi, peserta, agenda, dan keterangan pendukung. Data ini menjadi dasar proses dokumentasi agar seluruh informasi rapat tersimpan secara terpusat dan mudah ditelusuri kembali.

Gambar 8. Halaman Tambah Data Rapat

Data ini menjadi dasar dalam proses dokumentasi hasil rapat sehingga perlu diinput secara lengkap agar dokumentasi rapat dapat tersimpan dengan baik. Dengan adanya fitur ini, seluruh informasi rapat dapat tersimpan secara terpusat dan memudahkan proses pencarian kembali di kemudian hari.

e. Upload Audio (*Speech-to-Text*)

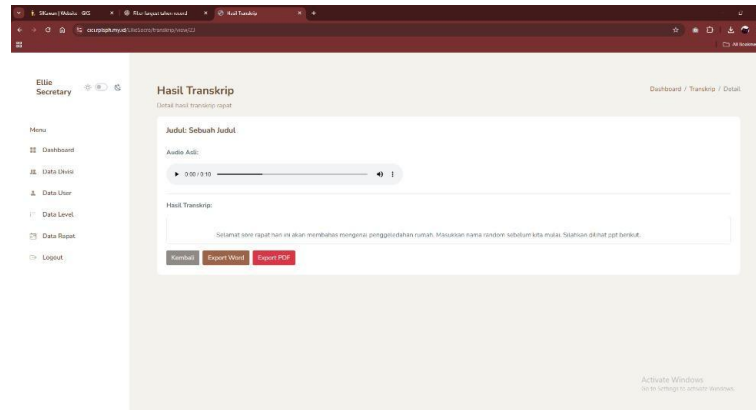
Fitur upload audio digunakan untuk mengunggah rekaman suara rapat dalam format WAV. File audio tersebut diproses menggunakan teknologi *Speech-to-Text* untuk menghasilkan draft awal notulen rapat. Hasil transkripsi tetap perlu ditinjau oleh sekretaris karena ketepatan *STT* dapat dipengaruhi oleh kualitas rekaman, kebisingan, pelafalan pembicara, dan penggunaan istilah tertentu. Oleh karena itu, akurasi transkripsi diuji secara khusus menggunakan *Word Error Rate (WER)*.

Gambar 9. Halaman Transkrip Hasil Rapat

f. Hasil Transkripsi

Setelah proses *Speech-to-Text* selesai, sistem menampilkan hasil transkripsi dalam bentuk teks. Sekretaris dapat memeriksa dan memperbaiki hasil transkripsi sebelum disimpan sebagai dokumen resmi rapat.

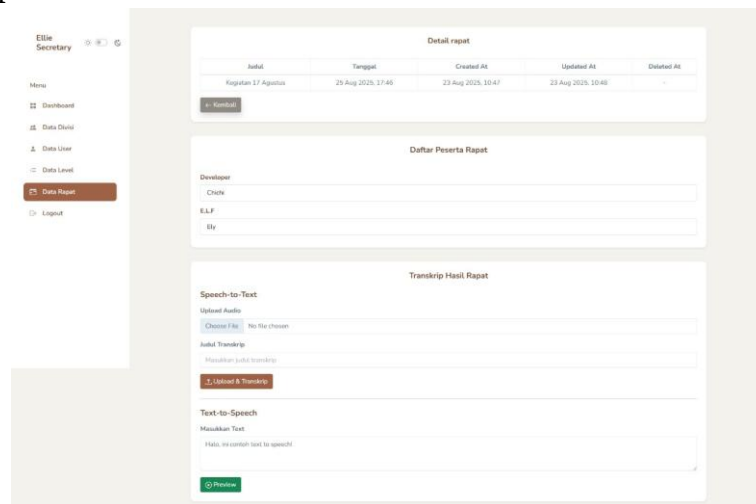
Smart Meeting Minutes System Berbasis Web Menggunakan *Speech-to-Text* dan *Text-to-Speech* dengan Framework CodeIgniter 4



Gambar 10. Halaman Hasil Transkrip

g. *Text-to-Speech* (TTS)

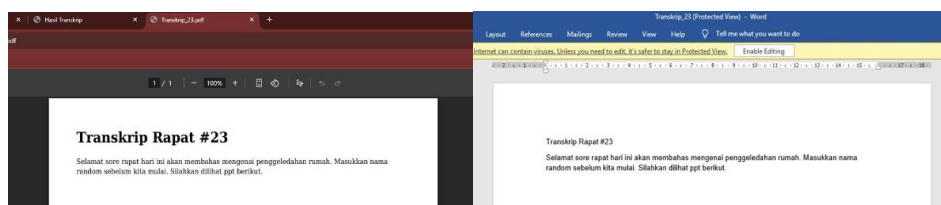
Fitur *Text-to-Speech* digunakan untuk mengubah teks notulen menjadi suara. Fitur ini membantu pengguna mengakses kembali hasil rapat dalam bentuk audio dan meningkatkan fleksibilitas penyampaian informasi.



Gambar 11. Halaman Detail Rapat

h. *Export Dokumen*

Fitur export dokumen digunakan untuk menghasilkan notulen rapat dalam format PDF dan Word. Fitur ini mendukung kebutuhan dokumentasi resmi karena hasil rapat dapat disimpan, dicetak, dan dibagikan sebagai arsip maupun bahan tindak lanjut rapat.



Gambar 12. Hasil *Export* PDF dan Word

3.3 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan seluruh fitur berjalan sesuai kebutuhan pengguna dan tujuan penelitian. Pengujian utama dilakukan menggunakan metode Black Box Testing, yaitu pengujian yang berfokus pada fungsi sistem tanpa melihat struktur kode program. Fitur yang diuji meliputi login, input data rapat, upload audio, proses *Speech-to-Text*, hasil

transkripsi, *Text-to-Speech*, ekspor dokumen, dan hak akses pengguna. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Black Box Testing

No	Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	Login Sistem	User memasukkan <i>username</i> dan <i>password</i> yang benar	Sistem menampilkan <i>dashboard</i> sesuai hak akses pengguna	Sistem berhasil menampilkan <i>dashboard</i> sesuai <i>level user</i>	Berhasil
2	Login Sistem	User memasukkan <i>username</i> atau <i>password</i> yang salah	Sistem menampilkan pesan <i>error</i> dan menolak akses <i>login</i>	Sistem menampilkan notifikasi kesalahan <i>login</i>	Berhasil
3	Input Data Rapat	Sekretaris mengisi seluruh data rapat dengan lengkap	Data rapat tersimpan ke <i>database</i>	Data berhasil tersimpan dan tampil pada daftar rapat	Berhasil
4	Upload Audio	Sekretaris mengunggah <i>file</i> audio rapat format WAV	Sistem menerima <i>file</i> dan memproses audio	<i>File</i> berhasil diunggah dan diproses	Berhasil
5	<i>Speech-to-Text (STT)</i>	Sistem memproses <i>file</i> audio menjadi teks	Sistem menghasilkan transkripsi notulen rapat	Hasil transkripsi berhasil ditampilkan	Berhasil
6	Edit Hasil Transkripsi	Sekretaris melakukan perbaikan pada hasil transkripsi	Perubahan tersimpan ke <i>database</i>	Data hasil edit berhasil tersimpan	Berhasil
7	<i>Text-to-Speech (TTS)</i>	User menjalankan fitur konversi teks ke suara	Sistem menghasilkan <i>output</i> suara dari teks notulen	Audio berhasil diputar sesuai teks notulen	Berhasil
8	Export PDF	User mengekspor hasil rapat ke format PDF	Sistem menghasilkan <i>file</i> PDF yang dapat diunduh	<i>File</i> PDF berhasil dibuat dan diunduh	Berhasil
9	Export Word	User mengekspor hasil rapat ke format Word	Sistem menghasilkan <i>file</i> Word yang dapat diunduh	<i>File</i> Word berhasil dibuat dan diunduh	Berhasil
10	Hak Akses User	User mencoba mengakses menu yang tidak sesuai hak akses	Sistem menolak akses dan membatasi menu	Akses berhasil dibatasi sesuai <i>role user</i>	Berhasil

Berdasarkan Tabel 1, seluruh fitur sistem menunjukkan status berhasil. Hal ini menunjukkan bahwa fitur autentikasi, pengelolaan data rapat, proses *Speech-to-Text*, pengeditan transkripsi, *Text-to-Speech*, ekspor dokumen, dan hak akses pengguna telah berjalan sesuai skenario pengujian. Selain pengujian fungsional, penelitian ini juga mengevaluasi manfaat sistem melalui indikator kecepatan penyusunan notulen, akurasi transkripsi, keamanan akses, dan kemudahan pengelolaan arsip. Evaluasi ini dilakukan agar manfaat sistem tidak hanya dinyatakan sebagai klaim konseptual, tetapi didukung oleh hasil pengujian yang terukur sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Indikator Manfaat Sistem Berdasarkan Hasil Pengujian

No	Aspek yang Dinilai	Indikator Pengujian	Sebelum Menggunakan Sistem	Sesudah Menggunakan Sistem	Hasil Evaluasi
1	Kecepatan penyusunan notulen	<i>Waktu penyusunan draft notulen</i>	± 60 menit untuk menyusun notulen secara manual dari catatan dan rekaman rapat	± 25 menit untuk menghasilkan draft awal melalui STT dan melakukan koreksi	Waktu penyusunan draft notulen berkurang sekitar 58,33%
2	Akurasi transkripsi	<i>Word Error Rate (WER)</i>	Tidak tersedia pengukuran otomatis karena pencatatan dilakukan manual	Rata-rata WER sebesar 11,63% dengan akurasi STT sebesar 88,37%	STT layak digunakan sebagai draft awal notulen dengan tetap memerlukan koreksi sekretaris

No	Aspek yang Dinilai	Indikator Pengujian	Sebelum Menggunakan Sistem	Sesudah Menggunakan Sistem	Hasil Evaluasi
3	Keamanan akses	Pengujian hak akses berdasarkan <i>role user</i>	Dokumen rapat berpotensi diakses atau dibagikan tanpa pembatasan sistem	Akses menu dan data dibatasi berdasarkan <i>Super Admin, Admin, Sekretaris, dan Anggota</i>	Sistem berhasil membatasi akses sesuai peran pengguna
4	Kemudahan akses arsip	Pencarian dan penyimpanan dokumen rapat	Arsip tersimpan terpisah dan pencarian dilakukan secara manual	<i>Data rapat, transkripsi, dan dokumen tersimpan dalam basis data sistem</i>	Arsip lebih mudah ditelusuri dan dikelola secara terpusat

Berdasarkan Tabel 2, sistem mampu mendukung dokumentasi rapat secara lebih terukur. Fitur *Speech-to-Text* membantu mempercepat penyusunan draft notulen, sedangkan pengukuran WER menunjukkan tingkat akurasi *STT* sebesar 88,37%. Dari sisi keamanan, sistem berhasil membatasi akses berdasarkan *role* pengguna. Selain itu, penyimpanan data dalam *database* membuat arsip rapat lebih mudah ditelusuri dan dikelola.

3.3.1 Pengujian Akurasi *Speech-to-Text*

Pengujian akurasi *Speech-to-Text* dilakukan untuk mengetahui ketepatan sistem dalam mengubah rekaman suara rapat menjadi teks notulen. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil transkripsi otomatis dari sistem terhadap transkripsi manual sebagai teks acuan. Indikator yang digunakan adalah *Word Error Rate (WER)*, yaitu ukuran tingkat kesalahan transkripsi berdasarkan *substitution*, *deletion*, dan *insertion*. Semakin kecil nilai *WER*, semakin baik kualitas transkripsi yang dihasilkan. Akurasi *STT* dihitung dari 100% dikurangi nilai *WER*.

Tabel 3. Pengukuran Akurasi

No	Sampel Audio	Jumlah Kata Acuan	<i>Substitution</i>	<i>Deletion</i>	<i>Insertion</i>	WER	Akurasi
1	Rapat 1	320	18	9	8	10,94%	89,06%
2	Rapat 2	415	27	13	10	12,05%	87,95%
3	Rapat 3	280	17	9	7	11,79%	88,21%
Rata-rata		338	20,67	10,33	8,33	11,63%	88,37%

Berdasarkan Tabel 3, fitur *Speech-to-Text* menghasilkan akurasi rata-rata sebesar 88,37% dengan *WER* sebesar 11,63%. Hasil ini menunjukkan bahwa *STT* cukup efektif digunakan sebagai alat bantu penyusunan draft awal notulen. Namun, hasil transkripsi tetap perlu diperiksa kembali karena kesalahan dapat terjadi akibat kualitas rekaman, kebisingan, pelafalan pembicara, atau penggunaan istilah tertentu.

3.3.2 Validasi Pengguna

Validasi pengguna dilakukan untuk mengetahui kesesuaian sistem dengan kebutuhan pengguna akhir. Validasi melibatkan 10 pengguna yang terdiri dari *admin*, sekretaris, dan anggota organisasi. Pengguna diminta mencoba fitur utama sistem, seperti login, input data rapat, upload audio, transkripsi, *Text-to-Speech*, ekspor dokumen, dan akses arsip rapat. Hasil validasi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Validasi Pengguna

No	Aspek Validasi	Temuan Pengguna	Implikasi terhadap Sistem
1	Kesesuaian kebutuhan	Fitur rapat, transkripsi, dan arsip sesuai dengan alur kerja organisasi	Sistem relevan dengan kebutuhan dokumentasi rapat
2	Kemudahan operasional	Pengguna dapat memahami menu utama setelah mencoba sistem	Antarmuka perlu dipertahankan sederhana dan konsisten

No	Aspek Validasi	Temuan Pengguna	Implikasi terhadap Sistem
3	Manfaat STT	STT membantu menghasilkan draft awal notulen rapat	Beban pencatatan manual sekretaris berkurang
4	Manfaat TTS	TTS membantu anggota mendengarkan kembali isi rapat	Aksesibilitas informasi meningkat
5	Dokumentasi dan arsip	Dokumen PDF dan Word memudahkan penyimpanan dan distribusi hasil rapat	Sistem mendukung administrasi rapat yang lebih formal

Berdasarkan Tabel 4, sistem dinilai sesuai dengan kebutuhan dokumentasi rapat. Fitur *STT* membantu penyusunan draft notulen, *TTS* mendukung akses informasi dalam bentuk audio, dan fitur ekspor dokumen membantu pengelolaan arsip rapat.

3.3.3 Evaluasi Usability

Evaluasi *usability* dilakukan untuk mengetahui tingkat kemudahan penggunaan sistem oleh pengguna akhir. Evaluasi ini menggunakan kuesioner skala Likert 1 sampai 5 dan mencakup aspek kemudahan penggunaan, kejelasan tampilan, kemudahan penggunaan fitur, serta manfaat sistem, sebagaimana indikator *usability* sering digunakan dalam evaluasi sistem informasi berbasis pengguna (Malik, 2021). Evaluasi ini menggunakan kuesioner skala Likert 1 sampai 5, dengan keterangan 1 berarti sangat tidak setuju, 2 tidak setuju, 3 cukup setuju, 4 setuju, dan 5 sangat setuju. Responden yang dilibatkan berjumlah 10 orang, terdiri dari *admin*, sekretaris, dan anggota organisasi yang telah mencoba sistem. Aspek yang dinilai meliputi kemudahan penggunaan menu, kejelasan tampilan dan navigasi, kemudahan penggunaan fitur *STT* dan *TTS*, kemudahan ekspor dokumen, serta manfaat sistem terhadap proses dokumentasi rapat.

Tabel 5. Evaluasi *Usability* Sistem

No	Aspek Usability	Skor Rata-rata	Persentase	Kategori
1	Kemudahan penggunaan menu	4,40	88%	Sangat Baik
2	Kejelasan tampilan dan navigasi	4,30	86%	Sangat Baik
3	Kemudahan penggunaan <i>STT</i> dan <i>TTS</i>	4,30	86%	Sangat Baik
4	Kemudahan ekspor dokumen	4,50	90%	Sangat Baik
5	Manfaat terhadap dokumentasi rapat	4,20	84%	Sangat Baik
	Rata-rata	4,34	86,8%	Sangat Baik

Berdasarkan Tabel 5, evaluasi *usability* memperoleh skor rata-rata 4,34 dari skala 5 atau setara 86,8% dengan kategori sangat baik. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mudah digunakan, memiliki tampilan yang cukup jelas, serta memberikan manfaat praktis dalam mendukung dokumentasi rapat.

3.4 Hasil

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Smart Meeting Minutes System* berbasis web berhasil diimplementasikan dan dievaluasi melalui pengujian fungsional, pengukuran indikator manfaat, validasi pengguna, pengukuran akurasi *Speech-to-Text*, dan evaluasi *usability*. Hasil Black Box Testing menunjukkan bahwa seluruh fitur utama, meliputi login, input data rapat, upload audio, proses *STT*, pengeditan hasil transkripsi, *TTS*, ekspor dokumen PDF dan Word, serta pengaturan hak akses pengguna, berjalan sesuai skenario pengujian tanpa ditemukan kesalahan fungsional.

Hasil evaluasi manfaat sistem menunjukkan bahwa sistem mampu mendukung dokumentasi rapat secara lebih terukur. Dari aspek kecepatan, waktu penyusunan draft notulen berkurang dari sekitar 60 menit menjadi 25 menit atau sekitar 58,33%. Dari aspek akurasi, pengujian terhadap tiga sampel audio rapat menghasilkan rata-rata WER sebesar 11,63% dengan tingkat akurasi *STT*

sebesar 88,37%. Dari aspek keamanan, sistem mampu membatasi akses menu dan data berdasarkan peran pengguna, sedangkan dari aspek kemudahan akses, data rapat, hasil transkripsi, dan dokumen notulen dapat dikelola secara terpusat dalam basis data.

Validasi pengguna dan evaluasi *usability* menunjukkan bahwa sistem sesuai dengan kebutuhan dokumentasi rapat pada lingkungan organisasi pendidikan. Skor *usability* rata-rata sebesar 4,34 dari skala 5 atau setara 86,8% menunjukkan bahwa sistem berada pada kategori sangat baik. Meskipun demikian, hasil transkripsi tetap perlu ditinjau oleh sekretaris karena akurasi *STT* dipengaruhi oleh kualitas rekaman suara, kebisingan, kejelasan pelafalan pembicara, dan penggunaan istilah tertentu.

Untuk memperjelas kontribusi penelitian, dilakukan perbandingan dengan penelitian Darwanto et al. (2021). Penelitian terdahulu berfokus pada konversi *voice-to-text*, sedangkan penelitian ini mengintegrasikan *STT*, *TTS*, pengelolaan hak akses multi-level, ekspor dokumen, validasi pengguna, pengukuran *WER*, dan evaluasi *usability*. Dengan demikian, kontribusi penelitian ini terletak pada pengembangan sistem notulensi digital yang lebih lengkap, terukur, dan adaptif untuk kebutuhan organisasi pendidikan.

Tabel 6. Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Saat Ini

No	Aspek Perbandingan	Penelitian Darwanto	Penelitian Saat Ini	Kontribusi Tambahan
1	Fokus sistem	Sistem informasi manajemen notulen berbasis konversi <i>voice-to-text</i>	<i>Smart Meeting Minutes System</i> berbasis web dengan integrasi <i>STT</i> dan <i>TTS</i>	Sistem tidak hanya mengubah suara menjadi teks, tetapi juga mendukung penyajian ulang informasi rapat dalam bentuk audio
2	Fitur transkripsi	Konversi suara menjadi teks	untuk menghasilkan draft awal notulen	Proses penyusunan notulen menjadi lebih cepat karena sekretaris memperoleh draft awal yang dapat diedit
3	Fitur aksesibilitas	Belum menekankan penyajian ulang notulen dalam bentuk audio	<i>Text-to-Speech</i> untuk mengubah teks notulen menjadi suara	Anggota dapat memahami kembali hasil rapat melalui audio, sehingga akses informasi lebih fleksibel
4	Pengelolaan pengguna	Tidak dijelaskan secara khusus pembagian hak akses <i>multi-level</i>	Hak akses dibagi menjadi <i>Super Admin</i> , <i>Admin</i> , Sekretaris, dan Anggota	Sistem lebih sesuai untuk struktur organisasi karena setiap pengguna memiliki kewenangan berbeda
5	Pengelolaan dokumen	Berfokus pada dokumentasi notulen	Ekspor notulen ke PDF dan Word	Dokumen rapat lebih mudah disimpan, dicetak, dan didistribusikan sebagai arsip resmi
6	Evaluasi sistem	Menekankan keberhasilan implementasi sistem	Black Box Testing, validasi pengguna, pengukuran akurasi <i>STT</i> menggunakan <i>WER</i> , dan evaluasi <i>usability</i>	Klaim manfaat sistem lebih terukur karena didukung pengujian fungsional, akurasi, dan <i>usability</i>
7	Konteks penggunaan	Dokumentasi rapat secara umum	Rapat Himpunan Mahasiswa dan organisasi siswa di sekolah	Sistem diuji pada lingkungan organisasi pendidikan sehingga relevan dengan kebutuhan administrasi akademik dan organisasi
8	Kontribusi ilmiah	Menunjukkan pemanfaatan <i>voice-to-text</i> dalam sistem notulen	Menunjukkan integrasi <i>STT</i> , <i>TTS</i> , hak akses multi-level, ekspor dokumen, serta evaluasi pengguna dalam satu platform	Memberikan model sistem notulensi digital yang lebih lengkap, terukur, dan adaptif untuk organisasi pendidikan

Berdasarkan Tabel 6, *novelty* penelitian ini terletak pada integrasi fitur, konteks penerapan, dan evaluasi sistem yang lebih komprehensif dibandingkan penelitian terdahulu. Sistem yang dikembangkan tidak hanya berfungsi sebagai alat konversi suara menjadi teks, tetapi juga sebagai platform pengelolaan dokumentasi rapat yang mendukung akses audio, pembatasan hak akses, ekspor dokumen, serta evaluasi berbasis pengguna dan akurasi transkripsi.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian, *Smart Meeting Minutes System* berbasis web menggunakan *framework* CodeIgniter 4 dengan fitur *Speech-to-Text (STT)* dan *Text-to-Speech (TTS)* berhasil dirancang dan diimplementasikan sesuai kebutuhan fungsional sistem. Hasil Black Box Testing menunjukkan bahwa seluruh fitur utama, meliputi autentikasi pengguna, pengelolaan data rapat, upload audio, proses transkripsi, pengeditan hasil transkripsi, konversi teks ke suara, ekspor dokumen PDF dan Word, serta pengaturan hak akses pengguna, berjalan sesuai skenario tanpa ditemukan kesalahan fungsional.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sistem mampu mendukung dokumentasi rapat secara lebih terukur. Waktu penyusunan draft notulen berkurang dari sekitar 60 menit menjadi 25 menit atau sekitar 58,33%. Pengujian terhadap tiga sampel audio rapat menghasilkan rata-rata *Word Error Rate (WER)* sebesar 11,63% dengan akurasi *STT* sebesar 88,37%. Validasi terhadap 10 pengguna menunjukkan bahwa sistem sesuai dengan kebutuhan dokumentasi rapat, sedangkan evaluasi *usability* memperoleh skor rata-rata 4,34 dari skala 5 atau 86,8% dengan kategori sangat baik.

Kontribusi penelitian ini terletak pada pengembangan sistem notulensi yang tidak hanya berfokus pada konversi suara menjadi teks, tetapi juga mengintegrasikan *STT*, *TTS*, hak akses multi-level, ekspor dokumen, validasi pengguna, pengukuran akurasi *STT*, dan evaluasi *usability* dalam satu platform berbasis web. Dengan demikian, sistem dinyatakan layak digunakan sebagai solusi digital untuk mendukung dokumentasi rapat yang lebih terstruktur, terukur, dan mudah diakses pada lingkungan organisasi pendidikan.

Meskipun demikian, sistem masih memiliki keterbatasan pada akurasi transkripsi yang dipengaruhi oleh kualitas rekaman suara, kebisingan, pelafalan pembicara, dan penggunaan istilah tertentu. Penelitian selanjutnya disarankan untuk meningkatkan akurasi pengenalan suara, mengintegrasikan *Natural Language Processing (NLP)* untuk peringkasan otomatis, memperluas jumlah *responden*, serta menguji performa sistem pada jumlah pengguna dan volume data yang lebih besar.

Daftar Pustaka

- Alshamaila, Y., Papagiannidis, S., & Li, F. (2013). Cloud computing adoption by SMEs in the north east of England. *Journal of Enterprise Information Management*, 26(3), 250–275. <https://doi.org/10.1108/17410391311325225>
- Andri Febriansyah, & Jufri. (2024). E-Modul Riset Operasi Materi Metode Simpleks Mahasiswa Pendidikan Teknologi Informasi (PTI) Universitas Rokania. *Jurnal MediaTIK*, 15–20. <https://doi.org/10.59562/mediatik.v7i2.2247>
- Darwanto, D., Saputra, N., & Wardana, A. K. (2021). Sistem Informasi Manajemen Notulen (E-RISALAH) Konversi Voice to Text. *Telematika*, 18(3), 267. <https://doi.org/10.31315/telematika.v18i3.5483>

- Ferraris, A., Santoro, G., & Dezi, L. (2017). How MNC's subsidiaries may improve their innovative performance? The role of external sources and knowledge management capabilities. *Journal of Knowledge Management*, 21(3), 540–552. <https://doi.org/10.1108/JKM-09-2016-0411>
- Imansyah, N., & Widiastuti, S. H. (2022). Sistem Kontrol dan Monitoring Penggunaan Air Berbasis IoT Menggunakan Modul ESP8266. *Jurnal Informasi Dan Teknologi*, 108–113. <https://doi.org/10.37034/jidt.v4i3.207>
- Kurniawan, E., Ss, Suyadi, D., & Karsono, R. (2012). Efektifitas Sistem Pembelajaran Blok Tri Wulan Pada Mata Pelajaran Produktif Program Keahlian Bangunan Smkn 1 Jakarta. *Jurnal PenSil Jurusan Teknik Sipil FT UNJ*, 1(2), 123–131.
- Lundqvist, S. (2022). The impact of usability on user satisfaction in information systems. *International Journal of Information Systems and Project Management*, 5(3), 45–64. <https://doi.org/10.12821/ijispm050303>
- Maharani, H., & Ulfa, M. (2022). Sistem Informasi Desa dalam Meningkatkan Pelayanan Publik Berbasis Web Mobile. *Jurnal Informasi Dan Teknologi*, 136–141. <https://doi.org/10.37034/jidt.v4i3.212>
- Malik, D. A. (2021). Analisis Usability Pada Krs-Online– Uin Syarif Hidayatullah Dengan Model Kepuasan Pengguna. *Jurnal SIKAP (Sistem Informasi, Keuangan, Auditing Dan Perpajakan)*, 5(1), 38–45. <https://doi.org/10.32897/jsikap.v5i1.266>
- Musta, R., & Erdisna, E. (2020). Perancangan Sistem Informasi Penjualan dan Pengendalian Stock Barang dengan Metode EOQ dan Reorder Point. *Jurnal Informasi Dan Teknologi*, 7–12. <https://doi.org/10.37034/jidt.v2i2.57>
- Nassif, A. B., Shahin, I., Attili, I., Azzeh, M., & Shaalan, K. (2019). Speech Recognition Using Deep Neural Networks: A Systematic Review. *IEEE Access*, 7, 19143–19165. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2896880>
- Petter, S., DeLone, W., & McLean, E. R. (2013). Information Systems Success: The Quest for the Independent Variables. *Journal of Management Information Systems*, 29(4), 7–62. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222290401>
- Ridwan, M., Arifin, Z., & Yulianto, Y. (2016). Rancang Bangun E-Voting Dengan Menggunakan Keamanan Algoritma Rivest Shamir Adleman (RSA) Berbasis Web (Studi Kasus : Pemilihan Ketua Bem Fmipa). *Informatika Mulawarman : Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 11(2), 22. <https://doi.org/10.30872/jim.v11i2.210>
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian dan Pengembangan (Research and Development)*. Alfabeta.
- Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Qi Dong, J., Fabian, N., & Haenlein, M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, 122, 889–901. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>
- Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118–144. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>
- Yani, T., Wahyuni, R., & Devis, Y. (2022). Evaluasi Sistem Informasi Logbook Menggunakan Model Human Organization Technology (HOT) Fit. *Jurnal Informasi Dan Teknologi*, 154–159. <https://doi.org/10.37034/jidt.v4i3.228>

- Yi, C., Jiang, Z. (Jack), Li, X., & Lu, X. (2019). Leveraging User-Generated Content for Product Promotion: The Effects of Firm-Highlighted Reviews. *Information Systems Research*, 30(3), 711–725. <https://doi.org/10.1287/isre.2018.0807>
- Zen, L. E., & Iswavigra, D. U. (2023). Penggunaan Algoritma Depth First Search Dalam Sistem Pakar: Studi Literatur. *Jurnal Informasi Dan Teknologi*, 5(2), 90–95. <https://doi.org/10.37034/jidt.v5i2.323>
- Zirwan, A. (2022). Pengujian dan Analisis Keamanan Website Menggunakan Acunetix Vulnerability Scanner. *Jurnal Informasi Dan Teknologi*, 70–75. <https://doi.org/10.37034/jidt.v4i1.190>