

ANALISIS KUALITAS WEBSITE E-SURAT DIGITAL MELALUI PROSES VERIFIKASI DAN VALIDASI : STUDI KASUS DPRD PROVINSI SUMATERA UTARA DENGAN PENDEKATAN GREY BOX TESTING

Fikri Abdi Azzaki G, Insan Taufik, Said Iskandar Al Idrus,
Zulfahmi Indra, Suvriadi Panggabean
Ilmu Komputer, Universitas Negeri Medan
Jalan Willem Iskandar Medan, Indonesia
fikriabdi24@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis kualitas website E-Surat Digital pada DPRD Provinsi Sumatera Utara melalui proses verifikasi dan validasi menggunakan pendekatan Grey Box Testing serta evaluasi berdasarkan standar ISO/IEC 25010. Permasalahan penelitian berfokus pada belum optimalnya pengujian sistem secara menyeluruh yang dapat menyebabkan ketidaksesuaian antara implementasi program dan kebutuhan sistem. Metode penelitian meliputi verifikasi kebutuhan, verifikasi desain, verifikasi kode, serta validasi pada modul login, dashboard, surat masuk, surat keluar, dan manajemen pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem memperoleh nilai functional suitability 100%, performance efficiency 100%, usability 98,21%, compatibility 100%, portability 100%, maintainability 75%, reliability 66,67%, dan security 60%. Hasil ini menunjukkan bahwa kualitas sistem secara umum berada pada kategori baik, namun masih diperlukan perbaikan pada aspek keamanan, keandalan, dan maintainability agar sistem lebih optimal untuk penggunaan jangka panjang.

Kata kunci : *Grey Box Testing, Verifikasi, Validasi, ISO 25010, E-Surat*

1. PENDAHULUAN

Transformasi digital pada instansi pemerintahan menjadi salah satu upaya penting untuk meningkatkan efektivitas, efisiensi, dan transparansi pelayanan publik. Salah satu bentuk implementasinya adalah pemanfaatan sistem berbasis web dalam mendukung proses administrasi, termasuk pengelolaan persuratan elektronik [1].

Pada lingkungan pemerintahan, sistem persuratan memiliki peran penting karena berkaitan langsung dengan proses penerimaan, pencatatan, distribusi, disposisi, dan pengarsipan dokumen.

DPRD Provinsi Sumatera Utara merupakan lembaga yang memiliki aktivitas administrasi persuratan yang cukup tinggi, meliputi pengelolaan surat masuk, surat keluar, disposisi, dan arsip surat. Apabila proses tersebut masih dilakukan secara konvensional, berbagai kendala dapat muncul, seperti keterlambatan distribusi informasi, kesulitan dalam pelacakan dokumen, risiko kehilangan arsip, serta tingginya kemungkinan kesalahan dalam pencatatan data. Oleh karena itu, penerapan website E-Surat Digital menjadi solusi yang relevan untuk mendukung pengelolaan administrasi persuratan yang lebih cepat, terstruktur, dan terdokumentasi dengan baik [2].

Sistem E-Surat Digital dirancang untuk Meskipun website E-Surat Digital telah diterapkan, kualitas sistem tetap perlu dikaji secara menyeluruh agar penggunaannya benar-benar sesuai dengan kebutuhan organisasi. Berdasarkan observasi awal, masih terdapat beberapa kendala, seperti belum optimalnya proses verifikasi dan validasi sistem, potensi ketidaksesuaian antara implementasi program

dengan spesifikasi yang dirancang, serta kemungkinan terjadinya kesalahan pada integrasi antar modul. Kondisi tersebut dapat memengaruhi kualitas layanan sistem dan menurunkan efektivitas penggunaan aplikasi dalam mendukung administrasi persuratan. [3].

Untuk memastikan kualitas sistem, diperlukan proses verifikasi dan validasi yang tepat. Verifikasi dilakukan untuk menilai kesesuaian sistem dengan kebutuhan, desain, dan kode program, sedangkan validasi dilakukan untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai kebutuhan pengguna. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah Grey Box Testing, yaitu metode pengujian yang menggabungkan sudut pandang pengguna dengan pengetahuan parsial terhadap struktur internal sistem. Metode ini dinilai mampu mendeteksi kesalahan fungsional sekaligus permasalahan integrasi antar modul secara lebih efektif [4], [5].

Selain itu, evaluasi kualitas sistem juga dilakukan menggunakan standar ISO/IEC 25010 agar penilaian terhadap kualitas website dapat dilakukan secara lebih komprehensif berdasarkan aspek functional suitability, performance efficiency, reliability, security, usability, compatibility, maintainability, dan portability [6].

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas website E-Surat Digital pada DPRD Provinsi Sumatera Utara melalui proses verifikasi dan validasi menggunakan pendekatan Grey Box Testing serta evaluasi kualitas sistem berdasarkan standar ISO/IEC 25010.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Dewan Perwakilan Rakyat Daerah (DPRD) Sumatera Utara

Dewan Perwakilan Rakyat Daerah (DPRD) Provinsi Sumatera Utara adalah lembaga legislatif di tingkat provinsi yang memiliki fungsi utama legislatif, anggaran, dan pengawasan terhadap jalannya pemerintahan daerah. DPRD Sumut dibentuk berdasarkan Undang-Undang Pemerintahan Daerah dan memiliki tugas untuk menyusun peraturan daerah (Perda), membahas dan menyetujui Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD), serta melakukan kontrol terhadap pelaksanaan kebijakan pemerintah provinsi [7].

2.2. E-Surat

E-Surat atau Electronic Surat adalah sistem pengelolaan surat berbasis digital yang digunakan untuk menggantikan proses surat-menyurat secara manual. Melalui sistem ini, pembuatan, pengiriman, penerimaan, hingga penyimpanan surat dilakukan secara elektronik tanpa menggunakan kertas. Tujuan utama e-Surat adalah meningkatkan efisiensi, kecepatan, dan transparansi dalam administrasi surat-menyurat di berbagai instansi. Dengan e-Surat, pengguna dapat membuat surat secara langsung di aplikasi, mengirimkannya ke penerima dengan cepat, serta memantau status surat seperti apakah sudah diterima, dibaca, atau disetujui [8].

2.3. Verifikasi dan Validasi

Dalam rekayasa perangkat lunak, verifikasi dan validasi (V&V) adalah dua kegiatan saling melengkapi yang berperan penting dalam menjamin mutu produk. Verifikasi menjawab pertanyaan “apakah produk dibuat dengan benar (built the product right)”, yakni mengevaluasi artefak pengembangan terhadap spesifikasi dan standar melalui teknik seperti review, inspection, analisis, serta unit dan integration testing. Validasi menjawab “apakah produk yang dibuat sudah sesuai kebutuhan pengguna (built the right product)”, yaitu memastikan sistem yang dikembangkan benar-benar memenuhi kebutuhan pengguna dan berfungsi baik dalam konteks operasional [9].

2.4. Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian perangkat lunak (*software testing*) merupakan proses untuk mengevaluasi dan memverifikasi bahwa suatu sistem telah memenuhi kebutuhan yang ditentukan serta bebas dari kesalahan. Pengujian bertujuan untuk menemukan bug, memastikan kualitas sistem, dan meningkatkan keandalan aplikasi sebelum digunakan oleh pengguna [10].

2.5. Grey Box Testing

Grey Box Testing adalah metode pengujian perangkat lunak yang menggabungkan pendekatan Black Box Testing dan White Box Testing. Penguji memiliki pengetahuan parsial terhadap struktur

internal sistem, namun pengujian tetap dilakukan dari perspektif pengguna. Metode ini efektif digunakan untuk:

- mengidentifikasi kesalahan integrasi antar modul
- menemukan bug tersembunyi
- meningkatkan kualitas pengujian secara menyeluruh [9]

2.6. Standar ISO/IEC 25010

Standar ISO/IEC 25010 digunakan untuk mengevaluasi kualitas perangkat lunak berdasarkan delapan karakteristik utama, yaitu

- functional suitability*
- performance efficiency*
- compatibility*
- usability*
- reliability*
- security*
- maintainability*
- portability*

Model ini banyak digunakan karena mampu memberikan gambaran menyeluruh terhadap kualitas sistem [6].

2.7. Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pengujian dan evaluasi kualitas perangkat lunak telah diterapkan pada berbagai jenis sistem informasi dengan pendekatan yang beragam. Setianti dan Wardhana melakukan evaluasi kualitas platform marketplace BUMDesa menggunakan metode *grey-box testing* berbasis standar ISO/IEC 9126. Pengujian dilakukan pada tiga platform, yaitu website, aplikasi mobile Android, dan API. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aspek *functionality* memperoleh nilai 73%, *reliability* 86%, *efficiency* 100%, *maintainability* 62%, dan *portability* 100%. Temuan tersebut menunjukkan bahwa *grey-box testing* mampu memberikan gambaran kualitas perangkat lunak secara cukup menyeluruh, terutama pada sistem yang berjalan pada lebih dari satu platform [11].

Penelitian lain dilakukan oleh Sari, Wijaya, dan Muliawan yang mengevaluasi efektivitas pengujian sistem informasi kubikasi barang di PT XYZ menggunakan kombinasi *black box testing* dan *white box testing* dengan teknik *equivalence partitioning*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem berfungsi sesuai spesifikasi, tidak ditemukan kesalahan logika, dan kombinasi kedua metode tersebut efektif dalam mengidentifikasi kekurangan sistem. Selain itu, sistem yang dikembangkan dinilai mampu meningkatkan akurasi dan efisiensi operasional gudang. Penelitian ini menegaskan bahwa penggabungan pengujian fungsional dan struktural dapat memberikan hasil evaluasi yang lebih kuat terhadap kualitas sistem informasi [12].

Selanjutnya, Halil dan Mansur meneliti analisis dan perbaikan keamanan sistem informasi web agribisnis menggunakan pendekatan *grey-box* dan *white-box testing*. Pengujian dilakukan dengan

mengacu pada OWASP Web Security Testing Guide (WSTG) v4.2 dan OWASP Risk Rating Methodology. Hasil penelitian menunjukkan adanya sejumlah kerentanan penting, seperti *SQL Injection*, *session hijacking*, *brute force login*, dan *security misconfiguration*. Setelah dilakukan proses perbaikan dan *retesting*, seluruh kerentanan yang ditemukan berhasil diturunkan ke tingkat risiko rendah. Penelitian tersebut memperlihatkan bahwa pengujian tidak hanya berfungsi untuk menemukan kelemahan sistem, tetapi juga dapat digunakan untuk menilai efektivitas perbaikan yang diterapkan [13].

Berdasarkan ketiga penelitian tersebut, dapat dipahami bahwa studi terdahulu telah membahas evaluasi kualitas perangkat lunak melalui *grey-box testing*, efektivitas pengujian menggunakan kombinasi *black box* dan *white box testing*, serta analisis keamanan sistem berbasis web. Meskipun demikian, belum ditemukan penelitian yang secara khusus mengkaji kualitas website E-Surat Digital pada instansi pemerintahan melalui tahapan verifikasi kebutuhan, verifikasi desain, dan verifikasi kode, kemudian dilanjutkan dengan validasi menggunakan *Grey Box Testing* serta evaluasi kualitas sistem berdasarkan ISO/IEC 25010. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengisi celah tersebut dengan mengambil objek website E-Surat Digital pada DPRD Provinsi Sumatera Utara.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada website E-Surat DPRD Provinsi Sumatera Utara.

Tahapan penelitian meliputi:

- Identifikasi permasalahan sistem
- Studi literatur
- Pengumpulan data dan dokumentasi sistem
- Verifikasi kebutuhan, desain, dan kode
- Pengujian Grey Box Testing
- Evaluasi kualitas sistem menggunakan ISO/IEC 25010
- Analisis hasil dan penyusunan rekomendasi

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan tujuan untuk mengevaluasi kualitas sistem E-Surat DPRD Provinsi Sumatera Utara. Proses penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu verifikasi, validasi, dan evaluasi kualitas sistem.

Tahap verifikasi sistem yang meliputi verifikasi kebutuhan, desain, dan kode program. Verifikasi kebutuhan dilakukan untuk memastikan bahwa spesifikasi sistem telah memenuhi kriteria yang jelas, konsisten, dan dapat diuji. Verifikasi desain bertujuan untuk memastikan kesesuaian antara kebutuhan sistem dengan struktur database yang digunakan. Sedangkan verifikasi kode dilakukan melalui inspeksi terhadap implementasi program untuk mengidentifikasi kesalahan pada logika, validasi input, dan keamanan sistem.

Tahap validasi sistem menggunakan metode Grey Box Testing. Metode ini merupakan kombinasi antara black box testing dan white box testing, di mana

pengujian dilakukan dengan mengetahui sebagian struktur internal sistem. Pengujian dilakukan pada modul utama sistem seperti login, surat masuk, surat keluar, disposisi, serta pencarian dan arsip surat. Teknik yang digunakan dalam pengujian ini meliputi matrix testing, regression testing, dan orthogonal array testing untuk memastikan sistem berjalan sesuai dengan fungsinya serta mampu mendeteksi kesalahan integrasi antar modul.

Tahap evaluasi kualitas sistem menggunakan standar ISO/IEC 25010. Evaluasi dilakukan terhadap delapan karakteristik kualitas perangkat lunak, yaitu functional suitability, performance efficiency, compatibility, usability, reliability, security, maintainability, dan portability. Setiap aspek diukur berdasarkan indikator yang telah ditentukan, kemudian dihitung tingkat pencapaiannya dalam bentuk persentase.

$$\% \text{Kualitas} = \frac{\text{Indikator Terpenuhi}}{\text{Total Indikator}} \times 100\% \quad (1)$$

Hasil perhitungan tersebut digunakan untuk menentukan kategori kualitas sistem berdasarkan nilai persentase yang diperoleh. Dengan metode ini, diharapkan dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai kualitas sistem serta mengidentifikasi aspek yang masih perlu ditingkatkan.

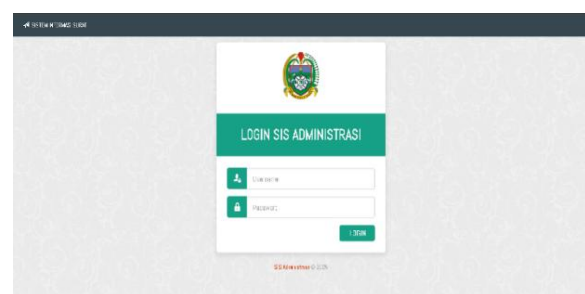
Pengujian difokuskan pada modul utama sistem, yaitu login, dashboard, surat masuk, surat keluar, dan manajemen pengguna.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem E-Surat DPRD Provinsi Sumatera Utara dilakukan menggunakan pendekatan *Grey Box Testing* yang menggabungkan teknik *black box* dan *white box testing*. Pengujian difokuskan pada modul utama sistem yaitu login, surat masuk, surat keluar, disposisi, serta pencarian dan arsip surat.

4.1. Pengujian Modul Login

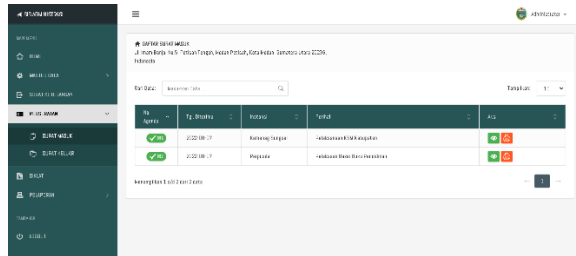
Pengujian pada modul login dilakukan untuk memastikan bahwa sistem mampu memvalidasi username dan password dengan benar. Skenario pengujian mencakup input data valid, data tidak valid, kolom kosong, serta pengujian session pengguna. Hasil menunjukkan bahwa proses autentikasi berjalan baik, namun ditemukan kebutuhan peningkatan pada mekanisme pembatasan percobaan login.



Gambar 1. Halaman login

4.2. Pengujian Modul Surat Masuk

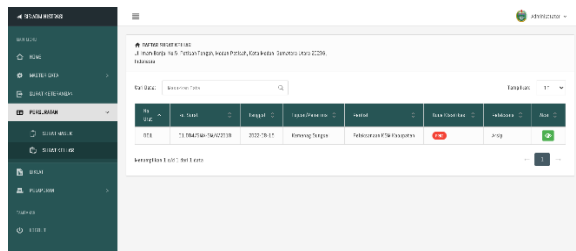
Pada modul surat masuk, pengujian dilakukan terhadap proses input data surat, unggah dokumen, disposisi, dan pencarian surat. Sistem menunjukkan hasil yang baik pada proses penyimpanan data, namun pada beberapa kondisi ditemukan keterlambatan saat memuat data dalam jumlah besar.



Gambar 2. Menu surat masuk

4.3. Pengujian Modul Surat Keluar

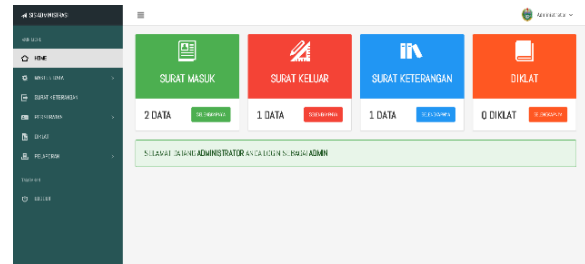
Pengujian pada modul surat keluar meliputi pembuatan surat, validasi nomor surat, penyimpanan arsip digital, dan proses distribusi surat. Seluruh fungsi utama berhasil berjalan sesuai kebutuhan pengguna.



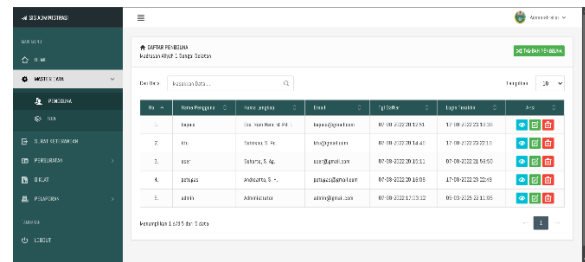
Gambar 3. Menu surat keluar

4.4. Pengujian Dashboard dan Pengguna

Dashboard diuji untuk memastikan akurasi informasi statistik surat dan aktivitas pengguna. Selain itu, modul manajemen pengguna diuji untuk penambahan, perubahan, dan penghapusan akun.



Gambar 4. Dashboard



Gambar 5. Menu pengguna

Berdasarkan hasil pengujian, seluruh fungsi utama sistem telah berjalan sesuai dengan kebutuhan fungsional. Tidak ditemukan kesalahan kritis (*critical error*) yang menyebabkan sistem gagal berjalan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat kesesuaian fungsi yang sangat baik dan siap digunakan dalam mendukung proses administrasi persuratan.

Tabel 1. Alat ukur kualitas sistem

Aspek Penilaian	Indikator Operasional	Skala	Keterangan
Kejelasan (<i>clarity</i>)	Requirement ditulis dengan kalimat spesifik dan tidak menggunakan istilah umum tanpa definisi operasional	1 / 0	1 = memenuhi, 0 = tidak memenuhi
Tidak ambigu (<i>unambiguous</i>)	Requirement hanya memiliki satu makna dan tidak menimbulkan tafsir ganda	1 / 0	1 = memenuhi, 0 = tidak memenuhi
Kelengkapan (<i>completeness</i>)	Requirement memuat aktor, aksi, objek, dan batasan penting secara eksplisit	1 / 0	1 = memenuhi, 0 = tidak memenuhi
Konsistensi (<i>consistency</i>)	Requirement tidak bertentangan dengan requirement lain	1 / 0	1 = memenuhi, 0 = tidak memenuhi
Dapat diuji (<i>testability</i>)	Requirement dapat diverifikasi melalui skenario pengujian sistem	1 / 0	1 = memenuhi, 0 = tidak memenuhi
Kelayakan implementasi (<i>feasibility</i>)	Requirement dapat direalisasikan dalam ruang lingkup sistem yang dibangun	1 / 0	1 = memenuhi, 0 = tidak memenuhi

Hasil verifikasi menunjukkan bahwa sebagian besar kebutuhan sistem telah memenuhi kriteria kualitas seperti kejelasan, konsistensi, dan keterujian. Namun, terdapat beberapa kebutuhan yang awalnya masih bersifat umum sehingga perlu dilakukan revisi agar lebih spesifik dan terukur.

Perbaikan dilakukan pada beberapa requirement seperti:

- penambahan metadata wajib pada surat masuk
- pembatasan ukuran file maksimal 10MB
- kejelasan alur disposisi surat

Perbaikan ini meningkatkan kualitas requirement sehingga lebih mudah diimplementasikan dan diuji.

Verifikasi desain menunjukkan bahwa seluruh kebutuhan sistem telah diakomodasi dengan baik dalam struktur database. Setiap modul memiliki keterkaitan yang jelas dengan tabel yang digunakan, sehingga tidak ditemukan inkonsistensi antara kebutuhan sistem dan desain basis data. Hal ini menunjukkan bahwa proses perancangan sistem telah dilakukan secara sistematis dan mampu mendukung implementasi sistem secara optimal.

Hasil verifikasi kode menunjukkan bahwa sistem telah berjalan dengan baik, namun masih terdapat beberapa aspek yang perlu ditingkatkan, terutama pada sisi keamanan dan pengelolaan data. Beberapa permasalahan yang ditemukan antara lain:

- validasi input yang belum sepenuhnya membatasi data tidak valid
- pengelolaan sesi pengguna yang belum optimal
- penggunaan query database yang masih berpotensi terhadap serangan injeksi

Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun sistem telah berfungsi dengan baik, masih diperlukan peningkatan kualitas kode untuk menjamin keamanan dan keandalan sistem.

Evaluasi kualitas sistem dilakukan berdasarkan standar ISO/IEC 25010 dengan menghitung persentase indikator yang terpenuhi pada setiap aspek.

Tabel 1. Hasil pengujian

Aspek	Persentase
<i>Functional Suitability</i>	100%
<i>Performance Efficiency</i>	100%
<i>Reability</i>	66,67%
<i>Security</i>	60%
<i>Usability</i>	98,21%
<i>Compatibily</i>	100%
<i>Maintainability</i>	75%
<i>Portability</i>	100%

Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat bahwa sebagian besar aspek kualitas berada pada kategori sangat baik, terutama pada functional suitability, performance efficiency, compatibility, dan portability.

Nilai functional suitability sebesar 100% menunjukkan bahwa seluruh fitur utama sistem telah berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Hal ini menandakan bahwa sistem mampu memenuhi fungsi utama yang diharapkan, seperti pengelolaan surat masuk dan keluar, serta proses disposisi.

Nilai usability sebesar 98,21% menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat kemudahan penggunaan yang sangat tinggi. Antarmuka sistem dirancang dengan navigasi yang jelas sehingga pengguna dapat dengan mudah memahami alur penggunaan sistem tanpa memerlukan pelatihan khusus.

Nilai reliability sebesar 66,67% menunjukkan bahwa sistem cukup stabil, namun masih terdapat potensi terjadinya kesalahan pada kondisi tertentu. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh belum optimalnya

penanganan error dan pengujian pada kondisi ekstrem (*edge case*).

Nilai security sebesar 60% menunjukkan bahwa sistem masih memiliki kelemahan pada aspek keamanan. Permasalahan utama terletak pada validasi input yang belum sepenuhnya aman serta pengelolaan sesi pengguna yang belum optimal. Permasalahan utama terletak pada:

- pengelolaan sesi pengguna
- validasi input
- potensi kerentanan terhadap serangan eksternal

Kondisi ini berpotensi menimbulkan risiko keamanan seperti akses tidak sah atau manipulasi data. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan keamanan melalui penerapan teknik validasi yang lebih ketat serta penggunaan mekanisme keamanan tambahan.

Nilai maintainability sebesar 75% menunjukkan bahwa sistem cukup mudah untuk dikembangkan dan dipelihara. Namun, masih diperlukan perbaikan pada struktur kode dan dokumentasi agar proses pengembangan di masa mendatang dapat dilakukan dengan lebih efisien.

Penerapan metode *Grey Box Testing* terbukti efektif dalam mengidentifikasi kesalahan sistem, baik dari sisi fungsional maupun struktur internal. Metode ini mampu mendeteksi bug yang tidak dapat ditemukan jika hanya menggunakan satu jenis pengujian saja. Selain itu, hasil *Grey Box Testing* menunjukkan adanya beberapa kendala pada proses integrasi data antar modul, terutama pada alur pengelolaan surat masuk dan surat keluar.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa website E-Surat Digital pada DPRD Provinsi Sumatera Utara memiliki kualitas sistem yang baik berdasarkan hasil verifikasi, validasi, dan evaluasi menggunakan standar ISO/IEC 25010. Penerapan metode *Grey Box Testing* terbukti efektif dalam mengevaluasi kesesuaian fungsi sistem serta integrasi antar modul. Seluruh fitur utama sistem telah berjalan sesuai kebutuhan operasional dan mampu mendukung proses administrasi persuratan secara digital dengan lebih efektif. Meskipun demikian, masih diperlukan beberapa pengembangan lebih lanjut, khususnya pada aspek reliability, security, dan maintainability agar kualitas sistem dapat menjadi lebih optimal dan mendukung penggunaan jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Rifa'i, E. Yuhandra, H. Faturahman and N. T. Nurcahyati, "Optimaslisasi Fungsi Pengawasan DPRD Kabupaten Kuningan dalam Mewujudkan Pemerintahan Yang Baik (Good Governance0," *Jurnal Hukum Mimbar Justitica*, vol. 2, no. 10, pp. 306-323, 2024.
- [2] Nursela, "Kualitas Pengelolaan surat masuk dan Surat Keluar Pada Bagian Organisasi Sekretarian

- Daerah Kabupaten Pati," in Doctoral dissertation, Universitas Islam Sultan Agung, 2023.
- [3] T. Lubis, R. A. Putri, R. Sayla, F. H. Siregar, M. Y. Ardiansyah and T. Darmansah, "Tantangan dan Peluang Penerapan Manajemen Persuratan Berbasis Digital," *Ebisnis Manajemen*, vol. 3, no. 2, pp. 109-116, 2025.
- [4] K. M. Abdillah, Suparto and Perdanakusuma, "Analisis Kualitas Website XYZ.com menggunakan Model ISO/IEC 25010 Product Quality," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 8, no. 1, pp. 41-50, 2024.
- [5] Arifandi, R. N. Z. Simamora, G. A. Janitra, M. A. Yaqin and M. M. Huda, "Survei Teknik-Teknik Pengujian Software Menggunakan Metode Systematic Literatur Riview," *ILKOMNIKA*, vol. 4, no. 2, pp. 297-315, 2022.
- [6] R. V. Rochim, A. Alam, R. Rizal and R. Reza, "Pengukuran Kinerja Progressive Web Application (PWA) menggunakan GTMetrix, Lighthouse, dan Chrome DevTools," *Innovation in Research of Informatics*, vol. 5, no. 1, pp. 36-43, 2023.
- [7] M. Arifin, "Perancangan Sistem Informasi E-Surat pada Dinas Penanaman Modal Pelayanan Terpadu Satu Pintu dan Ketenagakerjaan Berbasis Web," *TAMIKA*, vol. 4, no. 2, pp. 203-209, 2024.
- [8] N. K. D. Yuliani, "Implementasi Aplikasi E-Letter pada Prosedur Surat Masuk dan Surat Keluar di PT Gapura Angkasa Cabang Denpasar," *Politeknik Negeri Bali*, 2024.
- [9] T. Ardan and D. F. Zahra, "Dokumentasi Software Testing berstandar TEEE 829-2008 Untuk Learning management System Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Subang," *Jurnal Multimedia*, vol. 2, no. 6, pp. 181-193, 2020.
- [10] Nifratama, T. Suratno and D. Arsa, "Analisis dan Evaluasi Pengujian PADA Penerapan Metode Prototype dalam Software Engineering," *Jurnal Ilmiah Media Sisfo*, vol. 1, no. 4, pp. 42-52, 2024.
- [11] Dinda Maylan Setianti, Ariq Cahya Wardhana, "Evaluasi Kualitas Platform Marketplace BUMDesa Menggunakan Metode Grey-Box Testing berbasis Standar ISO/IEC 9126," *Bulletin Of Computer Science Research*, vol. 6, no. 1, pp. 204-212, 2025.
- [12] Nita Winda Sari, Santo Wijaya, Nandan Muliawan, "Evaluasi Efektifitas Pengujian Sistem Informasi Kubikasi Barang Dengan Metode Black Box Dan White Box Testing Di PT XYZ," *Jurnal Inkofar*, vol. 9, no. 1, pp. 223-234, 2025.
- [13] M. Isma Halil, Mansur, "Analisis dan Perbaikan Keamanan Sistem Informasi Web," *Sistemasi: Jurnal Sistem Informasi*, vol. 15, no. 2, pp. 628-642, 2026.