



Evaluasi *Usability* Sistem *E-Voting* Menggunakan *System Usability Scale* Pasca Perancangan Ulang Antarmuka

David Sam Limbong^{1*}, Hermawan Setiawan², Satria Tegar Bimantara³, Reza Ardiansyah Yudhanegara⁴

^{1,2,3}Program Studi Rekayasa Kriptografi, Politeknik Siber dan Sandi Negara, Indonesia

⁴Kementerian Pertanian Republik Indonesia, Indonesia

Email: davidsla18.gg@gmail.com^{1*}, hermawan.setiawan@poltekssn.ac.id², tbimantara04@gmail.com³, reza.ardiansyah@pertanian.go.id⁴

Penulis Korespondensi: davidsla18.gg@gmail.com*

Abstract. Although cryptographic security is often the main concern in e-voting system development, practical implementation failures are frequently associated with poor user interfaces that increase cognitive load and voting errors. This study evaluates the effectiveness of User-Centered Design (UCD) interventions in improving usability and voter confidence in an e-voting system. A one-group pretest-posttest design was applied to 36 respondents representing novice voters. Usability was measured using the System Usability Scale (SUS) before and after the interface redesign. The intervention focused on visual hierarchy, navigation consistency, status visibility, and error prevention. The results show a statistically significant improvement, with the mean SUS score increasing from 69.10 in the marginal category to 95.76 in the excellent category. The paired sample t-test produced $t(35) = -7.3441$ with $p < 0.0001$, while Cohen's d reached 1.2130, indicating a large practical effect. The standard deviation also decreased from 21.98 to 3.09, demonstrating a more consistent user experience. These findings indicate that interface optimization is essential for strengthening accessibility, voting accuracy, and user trust in digital democracy systems.

Keywords: E-Voting; Human-Computer Interaction; System Usability Scale; Usability Testing; User-Centered Design.

Abstrak. Walaupun keamanan kriptografi sering menjadi perhatian utama dalam pengembangan sistem e-voting, kegagalan implementasi di lapangan kerap berkaitan dengan kualitas antarmuka pengguna yang rendah sehingga memicu beban kognitif dan kesalahan pemungutan suara. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas intervensi User-Centered Design (UCD) dalam meningkatkan usability dan kepercayaan pemilih pada sistem e-voting. Penelitian menggunakan desain one-group pretest-posttest dengan melibatkan 36 responden yang merepresentasikan pemilih pemula. Pengukuran usability dilakukan menggunakan System Usability Scale (SUS) sebelum dan sesudah perancangan ulang antarmuka. Intervensi difokuskan pada hierarki visual, konsistensi navigasi, visibilitas status, serta pencegahan kesalahan. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan yang signifikan, dengan skor rata-rata SUS naik dari 69,10 dalam kategori marginal menjadi 95,76 dalam kategori excellent. Uji paired sample t-test menghasilkan $t(35) = -7,3441$ dengan $p < 0,0001$, sedangkan nilai Cohen's d sebesar 1,2130 menunjukkan efek praktis yang besar. Simpangan baku juga menurun dari 21,98 menjadi 3,09, yang menandakan pengalaman pengguna lebih konsisten. Temuan ini menunjukkan bahwa optimasi antarmuka merupakan elemen penting dalam memperkuat aksesibilitas, akurasi pemungutan suara, dan kepercayaan pengguna pada sistem demokrasi digital.

Kata kunci: Desain Berpusat Pengguna.; Interaksi Manusia-Komputer; Pemungutan Suara Elektronik; Pengujian Kegunaan; Skala Kegunaan Sistem.

1. LATAR BELAKANG

Perkembangan transformasi digital telah mendorong pemanfaatan sistem elektronik dalam berbagai proses layanan publik, termasuk penyelenggaraan demokrasi. Salah satu bentuk penerapan tersebut adalah sistem pemungutan suara elektronik atau e-voting, yang dipandang sebagai alternatif strategis terhadap metode berbasis kertas karena mampu

meningkatkan efisiensi, transparansi, dan kecepatan tabulasi suara (ALVAREZ & HALL, 2008). Dalam konteks pemerintahan digital, e-voting tidak hanya merepresentasikan inovasi teknis, tetapi juga menjadi instrumen yang menuntut keandalan interaksi antara manusia dan sistem.

Meskipun demikian, keberhasilan penerapan e-voting tidak cukup ditentukan oleh keamanan kriptografi, integritas data, atau ketahanan jaringan. Keamanan teknis tidak memiliki nilai praktis apabila pengguna akhir, yaitu pemilih, tidak dapat mengoperasikan sistem secara tepat. Beberapa kasus internasional memperlihatkan bahwa persoalan transparansi visual, arsitektur sistem yang kompleks, serta desain antarmuka yang membingungkan dapat menurunkan kepercayaan publik dan meningkatkan risiko kesalahan memilih (Herrnson et al., 2008; Krimmer et al., 2017; Springall et al., 2014). Oleh karena itu, usability menjadi aspek kritis yang harus dipertimbangkan secara serius dalam perancangan sistem e-voting.

Penelitian terdahulu telah mengidentifikasi berbagai kendala *usability* pada sistem pemungutan suara elektronik. (Acemyan et al., 2014), misalnya, menemukan adanya frustrasi pengguna akibat navigasi yang tidak jelas dan tata letak informasi yang kurang logis pada sistem Helios. Visual yang tidak memadai dapat menimbulkan kebingungan pada pemilih pemula. Namun, sebagian besar penelitian tersebut berhenti pada tahap evaluasi dan identifikasi masalah, tanpa melanjutkan proses menuju intervensi teknis dan pengujian ulang secara empiris.

Literatur mengenai sistem pemungutan suara yang dapat diverifikasi juga menunjukkan bahwa transparansi teknis belum otomatis dipahami pemilih. Helios, misalnya, memperkenalkan model open-audit yang memungkinkan proses pemilihan diaudit, tetapi keberhasilan model seperti ini tetap bergantung pada cara antarmuka menjelaskan langkah verifikasi kepada pengguna (Adida, 2008; Benaloh, 2006). Studi lanjutan tentang verifiable e-voting menegaskan bahwa mekanisme seperti verifikasi cast-as-intended dapat menambah beban apabila pengguna tidak memahami tujuan dan konsekuensi tindakannya (Marky et al., 2018).

Kesenjangan tersebut menjadi dasar penting bagi penelitian ini. Penelitian tidak hanya melakukan pengukuran awal terhadap tingkat *usability* sistem, tetapi juga menerapkan siklus perbaikan antarmuka berbasis *User-Centered Design* (UCD). Perancangan ulang dilakukan secara fungsional pada sistem berbasis web, kemudian diuji kembali menggunakan *System Usability Scale* (SUS) untuk mengetahui besarnya perubahan yang terjadi setelah intervensi.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengukur perbedaan skor *usability* sistem e-voting sebelum dan sesudah perancangan ulang antarmuka, membuktikan signifikansi statistik dari peningkatan tersebut, serta mengidentifikasi elemen antarmuka yang paling berkontribusi terhadap penurunan beban kognitif dan peningkatan kepercayaan pengguna. Temuan penelitian diharapkan dapat menjadi rujukan empiris bagi pengembang sistem *e-government* dalam membangun antarmuka yang lebih inklusif, jelas, dan dapat dipercaya.

2. KAJIAN TEORITIS

***Usability* dalam Konteks Demokrasi Digital**

Usability mengacu pada sejauh mana suatu sistem dapat digunakan oleh pengguna tertentu untuk mencapai tujuan tertentu secara efektif, efisien, dan memuaskan dalam konteks penggunaan tertentu (ISO 9241-11, 2018). Dalam sistem e-voting, konsep ini memiliki konsekuensi yang lebih berat dibandingkan aplikasi digital umum karena kesalahan interaksi dapat memengaruhi hak suara dan persepsi publik terhadap keadilan proses demokrasi.

Sistem e-voting ideal harus dapat dioperasikan oleh pemilih dari beragam karakteristik. Karena itu, antarmuka perlu menampilkan instruksi yang jelas, jalur navigasi yang mudah diprediksi, dan status sistem yang selalu terlihat. Antarmuka yang tidak memenuhi prinsip tersebut berpotensi meningkatkan beban kognitif, membuat pengguna ragu, serta memperbesar risiko voting error atau kegagalan pengiriman suara (Everett et al., 2008).

Prinsip ini juga diperkuat oleh kajian *usability* metode pemungutan suara yang menunjukkan bahwa efektivitas, efisiensi, dan kepuasan perlu diperlakukan sebagai indikator yang saling melengkapi (Greene et al., 2004). Pada sistem berbasis web, standar aksesibilitas seperti WCAG 2.2 perlu dipertimbangkan karena pemilih dapat memiliki keterbatasan visual, motorik, kognitif, atau literasi digital yang berbeda (Lazar et al., 2015; W3C, 2024).

Kerangka *User-Centered Design* (UCD)

User-Centered Design (UCD) merupakan paradigma pengembangan sistem interaktif yang menempatkan pengguna, tugas, dan lingkungan penggunaan sebagai dasar utama proses perancangan (Don Norman, 2013). Pendekatan ini sejalan dengan ISO 9241-210 yang menekankan keterlibatan pengguna secara aktif sepanjang siklus desain untuk memastikan bahwa solusi yang dikembangkan benar-benar sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik pengguna (ISO 9241-11, 2018).

Dalam konteks e-voting, UCD berfungsi untuk menekan beban kognitif pemilih. Beban kognitif yang tinggi dapat muncul ketika sistem menampilkan informasi terlalu padat,

menyembunyikan fungsi utama, atau menggunakan alur navigasi yang tidak konsisten (Hassenzahl & Tractinsky, 2006). Melalui UCD, sistem dapat dirancang dengan tata letak yang lebih bersih, alur linear, umpan balik visual yang jelas, serta mekanisme pencegahan kesalahan sebelum suara dikirimkan.

Secara operasional, intervensi UCD dalam penelitian ini juga dapat dibaca melalui prinsip evaluasi heuristik, terutama konsistensi, visibilitas status sistem, pencegahan kesalahan, dan kesesuaian antara sistem dengan model mental pengguna (Nielsen & Molich, 1990). Prinsip desain antarmuka modern menekankan bahwa pengguna harus mampu memprediksi tindakan berikutnya, melihat umpan balik secara cepat, serta memahami konsekuensi dari setiap aksi kritis (Shneiderman, 2016).

Rujukan ISO 9241-210 memperkuat posisi UCD sebagai proses iteratif yang berangkat dari pemahaman konteks penggunaan, kebutuhan pengguna, produksi solusi desain, dan evaluasi *terhadap* solusi tersebut (ISO 9241-210, 2019). Dalam konteks Helios, (Karayumak et al., 2011) memperlihatkan bahwa perbaikan antarmuka dapat membantu pengguna memahami alur pemungutan dan verifikasi secara lebih baik.

System Usability Scale (SUS)

System Usability Scale (SUS) dikembangkan oleh (Brooke, 1996) sebagai instrumen ringkas untuk mengevaluasi usability sistem secara menyeluruh. SUS terdiri atas sepuluh pernyataan dengan *kombinasi* item positif dan negatif yang dinilai menggunakan skala *Likert*. Instrumen ini banyak digunakan karena sederhana, reliabel, serta mampu menghasilkan skor komposit dalam rentang 0 sampai 100.

(Lewis & Sauro, 2018) menunjukkan bahwa SUS memiliki reliabilitas tinggi dan dapat digunakan secara konsisten pada ukuran sampel yang relatif kecil. Dalam konteks e-voting, SUS relevan *karena* tidak hanya mengukur kemudahan penggunaan, tetapi juga merepresentasikan aspek psikologis berupa kepercayaan pengguna terhadap sistem. Persepsi pengguna mengenai apakah suara telah tercatat secara aman dan akurat berkaitan erat dengan penilaian *usability* secara keseluruhan (Bangor et al., 2008).

Penggunaan *SUS* juga didukung oleh penelitian komparatif instrumen usability yang menunjukkan bahwa kuesioner singkat tetap mampu membedakan kualitas pengalaman pengguna pada aplikasi berbasis web (Tullis & Stetson, 2004). Karena itu, *SUS* dipilih sebagai alat ukur utama agar perubahan desain dapat dinilai secara ringkas, terstandar, dan mudah dibandingkan dengan penelitian HCI sebelumnya.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimen *one-group pretest-posttest*. Desain ini digunakan untuk membandingkan tingkat *usability* sistem e-voting sebelum dan *sesudah* dilakukan perancangan ulang antarmuka. Selain data kuantitatif, penelitian juga memanfaatkan masukan kualitatif pengguna untuk memperkuat interpretasi terhadap perubahan pengalaman penggunaan sistem.

Populasi penelitian adalah mahasiswa aktif Politeknik Siber dan Sandi Negara yang *merepresentasikan* kelompok pemilih pemula pada rentang usia produktif. Sampel ditentukan menggunakan teknik *purposive sampling* dengan kriteria inklusi, yaitu terdaftar sebagai mahasiswa aktif, memiliki pengalaman dasar menggunakan aplikasi berbasis web, dan bersedia mengikuti seluruh rangkaian pengujian dari tahap awal hingga tahap akhir. Jumlah responden yang terlibat adalah 36 orang.

Tabel 1. Profil Demografis Responden Penelitian (N = 36).

Kategori (Jenis Kelamin)	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Laki-laki	27	75,00%
Perempuan	9	25,00%
Total	36	100,00%

Sumber: Data penelitian, 2026.

Prosedur Pengembangan Sistem dan Alur Pengujian

Penelitian dilakukan melalui tiga tahap utama. Tahap pertama adalah *pre-test*, yaitu responden *menggunakan* sistem e-voting versi awal untuk menyelesaikan alur pemungutan suara dari login, verifikasi identitas, pemilihan kandidat, konfirmasi suara, hingga *logout*. Setelah menyelesaikan tugas, responden mengisi kuesioner SUS sebagai ukuran *usability* awal.

Tahap kedua adalah perancangan ulang antarmuka berdasarkan temuan pada *pre-test*. Perbaikan difokuskan pada hierarki visual, sistem navigasi, visibilitas status, dan penanganan kesalahan. Tahap ketiga adalah *post-test*, yaitu responden kembali menggunakan sistem yang telah diperbaiki dengan skenario yang sama, kemudian mengisi kuesioner SUS untuk memperoleh skor akhir.



Gambar 1. Alur Proses Pengujian Berdasarkan *User-Centered Design* (UCD).

Sumber: Data penelitian, 2026.

Tabel 2. Matriks Strategi Intervensi Teknis pada Antarmuka Pengguna.

Pilar Komponen UI	Masalah Teridentifikasi (Pra-Uji)	Solusi Implementasi (Pasca-Uji)
Hierarki Visual	Tipografi kecil dan monoton; elemen instruksi penting gagal menarik perhatian visual.	Penerapan skala tipografi kontras dinamis dan teks tebal pada elemen ajakan bertindak.
Sistem Navigasi	Tata letak tombol aksi tidak konsisten antarhalaman sehingga memicu disorientasi.	Standarisasi global tata letak tombol navigasi, misalnya tombol Berikutnya selalu ditempatkan di kanan bawah.
Visibilitas Status	Pengguna mengalami titik buta terkait progres saat ini dalam tahapan pemungutan suara.	Implementasi fitur pelacakan visual stepper atau breadcrumb pada header layar.
Penanganan Kesalahan	Pesan validasi sistem bersifat ambigu dan menimbulkan keraguan sebelum finalisasi suara.	Validasi input real-time dan penyisipan modal dialog konfirmasi sebelum finalisasi data.

Sumber: Data penelitian, 2026.

Instrumen utama penelitian adalah kuesioner *System Usability Scale* versi bahasa Indonesia yang telah divalidasi. Data dianalisis dengan menghitung skor SUS setiap responden, menguji *normalitas* menggunakan Shapiro-Wilk, membandingkan rata-rata skor melalui *paired sample t-test*, serta mengukur kekuatan pengaruh intervensi menggunakan Cohen's d (Cohen, 1998; Field, 2013).

Dalam tahap interpretasi hasil, butir SUS dipetakan ke atribut desain yang diperbaiki. Q6 dan Q8 diperlakukan sebagai indikator inkonsistensi dan kebingungan, sedangkan Q9 digunakan *sebagai* indikator keyakinan pengguna. Pemetaan ini membantu menghubungkan skor kuantitatif dengan keputusan desain seperti standarisasi tombol, stepper, kartu kandidat, dan modal konfirmasi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan terhadap sistem e-voting sebelum dan sesudah intervensi desain. Hasil *pengumpulan* data menunjukkan bahwa perancangan ulang antarmuka berbasis UCD memberikan perubahan yang kuat terhadap persepsi *usability* pengguna. Bagian ini menyajikan hasil uji prasyarat, analisis deskriptif, pengujian hipotesis, analisis per butir SUS, serta pembahasan mengenai keterkaitan temuan dengan konsep HCI dan penelitian terdahulu.

Uji Analisis Prasyarat Normalitas Data

Sebelum uji komparatif parametrik dilakukan, distribusi normal data diuji menggunakan Shapiro-Wilk. Metode ini sesuai untuk jumlah sampel di bawah 50 responden. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas Distribusi Data (Shapiro-Wilk).

Fase Pengujian	Nilai W (Statistik)	Derajat Kebebasan (df)	Signifikansi (p-value)
Skor SUS Pra-Uji	0,965	36	0,312
Skor SUS Pasca-Uji	0,958	36	0,215

Sumber: Data penelitian, 2026.

Berdasarkan Tabel 3, nilai signifikansi pada kedua kelompok data berada di atas 0,05. Dengan demikian, data skor SUS sebelum dan sesudah intervensi dapat dinyatakan berdistribusi normal sehingga memenuhi prasyarat untuk dianalisis menggunakan *paired sample t-test*.

Analisis Statistik Deskriptif

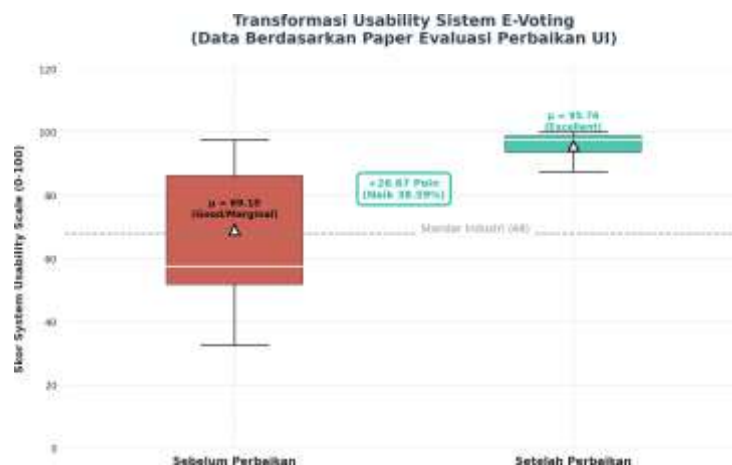
Analisis deskriptif menunjukkan peningkatan *usability* yang sangat kuat setelah intervensi *desain*. Skor rata-rata SUS meningkat dari 69,10 pada sistem awal menjadi 95,76 pada sistem baru. Kenaikan tersebut menempatkan sistem pasca-intervensi dalam kategori *excellent*.

Selain peningkatan rata-rata, penurunan simpangan baku dari 21,98 menjadi 3,09 memperlihatkan bahwa pengalaman pengguna menjadi jauh lebih konsisten. Perbandingan metrik statistik deskriptif ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Metrik Statistik Deskriptif Skor SUS.

Parameter Statistik	Sistem Awal (Pra-Uji)	Sistem Baru (Pasca-Uji)
Rata-rata	69,10	95,76
Median	57,50	97,50
Simpangan Baku (SD)	21,98	3,09
Skor Minimum Terendah	32,50	87,50
Skor Maksimum Tertinggi	97,50	100,00

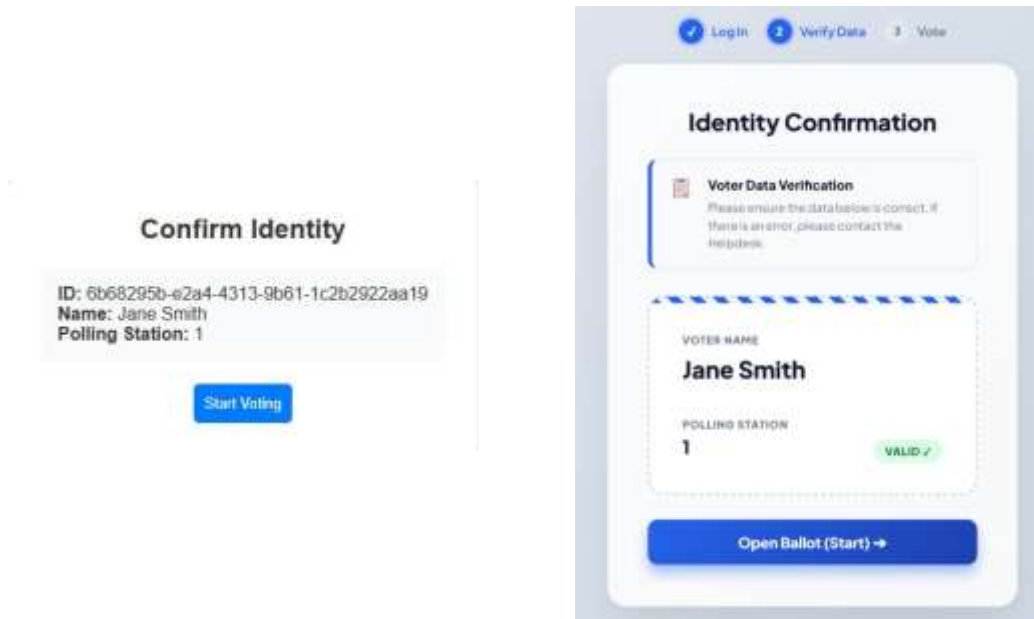
Sumber: Data penelitian, 2026.



Gambar 2. Grafik Boxplot yang Menunjukkan Konvergensi Tajam Variabilitas Skor.

Sumber: Data penelitian, 2026.

Gambar 2 memperlihatkan penyempitan sebaran skor setelah intervensi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa desain baru tidak hanya meningkatkan persepsi *usability* secara umum, tetapi juga membuat penilaian pengguna menjadi lebih seragam.



(a) Sistem awal: halaman tanpa indikator. (b) Pasca-UCD: integrasi linear stepper.

Gambar 3. Penyelesaian Krisis Disorientasi melalui Indikator Navigasi Visual.

Sumber: Data penelitian, 2026.

Pengujian Hipotesis dan Signifikansi Inferensial

Untuk memastikan bahwa peningkatan skor bukan sekadar perubahan deskriptif, penelitian menggunakan *paired sample t-test*. Hasil pengujian menunjukkan nilai $t = -7,3441$ dengan $p < 0,0001$. Nilai p yang jauh lebih kecil dari 0,05 menunjukkan bahwa perbedaan skor sebelum dan sesudah intervensi signifikan secara statistik.

Tabel 5. Ringkasan Hasil Uji Signifikansi (*Paired Sample t-test*).

Komponen Pengujian	Nilai Parameter
Mean Difference	-26,66
Distribusi t-value (df = 35)	-7,3441
Probabilitas Signifikansi (p-value, 2-tailed)	< 0,0001
Besaran Effect Size (Cohen's d)	1,2130 (Efek Besar)
Interval Kepercayaan 95%	[-33,89, -19,44]

Sumber: Data penelitian, 2026.

Nilai Cohen's d sebesar 1,2130 menunjukkan efek praktis yang besar. Artinya, perancangan *ulang* antarmuka memberikan dampak nyata terhadap pengalaman pengguna, bukan hanya menghasilkan perbedaan statistik yang bersifat numerik.

Analisis Anomali dan Peningkatan per Butir SUS

Analisis per butir dilakukan untuk mengetahui atribut antarmuka yang paling merespons intervensi. Peningkatan positif terbesar terlihat pada aspek kepercayaan pengguna

selama pengoperasian *sistem*, yaitu Q9 dengan kenaikan +1,61 poin. Sementara itu, penurunan negatif paling kuat terjadi pada Q6 terkait inkonsistensi antarmuka, dengan penurunan -1,91 poin.

Tabel 6. Pergeseran Rata-rata Skor per Butir Pertanyaan SUS.

Kode	Indikator Pertanyaan SUS	Pra	Pasca	Delta
Q1	Keinginan menggunakan sistem secara rutin	3,50	4,89	+1,39
Q2	Tingkat kompleksitas sistem (dibalik)	2,81	1,11	-1,70
Q3	Penilaian kemudahan penggunaan	3,44	4,94	+1,50
Q4	Ketergantungan pada dukungan teknis (dibalik)	2,89	1,08	-1,81
Q5	Tingkat integrasi fitur	3,33	4,92	+1,59
Q6	Tingkat inkonsistensi antarmuka (dibalik)	2,97	1,06	-1,91
Q7	Kecepatan adaptasi pengguna atau learnability	3,47	4,94	+1,47
Q8	Beban kebingungan yang dirasakan (dibalik)	2,92	1,03	-1,89
Q9	Tingkat kepercayaan selama pengoperasian	3,36	4,97	+1,61
Q10	Kurva pembelajaran yang panjang (dibalik)	2,86	1,06	-1,80

Sumber: Data penelitian, 2026.



(a) Sistem awal: grid padat yang menghambat sentuhan.



(b) Pasca-UCD: kartu kandidat yang lebih lapang.

Gambar 4. Optimasi Keterbacaan dan Aksesibilitas pada Halaman Katalog Kandidat.

Sumber: Data penelitian, 2026.

Transformasi Sentimen Kualitatif Pengguna

Data *kualitatif* memperlihatkan perubahan sentimen pengguna dari ragu dan cemas menjadi lebih yakin terhadap sistem. Sebelum perbaikan, pengguna mengeluhkan tidak adanya konfirmasi yang jelas dan posisi tombol yang membingungkan. Setelah perbaikan, pengguna menilai sistem lebih profesional, jelas, dan meyakinkan.

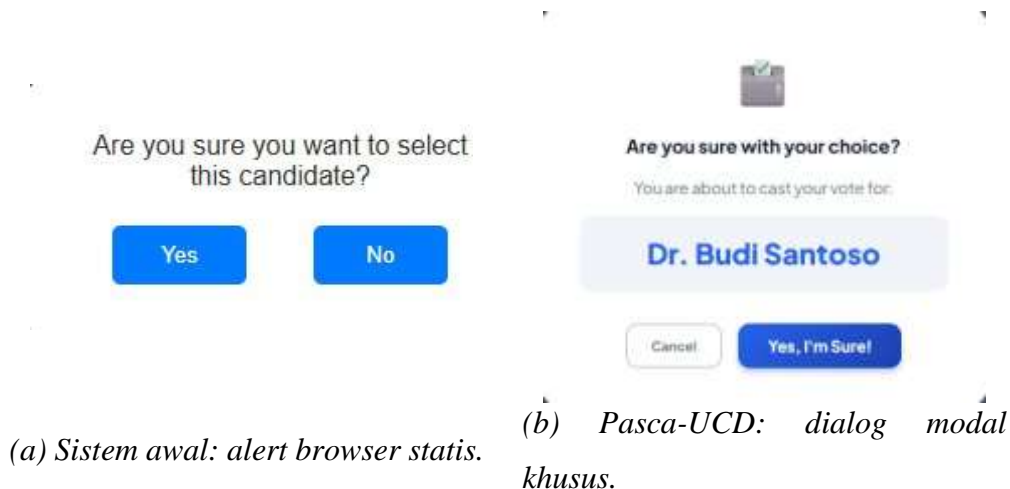
“Sebelumnya, saya bingung dan takut salah menekan tombol karena tidak ada konfirmasi ulang. Setelah diperbaiki, alurnya sangat jelas karena indikator tahap di bagian atas memandu saya, dan peringatan modal membuat saya yakin suara saya sudah terkirim.” -

Responden 14, Mahasiswa Semester 2

Tabel 7. Rekapitulasi Transformasi Sentimen Kualitatif Pengguna.

Domain	Verbatim Keluhan Pra-Uji	Verbatim Apresiasi Pasca-Uji
Konfirmasi dan Interaksi	Saya ragu apakah suara saya tersimpan ke server atau tidak karena tiba-tiba kembali ke halaman utama.	Pesan pop-up konfirmasi sangat meyakinkan. Saya 100% yakin suara saya aman.
Arsitektur Navigasi	Posisi tombol berantakan, saya tidak tahu harus melihat ke mana untuk lanjut ke tahap berikutnya.	Antarmukanya terasa seperti menggunakan aplikasi profesional. Transisinya sangat mulus.

Sumber: Data penelitian, 2026.

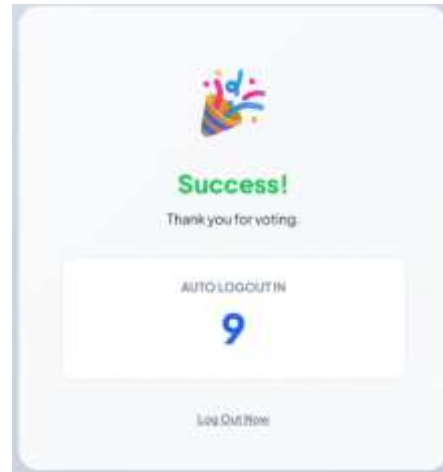


Gambar 5. Pengembangan Umpan Balik Visual untuk Memperkuat Kepercayaan Pemilih

Sumber: Data penelitian, 2026.



(a) Sistem awal: umpan balik akhir masih terbatas.



(b) Pasca-UCD: status akhir lebih eksplisit dan terarah.

Gambar 6. Perancangan Ulang Mekanisme Umpan Balik dan Pencegahan Kesalahan.

Sumber: Data penelitian, 2026.

Interpretasi Peningkatan Usability dan Keberhasilan UCD

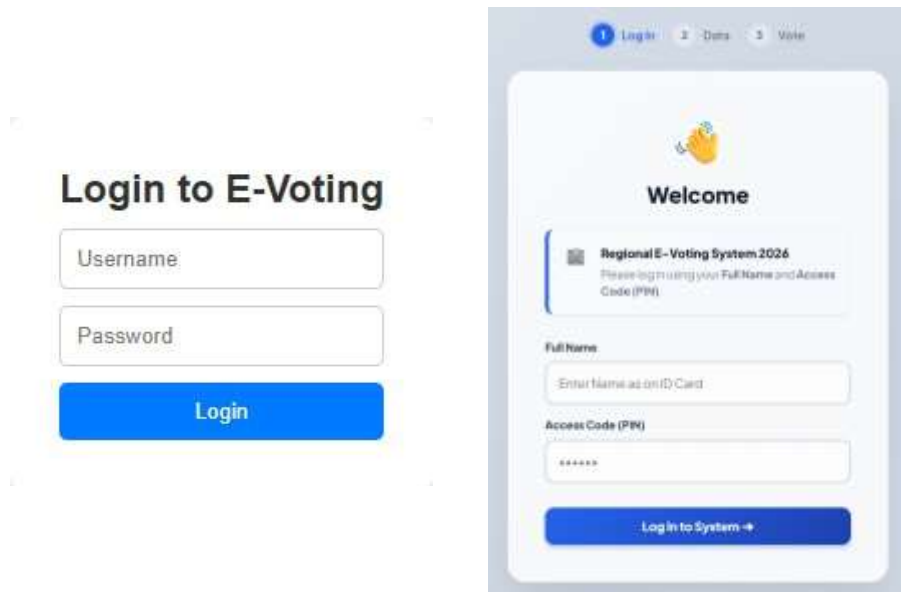
Peningkatan skor SUS dari 69,10 menjadi 95,76 mengonfirmasi bahwa intervensi UCD mampu *menurunkan* beban kognitif pengguna secara substansial. Peningkatan hampir 40% menunjukkan bahwa masalah utama pada sistem awal bukan terletak pada fungsi dasar pemungutan suara, melainkan pada cara sistem memandu pengguna untuk memahami alur, status, dan konsekuensi dari setiap tindakan.

Penerapan prinsip *visibility of system status* melalui *stepper* atau *breadcrumb* memberikan dampak nyata terhadap penurunan disorientasi pengguna. Fitur tersebut membuat pengguna mengetahui posisi mereka dalam proses pemungutan suara sehingga rasa ragu dapat dikurangi. Temuan ini sejalan dengan gagasan (Don Norman, 2013) bahwa ketidakpastian terhadap status aktivitas sistem merupakan salah satu penyebab utama kepanikan dan penolakan pengguna terhadap teknologi.

Temuan ini selaras dengan prinsip evaluasi heuristik bahwa status sistem harus selalu terlihat dan *tindakan* yang berpotensi menimbulkan kesalahan perlu diberi pencegahan sebelum finalisasi (Nielsen & Molich, 1990). Dalam sistem e-voting, prinsip tersebut menjadi lebih penting karena kesalahan bukan hanya berdampak pada kepuasan pengguna, tetapi juga pada persepsi legitimasi dan akurasi suara.

Penurunan simpangan baku dari 21,98 menjadi 3,09 juga menunjukkan capaian penting. Antarmuka *baru* tidak hanya meningkatkan skor rata-rata, tetapi juga menyatukan persepsi pengguna menjadi lebih konsisten. Dengan kata lain, sistem yang telah diperbaiki

lebih mampu mengakomodasi variasi kemampuan pengguna dan memperkecil kesenjangan pengalaman antarresponden.



(a) Sistem awal: tampilan login kaku. (b) Pasca-UCD: tampilan autentikasi modern dan jelas.

Gambar 7. Perbandingan Transformasi Hierarki Visual pada Halaman Autentikasi.

Sumber: Data penelitian, 2026.

Posisi Penelitian terhadap Studi Terdahulu

Dibandingkan penelitian terdahulu, kontribusi utama penelitian ini terletak pada keberlanjutan proses dari evaluasi menuju intervensi. (Acemyan et al., 2014) telah menunjukkan bahwa sistem e-voting rentan mengalami masalah instruksional, navigasi, dan frustrasi pengguna. Akan tetapi, kedua studi tersebut lebih berfokus pada diagnosis masalah.

Penelitian ini melanjutkan proses tersebut dengan menerapkan perancangan ulang antarmuka secara langsung dan menguji kembali dampaknya secara statistik. Skor akhir SUS sebesar 95,76 menunjukkan bahwa masalah seperti ambiguitas alur, ketidakpastian status suara, dan kekhawatiran terhadap kesalahan input dapat ditekan secara signifikan melalui desain visual yang konsisten dan respons sistem yang jelas.

Jika dibandingkan dengan studi (Karayumak et al., 2011) dan (Marky et al., 2018), hasil penelitian ini memperlihatkan pola yang konsisten: fitur verifikasi dan keamanan perlu diterjemahkan ke dalam instruksi visual yang mudah dipahami. Dengan demikian, perancangan ulang tidak boleh berhenti pada tampilan estetis, tetapi harus memperjelas hubungan antara tindakan pengguna, status sistem, dan hasil akhir pemungutan suara.

Tabel 8. Pemetaan Komparatif Evaluasi *Usability* Sistem *E-Voting*.

Entitas Penelitian	Metodologi dan Lingkup	Temuan dan Kondisi Akhir Sistem
Acemyan et al. (2014)	Pengujian usability kualitatif pada sistem kriptografi Helios.	Mengungkap kesalahan navigasi dan frustrasi pemilih yang tinggi, tetapi tidak dilakukan siklus pengembangan ulang.
Penelitian saat ini (2026)	Eksperimen pre-test dan post-test dengan iterasi UCD.	Skor SUS akhir 95,76 atau Grade A. Terjadi peningkatan signifikan pada reliabilitas navigasi dan pencegahan kesalahan.

Sumber: Data penelitian, 2026.

Implikasi Teoretis dan Praktis

Secara teoretis, penelitian ini memperkuat posisi UCD dan SUS sebagai dua komponen yang saling melengkapi dalam kajian *human-computer interaction*. UCD menyediakan kerangka intervensi desain, sedangkan SUS memberikan ukuran empiris untuk menilai perubahan persepsi pengguna. Hasil penelitian juga menegaskan bahwa minimalisme visual, konsistensi navigasi, dan umpan balik sistem bukan sekadar aspek estetika, melainkan variabel yang memengaruhi kepercayaan pengguna terhadap platform digital pemerintahan.

Secara praktis, hasil penelitian memberikan rujukan bagi pengembang sistem e-government dan penyelenggara pemilu elektronik. Sistem yang melibatkan proses bertahap perlu menyediakan indikator progres visual yang jelas. Selain itu, mekanisme konfirmasi akhir sebelum data dikirim ke server perlu dijadikan standar untuk mencegah kesalahan suara yang tidak disengaja dan meningkatkan rasa aman pengguna.

Dari sisi kebijakan pengembangan, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa aksesibilitas sebaiknya diposisikan sebagai bagian dari kualitas demokrasi digital, bukan sekadar fitur tambahan. Pengujian berikutnya perlu memasukkan kriteria WCAG 2.2, seperti ukuran target sentuh, konsistensi bantuan, visibilitas fokus, serta pencegahan input berulang untuk memastikan antarmuka tetap dapat digunakan oleh kelompok pengguna yang lebih beragam (W3C, 2024).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, penerapan User-Centered Design terbukti secara empiris meningkatkan usability sistem e-voting. Skor SUS meningkat dari 69,10 pada sistem awal menjadi 95,76 setelah perancangan ulang antarmuka. Hasil *paired sample t-test* menunjukkan $p < 0,0001$, sehingga peningkatan tersebut signifikan secara statistik. Nilai Cohen's *d* sebesar 1,2130 juga menunjukkan bahwa intervensi memiliki efek praktis yang besar.

Perbaikan yang paling berpengaruh meliputi penerapan indikator tahapan pemungutan suara, penataan hierarki visual, konsistensi posisi tombol navigasi, penggunaan kartu kandidat yang lebih lapang, serta penyediaan modal konfirmasi sebelum suara dikirimkan. Strategi tersebut berhasil mengurangi kebingungan, memperkuat rasa yakin, dan membuat pengalaman pengguna menjadi lebih seragam.

Penelitian ini memiliki keterbatasan karena responden masih berfokus pada mahasiswa berusia relatif muda yang cenderung memiliki kemampuan adaptasi teknologi lebih baik dibandingkan masyarakat umum. Selain itu, pengujian lebih menitikberatkan pada pengalaman pengguna sisi antarmuka dan belum mencakup pengujian keamanan basis data maupun ketahanan sistem dalam skala besar. Penelitian selanjutnya disarankan melibatkan responden lintas generasi, termasuk lansia dan pengguna dengan keterbatasan penglihatan, serta menguji fitur aksesibilitas seperti screen reader, mode kontras tinggi, dan *dark mode*. Pengujian lanjutan juga perlu mengintegrasikan evaluasi *usability* dengan stress test dan pengujian keamanan agar sistem e-voting dapat disiapkan secara lebih komprehensif.

Pengembangan lanjutan dapat menambahkan skenario pengujian berbasis tugas yang melibatkan pengguna dengan kebutuhan aksesibilitas berbeda, misalnya pengguna screen reader, pengguna dengan penglihatan rendah, dan pemilih yang mengakses sistem melalui perangkat bergerak. Selain itu, mekanisme verifikasi sebaiknya diuji tidak hanya dari sisi keamanan kriptografi, tetapi juga dari sisi pemahaman pengguna terhadap bukti bahwa suara telah tercatat sesuai pilihan.

DAFTAR REFERENSI

- Acemyan, C. Z., Kortum, P., Byrne, M. D., & Wallach, D. S. (2014). Usability of voter verifiable, end-to-end voting systems: Baseline data for helios, Prêt à voter, and scantegrity II. *2014 Electronic Voting Technology Workshop/Workshop on Trustworthy Elections, EVT/WOTE 2014*, 2(3), 26–56.
- Adida, B. (2008). Helios: Web-based open-audit voting. *Proceedings of the 17th USENIX Security Symposium*, 335–348.
- ALVAREZ, R. M., & HALL, T. E. (2008). Electronic Elections. In *Electronic Elections*. <https://doi.org/10.2307/j.ctt7ss68>
- Bangor, A., Kortum, P. T., & Miller, J. T. (2008). An empirical evaluation of the system usability scale. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 24(6), 574–594. <https://doi.org/10.1080/10447310802205776>
- Benaloh, J. (2006). Simple verifiable elections. *EVT 2006 - 2006 USENIX/ACCURATE Electronic Voting Technology Workshop*.

- Brooke, J. (1996). SUS: A “quick and dirty” usability scale. Dlm. Jordan; P. W. , Thomas, B. , Weerdmeester, B. A. , & McClelland, A. L. (pnyt.),. *Usability Evaluation in Industry*, 207–212.
- Cohen, J. (1998). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* Jacob Cohen.
- Don Norman. (2013). *The Design of Everyday Things*. Hachette UK. https://books.google.co.id/books/about/The_Design_of_Everyday_Things.html?id=I1o4DgAAQBAJ&redir_esc=y
- Everett, S. P., Greene, K. K., Byrne, M. D., Wallaeh, D. S., Derr, K., Sandler, D., & Torous, T. (2008). Electronic voting machines versus traditional methods: Improved preference, similar performance. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, 883–892. <https://doi.org/10.1145/1357054.1357195>
- Field, A. (2013). *DISCOVERING STATISTICS USING IBM SPSS STATISTICS*.
- Greene, K. K., Byrne, M. D., & Everett, S. P. (2004). *Greene_2006_A_Comparison_of_Usability_Between_Voting_Methods*.
- Hassenzahl, M., & Tractinsky, N. (2006). User experience - A research agenda. *Behaviour and Information Technology*, 25(2), 91–97. <https://doi.org/10.1080/01449290500330331>
- Herrnson, P. S., Niemi, R. G., Hanmer, M. J., Bederson, B. B., Conrad, F. C., & Traugott, M. W. (2008). *BT ec h . n ec h*.
- ISO 9241-11. (2018). *INTERNATIONAL STANDARD Usability: Definitions and concepts iTeh STANDARD iTeh STANDARD PREVIEW*. 2018(5), 1–19. <https://cdn.standards.itih.ai/samples/63500/33c267a5a7564f298f02bbd65721a181/ISO-9241-11-2018.pdf>
- ISO 9241-210, I. (2019). *Inte/iso/iec 9241-210:2019*. (506).
- Karayumak, F., Kauer, M., Olembo, M. M., Volk, T., & Volkamer, M. (2011). User study of the improved Helios voting system interfaces. *Proceedings - 2011 1st Workshop on Socio-Technical Aspects in Security and Trust, STAST 2011*, 37–44. <https://doi.org/10.1109/STAST.2011.6059254>
- Krimmer, R., Volkamer, M., Braun, N., Norbert, B., Pereira, O., Schürmann, C., & Hutchison, D. (2017). 2nd International Joint Conference on Electronic Voting, E-Vote-ID 2017. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics): 10615 LNCS*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-68687-5>
- Lazar, J., Goldstein, D., & Taylor, A. (2015). Ensuring Digital Accessibility through Process and Policy. In *Ensuring Digital Accessibility through Process and Policy*. <https://doi.org/10.1016/C2013-0-13367-3>
- Lewis, J. R., & Sauro, J. (2018). Item Benchmarks for the System Usability Scale. *Journal of Usability Studies*, 13(3), 158–167.
- Marky, K., Kulyk, O., Renaud, K., & Volkamer, M. (2018). What did i really vote for? On the usability of verifiable e-voting schemes. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings, 2018-April*, 1–13. <https://doi.org/10.1145/3173574.3173750>
- Nielsen, J., & Molich, R. (1990). Heuristic evaluation of user interfaces. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, (April), 249–256. <https://doi.org/10.1145/97243.97281>

- Shneiderman. (2016).
Designing_the_User_Interface_Strategies_for_Effective_Human_Computer.pdf.
- Springall, D., Finkenauer, T., Durumeric, Z., Kitcat, J., Hursti, H., MacAlpine, M., & Halderman, J. A. (2014). Security analysis of the estonian internet voting system. *Proceedings of the ACM Conference on Computer and Communications Security*, (May), 703–715. <https://doi.org/10.1145/2660267.2660315>
- Tullis, T. S., & Stetson, J. N. (2004). A Comparison of Questionnaires for Assessing Website Usability ABSTRACT : Introduction. *Usability Professional Association Conference*, 1–12. <http://home.comcast.net/~tomtullis/publications/UPA2004TullisStetson.pdf>
- W3C. (2024). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG)*. <https://www.w3.org/TR/WCAG22/>