

ISSN (ONLINE) 2598-9936



INDONESIAN JOURNAL OF INNOVATION STUDIES
PUBLISHED BY
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO

Indonesian Journal of Innovation Studies

Vol. 27 No. 3 (2026): July
DOI: 10.21070/ijins.v27i3.2137

Table Of Contents

Journal Cover	1
Author[s] Statement	3
Editorial Team	4
Article information	5
Check this article update (crossmark)	5
Check this article impact	5
Cite this article.....	5
Title page	6
Article Title	6
Author information	6
Abstract	6
Article content	7

Originality Statement

The author[s] declare that this article is their own work and to the best of their knowledge it contains no materials previously published or written by another person, or substantial proportions of material which have been accepted for the published of any other published materials, except where due acknowledgement is made in the article. Any contribution made to the research by others, with whom author[s] have work, is explicitly acknowledged in the article.

Conflict of Interest Statement

The author[s] declare that this article was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright Statement

Copyright © Author(s). This article is published under the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) licence. Anyone may reproduce, distribute, translate and create derivative works of this article (for both commercial and non-commercial purposes), subject to full attribution to the original publication and authors. The full terms of this licence may be seen at <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode>

Indonesian Journal of Innovation Studies

Vol. 27 No. 3 (2026): July
DOI: 10.21070/ijins.v27i3.2137

EDITORIAL TEAM

Editor in Chief

Dr. Hindarto, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Managing Editor

Mochammad Tanzil Multazam, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Editors

Fika Megawati, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Mahardika Darmawan Kusuma Wardana, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Wiwit Wahyu Wijayanti, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Farkhod Abdurakhmonov, Silk Road International Tourism University, Uzbekistan

Bobur Sobirov, Samarkand Institute of Economics and Service, Uzbekistan

Evi Rinata, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

M Faisal Amir, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Dr. Hana Catur Wahyuni, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

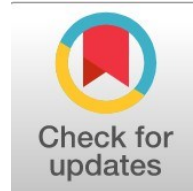
Complete list of editorial team ([link](#))

Complete list of indexing services for this journal ([link](#))

How to submit to this journal ([link](#))

Article information

Check this article update (crossmark)



Check this article impact (*)



Save this article to Mendeley



(*) Time for indexing process is various, depends on indexing database platform

Indodax Demonstrates Better Usability Than Tokocrypto Based on SUS and EEG Analysis

Rachmad Fadillah, 22032010015@student.upnjatim.ac.id (*)

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia

Tranggono, fransina.latumahina@yahoo.com

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia

Mega Cattleya Prameswari Anissa Islami, 22032010015@student.upnjatim.ac.id

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia

(*) Corresponding author

Abstract

General Background: Cryptocurrency investment applications have become increasingly important in supporting digital financial transactions and mobile-based investment activities. **Specific Background:** Usability plays a critical role in cryptocurrency applications because users interact with complex and high-risk transaction systems requiring effective navigation, efficiency, and cognitive comfort. **Knowledge Gap:** Previous usability studies on cryptocurrency applications have predominantly relied on subjective approaches such as System Usability Scale (SUS) and conventional usability testing, while the integration of Electroencephalography (EEG) for physiological validation remains limited. **Aims:** This study aimed to evaluate and compare the usability of the cryptocurrency investment applications Indodax and Tokocrypto based on ISO 9241-11 by integrating performance measurement, System Usability Scale (SUS), and Electroencephalography (EEG). **Results:** The findings showed that Indodax achieved higher usability performance with an SUS score of 71.5, effectiveness of 98%, and efficiency of 0.059 goal/second, while Tokocrypto obtained an SUS score of 56.75, effectiveness of 74%, and efficiency of 0.036 goal/second. EEG analysis revealed dominant Alpha waves in Indodax, indicating lower cognitive load and more comfortable interaction, whereas Tokocrypto demonstrated dominant Beta waves associated with higher cognitive burden and user stress. Several usability problems in Tokocrypto were identified, including asset navigation, transaction history visibility, and transaction amount selection. **Novelty:** This study integrates subjective usability assessment, performance measurement, and EEG-based physiological analysis in cryptocurrency application evaluation. **Implications:** The results provide practical guidance for interface redesign and support the development of more cognitively efficient cryptocurrency investment applications.

Highlights:

- Indodax achieved higher task completion rates and faster interaction performance than Tokocrypto.
- Dominant Alpha brainwave patterns indicated lower cognitive burden during Indodax interaction sessions.
- Asset filtering, transaction records, and nominal selection created major interaction difficulties in Tokocrypto.

Keywords: Usability, ISO 9241-11, SUS, EEG, Crypto, Indodax, Tokocrypto

Published date: 2026-05-07

Pendahuluan

Perkembangan teknologi digital telah mendorong transformasi signifikan dalam berbagai sektor, termasuk industri keuangan dan investasi. Salah satu inovasi yang berkembang pesat adalah aplikasi investasi berbasis cryptocurrency yang memungkinkan pengguna melakukan transaksi secara praktis melalui perangkat mobile. Crypto berbasis teknologi blockchain, telah menarik perhatian banyak investor karena potensi keuntungan yang besar. Berdasarkan data dari Badan Perdagangan Berjangka Komoditi (Bappebti) per September 2024 menunjukkan lebih dari 60% pengguna crypto di Indonesia berusia 18 hingga 30 tahun. Bappebti juga menyebutkan total volume transaksi aset crypto pada September 2024 mencapai Rp 33,7 triliun, tumbuh 323,26% dibandingkan dengan September 2023 yang hanya Rp 7,96 triliun [1]. Berdasarkan data dari [2] terhadap 1086 responden; didapatkan sebesar 30,8% menggunakan Indodax sebagai platform investasi crypto, disusul oleh Tokocrypto sebesar 24,5. Meskipun demikian, ulasan negatif juga ditemukan pada kedua aplikasi tersebut melalui ulasan Google Play Store. Tantangan yang dihadapi oleh banyak pengguna adalah masalah terkait usability, seperti kesulitan dalam navigasi aplikasi, tampilan yang kurang responsif, serta kesalahan teknis yang dapat mengganggu kenyamanan pengguna [3]. Oleh karena itu, perancangan sistem yang dilakukan secara sistematis dan terstruktur akan menghasilkan antarmuka yang mampu mendukung interaksi pengguna secara lebih optimal [4]. Standar ISO 9241-11 menjelaskan bahwa usability mencakup tiga komponen utama, yaitu efektivitas, efisiensi, dan kepuasan pengguna dalam konteks penggunaan tertentu [5]. Dalam konteks aplikasi investasi crypto, usability menjadi faktor krusial karena berkaitan langsung dengan pengalaman pengguna dalam melakukan transaksi yang bersifat kompleks dan berisiko tinggi.

Berdasarkan analisis ulasan pengguna dan kuesioner studi pendahuluan yang disebarakan kepada 50 responden, ditemukan berbagai permasalahan usability pada aplikasi Tokocrypto, seperti kesulitan dalam navigasi aset, ketidakjelasan informasi, kendala pada proses login, serta riwayat transaksi yang kurang informatif. Hasil kuesioner menunjukkan bahwa 82% responden mengalami kesulitan navigasi aset, 32% mengalami kendala login, dan 26% mengalami masalah pada riwayat transaksi. Di sisi lain, aplikasi Indodax cenderung menunjukkan tingkat permasalahan yang lebih rendah, dengan antarmuka yang lebih sederhana dan navigasi yang lebih mudah dipahami oleh pengguna. Perbedaan ini menunjukkan adanya kesenjangan tingkat usability antara kedua aplikasi tersebut. Untuk itu, perlu dilakukan usability testing untuk memberikan gambaran nyata mengenai pola penggunaan produk oleh pengguna serta menyajikan temuan berbasis fakta yang dapat dijadikan dasar pengambilan keputusan bagi manajemen dan pengembang sistem [6]. System Usability Scale (SUS) adalah salah satu metode uji pengguna yang menyediakan alat ukur yang sederhana namun dapat diandalkan [7], tujuan utama dari SUS adalah untuk mengukur kegunaan sistem dari perspektif pengguna dan memungkinkan evaluasi yang cepat dan efisien [8]. Electroencephalography (EEG) adalah teknik neurofisiologis yang memungkinkan perekaman aktivitas listrik otak secara non invasif dengan menempatkan elektroda pada permukaan kulit kepala [9], EEG digunakan untuk menganalisis respons kognitif pengguna secara objektif melalui gelombang otak [10]. Selain itu, performance measurement juga digunakan untuk mengukur kinerja pengguna berdasarkan efektivitas dan efisiensi dalam menyelesaikan tugas tertentu [11]. Penelitian usability pada aplikasi cryptocurrency sebelumnya umumnya hanya menggunakan pendekatan subjektif seperti System Usability Scale (SUS) atau usability testing konvensional. Sementara itu, penggunaan Electroencephalography (EEG) sebagai validasi fisiologis dalam evaluasi usability aplikasi cryptocurrency masih terbatas. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis usability aplikasi Indodax dan Tokocrypto berdasarkan standar ISO 9241-11 dengan mengintegrasikan metode performance measurement, System Usability Scale (SUS), dan Electroencephalography (EEG), serta memberikan rekomendasi perbaikan untuk meningkatkan kualitas usability aplikasi.

Metode

A. Populasi dan Sampel

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan dukungan data kualitatif untuk menganalisis usability aplikasi investasi crypto, yaitu Indodax dan Tokocrypto. Subjek penelitian terdiri dari 10 responden yang dipilih berdasarkan kriteria tertentu, yaitu pengguna aktif aplikasi investasi crypto yang telah memiliki pengalaman penggunaan dan transaksi, serta tidak mudah gugup/cemas. Jumlah responden dalam penelitian ini mengacu pada teori Nielsen yang menyatakan bahwa pengujian usability dapat dilakukan secara efektif dengan minimal lima responden karena telah mampu mengidentifikasi sebagian besar permasalahan usability pada suatu sistem. Penelitian ini melibatkan 10 responden untuk meningkatkan variasi data usability serta memperoleh hasil pengukuran EEG yang lebih representatif [12].

B. Pengujian dan Pengumpulan Data

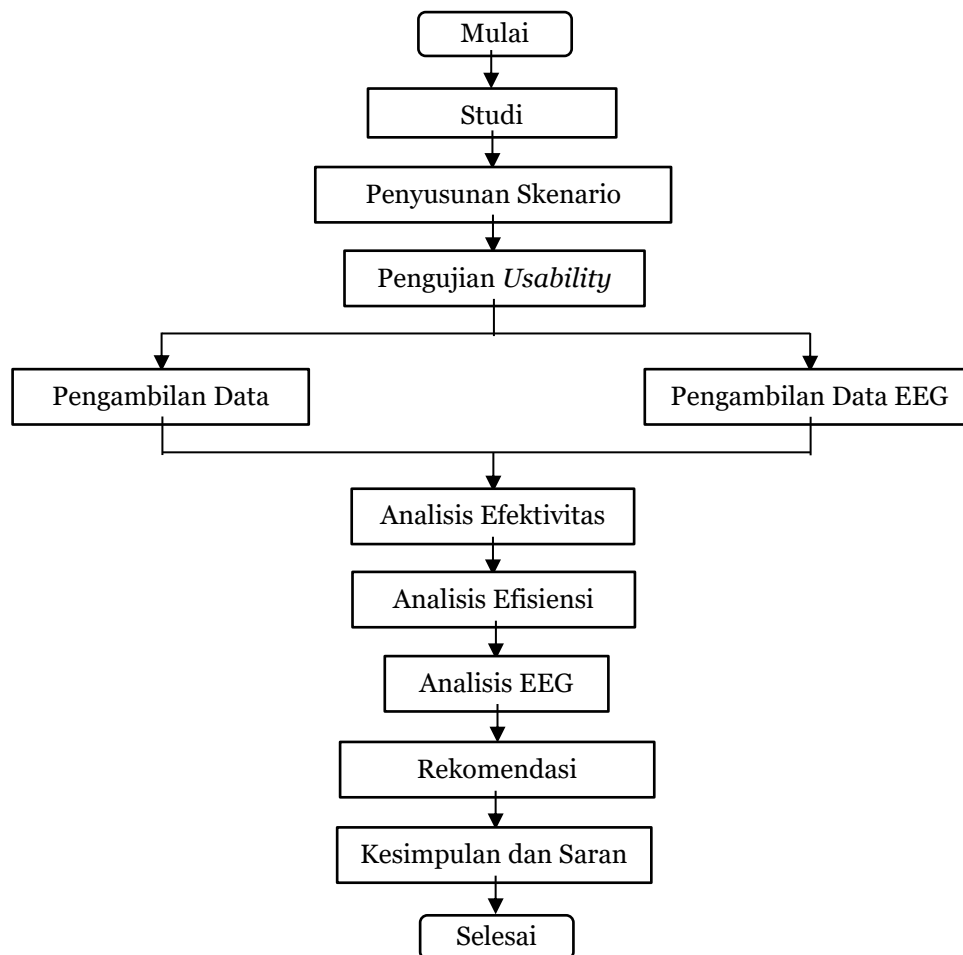
Pada hari pelaksanaan, proses dimulai dengan memasang perangkat EEG Muse 2 *Headband* pada kepala responden, kemudian menghubungkannya dengan aplikasi Mind Monitor. Data EEG yang diperoleh berupa sinyal *Theta*, *Alpha*, dan *Beta* pada setiap responden selama menyelesaikan skenario tugas. Selanjutnya, data diolah dengan menghitung nilai rata-rata setiap gelombang untuk mengidentifikasi tingkat relaksasi, fokus, dan beban kognitif pengguna selama berinteraksi dengan aplikasi. Dominasi gelombang *Alpha* diinterpretasikan sebagai kondisi pengguna yang lebih rileks dan nyaman, sedangkan dominasi gelombang *Beta* menunjukkan meningkatnya konsentrasi dan beban kognitif pengguna. Sebelum perekaman dimulai, responden diberikan waktu sekitar 20 detik untuk menenangkan diri agar hasil EEG lebih akurat. [13] Selanjutnya, responden diberikan penjelasan mengenai skenario tugas yang harus dilakukan pada setiap aplikasi. Pelaksanaan tugas dilakukan dengan urutan yang sama, yaitu dimulai dari aplikasi Indodax, kemudian mengisi kuesioner SUS, lalu beristirahat selama 4 menit, kemudian dilanjutkan pengujian aplikasi Tokocrypto serta pengisian kuesioner SUS. Validitas data dijaga dengan menggunakan skenario tugas yang sama pada kedua aplikasi serta seluruh responden melakukan pengujian dalam kondisi lingkungan yang seragam. Selain itu, perangkat Muse 2 dipasang sesuai posisi elektroda standar untuk memastikan kualitas sinyal EEG yang diperoleh. Reliabilitas data diperkuat

melalui penggunaan instrumen *System Usability Scale* (SUS) yang telah banyak digunakan pada penelitian *usability* sebelumnya. Proses pengujian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses Pengujian

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis mulai dari studi pendahuluan, penentuan responden, pengujian *usability*, hingga analisis data dan penyusunan rekomendasi perbaikan. Alur penelitian secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur Penelitian

C. *System Usability Scale* (SUS)

Untuk mengukur tingkat *usability* aplikasi yang dikembangkan, penelitian ini menggunakan instrumen berupa kuesioner *System Usability Scale* (SUS) yang terdiri dari 10 item pertanyaan dengan skala penilaian Likert 1 hingga 5, mulai dari 'sangat tidak setuju' hingga 'sangat setuju', di mana setiap butir pertanyaan dirancang untuk mengevaluasi kemudahan penggunaan, konsistensi sistem, serta tingkat kepercayaan pengguna terhadap aplikasi yang digunakan, sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kuesioner SUS [14]

No	Item Pertanyaan	Scale				
		1	2	3	4	5
1	Saya berpikir akan menggunakan aplikasi ini lagi	0	0	0	0	0
2	Saya merasa aplikasi ini rumit untuk digunakan	0	0	0	0	0
3	Saya merasa aplikasi ini mudah untuk digunakan	0	0	0	0	0
4	Saya membutuhkan bantuan dari orang lain atau teknisi dalam menggunakan aplikasi ini	0	0	0	0	0
5	Saya merasa fitur-fitur aplikasi ini berjalan dengan semestinya	0	0	0	0	0
6	Saya merasa ada banyak hal yang tidak konsisten (tidak serasi) pada aplikasi ini	0	0	0	0	0
7	Saya merasa orang lain akan memahami cara menggunakan aplikasi ini dengan cepat	0	0	0	0	0
8	Saya merasa aplikasi ini membingungkan	0	0	0	0	0
9	Saya merasa tidak ada hambatan dalam menggunakan aplikasi ini	0	0	0	0	0
10	Saya perlu membiasakan diri terlebih dahulu sebelum menggunakan aplikasi ini	0	0	0	0	0

*1 = sangat tidak setuju, 2 = tidak setuju, 3 = netral, 4 = setuju, 5 = sangat setuju

Kuesioner *System Usability Scale* (SUS) digunakan untuk menilai aspek kepuasan dalam pengujian *usability*. Pengisian kuesioner dilakukan secara langsung dalam bentuk lembar cetak setelah responden selesai menggunakan masing-masing aplikasi yang diuji (Indodax & Tokocrypto). Nilai yang diperoleh dari kuesioner SUS kemudian dihitung untuk mendapatkan skor rata-rata, yang selanjutnya diinterpretasikan berdasarkan kategori penilaian SUS guna menentukan tingkat *usability* aplikasi. Penilaian skor SUS mengacu pada *grade scale*, yaitu skor 0–60 dikategorikan sebagai *grade F*, skor lebih dari 60 hingga 70 sebagai *grade D*, skor lebih dari 70 hingga 80 sebagai *grade C*, skor lebih dari 80 hingga 90 sebagai *grade B*, dan skor lebih dari 90 hingga 100 sebagai *grade A*.

D. Performance Measurement

Performance Measurement merupakan metode yang digunakan untuk mengevaluasi aspek efektivitas dan efisiensi dalam *usability testing*. Metode ini dilakukan dengan mengumpulkan data kuantitatif mengenai kinerja responden saat menyelesaikan serangkaian tugas tertentu pada suatu sistem atau produk. Ukuran efektivitas ditentukan berdasarkan tingkat keberhasilan dan kegagalan penyelesaian task oleh masing-masing responden. Penilaian efektivitas dilakukan dengan menggunakan nilai biner, yaitu “1” apabila responden berhasil menyelesaikan *task* yang diberikan dan “0” apabila responden tidak berhasil menyelesaikannya [4]. Hasil rata-rata presentase keberhasilan responden dalam menyelesaikan *task scenario* tersebut diinterpretasikan berdasarkan Standar Acuan Litbang Depdagri tahun 1991 seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Standar Ukuran Efektivitas [15]

No	Rasio Efektivitas	Tingkat Pencapaian
1	< 40%	Sangat Tidak Efektif
2	40% - 59,99%	Tidak Efektif
3	60% - 79,99%	Cukup Efektif
4	≥ 80%	Sangat Efektif

Aspek efisiensi digunakan untuk menilai seberapa cepat dan optimal pengguna dalam menyelesaikan suatu tugas saat berinteraksi dengan sistem. Pengukuran efisiensi dilakukan dengan menghitung waktu yang dibutuhkan responden untuk menyelesaikan tugas secara berhasil dalam satuan detik, yang selanjutnya dihitung menggunakan Persamaan 1 [14].

$$P_t = \frac{\sum_{j=1}^R \sum_{i=1}^N \frac{n_{ij}}{t_{ij}}}{NR} \quad (1)$$

Dimana:

P_t = Efisiensi berbasis waktu

R = Jumlah partisipan

n_{ij} = Hasil dari tugas i oleh partisipan j , n_{ij} akan bernilai 1 jika tugas berhasil diselesaikan dan 0 jika gagal menyelesaikan tugas

t_{ij} = Waktu yang dibutuhkan partisipan j pada skenario tugas i .

Rata-rata waktu yang diperoleh dari seluruh responden dalam mengerjakan skenario tugas diinterpretasikan menggunakan rentang waktu pada indikator *time behavior* sebagaimana tercantum pada Tabel 3. Hal ini bertujuan untuk menentukan durasi waktu yang digunakan pengguna dalam menyelesaikan tugas, sehingga tingkat efisiensi aplikasi dapat diketahui.

Tabel 3. Interval Waktu Pada Indikator *Time Behavior* [15]

No	Lamanya Waktu	Kualifikasi
1	60 – 300 <i>Second</i>	Sangat Cepat
2	360 – 600 <i>Second</i>	Cepat
3	660 – 900 <i>Second</i>	Lambat

Teknik pengumpulan data untuk mengukur aspek efektivitas dan efisiensi responden dalam berinteraksi dengan aplikasi dilakukan dengan memberikan serangkaian tugas atau skenario yang harus dikerjakan oleh responden. Skenario tugas ini disusun berdasarkan permasalahan keluhan yang sering dialami pengguna aplikasi investasi *crypto* yang diperoleh dari studi pendahuluan. Skenario tugas yang diujikan kepada responden dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Skenario Tugas

No	Tugas	Deskripsi Tugas
1	Proses <i>login</i>	Responden masuk ke dalam aplikasi menggunakan akun pribadi yang sudah terdaftar dan telah diisi saldo.
2	Pencarian aset investasi	Cari aset <i>crypto</i> menggunakan filter yang termasuk dalam instrumen CEX/DEX dan memiliki harga paling tinggi.
3	Melihat informasi aset	Buka halaman detail aset <i>crypto</i> yang dipilih untuk melihat informasi yang tersedia, seperti penjelasan terkait aset tersebut, harga, dan grafik pergerakan (5 menit, 15 menit, dan 1 jam).
4	Transaksi pembelian	Lakukan transaksi pembelian aset <i>crypto</i> tersebut berapapun nominalnya.
5	Pengecekan riwayat transaksi	Buka riwayat perdagangan/ <i>dashboard</i> akun, lihat riwayat transaksi yang telah dilakukan sebelumnya.

E. *Electroencephalography* (EEG)

Penggunaan EEG dalam penelitian ini bertujuan untuk memperoleh data fisiologis yang merepresentasikan kondisi kognitif responden, seperti tingkat fokus, kecemasan, serta beban kognitif yang dialami saat menggunakan aplikasi [16]. Sebelum proses pengambilan data EEG dilakukan, terdapat sejumlah persyaratan yang harus dipenuhi oleh partisipan guna menjaga kualitas dan keakuratan hasil perekaman sinyal otak. Ketentuan tersebut yaitu keramas tanpa kondisioner pada malam sebelum tes, tidak menggunakan gel atau *hairspray* setelah keramas, tidak mengonsumsi obat-obatan, menghindari kafein 8–12 jam sebelum tes, tidak berpuasa agar kadar gula darah tetap stabil [17].

Hasil dan Pembahasan

A. *System Usability Scale* (SUS)

1. Indodax

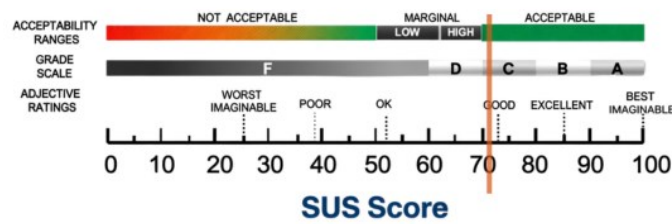
Setelah proses pengisian kuesioner *System Usability Scale* (SUS) oleh seluruh responden selesai dilakukan, data yang diperoleh kemudian diolah untuk menghasilkan skor pada setiap item pertanyaan serta nilai akhir *usability* dari aplikasi Indodax, di mana hasil perhitungan skor masing-masing responden beserta rekapitulasi nilai SUS disajikan secara rinci pada Tabel 5.

Tabel 5. Skor Hasil Kuesioner SUS Aplikasi Indodax

Pernyataan	Skor Hasil Responden									
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
1	3	2	3	3	4	2	3	3	2	1
2	3	3	3	3	3	1	3	4	3	0
3	4	3	3	3	4	1	4	4	3	4
4	3	3	4	3	4	0	3	3	4	3
5	3	3	4	3	3	2	4	4	4	2
6	3	3	3	4	3	3	3	3	4	2
7	2	1	2	3	3	2	3	3	3	4
8	3	3	4	3	3	1	4	3	4	4
9	3	3	3	3	3	1	3	2	3	4
10	1	2	3	2	3	0	3	1	3	4
Jumlah	28	26	32	30	33	13	33	30	33	28
Nilai SUS	70	65	80	75	82,5	32,5	82,5	75	82,5	70
Hasil Akhir (Skor Rata - Rata)	71,5									

Untuk memberikan interpretasi yang lebih jelas terhadap nilai *usability* yang diperoleh, skor *System Usability Scale* (SUS) yang dihasilkan kemudian dipetakan ke dalam kategori tingkat penerimaan (*acceptability ranges*), *grade scale*, serta *adjective ratings*

guna mengetahui posisi kualitas aplikasi secara keseluruhan, sebagaimana divisualisasikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Skor SUS Indodax

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh rata-rata skor SUS pada aplikasi Indodax sebesar 71,5. Nilai tersebut termasuk dalam kategori *acceptability ranges*, yaitu berada pada tingkat *acceptable*, dengan skala nilai C dan penilaian *adjective ratings* dalam kategori *good*. Berdasarkan penilaian tersebut, mengindikasikan bahwa aplikasi Indodax mudah digunakan serta diterima dengan baik oleh penggunaanya.

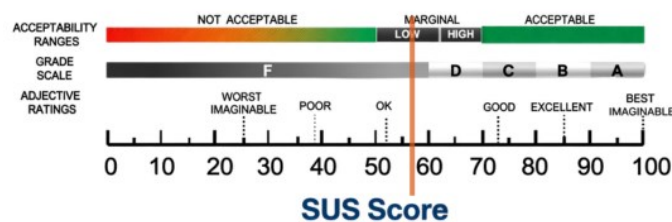
2. Tokocrypto

Setelah proses pengisian kuesioner *System Usability Scale (SUS)* oleh seluruh responden selesai dilakukan, data yang diperoleh kemudian diolah untuk menghasilkan skor pada setiap item pertanyaan serta nilai akhir *usability* dari aplikasi Tokocrypto, di mana hasil perhitungan skor masing-masing responden beserta rekapitulasi nilai SUS disajikan secara rinci pada Tabel 6.

Tabel 6. Skor Hasil Kuesioner SUS Aplikasi Tokocrypto

Pernyataan	Skor Hasil Responden									
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
1	2	2	3	3	1	3	3	1	3	1
2	1	2	1	3	0	3	3	3	3	4
3	1	3	2	4	2	3	3	3	3	4
4	3	1	3	1	0	2	1	3	4	4
5	3	2	4	3	2	3	3	3	4	2
6	2	1	0	4	1	3	3	3	4	2
7	1	1	0	4	1	4	3	3	3	4
8	2	2	1	3	1	4	3	2	4	4
9	3	2	2	3	2	3	3	1	0	0
10	0	2	0	0	0	0	1	1	3	4
Jumlah	18	18	16	28	10	28	26	23	31	29
Nilai SUS	45	45	40	70	25	70	65	57,5	77,5	72,5
Hasil Akhir (Skor Rata - Rata)	56,75									

Untuk memperjelas hasil evaluasi *usability* yang diperoleh, nilai *System Usability Scale (SUS)* yang telah dihitung kemudian dipetakan ke dalam rentang *acceptability*, *grade scale*, dan *adjective ratings* sehingga dapat diketahui tingkat kelayakan serta kualitas aplikasi secara lebih komprehensif, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Skor SUS Tokocrypto

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh rata-rata skor SUS pada aplikasi Indodax sebesar 56,75. Nilai tersebut termasuk dalam kategori *acceptability ranges*, yaitu berada pada tingkat *marginal low*, dengan skala nilai F dan penilaian *adjective ratings* dalam kategori *ok*. Berdasarkan penilaian tersebut, mengindikasikan bahwa aplikasi Tokocrypto memiliki kegunaan (*usability*) yang cukup rendah dan masih berada di tingkat marginal rendah. Pengguna cenderung menganggap aplikasi ini hanya sekedar ok (tidak buruk, tetapi juga belum memuaskan). Masih diperlukan perbaikan yang cukup signifikan agar *usability* aplikasi Tokocrypto dapat meningkat ke kategori *acceptable* atau lebih baik. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Fadillah dan Mulyani [3] yang menunjukkan bahwa aplikasi Tokocrypto masih memiliki beberapa kendala *usability*, terutama pada navigasi fitur dan kemudahan pencarian aset. Skor SUS Tokocrypto yang berada pada kategori *marginal low* menunjukkan bahwa pengguna masih mengalami kesulitan dalam menggunakan beberapa fitur aplikasi secara optimal.

B. Performance Measurement (Efektivitas)

1. Indodax

Untuk mengukur tingkat efektivitas penggunaan aplikasi Indodax, dilakukan analisis terhadap keberhasilan responden dalam menyelesaikan setiap skenario tugas yang telah diberikan, di mana setiap tugas dinilai berdasarkan pencapaian penyelesaian oleh masing-masing responden sehingga diperoleh nilai efektivitas dalam bentuk persentase serta kategori tingkat pencapaiannya, yang kemudian dirangkum secara rinci pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Nilai Efektivitas Aplikasi Indodax

Responden	Usia	Skenario Tugas					Nilai Efektivitas (%)	Tingkat Pencapaian
		T1	T2	T3	T4	T5		
R 1	21	1	1	1	1	1	100	Sangat Efektif
R 2	21	1	1	1	1	1	100	Sangat Efektif
R 3	23	1	1	1	1	1	100	Sangat Efektif
R 4	21	1	1	1	1	1	100	Sangat Efektif
R 5	20	0	1	1	1	1	80	Sangat Efektif
R 6	22	1	1	1	1	1	100	Sangat Efektif
R 7	21	1	1	1	1	1	100	Sangat Efektif
R 8	22	1	1	1	1	1	100	Sangat Efektif
R 9	22	1	1	1	1	1	100	Sangat Efektif
R 10	22	1	1	1	1	1	100	Sangat Efektif
Rata-rata Nilai Efektivitas							98%	

Nilai rata-rata efektivitas aplikasi Indodax berdasarkan 10 responden mencapai 98%, yang termasuk dalam kategori sangat efektif menurut Standar Acuan Litbang Kementerian Dalam Negeri tahun 1991 [15]. Meskipun itu, terdapat tugas 1 yang tidak dapat diselesaikan oleh responden 5.

2. Tokocrypto

Selanjutnya, untuk mengevaluasi tingkat efektivitas penggunaan aplikasi Tokocrypto pada skenario pengujian yang telah ditentukan, dilakukan perhitungan berdasarkan keberhasilan setiap responden dalam menyelesaikan masing-masing tugas, sehingga diperoleh nilai efektivitas dalam bentuk persentase serta tingkat pencapaian yang menggambarkan kinerja aplikasi Tokocrypto secara keseluruhan, sebagaimana disajikan pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Nilai Efektivitas Aplikasi Tokocrypto

Responden	Usia	Skenario Tugas					Nilai Efektivitas (%)	Tingkat Pencapaian
		T1	T2	T3	T4	T5		
R 1	21	1	0	1	1	1	80	Sangat Efektif
R 2	21	1	0	1	1	1	80	Sangat Efektif
R 3	23	1	0	1	1	1	80	Sangat Efektif
R 4	21	1	0	1	1	1	80	Sangat Efektif
R 5	20	1	0	1	1	0	60	Cukup Efektif
R 6	22	1	0	1	1	1	80	Sangat Efektif
R 7	21	1	0	1	1	1	80	Sangat Efektif
R 8	22	1	0	1	1	0	60	Cukup Efektif
R 9	22	1	0	1	1	0	60	Cukup Efektif
R 10	22	1	0	1	1	1	80	Sangat Efektif
Rata-rata Nilai Efektivitas							74%	

Berdasarkan hasil perhitungan, rata-rata nilai efektivitas aplikasi Tokocrypto yang diperoleh dari 10 responden adalah 74%. Nilai ini termasuk dalam kategori cukup efektif menurut Standar Acuan Litbang Depdagri Tahun 1991 [15]. Pada aplikasi Tokocrypto, seluruh responden gagal menyelesaikan tugas nomor 2 (Pencarian aset investasi) karena kurang lengkapnya filter untuk mencari suatu aset spesifik seperti instrumen CEX/DEX yang tidak tersedia. Kemudian terjadi kegagalan pada tugas nomor 5 oleh tiga responden. Penyebab kegagalan ini adalah pada antarmuka aplikasi hanya menampilkan simbol kecil tanpa adanya keterangan “riwayat transaksi”.

B. Performance Measurement (Efisiensi)

1. Indodax

Untuk mengukur tingkat efisiensi penggunaan aplikasi Indodax, dilakukan analisis terhadap waktu yang dibutuhkan oleh setiap responden dalam menyelesaikan seluruh skenario tugas yang telah diberikan, di mana perhitungan efisiensi didasarkan pada perbandingan antara jumlah tugas yang berhasil diselesaikan dengan total waktu pengerjaan, sehingga diperoleh nilai efisiensi berbasis waktu yang mencerminkan seberapa cepat pengguna dapat berinteraksi dengan aplikasi, sebagaimana disajikan secara rinci pada Tabel 9.

Tabel 9. Nilai Efisiensi Pada Aplikasi Indodax

Responden	n_{ij}					t_{ij}					n_{ij}/t_{ij}				
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
R1	1	1	1	1	1	51	19	24	17	9	0,020	0,053	0,042	0,059	0,111
R2	1	1	1	1	1	35	12	14	23	10	0,029	0,083	0,071	0,043	0,100
R3	1	1	1	1	1	32	12	21	17	8	0,031	0,083	0,048	0,059	0,125
R4	1	1	1	1	1	41	16	13	16	11	0,024	0,063	0,077	0,063	0,091
R5	0	1	1	1	1	57	27	21	12	7	0,000	0,037	0,048	0,083	0,143
R6	1	1	1	1	1	40	21	19	21	10	0,025	0,048	0,053	0,048	0,100
R7	1	1	1	1	1	42	17	29	14	7	0,024	0,059	0,034	0,071	0,143
R8	1	1	1	1	1	54	16	25	21	27	0,019	0,063	0,040	0,048	0,037
R9	1	1	1	1	1	55	16	21	9	18	0,018	0,063	0,048	0,111	0,056
R10	1	1	1	1	1	53	25	24	11	19	0,019	0,040	0,042	0,091	0,053
Efisiensi Berbasis Waktu											0,059 goal/second				

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, nilai efisiensi berbasis waktu aplikasi Indodax dari 10 responden dengan total 5 tugas mencapai 0,059 goal/second. Hal ini berarti rata-rata responden dapat menyelesaikan 5,9% dari keseluruhan tugas setiap detiknya, sehingga waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan 100% tugas adalah sekitar 16,95 detik. Nilai tersebut masuk dalam kategori sangat cepat sesuai dengan rentang waktu pada indikator *time behavior* yang disajikan dalam tabel 3.

2. Tokocrypto

Selanjutnya, untuk mengetahui tingkat efisiensi penggunaan aplikasi Tokocrypto, dilakukan analisis terhadap waktu penyelesaian setiap skenario tugas oleh responden dengan mempertimbangkan jumlah tugas yang berhasil diselesaikan serta durasi yang dibutuhkan, sehingga diperoleh nilai efisiensi berbasis waktu yang menggambarkan kecepatan dan kinerja pengguna dalam berinteraksi dengan aplikasi, yang disajikan secara rinci pada Tabel 10.

Tabel 10. Nilai Efisiensi Pada Aplikasi Tokocrypto

Responde n	n_{ij}					t_{ij}					n_{ij}/t_{ij}				
	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
R1	1	0	1	1	1	32	52	36	15	9	0,031	0,000	0,028	0,067	0,111
R2	1	0	1	1	1	25	23	18	29	19	0,040	0,000	0,056	0,034	0,053
R3	1	0	1	1	1	24	53	29	22	18	0,042	0,000	0,034	0,045	0,056
R4	1	0	1	1	1	8	30	33	16	10	0,125	0,000	0,030	0,063	0,100
R5	1	0	1	1	0	20	63	30	16	32	0,050	0,000	0,033	0,063	0,000
R6	1	0	1	1	1	27	57	37	18	24	0,037	0,000	0,027	0,056	0,042
R7	1	0	1	1	1	24	50	34	21	19	0,042	0,000	0,029	0,048	0,053
R8	1	0	1	1	0	46	68	28	18	54	0,022	0,000	0,036	0,056	0,000
R9	1	0	1	1	0	25	61	38	20	39	0,040	0,000	0,026	0,050	0,000
R10	1	0	1	1	1	56	68	24	17	12	0,018	0,000	0,042	0,059	0,083
Efisiensi Berbasis Waktu											0,036 goal/second				

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, nilai efisiensi berbasis waktu aplikasi Tokocrypto dari 10 responden dengan total 5 tugas mencapai 0,036 goal/second. Hal ini berarti rata-rata responden dapat menyelesaikan 3,6% dari keseluruhan tugas setiap detiknya, sehingga waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan 100% tugas adalah sekitar 27,78 detik. Nilai tersebut masuk dalam kategori sangat cepat sesuai dengan rentang waktu pada indikator *time behavior* yang disajikan dalam Tabel 3.

C. Electroencephalography (EEG)

1. Indodax

Selain pengukuran berbasis kinerja dan persepsi pengguna, penelitian ini juga melakukan analisis menggunakan sinyal *Electroencephalography* (EEG) untuk mengamati aktivitas gelombang otak responden selama berinteraksi dengan aplikasi Indodax, di mana data yang diperoleh berupa gelombang *Theta*, *Alpha*, dan *Beta* pada setiap saluran kemudian diolah untuk mendapatkan nilai rata-rata sebagai indikator respons kognitif pengguna, sebagaimana disajikan secara rinci pada Tabel 11.

Tabel 11. Nilai Efisiensi Pada Aplikasi Tokocrypto

Respondent	Data Sinyal EEG Per Saluran (Bels) Aplikasi Indodax		
	<i>Theta</i>	<i>Alpha</i>	<i>Beta</i>
R1	0,49824	0,63088	0,20286
R2	0,51834	0,54702	0,32989
R3	0,38449	0,41781	0,37739
R4	0,46497	0,43812	0,42042
R5	0,44377	0,63802	0,73388
R6	0,66488	0,67422	0,48543
R7	0,12764	0,43179	0,58460
R8	0,29979	0,41693	0,42161
R9	0,34662	0,45817	0,36349
R10	0,50740	0,55165	0,46781
Rata-Rata Tiap Sinyal	0,42561	0,52046	0,43874

Berdasarkan tabel 11, sinyal *Alpha* memiliki rata-rata tertinggi (0,52046 Bels), diikuti *Beta* (0,43874 Bels) dan *Theta* (0,42561 Bels). Dominasi *Alpha* menunjukkan kondisi pengguna yang tenang dengan beban kognitif rendah [10]. Hal ini sejalan dengan nilai SUS yang cukup baik (71,5) dan efektivitas yang sangat tinggi (98%). Sinyal *Beta* yang sedang mencerminkan konsentrasi yang wajar tanpa indikasi kelelahan, didukung oleh minimnya kegagalan tugas. Sementara itu, nilai *Theta* yang relatif rendah menunjukkan tidak adanya beban kognitif tinggi. Secara keseluruhan, data EEG mengindikasikan bahwa aplikasi Indodax memberikan pengalaman pengguna yang nyaman dan konsisten dengan hasil pengukuran *usability* lainnya.

2. Tokocrypto

Selanjutnya, untuk menganalisis respons kognitif pengguna pada aplikasi Tokocrypto, dilakukan pengolahan data sinyal *Electroencephalography* (EEG) yang diperoleh selama proses pengujian, di mana setiap sinyal gelombang otak seperti *Theta*, *Alpha*, dan *Beta* pada masing-masing responden dihitung dan dirata-ratakan guna mengidentifikasi tingkat konsentrasi, relaksasi, serta beban kognitif pengguna, yang kemudian disajikan secara rinci pada Tabel 12.

Tabel 12. Nilai Efisiensi Pada Aplikasi Tokocrypto

Respondent	Data Sinyal EEG Per Saluran (Bels) Aplikasi Tokocrypto		
	<i>Theta</i>	<i>Alpha</i>	<i>Beta</i>
R1	0,49941	0,43425	0,51071
R2	0,42760	0,45907	0,47117
R3	0,53120	0,49083	0,48677
R4	0,60245	0,72836	0,74885
R5	0,26914	0,41953	0,51151
R6	0,17032	0,44217	0,62303
R7	0,21925	0,38050	0,39617
R8	0,55331	0,50845	0,54802
R9	0,60452	0,55097	0,54577
R10	0,42238	0,48993	0,53819
Rata-Rata Tiap Sinyal	0,42238	0,48993	0,53819

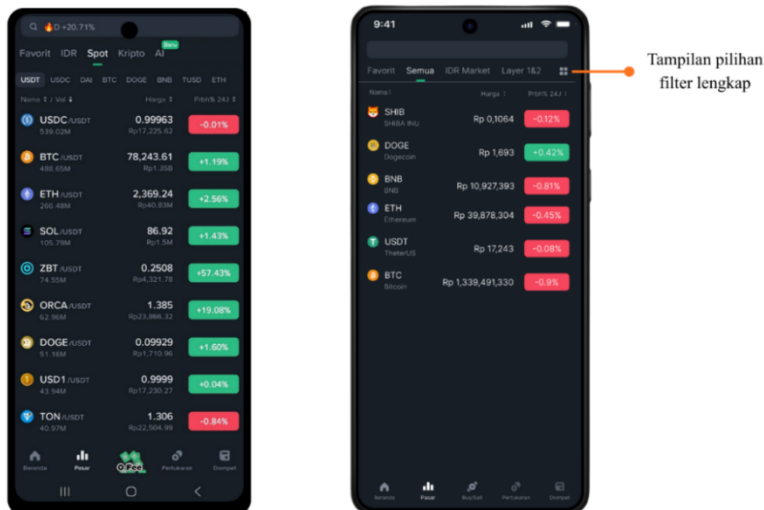
Berdasarkan tabel 12, sinyal *Beta* memiliki rata-rata tertinggi (0,53819 Bels), diikuti *Alpha* (0,48993 Bels) dan *Theta* (0,42238 Bels). Temuan dominasi sinyal *Beta* pada aplikasi Tokocrypto juga mendukung penelitian Zamroni dkk [10] yang menyatakan bahwa peningkatan sinyal *Beta* berkaitan dengan meningkatnya beban kognitif dan konsentrasi pengguna saat menghadapi kesulitan dalam interaksi sistem digital. Hal ini selaras dengan nilai SUS yang lebih rendah (56,75) dan efektivitas yang hanya cukup (74%). Sinyal *Alpha* yang sedang belum mampu menyeimbangkan beban kognitif, terlihat dari tingginya kegagalan tugas, terutama pada pencarian aset dan riwayat transaksi. Sementara itu, nilai *Theta* yang rendah menunjukkan tidak adanya kondisi relaksasi mendalam. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Larasati dan Tranggono [13] yang menunjukkan bahwa aplikasi dengan skor *usability* lebih tinggi cenderung menghasilkan dominasi gelombang alpha yang mengindikasikan kondisi pengguna lebih rileks dan nyaman selama berinteraksi dengan sistem. Secara keseluruhan, data EEG mengindikasikan bahwa aplikasi Tokocrypto memberikan beban kognitif lebih tinggi dibandingkan Indodax, sehingga pengalaman pengguna cenderung kurang nyaman dan memerlukan perbaikan signifikan.

3. Rekomendasi Perbaikan

Berdasarkan evaluasi *usability* menggunakan *performance measurement*, SUS, dan EEG, aplikasi Tokocrypto memiliki tingkat *usability* lebih rendah dibandingkan Indodax. Hal ini ditunjukkan oleh skor SUS 56,75 (*marginal low*), efektivitas 74% (cukup efektif), serta dominasi sinyal *Beta* yang mengindikasikan beban kognitif dan stres lebih tinggi. Oleh karena itu, rekomendasi perbaikan antarmuka pada penelitian ini disusun berdasarkan hasil *performance measurement*, SUS, dan EEG sehingga perbaikan yang diusulkan tidak hanya berfokus pada tampilan visual, tetapi juga mempertimbangkan aspek beban kognitif pengguna sesuai prinsip ISO 9241-11.

a. Perbaikan Tampilan Fitur Aset

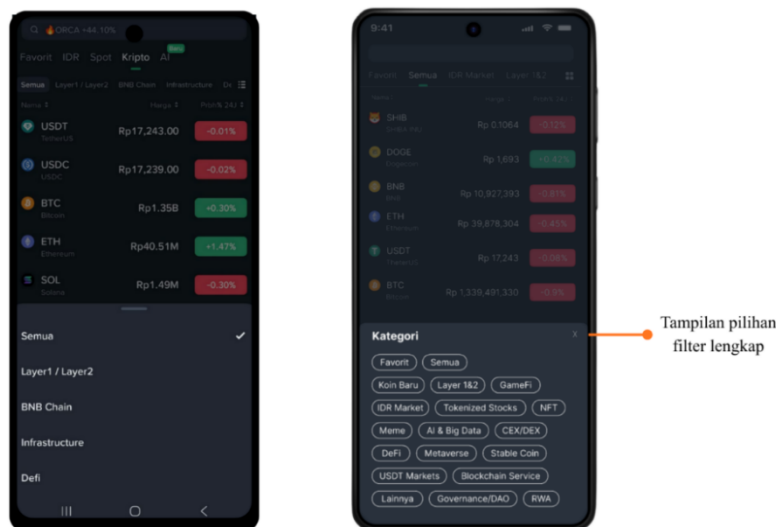
Berdasarkan hasil evaluasi *usability*, ditemukan beberapa permasalahan pada antarmuka aplikasi yang memerlukan perbaikan, sehingga dirancang usulan desain antarmuka baru yang bertujuan untuk meningkatkan kemudahan navigasi, kelengkapan fitur, serta kenyamanan pengguna, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Tampilan Antarmuka Navigasi Awal (Kiri) dan Desain Usulan Perbaikan (Kanan)

Pada tampilan sebelum perbaikan (gambar kiri), antarmuka aplikasi hanya menyediakan pilihan tab navigasi yang sangat terbatas (Favorit, IDR, Spot, Kripto, dll.). Sementara itu, pada tampilan sesudah perbaikan (gambar kanan), fitur filter telah direvisi dengan menambahkan pilihan filter yang lengkap dan lebih jelas serta mudah diakses melalui ikon filter di pojok kanan atas.

Sebagai bagian dari upaya peningkatan kualitas antarmuka, dilakukan perbaikan pada fitur filter aset yang sebelumnya terbatas dan kurang fleksibel, dengan menambahkan opsi kategori yang lebih lengkap serta tampilan yang lebih intuitif agar memudahkan pengguna dalam melakukan pencarian dan penyaringan aset sesuai kebutuhan, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 6.

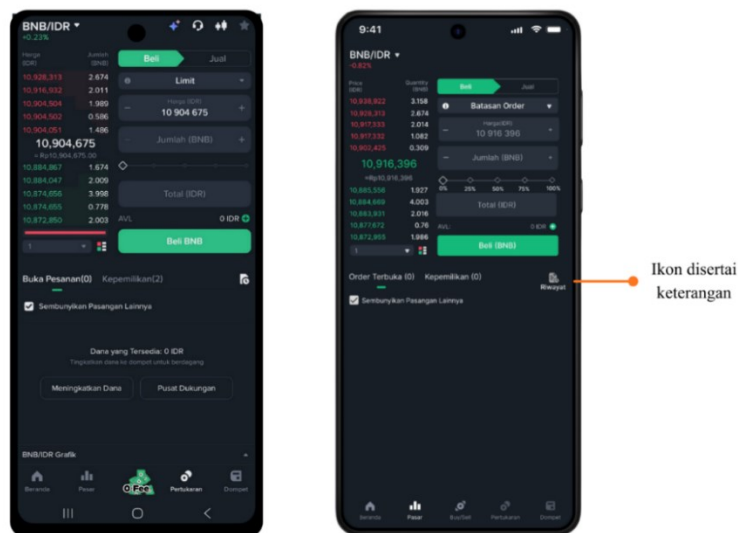


Gambar 6. Tampilan Antarmuka Filter Awal (Kiri) dan Desain Usulan Perbaikan (Kanan)

Sebelum perbaikan (gambar kiri), pilihan filter masih terbatas dan kurang terstruktur. Setelah perbaikan (gambar kanan), muncul menu kategori filter yang komprehensif berupa chip/filter button yang mencakup berbagai kategori penting seperti: Favorit, Semua, Layer 1 / Layer 2, BNB Chain, DeFi, Meme, GameFi, CEX/DEX, RWA, NFT, dan lainnya. Desain berbasis *chip button* yang responsif ini tidak hanya meningkatkan visibilitas dan aksesibilitas fitur filter, tetapi juga mengurangi beban kognitif pengguna. Dengan adanya struktur filter yang jelas dan lengkap, proses pencarian aset menjadi jauh lebih cepat dan intuitif.

b. Perbaikan Tampilan Ikon Riwayat Transaksi

Selain perbaikan pada fitur navigasi dan filter, dilakukan juga penyempurnaan pada tampilan ikon riwayat transaksi yang sebelumnya kurang informatif dan sulit dikenali oleh pengguna, dengan menambahkan label serta memperjelas visual ikon agar lebih mudah dipahami dan diakses, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pencarian riwayat transaksi, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 7.

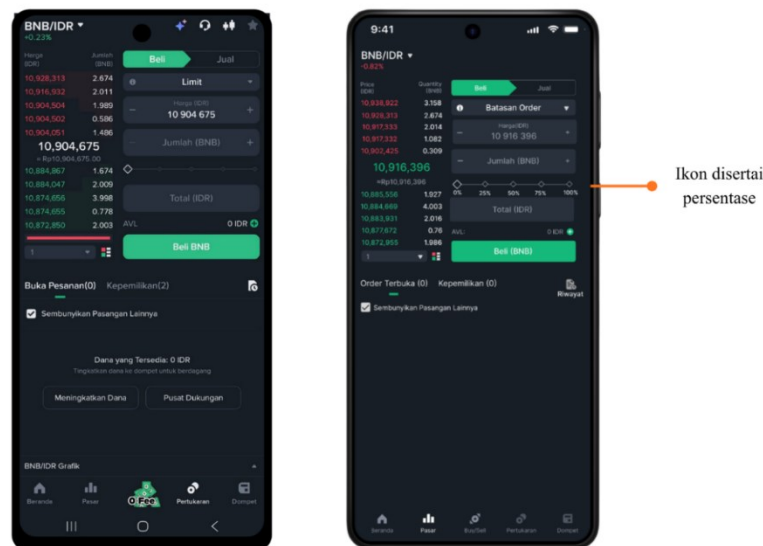


Gambar 7. Tampilan Antarmuka Ikon Riwayat Transaksi Awal (Kiri) dan Desain Usulan Perbaikan (Kanan)

Pada tampilan sebelum perbaikan (gambar kiri), ikon riwayat transaksi hanya berupa simbol kecil tanpa label teks, sehingga sulit dikenali pengguna. Hal ini menyebabkan responden sering kesulitan menemukan riwayat transaksi, waktu penyelesaian tugas menjadi lebih lama, dan sinyal *Beta* pada EEG meningkat. Setelah diperbaiki (gambar kanan), ikon tersebut diperbesar dan ditambahkan label teks “Riwayat” di bawahnya. Perubahan ini membuat ikon lebih jelas, mudah dikenali dan intuitif, terutama bagi pengguna baru.

c. Perbaikan Tampilan Ikon Besaran Transaksi

Selain itu, dilakukan perbaikan pada fitur penentuan besaran transaksi yang sebelumnya kurang intuitif dan berpotensi membingungkan pengguna, dengan menambahkan indikator persentase pada slider untuk memudahkan pengguna dalam menentukan jumlah transaksi secara lebih cepat, akurat, dan efisien, sehingga dapat mengurangi beban kognitif selama proses interaksi, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Tampilan Antarmuka Ikon Besaran Transaksi Awal (Kiri) dan Desain Usulan Perbaikan (Kanan)

Pada tampilan sebelum perbaikan (gambar kiri), pengguna harus menebak-nebak besaran jumlah yang akan dibeli atau dijual, sehingga menimbulkan kebingungan, waktu yang lebih lama, dan peningkatan beban kognitif (sinyal *Beta* tinggi). Setelah perbaikan (gambar kanan), desain slider besaran transaksi telah direvisi dengan menambahkan indikator persentase yang jelas (0%, 25%, 50%, 75%, 100%) di bawah *slider*. Label persentase ini membuat pengguna dapat langsung melihat dan memilih besaran transaksi yang diinginkan dengan cepat dan akurat tanpa perlu menghitung secara manual.

Simpulan

Berdasarkan hasil evaluasi *usability* menggunakan *performance measurement*, *System Usability Scale* (SUS), dan Electroencephalography (EEG), aplikasi Indodax menunjukkan tingkat *usability* yang lebih baik dibandingkan Tokocrypto berdasarkan standar ISO 9241-11. Indodax memperoleh nilai efektivitas, efisiensi, dan skor SUS yang lebih tinggi serta dominasi

sinyal alpha yang menunjukkan beban kognitif lebih rendah. Sebaliknya, Tokocrypto didominasi sinyal *Beta* yang mengindikasikan meningkatnya beban kognitif pengguna selama menyelesaikan tugas. Hasil wawancara juga menunjukkan bahwa pengguna mengalami kendala pada fitur filter aset, riwayat transaksi, dan penentuan besaran transaksi pada Tokocrypto. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan antarmuka untuk meningkatkan usability dan pengalaman pengguna. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan jumlah responden yang lebih besar dan membandingkan lebih banyak aplikasi *cryptocurrency* agar hasil penelitian menjadi lebih representatif.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini, khususnya kepada responden yang telah berpartisipasi dalam proses pengujian, serta kepada pihak Laboratorium Ergonomi UPN "Veteran" Jawa Timur memberikan dukungan fasilitas. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada kedua orang tua atas doa, dukungan, dan motivasi yang diberikan selama proses penelitian. Apresiasi turut diberikan kepada semua pihak yang telah memberikan masukan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

References

1. H. Widowati, "Lebih Dari 60% Investor Kripto Di Indonesia Berusia Di Bawah 30 Tahun," Katadata.co.id, Nov. 2024. [Online]. Available: <https://katadata.co.id/finansial/keuangan/672305ed171d5/lebih-dari-60-investor-kripto-di-indonesia-berusia-di-bawah-30-tahun>. [Accessed: Jan. 12, 2026].
2. Coinvestasi, "Daftar Exchange Kripto Paling Banyak Digunakan Investor Indonesia," Coinvestasi.com, 2024. [Online]. Available: <https://coinvestasi.com/berita/daftar-exchange-kripto-paling-banyak-digunakan-investor-indonesia>. [Accessed: Dec. 15, 2025].
3. M. Fadillah and A. Mulyani, "Analisis Usability Testing Aplikasi Tokocrypto," Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research, vol. 8, no. 4, pp. 688–697, 2024, doi: 10.52362/jisamar.v8i4.1568.
4. P. T. Nugraha, I. M. Sukarsa, and N. K. D. Rusjayathi, "Usability Testing Sistem Love Bali Menggunakan Teknik Performance Measurement Dan Concurrent Think Aloud (CTA)," Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Komputer (JITTER), vol. 3, no. 2, 2022, doi: 10.24843/JTRTI.2022.v03.i02.p13.
5. ISO, Ergonomics of Human-System Interaction Part 11: Usability: Definitions and Concepts. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization, 2018. [Online]. Available: <https://www.iso.org/standard/63500.html>. [Accessed: Dec. 12, 2025].
6. A. R. R. Putri and A. D. Indriyanti, "Evaluasi Usability User Interface Dan User Experience Pada Aplikasi M.Tix Dengan Metode Usability Testing (UT) Dan System Usability Scale (SUS)," JEISBI (Journal of Emerging Information Systems and Business Intelligence), vol. 4, no. 2, pp. 21–32, 2024, doi: 10.26740/jeisbi.v4i2.51791.
7. D. Wahyuni and M. L. Hamzah, "Analisa Tingkat Usability Website Menggunakan Metode System Usability Scale Dan Post Study System Usability Questionnaire," Jurnal Testing Dan Implementasi Sistem Informasi, vol. 2, no. 1, pp. 52–58, 2024, doi: 10.55583/jtisi.v2i1.384.
8. M. F. Fadilah, N. Rahaningsih, and R. D. Dana, "Evaluasi Usabilitas Sistem Menggunakan Metode System Usability Scale (SUS) Pada Aplikasi Akhlaq Dengan Penerapan Teknik Indexing MongoDB," Jurnal Sistem Informasi Dan Informatika (Simika), vol. 7, no. 1, pp. 1–14, 2024, doi: 10.47080/simika.v7i1.3070.
9. H. Zhang et al., "The Applied Principles of EEG Analysis Methods in Neuroscience and Clinical Neurology," Military Medical Research, vol. 10, no. 1, Dec. 2023, doi: 10.1186/s40779-023-00502-7.
10. G. M. Zamroni, D. Yulianto, B. Saphira, F. N. Akhmad, and F. A. Zahrah, "Electroencephalogram as a Validation Method in Usability Testing," JUITA: Jurnal Informatika, vol. 11, no. 1, pp. 97–105, 2023, doi: 10.30595/juita.v11i1.16000.
11. Mairistiansyah and K. Nisa, "Analisis Usability Aplikasi Ngetem Menggunakan Metode System Usability Scale (Studi Kasus PT. Seino Indomobil Logistic)," Jurnal Eksplora Informatika, vol. 14, no. 1, pp. 43–54, Sep. 2024, doi: 10.30864/eksplora.v14i1.1083.
12. R. Budi and K. Moran, "How Many Participants for Quantitative Usability Studies: A Summary of Sample-Size Recommendations," Nielsen Norman Group, 2021. [Online]. Available: <https://www.nngroup.com/articles/summary-quant-sample-sizes/>. [Accessed: Jan. 16, 2026].
13. A. P. A. Larasati and Tranggono, "Usability Analysis of Online Travel Agent Applications Using System Usability Scale and Electroencephalography," Journal of Applied Informatics and Computing (JAIC), vol. 9, no. 4, pp. 2548–6861, 2025, doi: 10.30871/jaic.v9i4.10145.
14. T. Wahyuningrum, Buku Referensi Mengukur Usability Perangkat Lunak, 1st ed. Yogyakarta, Indonesia: Deepublish, 2021.
15. M. S. Tuloli, R. Patalangi, and R. Takdir, "Pengukuran Tingkat Usability Sistem Aplikasi E-Rapor Menggunakan Metode Usability Testing Dan SUS," Jambura Journal of Informatics, vol. 4, no. 1, pp. 13–26, Apr. 2022, doi: 10.37905/jji.v4i1.13411.
16. D. Nandini, J. Yadav, V. Singh, V. Mohan, and S. Agarwal, "An Ensemble Deep Learning Framework for Emotion Recognition Through Wearable Devices Multi-Modal Physiological Signals," Scientific Reports, vol. 15, no. 1, Dec. 2025, doi: 10.1038/s41598-025-99858-0.
17. I. Fadila, "Pemeriksaan EEG," Hello Sehat, 2024. [Online]. Available: <https://helohehat.com/saraf/pemeriksaan-eeeg/>. [Accessed: Jan. 16, 2026].