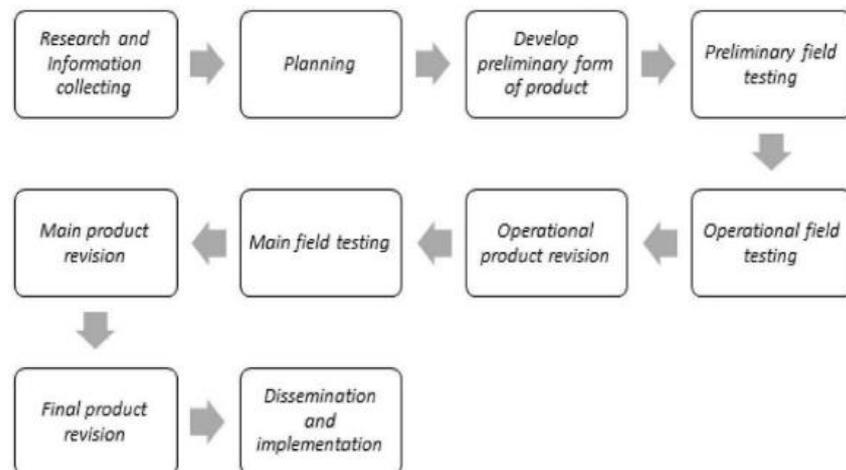


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

A. Metode Penelitian & Pengembangan

Penelitian dan pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk membuat produk tertentu dan menguji seberapa efektif produk tersebut. Penelitian dan pengembangan adalah proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan produk baru atau memperbaiki produk yang sudah ada. Proses penelitian atau proses pengembangan ini termasuk mempelajari hasil penelitian tentang produk yang akan dikembangkan, dan kemudian mengembangkan produk berdasarkan temuan tersebut..(Sudikan et al., 2023, pg.1)



Gambar 3. 1 Alur Penelitian dan Pengembangan

(sumber: Model Pnelitian pengembangan Borg & Gall dalam Assyauqi, 2020)

Dari Gambar Diatas, Dapat Didefinisikan Sebagai berikut :

1. (*research and information collecting*) adapun langkah-langkah dalam studi pendahuluan ini adalah analisis kebutuhan, apa yang pentinga bagi pendidikan, dan studi literatur.
2. *Merencanakan penelitian (Planning)* Setelah studi pendahuluan selesai, pengembang dapat melanjutkan ke langkah kedua: merencanakan penelitian. Perencanaan penelitian R & D mencakup: menentukan tujuan penelitian, menghitung dana, tenaga, dan waktu; dan menentukan kualifikasi penelitian dan cara mereka berpartisipasi.

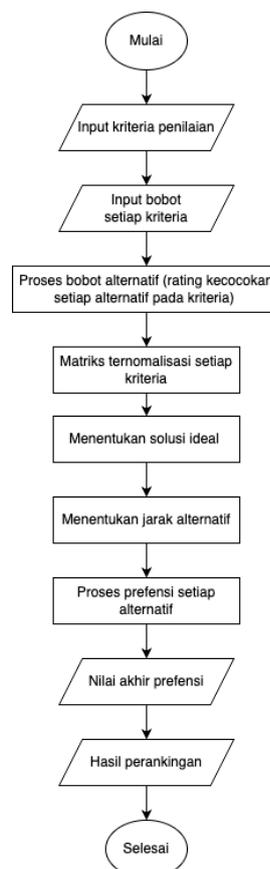
3. *Pengembangan Desain* Adapaun langkah dalam pengembangan Desain adalah menentukan desain produk (desain hipotetik), menentukan alat dan peralatan penelitian yang diperlukan selama proses penelitian dan pengembangan menentukan tahap pelaksanaan uji desain di lapangan dan memberikan deskripsi tugas pihak-pihak yang terlibat dalam penelitian.
4. *prelimynary field testing* Uji produk secara terbatas adalah bagian dari proses, Ini mencakup melakukan uji lapangan awal terhadap desain produk, terbatas pada substansi desain dan pihak-pihak yang terlibat dan dilakukan berulang-ulang untuk memastikan bahwa desain, baik dari segi substansi maupun metodologi, memenuhi standar
5. *.revisi hasil ujian lapangan terbatas(main product revision)* Perbaikan model atau desain yang menggunakan uji lapangan terbatas dilakukan pada tahap ini. Setelah uji coba lapangan terbatas selesai, produk awal akan disempurnakan. Pada tahap ini, metode kualitatif digunakan lebih banyak. Sehingga perbaikan adalah perbaikan internal, evaluasi berfokus pada proses.
6. *Main Field Test* Uji produk lebih lanjut adalah langkah berikutnya. Ini mencakup melakukan uji efektivitas desain produk; melakukan uji efektivitas desain, biasanya menggunakan teknik eksperimen model penggulangan; dan mengetahui bahwa desain yang efektif, baik dari segi substansi maupun metodologi, telah dihasilkan dari uji lapangan.
7. *Revisi Hasil Uji Lapangan (Operational Product Revision)*Setelah uji lapangan yang lebih mendalam dari uji lapangan pertama, langkah ini merupakan perbaikan kedua. Meningkatkan produk berdasarkan hasil uji lapangan yang lebih mendalam ini akan membuat produk yang kita kembangkan lebih kuat, karena pada tahap uji lapangan sebelumnya ada kelompok kontrol. Pretest dan posttest digunakan. Selain perbaikan yang dilakukan di dalam organisasi.
8. *Uji Kelayakan (Operational Field Testing)* Ini adalah langkah-langkah yang harus dilakukan dalam skala besar yaitu melakukan uji efektivitas dan adaptabilitas desain produk, melakukan uji efektivitas dan adaptabilitas desain dengan calon konsumen, dan mengumpulkan hasil uji lapangan untuk model desain yang siap digunakan, baik dari sisi metodologi maupun substansi.
9. *Revisi Final Hasil Uji Kelayakan (Final Product Revision)* Langkah ini akan memungkinkan produk yang sedang dikembangkan untuk menjadi lebih baik. Untuk membuat produk yang dikembangkan lebih akurat, diperlukan penyempurnaan produk akhir. Pada titik ini, produk yang tingkat efektivitasnya dapat dipertanggungjawabkan telah didapat. Hasil penyempurnaan produk akhir memiliki nilai yang dapat diandalkan untuk "generalisasi".

10. *Desiminasi Dan Implementasi Produk Akhir (Dissemination And Implementacion)* komunikasi hasil penelitian dan pengembangan melalui forum ilmiah atau media massa. Setelah kontrol kualitas selesai, produk harus didistribusikan. Menurut Borg and Gall, lingkaran penelitian dan pengembangan terdiri dari langkah-langkah berikut dalam proses penelitian dan pengembangan yaitu meneliti hasil penelitian yang berkaitan dengan produk yang akan dikembangkan, mengembangkan produk berdasarkan hasil penelitian, uji lapangan, dan mengurangi disparitas yang ditemukan selama tahap uji lapangan.

B. Metode Yang diusulkan

1. Metode Topsis

Untuk menyelesaikan masalah penelitian tentang menentukan rekomendasi marketplace untuk berbelanja online, metode TOPSIS akan digunakan. Metode ini mempertimbangkan tidak hanya jarak terpendek dari solusi ideal positif tetapi juga jarak terpanjang dari solusi ideal negatif. Sebagai ilustrasi, berikut adalah alur proses.



Gambar 3. 2 Langkah-langkah Topsis

1. Menentukan matriks normalisasi:
Langkah pertama dalam TOPSIS adalah menentukan matriks normalisasi. Matriks normalisasi digunakan untuk menghilangkan perbedaan skala antar kriteria dalam evaluasi alternatif. Matriks normalisasi dapat dihitung dengan menggunakan metode normalisasi seperti normalisasi min-max atau normalisasi vektor.
2. Menentukan matriks normalisasi terbobot:
Setelah matriks normalisasi ditentukan, langkah selanjutnya adalah menentukan matriks normalisasi terbobot. Matriks normalisasi terbobot diperoleh dengan mengalikan matriks normalisasi dengan vektor bobot yang mencerminkan tingkat kepentingan relatif dari setiap kriteria. Dengan mengalikan matriks normalisasi dengan bobot, kita memberikan bobot yang lebih tinggi kepada kriteria yang dianggap lebih penting.
3. Menghitung solusi ideal positif dan negatif:
Setelah matriks normalisasi terbobot diperoleh, langkah selanjutnya adalah menghitung solusi ideal positif dan solusi ideal negatif. Solusi ideal positif (A+) adalah kombinasi dari nilai maksimum setiap kriteria, sedangkan solusi ideal negatif (A-) adalah kombinasi dari nilai minimum setiap kriteria. Solusi ideal positif dan negatif digunakan sebagai acuan dalam menentukan jarak setiap alternatif ke solusi ideal.
4. Menghitung jarak solusi ideal positif dan negatif:
Setelah solusi ideal positif dan negatif ditentukan, langkah berikutnya adalah menghitung jarak setiap alternatif terhadap solusi ideal positif (D+) dan solusi ideal negatif (D-). Jarak ini dapat dihitung menggunakan metode Euclidean distance, Manhattan distance, atau metode jarak lainnya. Jarak ini mencerminkan seberapa dekat atau jauhnya suatu alternatif dari solusi ideal positif dan negatif.
5. Menghitung nilai prefensi:
Langkah terakhir dalam TOPSIS adalah menghitung nilai prefensi untuk setiap alternatif. Nilai prefensi dapat dihitung dengan menggunakan rumus Preferensi (P) = $D^- / (D^+ + D^-)$, di mana D+ adalah jarak alternatif ke solusi ideal positif, dan D- adalah jarak alternatif ke solusi ideal negatif. Nilai prefensi ini menunjukkan seberapa baik atau buruknya suatu alternatif dibandingkan dengan alternatif lainnya. Alternatif dengan nilai prefensi tertinggi akan menjadi alternatif terbaik atau yang paling diinginkan.

Desain rancangan program untuk proses perhitungan metode TOPSIS pada sistem ini dibuat dalam bentuk *pseudocode*.

a. Menentukan matriks normalisasi

Rancangan pseudocode pada tahap pertama proses perhitungan metode TOPSIS ditunjukkan pada tabel sebagai berikut:

PSEUDOCODE
<pre> Query <- select * from nilai_kriteria Num_rows <- num_rows(query) While row <- read(query) Array a <- no_produk Array b <- nama_produk Array k1 <- k1 Array k2 <- k2 Array k3 <- k3 Array k4 <- k4 End while For i <- 0 to num_rows-1 Array k12 <- (k11[i])^2 Array k22 <- (k21[i])^2 Array k32 <- (k31[i])^2 Array k42 <- (k41[i])^2 End for For i <- 0 to num_rows-1 Array k13 <- (k11[i] / sqrt(array_sum(k12))) Array k23 <- (k21[i] / sqrt(array_sum(k22))) Array k33 <- (k31[i] / sqrt(array_sum(k32))) Array k43 <- (k41[i] / sqrt(array_sum(k42))) End for </pre>

Program untuk proses perhitungan metode TOPSIS pada sistem ini diawali dengan melakukan normalisasi matriks keputusan dengan mengambil data dari hasil input data karyawan yang telah dimasukkan sebelumnya dan tersimpan di database.

b. Menentukan matriks normalisasi terbobot

Rancangan pseudocode pada tahap kedua proses perhitungan metode TOPSIS ditunjukkan pada gambar sebagai berikut:

PSEUDOCODE
<pre> For i <- 0 to num_rows-1 Array k14 <- (k13[i]) * w[0] Array k24 <- (k23[i]) * w[1] Array k34 <- (k33[i]) * w[2] Array k44 <- (k43[i]) * w[3] End for </pre>

Setelah diperoleh matriks keputusan ternormalisasi, kemudian dilakukan normalisasi matriks keputusan terbobot dengan rancangan pseudocode mengalikan tiap elemen hasil dari normalisasi matriks dengan bobot tiap kriteria.

- c. Menghitung solusi ideal positif dan negatif

Rancangan pseudocode pada tahap ketiga proses perhitungan metode TOPSIS ditunjukkan pada gambar dibawah ini:

PSEUDOCODE
<pre> Array k14p <- max(k14) Array k24p <- max(k24) Array k34p <- max(k34) Array k44p <- max(k44) Array k14n <- min(k14) Array k24n <- min(k24) Array k34n <- min(k34) Array k44n <- min(k44) </pre>

Kemudian mencari nilai minimum dan maksimum untuk menentukan nilai solusi ideal positif dan solusi ideal negatif.

- d. Menghitung jarak solusi ideal positif dan negatif

Rancangan pseudocode pada tahap keempat proses perhitungan metode TOPSIS ditunjukkan pada gambar dibawah ini:

PSEUDOCODE
<pre> For i <- 0 to num_rows-1 Array k15p <- pow((k14p[i] - k14p), 2) Array k25p <- pow((k24p[i] - k24p), 2) Array k35p <- pow((k34p[i] - k34p), 2) Array k45p <- pow((k44p[i] - k44p), 2) Array k15n <- pow((k14p[i] - k24n), 2) Array k25n <- pow((k24p[i] - k34n), 2) Array k35n <- pow((k34p[i] - k34n), 2) Array k45n <- pow((k44p[i] - k44n), 2) End for For i <- 0 to num_rows-1 Array sin <- sqrt(k15p[i] + k25p[i] + k35p[i] + k45p[i]) Array sip <- sqrt(k15n[i] + k25n[i] + k35n[i] + k45n[i]) End for </pre>

Program dilanjutkan dengan menghitung jarak tiap calon terhadap solusi ideal positif dan solusi ideal negatif.

- e. Menghitung nilai prefensi

Rancangan pseudocode pada tahap kelima proses perhitungan metode TOPSIS ditunjukkan pada gambar dibawah ini:

PSEUDOCODE
For i <- 0 to num_rows-1 Array ci[] = sin[i] / (sin[i] + sip[i]) End for

2. Model Konseptual

Dengan menggunakan model konseptual sistem pendukung keputusan, penelitian ini menyelidiki masalah pemilihan produk yang ingin diselesaikan melalui SPK. Faktor-faktor seperti kebutuhan pengguna, preferensi, anggaran, dan hal-hal lain yang relevan termasuk dalam masalah ini. Data yang tersedia tentang produk termasuk merek, harga, fitur, ulasan pelanggan, dan spesifikasi lainnya. Data ini dapat diperoleh dari sumber luar, seperti perusahaan yang disurvei. Ini dapat mencakup preferensi merek dan kategori produk yang diminati. Interaksi dengan sistem SPK, survei, atau integrasi sistem lain dapat menghasilkan data ini.

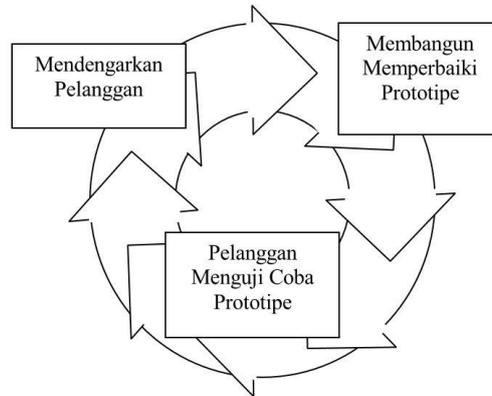
Model analisis digunakan untuk membuat rekomendasi dari data produk dan pengguna. Ini dapat mencakup teknik seperti filtrasi kolaboratif, metode berbasis konten, atau teknik pembelajaran mesin lainnya yang relevan. pengetahuan ahli tentang preferensi pengguna, aturan bisnis, atau kriteria khusus yang digunakan untuk pengambilan keputusan. Pengetahuan ini dapat diterapkan dalam bentuk aturan atau bobot kriteria yang digunakan untuk membuat rekomendasi. Algoritma SPK menggabungkan data produk, data pengguna, model analisis, dan pengetahuan profesional.

Rekomendasi berdasarkan data produk dan pengguna dibuat dengan model analisis. Ini mungkin termasuk metode seperti filtrasi kolaboratif, metode berbasis konten, atau teknik pembelajaran mesin terkait lainnya. pengetahuan ahli tentang preferensi pengguna, aturan perusahaan, atau kriteria khusus yang digunakan untuk pengambilan keputusan. Pengetahuan ini dapat diterapkan dalam bentuk aturan atau bobot kriteria yang digunakan untuk membuat rekomendasi. Algoritma SPK menggabungkan pengetahuan profesional, model analisis, data produk, dan data pengguna.

Output dapat berupa daftar produk yang disarankan disertai dengan informasi tambahan seperti harga, ulasan, atau ulasan pelanggan. Proses untuk menguji dan memvalidasi kinerja SPK dalam memberikan rekomendasi produk, yang melibatkan pengujian sistem dengan data pengujian dan membandingkan hasilnya dengan preferensi pengguna atau standar yang ditetapkan. Proses untuk

meningkatkan kinerja SPK berdasarkan umpan balik pengguna, perubahan tren pasar, atau perubahan preferensi pengguna.

3. Model Procedural



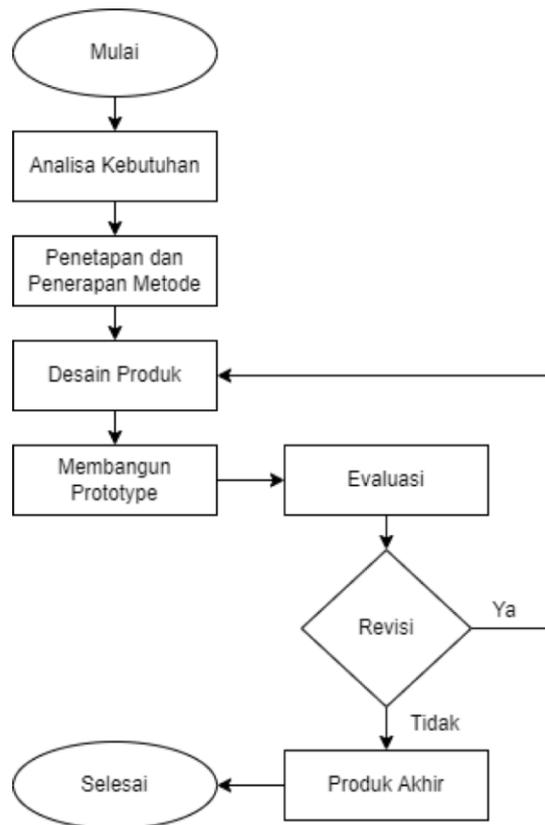
Gambar 3. 3 Alur Tahapan Prototype

Tahapan pengembangan model prototype adalah sebagai berikut:

- (1) Mendengarkan keluhan pelanggan; ini mengumpulkan kebutuhan sistem melalui pengamatan keluhan pelanggan. Untuk membuat sistem yang sesuai kebutuhan, Anda harus mengetahui bagaimana sistem sedang berjalan. Setelah itu, Anda dapat mengidentifikasi masalah yang muncul.
- (2) Merancang dan Membuat Prototype: Pada tahap ini, prototipe sistem dirancang dan dibuat berdasarkan keluhan atau keluhan pelanggan atau pengguna.
- (3) Uji Coba: Pada tahap ini, pelanggan atau pengguna menguji prototipe sistem. Selanjutnya, kebutuhan pelanggan dievaluasi. Setelah mempertimbangkan keluhan pelanggan, pengembangan memperbaiki prototipe saat ini.

C. Prosedur Pengembangan

Penelitian ini adalah penelitian pengembangan, atau R&D (Research and Development), dengan tujuan mengembangkan perangkat lunak atau aplikasi. Prosedur pengembangan dalam penelitian ini digambarkan pada flowcard sebagai berikut:



Gambar 3. 4 Prosedur Pengembangan

Beberapa langkah dalam proses pengembangan penelitian dapat digambarkan sebagai berikut:

1. Analisa Kebutuhan: Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan informasi yang diperlukan untuk membantu pengembangan sistem berjalan.
2. Penetapan dan Penerapan Metode: Jurnal yang relevan digunakan untuk menentukan metode pengembangan aplikasi dalam penelitian ini. Metode TOPSIS (Technique for Others Preference by Similarity to Ideal Solutions) digunakan untuk desain produk dan perancangan prototipe.
3. Desain Produk: Tahapan perancangan aplikasi dilakukan untuk memastikan bahwa proses pembuatan aplikasi dilakukan dengan benar.
4. Membangun Prototype: Proses pembuatan sistem dimulai dengan rancang bangun yang telah direncanakan dan memenuhi persyaratan.
5. Evaluasi: Aplikasi diuji oleh ahli materi, dan pengguna untuk menilai tingkat keberhasilannya sesuai dengan kebutuhan dan menemukan kesalahan.
6. Revisi: Setelah pengujian, aplikasi diperbarui untuk menjadi sesuai dengan kebutuhan.

7. Produk Akhir: Produk yang telah melewati tahap evaluasi oleh ahli materi, dan pengguna dan dinyatakan layak untuk digunakan akan dianggap berhasil jika memenuhi kebutuhan.

D. Uji Coba Produk

Uji coba produk bertujuan untuk mengumpulkan data sebelumnya dan kemudian melakukan perhitungan untuk mengukur ketepatan produk dan tingkat prioritas informasi yang dihasilkannya. Ada beberapa bagian yang perlu diperhatikan dalam uji coba produk ini, yaitu: Tujuan dari uji coba produk adalah untuk mengumpulkan data yang sebelumnya telah dikumpulkan. Adapun yang harus diperhatikan dalam uji produk ini adalah :

1. Desain Uji Coba

Dalam desain uji coba, biasanya ada tiga tahap: uji terbatas, uji umum, dan uji lapangan. Namun, dalam penelitian tentang pengembangan sistem ini, hanya tahap uji terbatas yang digunakan. Dalam penelitian ini yang bertujuan untuk mengembangkan sistem pendukung keputusan untuk penentuan rekomendasi marketplace yang tepat untuk berbelanja elektronik secara online, terdapat dua tahap pengujian, yaitu:

a. Uji Coba Materi

Tujuan uji coba ini adalah untuk mengetahui seberapa efektif metode TOPSIS bisa memberikan rekomendasi marketplace yang tepat untuk berbelanja elektronik secara online.

b. Uji Coba Pengguna

Pengujian kepada pengguna dilakukan untuk mengetahui seberapa berguna produk prototype dan seberapa sesuai dengan kebutuhan pengguna. Ini dilakukan dengan memberikan angket atau kuesioner kepada pengguna untuk menentukan marketplace yang tepat dalam berbelanja elektronik secara online.

2. Subjek Uji Coba

Subjek uji coba yang dilibatkan dalam penelitian ini harus memiliki karakteristik yang jelas, lengkap, dan terkait dengan produk yang sedang dikembangkan. Dalam penelitian ini, subjek pengguna yang terlibat mencakup mahasiswa pengguna platform dalam membeli kebutuhan, serta subjek ahli yang merupakan dosen dari Universitas Binaniaga dan memiliki keahlian dalam sistem yang sedang diteliti.

3. Jenis Data

Peneliti menggunakan data primer dan sekunder adalah dua jenis data yang digunakan dalam penelitian. Data primer berasal dari observasi atau kuesioner yang dilakukan pada subjek penelitian. Sementara itu, data sekunder berasal dari hasil pengolahan data pihak kedua atau publikasi dari pihak lain, seperti jurnal, buku, dan data online.

1. Sumber Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer yaitu data untuk menganalisa kebutuhan dalam merekomendasikan marketplace yang tepat untuk berbelanja online.

2. Rencana Variabel penelitian

Dalam penelitian ini, variabel yang digunakan ditentukan berdasarkan tujuan penelitian untuk menentukan rekomendasi produk bagi penjual online. Variabel tersebut meliputi:

1. ketersediaan produk yang lengkap
2. harga yang kompetitif
3. kualitas pelayanan
4. kecepatan pengiriman
5. promosi dan diskon yang menarik
6. keamanan transaksi dan privasi data
7. reputasi dan kepercayaan pada platform
8. kemudahan penggunaan dan fungsionalitas

Faktor-faktor ini dipilih untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang faktor-faktor yang mempengaruhi ketepatan masyarakat dalam memilih marketplace untuk berbelanja online, dan untuk memberikan saran yang lebih akurat bagi masyarakat.

4. Instrumen Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, instrumen terdiri dari satu jenis, yang disesuaikan dengan peran dan posisi responden dalam proses pengembangan. Format pertanyaannya terbuka dan tertutup, dengan pertanyaan terbuka dimaksudkan untuk mengumpulkan umpan balik dari pengguna dan ahli yang terlibat. Berikut ini adalah format pertanyaan tertutup yang digunakan:

a. Instrumen untuk Ahli Materi

Pada penelitian ini, ahli materi merupakan dosen yang paham mengenai bagaimana cara berjalannya suatu sistem informasi. Instrumen yang akan

digunakan dalam penelitian ini adalah ISO 9126, yang merupakan standar internasional untuk menguji kualitas perangkat lunak.

ISO 9126 didefinisikan oleh International Organization for Standardization (ISO) dan International Electrotechnical Commission (IEC). Standar ini mencakup definisi kualitas perangkat lunak, model, karakteristik mutu, dan metrik yang digunakan untuk mengevaluasi dan menetapkan kualitas produk perangkat lunak. Selain itu, kepatuhan terhadap standar ISO juga diperlukan dalam hal manajemen. Jika manajemen tidak memenuhi standar ISO, maka produknya tidak akan mendapatkan sertifikasi ISO.

Menurut ISO 9126, terdapat enam karakteristik kualitas perangkat lunak yang meliputi:

1. **Fungsionalitas:** Kemampuan perangkat lunak untuk menyediakan fungsi yang sesuai dengan kebutuhan pengguna dan memuaskan pengguna.
2. **Kehandalan:** Kemampuan perangkat lunak untuk mempertahankan tingkat kinerja yang diharapkan, seperti akurasi, konsistensi, kesederhanaan, dan toleransi kesalahan.
3. **Kebergunaan:** Kemampuan perangkat lunak untuk dipahami, dipelajari, digunakan, dan menarik bagi pengguna.
4. **Efisiensi:** Kemampuan perangkat lunak untuk memberikan kinerja yang sesuai dengan jumlah sumber daya yang digunakan, seperti efisiensi penyimpanan.
5. **Pemeliharaan:** Kemampuan perangkat lunak untuk dimodifikasi, termasuk koreksi, perbaikan, atau adaptasi terhadap perubahan lingkungan, persyaratan, dan spesifikasi fungsional, dengan menjaga konsistensi.
6. **Portabilitas:** Kemampuan perangkat lunak untuk ditransfer dari satu lingkungan ke lingkungan lain atau beradaptasi saat digunakan di area tertentu, dengan fitur seperti self-documentation dan keberaturan.

Dari 6 karakteristik kualitas dibagi menjadi beberapa sub karakteristik seperti yang dijelaskan dalam gambar ini:



Gambar 3. 5 Sub Karakteristik ISO 9126

Berikut adalah tabel - tabel pengujian pada sub karakteristik dari ISO 9126 yang akan di gunakan pada penelitian ini:

Tabel 3. 1 Karakteristik ISO 9126 – Functionality

No	Sub Karakteristik	Quality Metrics	Pengujian		Keterangan
			Ya	Tidak	
1	Suitability (Bisakah perangkat lunak melakukan tugas yang dibutuhkan?)	Menyediakan serangkaian fungsi dan tujuan yang tepat seperti fungsi untuk mengelola data kriteria			
2	Accurateness (Bisakah perangkat lunak menghasilkan hasil yang diharapkan?)	Memberikan hasil yang diharapkan secara tepat, yaitu berupa data rekomendasi produk			

No	Sub Karakteristik	Quality Metrics	Pengujian		Keterangan
			Ya	Tidak	
3	Security (Apakah perangkat lunak dilengkapi dengan Tindakan pengamanan ?)	Menjaga kerahasiaan informasi termasuk otentikasi, prosedur login, serta perlindungan kata sandi			
4	Interoperability (Bisakah perangkat lunak berinteraksi dengan sistem lain?)	Kemampuan perangkat lunak untuk berinteraksi dengan satu / lebih sistem tertentu			

Tabel 3. 2 Karakteristik ISO 9126 – Reliability

No	Sub Karakteristik	Quality Metrics	Pengujian		Keterangan
			Ya	Tidak	
1	Maturity (Bisakah Sebagian besar kesalahan dihilangkan dari waktu ke waktu?)	Dalam hal frekuensi kegagalan perangkat lunak dan fungsi bebas kesalahan			
2	Fault tolerance (Bisakah Software menanggapi kesalahan?)	Menanggapi input yang tidak valid dan kemampuan untuk mempertahankan kinerja jika terjadi kesalahan			
3	Recoverability (Apakah Software dapat bekerja dan mengembalikan data?)	Dapat melanjutkan pekerjaan serta cepat pulih apabila terjadi kegagalan			

Tabel 3. 3 Karakteristik ISO 9126 – Usability

No	Sub Karakteristik	Quality Metrics	Pengujian		Keterangan
			Ya	Tidak	
1	Understandability (Bisakah Software dipahami dengan mudah?)	Tombol berfungsi dengan baik,tata letak, serta seluruh antarmuka yang konsisten sehingga perangkat lunak mudah dipahami			
2	Learnability (Bisakah Software dipelajari dengan mudah?)	Kemampuan perangkat lunak dalam kemudahan untuk dipelajari.			
3	Operability (Bisakah Software dioperasikan dengan mudah?)	Perangkat lunak dapat dengan mudah dioperasikan dalam mengelola data kriteria dan data alternatif			
4	Attractiveness (Apakah Software memiliki antarmuka yang menarik?)	Dari sudut antarmuka pengguna, template dan multimedia dalam produk perangkat lunak			

Tabel 3. 4 Karakteristik ISO 9126 – Efficiency

No	Sub Karakteristik	Quality Metrics	Pengujian		Keterangan
			Ya	Tidak	
1	Time Behavior (Apakah perangkat lunak berperilaku tepat waktu)	Menyediakan waktu respons yang sesuai, baik dalam jumlah data yang sedikit maupun jumlah data yang banyak			
2	Resource behavior (Apakah perangkat lunak mampu menjalankan tugasnya dengan baik menggunakan sumber daya yang dimiliki?)	Kemampuan perangkat lunak dalam menggunakan sumber daya yang dimilikinya Ketika melakukan fungsi yang ditentukan			

Tabel 3. 5 Karakteristik ISO 9126 – Maintainability

No	Sub Karakteristik	Quality Metrics	Pengujian		Keterangan
			Ya	Tidak	
1	Analyzability (Bisakah perangkat lunak dengan mudah menemukan penyebab terjadinya kegagalan?)	Kemampuan perangkat lunak dalam mendiagnosis kekurangan atau penyebab kegagalan.			
2	Changeability (Bisakah perangkat lunak di modifikasi / di ubah dengan mudah?)	Kemampuan perangkat lunak untuk dimodifikasi tertentu.			

No	Sub Karakteristik	Quality Metrics	Pengujian		Keterangan
			Ya	Tidak	
3	Stability (Bisakah perangkat lunak meminimalkan efek tak terduga dari modifikasi perangkat lunak?)	Kemampuan perangkat lunak untuk meminimalkan efek tak terduga dari modifikasi perangkat lunak.			
4	Testability (Bisakah perangkat lunak divalidasi pada perangkat lain?)	Kemampuan perangkat lunak untuk dimodifikasi dan divalidasi pada perangkat lunak lain.			

Tabel 3. 6 Karakteristik ISO 9126 – Portability

No	Sub Karakteristik	Quality Metrics	Pengujian		Keterangan
			Ya	Tidak	
1	Adaptability (Bisakah perangkat lunak diadaptasikan dengan mudah?)	Beradaptasi dengan berbagai perangkat keras / platform OS tanpa upaya tambahan			
2	Instalability (Bisakah perangkat lunak diinstall dengan mudah?)	Dengan mudah di install / dibuka (jika menggunakan perangkat lunak berbasis web) dengan berbagai platform OS tanpa upaya tambahan			

No	Sub Karakteristik	Quality Metrics	Pengujian		Keterangan
			Ya	Tidak	
3	Coexistence (Bisakah perangkat lunak bekerja dengan sistem perangkat lunak yang ada?)	Tingkat kesesuaian produk dengan standar / konvensi yang terkait dengan portabilitas			
4	Replaceability (Bisakah perangkat lunak digunakan sebagai pengganti perangkat lunak serupa?)	Peluang dan upaya untuk menggunakan produk perangkat lunak sebagai pengganti aplikasi lain atau perangkat lunak yang lebih lama			

Kolom "No" dalam setiap tabel berisi nomor urutan kebutuhan fungsional. Kolom "Sub Karakteristik" berisi pertanyaan mengenai pengujian dari setiap sub karakteristik yang terdapat dalam ISO 9126. Kolom "Quality Metrics" berisi pernyataan mengenai sub karakteristik yang menjadi fokus penelitian ini. Kolom "Pengujian" berisi hasil yang diharapkan untuk memeriksa apakah input atau output sesuai dengan yang tercantum dalam kolom "Sub Karakteristik". Kolom "Keterangan" berisi nilai "Sesuai yang diharapkan" atau "Tidak sesuai yang diharapkan".

Selain itu, terdapat juga pertanyaan terbuka yang diajukan kepada ahli materi untuk mendapatkan masukan terkait sistem yang telah dibuat. Masukan ini akan digunakan dalam evaluasi produk secara lebih lanjut.

Tabel 3. 7 Pertanyaan Terbuka Untuk Ahli Materi

Saran	:	
Pendapat	:	

b. Instrumen untuk Pengguna

instrumen pengumpulan data yang dilakukan penelitian ini adalah dengan kuesioner yang disebarakan kepada 30 mahasiswa Universitas Binaniaga Indonesia. System Usability Of Scale (SUS) adalah sebuah survei yang ditujukan untuk mengevaluasi kegunaan produk atau layanan. Terdiri dari lima pernyataan positif dan lima pernyataan negatif. Mulyana, (2022). maka untuk penentuan rekomendasi marketpleace yang tepat untuk berbelanja elektronik secara online, secara kegunaan dinilai berdasarkan oleh respon mahasiswa menggunakan System Usability Of Scale).

Poin tanggapan ini diberikan skor menggunakan skala Likert yaitu Sangat Setuju (SS) dengan nilai 5, Setuju (S) dengan nilai 4, Netral (N) dengan nilai 3, Tidak Setuju (TS) dengan nilai 2 dan Sangat Tidak Setuju (STS) dengan nilai 1.

Tabel 3. 8 Kuesioner Uji penggunaan SUS

No	Pernyataan	Jawaban				
		Strongly Disagree - Strongly Agree				
		1	2	3	4	5
1	Saya rasa saya ingin sering menggunakan sistem ini.					
2	Saya menemukan sistem ini terlalu rumit.					
3	Saya merasa sistem ini mudah digunakan.					
4	Saya membutuhkan bantuan dari orang lain atau teknisi dalam menggunakan sistem ini.					
5	Saya merasa fitur-fitur sistem ini berjalan dengan semestinya.					
6	Saya merasa ada banyak hal yang tidak konsisten (tidak serasi pada sistem ini).					
7	Saya merasa orang lain akan memahami cara menggunakan sistem ini dengan cepat.					

8	Saya menemukan sistem ini sangat rumit untuk digunakan.					
9	Saya merasa sangat percaya diri menggunakan sistem ini.					
10	Saya perlu mempelajari banyak hal sebelum dapat mulai menggunakan sistem ini.					

(sumber: [System Usability Scale \(SUS\) – Kampus Hendra 2022](#))

Instrumen yang digunakan mengajukan sejumlah pertanyaan terbuka kepada pengguna. Tujuan dari pertanyaan terbuka ini adalah untuk mengumpulkan umpan balik dari pengguna mengenai sistem yang telah dibuat, yang akan digunakan untuk melakukan evaluasi produk. Diharapkan pengguna dapat memberikan umpan balik yang bermanfaat dan rekomendasi tentang cara memperbaiki sistem agar memenuhi kebutuhan dan harapan pengguna.

Tabel 3. 9 Pertanyaan Terbuka Untuk Pengguna

Saran	:	
Pendapat	:	

c. Skala Penilaian

1) Skala Likert

Skala Likert digunakan sebagai alat pengukur untuk menilai sikap, pendapat, dan persepsi seseorang terhadap fenomena sosial. Fenomena sosial tersebut diidentifikasi secara khusus oleh peneliti dalam suatu penelitian dan disebut sebagai variabel penelitian. Penggunaan skala Likert sebagai indikator untuk mengukur variabel tersebut digunakan sebagai dasar dalam menyusun pernyataan atau pertanyaan (Arifin & Aunillah, 2021, p.24). Setiap item pertanyaan dalam skala Likert memiliki tingkat gradasi yang dijelaskan dengan kata-kata yang berkisar dari sangat positif hingga sangat negatif.

Tabel 3. 10 Skor Skala Likert

Jawaban	Deskripsi	Skor
SS	Sangat Setuju	5
S	Setuju	4
RG	Ragu-ragu	3
TS	Tidak Setuju	2
STS	Sangat Tidak Setuju	1

(sumber: Arifin & Aunillah, 2021, p.25)

2) Skala gutman

Dalam pengumpulan data, skala Guttman dapat digunakan dalam bentuk skala interval atau skala rasiodikotomi. Berbeda dengan skala Likert, tujuan skala Guttman adalah untuk mendapatkan jawaban yang lebih kuat terhadap masalah penelitian, seperti "ya-tidak", "benar-salah", "pernah-tidak pernah", dan sebagainya.(B. U. B. Arifin & Aunillah, 2021) Skala ini dapat memberikan sifat jawaban yang tegas dan konsisten dari responden.

Tabel 3. 11 Skala Guttman

Alternatif Jawaban	Skor Alternatif Jawaban	
	Positif	Negatif
Ya	1	0
Tidak	0	1

(sumber: Arifin & Aunillah, 2021, p.26)

Skor alternatif jawaban dari responden diberikan dengan skor tertinggi "Satu" dan skor terendah "Nol". Untuk pernyataan positif, kategori "Ya" diberi nilai 1 dan kategori "Tidak" diberi nilai 0. Sedangkan untuk pernyataan negatif, kategori "Ya" diberi nilai 0 dan kategori "Tidak" diberi nilai 1.

5. Teknik Analisis Data.

a. Uji Produk Ahli Materi

Dalam penelitian ini, metode analisis data dengan menggunakan presentase kelayakan. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Persentase Kelayakan (\%)} = \frac{\text{Skor yang diobservasi}}{\text{Skor yang diharapkan}} \times 100\%$$

Hasil presentase digunakan untuk memeberikan jawaban atas kelayakan dari aspek – aspek yang diteliti. Menurut (Arikunto, 2009 p. 44) pembagian kategori kelayakan ada lima, dalam skala ini memperhatikan rentang dari bilangan presentase maka nilai maksimal yang diharapkan adalah 100% dan minimum 0%, berikut adalah pembagian rentang kategori kelayakan, dapat dilihat pada tabel 3.18 dibawah:

Tabel 3. 12 Kategori Kelayakan

Presentase Pencapaian	Interprestasi
< 21%	Sangat Tidak Layak
21% - 40%	Tidak Layak
41% - 60%	Cukup Layak
61% - 80%	Layak
81% - 100%	Sangat Layak

(Sumber Arikunto, 2009 p. 44)

Pada tabel diatas disebutkan presentase pencapain, skala nilai, dan interprestasi untuk mengetahui kelayakan digunakan tabel diatas sebagai acuan penilaian data yang dihasilkan dari ahli materi.

b. Uji Produk Pengguna

Untuk analisis data dalam penelitian ini, penilaian SUS (System Usability Scale) digunakan. Metode ini memiliki karakteristik yang berbeda dari kuesioner lain, yaitu telah tervalidasi dan diuji reliabilitasnya walaupun menggunakan nilai sampel yang kecil. Oleh karena itu, metode ini banyak digunakan. Berikut ini adalah rumus yang digunakan:

$$\text{Skor system usability scale} = ((Q1-1) + (5-Q2) + (Q3-1) + (5-Q4) + (Q5-1) + (5-Q6) + (Q7-1) + (5-Q8) + (Q9-1) + (5-Q10)) * 2,5)$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Penjelasan :

\bar{x} = Skor Rata-rata

$\sum x$ = Jumlah Skor SUS

n = Jumlah Responden

Adapun syarat-syarat yang perlu di perhatikan sebelum menggunakan rumus system usability scale sebagai berikut :

- (1) Pertanyaan bernomor ganjil, setiap nilai yang telah didapatkan dari skor pengguna selanjutnya akan dikurangi 1.
- (2) Pertanyaan bernomor genap, setiap skor akhir yang didapat dari nilai 5 akan dikurangi nilai yang didapatkan pengguna.
- (3) Nilai akhir yang didapatkan dari penjumlahan setiap pernyataan kemudian dikali 2,5.

Setelah melakukan perhitungan menggunakan rumus System Usability Scale, langkah selanjutnya adalah mencari nilai rata-rata dari seluruh responden yang telah mengisi kuesioner. Nilai tersebut kemudian akan disesuaikan dengan penilaian atau rumus untuk menghitung skala System Usability Scale.

Hasil perhitungan tersebut selanjutnya akan dikategorikan berdasarkan Rentang Penerimaan (Acceptability Ranges) yang tercantum dalam Tabel 3. 6 berikut ini:

Tabel 3. 13 Skor SUS

SUS Score	Grade	Adjective Rating
> 80.3	A	Excellent
68 - 80.3	B	Good
68	C	Okay
51 – 68	D	Poor
< 51	F	Awful

(Sumber Arikunto, 2009 p. 44)

Untuk mengetahui hasil kelayakan pada sistem yang dikembangkan maka digunakan tabel di atas sebagai contoh tolak ukur dalam pemberian penilaian data yang didapatkan dari pengujian kepada pengguna. Presentase kategori kelayakan akan disesuaikan dengan point skala likert

c. Uji Hasil

Korelasi Kendall Tau merupakan statistik nonparametrik dengan skala pengukuran data sekurang-kurangnya berskala ordinal. Korelasi kendall tau digunakan untuk mengukur tingkat kesesuaian yakni apakah ada perbedaan tingkat kesesuaian ranking antara 2 variabel yang diamati. Metodologi Rumus yang digunakan untuk mengukur koefisien korelasi kendall tau adalah: Jika ada ranking yang sama, maka rumus di atas dilengkapi dengan faktor koreksi rank yang sama, yaitu:

$$r = \frac{C - D}{\sqrt{\frac{1}{2}n(n-1) - T_X} \sqrt{\frac{1}{2}n(n-1) - T_Y}}$$

$$T_X = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^s (t_{i(x)}^2 - t_{i(x)})$$

$$T_Y = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^s (t_{i(y)}^2 - t_{i(y)})$$

Atau secara ekivalen :

$$r = \frac{2(C - D)}{\sqrt{n(n-1) - T_X} \sqrt{n(n-1) - T_Y}}$$

Dimana:

$$T_X = \sum_{i=1}^s (t_{i(x)}^2 - t_{i(x)})$$

$$T_Y = \sum_{i=1}^s (t_{i(y)}^2 - t_{i(y)})$$

Keterangan:

S: statistik untuk jumlah konkordansi dan diskordansi

C: banyaknya pasangan konkordansi (wajar)

D: banyaknya pasangan diskordansi (tidak wajar)

n: jumlah pasangan X dan Y

T_x : faktor koreksi ranking X yang sama

T_y : BLBLB koreksi ranking Y yang sama

Sampel Besar, Jika sampel berukuran lebih dari 10, maka terapkan aproksimasi sampel besar dengan menganggap bahwa distribusi sampel mendekati distribusi normal (z). Dengan demikian, kaidah pengambilan keputusan untuk analisis korelasi kendall tau sebagai berikut:

1. Hipotesis dua arah: tolak H_0 jika Z hitung $> Z$ tabel atau Z hitung $\leq -Z$ tabel untuk n dan tingkat signifikansi α .
2. Hipotesis satu sisi: tolak H_0 jika nilai Z hitung $>$ nilai Z tabel untuk n dan tingkat signifikansi α .
3. Hipotesis satu sisi: tolak H_0 jika nilai Z hitung $< -Z$ tabel untuk n dan tingkat signifikansi α .

Statistik uji untuk sampel besar yaitu:

PROMOTED CONTENT

$$Z = \frac{\tau - \mu_\tau}{\sigma_\tau}$$

di mana:

$$\mu_\tau = 0 \quad \text{dan} \quad \sigma_\tau = \sqrt{\frac{2(2n + 5)}{9n(n - 1)}}$$

Tabel 3. 14 Interpretasi korelasi

Nilai	Makna
0,00-0,19	Sangat rendah / sangat lemah
0,20-0,39	Rendah / lemah
0,40-0,59	Sedang
0,60-0,79	Tinggi / kuat
0,80-1,00	Sangat tinggi/sangat kuat

(sumber: Rosalina dkk., 2023, p.73)

Dengan menggunakan uji interpretasi korelasi, ditemukan hasil yang menggambarkan tingkat kesesuaian antara rangking pengguna dan preferensi

TOPSIS. Hasil tersebut menunjukkan tingkat ketepatan yang tinggi dalam sistem.