

SKRIPSI

**PENERAPAN METODE PROMETHEE IV DAN ALGORITMA
C5.0 PADA KLASIFIKASI PEMILIHAN FITUR E-WALLET**

**Oleh:
Sri Fitri Jayanti
065118266**



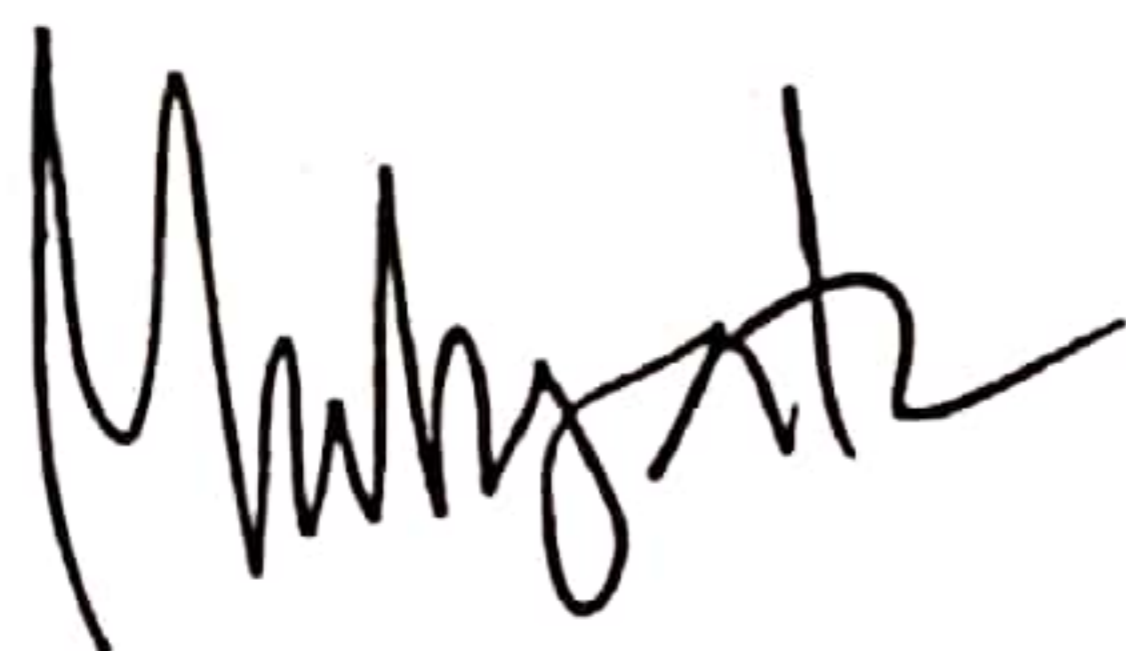
**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
BOGOR
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Penerapan Metode Promethee IV dan Algoritma C5.0 pada
Klasifikasi Pemilihan Fitur E-Wallet
Nama : Sri Fitri Jayanti
NPM : 065118266

Mengesahkan,

Pembimbing Pendamping
Program Studi Ilmu Komputer
FMIPA – UNPAK



Mulyati, M.Kom.

Pembimbing Utama
Program Studi Ilmu Komputer
FMIPA – UNPAK



Sufiatul Maryana, S.Kom., M.Kom.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Ilmu Komputer
FMIPA – UNPAK



Arie Qur'ania, M.Kom.

Dekan
FMIPA – UNPAK



Asep Denih, S.Kom., M.Sc., Ph.D.

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS SKRIPSI

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Sri Fitri Jayanti
NPM : 065118266
Program Studi : Ilmu Komputer
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Univeritas
Pakuan Bogor

Menyatakan bahwa sejauh yang saya ketahui, karya tulis ini bukan merupakan karya tulis yang pernah dipublikasikan atau sudah pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas lain, kecuali pada bagian-bagian di mana sumber informasinya dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kelak dikemudian hari terdapat gugatan, penulis bersedia dikenakan sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bogor, 3 Juni 2024



Sri Fitri Jayanti
NPM 065118266

PERNYATAAN PELIMPAHAN SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Sri Fitri Jayanti
NPM : 065118266
Judul Skripsi : Penerapan Metode Promethee IV dan Algoritma C5.0 pada
Klasifikasi Pemilihan Fitur E-Wallet

Dengan ini saya menyatakan bahwa Paten dan Hak Cipta dari produk Skripsi dan Tugas Akhir di atas adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun.

Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan Paten, hak cipta dari karya tulis saya kepada Universitas Pakuan.

Bogor, 3 Juni 2024



Sri Fitri Jayanti
NPM 065118266

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bogor pada tanggal 9 Januari 2000 dari pasangan Bapak La Moane dan Ibu Asnah Dama sebagai anak ke tiga dari tiga bersaudara.

Penulis memulai pendidikan di Sekolah Dasar yang bertempat di SDN Kotabatu 06, kemudian melanjutkan ke SMP Negeri 7 Bogor pada tahun 2012. Penulis adalah alumni dari SMAN 1 Tamansari Kabupaten Bogor.

Pada tahun 2018, penulis melanjutkan pendidikan tingkat sarjana di Universitas Pakuan Bogor, Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Pada bulan Juni tahun 2024, penulis menyelesaikan penelitian dengan judul "Penerapan Metode Promethee IV dan Algoritma C5.0 pada Klasifikasi Pemilihan Fitur E-Wallet."

RINGKASAN

Sri Fitri Jayanti, 2024. Penerapan Metode Promethee IV dan Algoritma C5.0 pada Klasifikasi Pemilihan Fitur E-Wallet. Di bawah bimbingan Sufiatul Maryana, S.Kom., M.Kom., dan Mulyati, M.Kom.

Latar belakang penelitian ini adalah lonjakan penggunaan dompet digital atau *e-wallet* sebagai alternatif utama dalam bertransaksi akibat pandemi yang melanda Indonesia. Data dari Bank Indonesia menunjukkan peningkatan signifikan dalam nilai dan volume transaksi menggunakan uang elektronik, dengan nilai transaksi mencapai Rp 169.461 miliar dan volume transaksi mencapai 1.619,596 juta kali pada November 2023.

Dengan bertambahnya aplikasi *e-wallet*, penelitian ini bertujuan untuk menentukan aplikasi *e-wallet* terbaik menggunakan Metode Promethee IV untuk peringkat dan Algoritma C5.0 untuk klasifikasi fitur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Gopay menduduki peringkat tertinggi dengan nilai *net flow* yang signifikan, berdasarkan kriteria kerjasama *merchant*, promo dan tawaran menarik, layanan *customer service*, dan kemudahan penggunaan.

Penelitian ini berhasil mencapai akurasi tinggi dengan nilai 94,25%, presisi 98,40%, recall 90,20%, dan error 1,63% dalam mengklasifikasikan aplikasi *e-wallet* berdasarkan fitur-fiturnya. Hasil ini mengonfirmasi kesuksesan metode yang diterapkan dalam penelitian ini.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "Penerapan Metode Promethee IV dan Algoritma C5.0 pada Klasifikasi Pemilihan Fitur E-Wallet" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer di Universitas Pakuan.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak, oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Sufiatul Maryana, S.Kom., M.Kom., selaku dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi secara terus-menerus sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Mulyati, M.Kom., selaku Pembimbing Pendamping yang telah memberikan saran, masukan, dan dukungan tambahan selama proses penyusunan skripsi ini.
3. Arie Qur'ania, M.Kom., selaku Ketua Program Studi Ilmu Komputer, yang telah memberikan dorongan dan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan studi ini.
4. Orang tua tersayang, yang selalu memberikan kasih sayang, motivasi, dan dukungan finansial selama penulis menempuh pendidikan.
5. Kakak-kakak tersayang, yang selalu memberikan dukungan dan semangat dalam berbagai situasi.
6. Teman-teman dan sahabat-sahabat, yang telah memberikan bantuan, kebersamaan, dan semangat selama penulis menjalani masa perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.

Semoga segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan mendapatkan balasan yang setimpal dari Tuhan Yang Maha Esa. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan pihak-pihak yang berkepentingan.

Bogor, 3 Juni 2024

Sri Fitri Jayanti
NPM 065118266

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS SKRIPSI	ii
PERNYATAAN PELIMPAHAN SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA.....	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
RINGKASAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Promethee IV	3
2.1.1 Tahap Perhitungan dengan Metode Promethee IV	3
2.1.2 Menentukan Tipe Fungsi Preferensi Kriteria	4
2.1.3 Ranking Perhitungan Promethee IV	5
2.2 Algoritma C5.0	6
2.3 <i>E-Wallet</i>	6
2.3.1 ShopeePay	7
2.3.2 Gopay	7
2.3.3 OVO	7
2.3.4 Dana	7
2.3.5 LinkAja.....	8
2.4 <i>Confusion Matrix</i>	8
2.5 Penelitian Terdahulu	9
2.6 Perbandingan Penelitian	10
BAB III METODE PENELITIAN	12
3.1 Metode Penelitian	12
3.1.1 Tahap Perencanaan	13
3.1.2 Tahap Analisis Sistem	13
3.1.3 Tahap Rancangan Sistem	13
3.1.4 Tahap Implementasi	13
3.1.5 Tahap Uji Coba	13
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	14
3.3 Alat dan Bahan	14

3.3.1	Alat Penelitian	14
3.3.2	Bahan Penelitian.....	14
BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI		15
4.1	Perencanaan	15
4.2	Analisis Sistem	15
4.2.1	Pengumpulan Data	16
4.2.2	Proses Perhitungan Promethee IV	17
4.2.3	Proses Algoritma C5.0	20
4.3	Rancangan Sistem.....	26
4.3.1	Perencanaan Sistem Secara Umum	26
4.4	Implementasi	28
4.5	Uji Coba.....	28
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN		29
5.1	Hasil.....	29
5.1.1	Menu Kriteria	29
5.1.2	Menu Sub Kriteria	29
5.1.3	Menu Alternatif	30
5.1.4	Menu Perankingan.....	30
5.1.5	Menu Dataset Node 1	31
5.1.6	Menu Perhitungan Node 1.....	31
5.1.7	Menu Pohon Keputusan	32
5.2	Pembahasan	32
5.3	Uji Coba.....	34
5.3.1	Uji Coba Struktural	34
5.3.2	Uji Coba Fungsional.....	34
5.3.3	Uji Coba Validasi	34
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		36
6.1	Kesimpulan.....	36
6.2	Saran	36
DAFTAR PUSTAKA		xii
LAMPIRAN.....		xiv

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Confusion Matrix	8
Gambar 2. Tahapan Pendekatan SDLC	12
Gambar 3. Flowchart Metode Penelitian	15
Gambar 4. Script untuk Web Scraping	16
Gambar 5. Contoh Ulasan Komentar E-Wallet ShopeePay	16
Gambar 6. Flowchart Perhitungan Prometheus IV	17
Gambar 7. Flowchart Algoritma C5.0	21
Gambar 8. Pohon Keputusan Node 1	23
Gambar 9. Pohon Keputusan Node 1.1	24
Gambar 10. Pohon Keputusan Node 1.2	25
Gambar 11. Entity Relationship Diagram	27
Gambar 12. Flowchart Program	28
Gambar 13. Source Code	28
Gambar 14. Menu Kriteria.....	29
Gambar 15. Menu Sub Kriteria	30
Gambar 16. Menu Alternatif.....	30
Gambar 17. Menu Perankingan	31
Gambar 18. Menu Dataset Node 1	31
Gambar 19. Menu Perhitungan Node 1	32
Gambar 20. Menu Pohon Keputusan.....	32
Gambar 21. Contoh Source Code Perhitungan Prometheus IV.....	33
Gambar 22. Contoh Source Code Perhitungan Algoritma C5.0.....	33

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tabel Perbandingan Penelitian	10
Tabel 2. Alternatif E-Wallet	17
Tabel 3. Kriteria <i>E-Wallet</i>	17
Tabel 4. Sub. Kriteria E-Wallet	18
Tabel 5. Bobot Kriteria E-Wallet	18
Tabel 6. Nilai Preferensi Alternatif ShopeePay	18
Tabel 7. Hasil Nilai Indeks Preferensi Multikriteria	19
Tabel 8. Hasil Perhitungan Leaving Flow dan Entering Flow	20
Tabel 9. Hasil Ranking Aplikasi E-Wallet	20
Tabel 10. Sampel Data Ulasan Aplikasi Gopay	21
Tabel 11. Perhitungan Node 1	22
Tabel 12. Perhitungan Node 1.1	24
Tabel 13. Perhitungan Node 1.2	25
Tabel 14. Rule Pohon Keputusan	26
Tabel 15. Confusion Matrix.....	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. SK Tugas Akhir	xv
Lampiran 2. Kartu Bimbingan Mahasiswa.....	xvi
Lampiran 3. Use Case Diagram.....	xvii
Lampiran 4. Sequence Diagram Penilaian	xvii
Lampiran 5. Uji Coba Struktural	xviii
Lampiran 6. Uji Coba Fungsional	xix

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pandemi yang melanda Indonesia beberapa tahun terakhir mendorong masyarakat mengadopsi dompet digital (e-wallet) sebagai pilihan utama bertransaksi. Dengan e-wallet, transaksi dapat dilakukan dari rumah hanya menggunakan smartphone dan koneksi internet. E-wallet memungkinkan pembayaran dilakukan secara digital tanpa bergantung pada uang tunai.

Menurut data yang diperoleh dari website resmi Bank Indonesia (BI) pada bulan November 2023, nilai transaksi melalui uang elektronik telah mencapai Rp 169.461 miliar. Tercatat bahwa nilai transaksi menggunakan uang elektronik tersebut mengalami peningkatan sebesar 24,55% jika dibandingkan dengan periode yang sama pada tahun sebelumnya. Selain itu, volume transaksi dengan uang elektronik di Indonesia mencapai 1.619,596 juta kali pada bulan November 2023, menunjukkan peningkatan sebesar 18,45% dibandingkan dengan bulan November 2022 yang mencatat 1.346,008 juta transaksi. Data ini memberikan bukti yang jelas bahwa penggunaan metode pembayaran melalui dompet digital atau uang elektronik semakin meningkat dari tahun ke tahun.

Berdasarkan data dari Bank Indonesia (BI) untuk tahun 2023, terdapat 59 *E-Wallet* yang telah mendapatkan lisensi resmi. Lima di antaranya yang paling populer di kalangan masyarakat Indonesia adalah ShopeePay, Gopay, OVO, DANA, dan LinkAja. Menurut laporan resmi dari Bank Indonesia sepanjang tahun 2020, ShopeePay menduduki posisi pertama sebagai dompet digital yang paling diminati dan sering digunakan, dengan persentase penggunaan sebesar 34%. Diikuti secara berurutan oleh OVO dengan 28%, GoPay dengan 17%, Dana dengan 14%, dan LinkAja dengan 8%.

Semakin banyaknya aplikasi *e-wallet* yang tersedia menimbulkan kesulitan dalam menentukan aplikasi paling efektif serta memahami kelebihan dan kekurangannya (Rafindo & Siti, 2022). Untuk mengatasi masalah ini, penelitian dilakukan untuk menentukan aplikasi *e-wallet* ideal bagi banyak pengguna menggunakan metode Promethee IV sebagai alat peringkat, dengan mempertimbangkan berbagai kriteria (Cici et al., 2019). Selain itu, untuk klasifikasi data *e-wallet* yang menduduki peringkat pertama, digunakan Algoritma C5.0, sebuah teknik klasifikasi dalam data mining yang menghasilkan pohon keputusan dan aturan (Dito & Soeb, 2021).

Beberapa penelitian terdahulu yang menggunakan metode dan objek yang serupa termasuk penelitian yang dilakukan oleh Maharani, dkk (2022) dengan judul "Perbandingan Metode Klasifikasi Sentimen Analisis Penggunaan *E-Wallet* Menggunakan Algoritma *Naïve Bayes* dan *K-Nearest Neighbor*." Penelitian ini menunjukkan bahwa rata-rata akurasi output OVO mencapai 94,25%, LinkAja 89,63%, Gopay 88,23%, DANA 88,10%, dan ShopeePay 87,03%. Penelitian lainnya dilakukan oleh Basryah, dkk (2021) dengan judul "Analisis Sentimen Aplikasi Dompet Digital Di Era 4.0 Pada Masa Pandemi *Covid-19* Di *Play Store* Menggunakan Algoritma *Naive Bayes Classifier*." Hasilnya menunjukkan nilai

akurasi tertinggi adalah Payfazz sebesar 99,40% dan DANA sebesar 99,35%. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Masturoh, dkk (2021) dengan judul "*Sentiment Analysis Against The Dana E-Wallet On Google Play Reviews Using The K-Nearest Neighbor Algorithm*" menemukan bahwa akurasi tertinggi diperoleh pada kelas kedua dengan menggunakan nilai k sebesar 1, dan nilai akurasi tertinggi adalah 86,64%. Terakhir, penelitian oleh Rafindo Sitinjak dan Siti Nurlela (2022) dengan judul "*Pemilihan E-Wallet Pada Kerry Parcel Outlet Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)*" menunjukkan bahwa OVO merupakan aplikasi *e-wallet* yang paling diminati dan dipercayakan menurut hasil penelitian mereka.

Dengan merujuk pada permasalahan yang ada dan penelitian terkait sebelumnya, penelitian ini dilakukan dengan judul "*Penerapan Metode Promethee IV dan Algoritma C5.0 pada Klasifikasi Pemilihan Fitur E-Wallet.*" Penelitian ini diharapkan dapat memberikan peringkat aplikasi *e-wallet* yang ideal untuk digunakan serta melakukan klasifikasi terhadap fitur-fitur yang ada pada *e-wallet* terbaik tersebut.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk menerapkan Metode Promethee IV dan Algoritma C5.0 pada Klasifikasi Pemilihan Fitur E-Wallet.

1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini akan membahas mengenai sebagai berikut:

1. Pengumpulan data yang diambil merupakan data ulasan komentar pengguna masing-masing aplikasi *e-wallet* yang ada di *Google Playstore* dengan jumlah 2000 data, pada bulan Februari 2024.
2. Lima aplikasi *E-Wallet* yang akan dijadikan bahan penelitian, diantaranya adalah ShopeePay, OVO, Gopay, DANA, dan LinkAja.
3. Menggunakan empat karakteria *e-wallet* yang diambil berdasarkan hasil dari observasi secara *online* melalui *Google Playstore* yaitu diantaranya adalah kerjasama *merchant*, promo dan tawaran menarik, layanan *customer service*, dan kemudahan aplikasi.
4. Metode yang digunakan sebagai perankingan aplikasi *e-wallet* dalam penelitian ini adalah metode Promethee IV, sedangkan sebagai pengklasifikasian fitur-fitur yang ada pada aplikasi *e-wallet* terbaik menggunakan metode algoritma C5.0.
5. Sistem dievaluasi berdasarkan keakuratannya menggunakan metode *Confusion Matrix* dengan menggunakan presentase 80:20, dimana 1600 data digunakan untuk *training* dan 400 data untuk uji.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Dapat mengetahui aplikasi *e-wallet* dengan ranking terbaik untuk digunakan.
2. Dapat mengetahui klasifikasi fitur terbaik pada aplikasi *e-wallet*.
3. Dapat dijadikan masukan bagi perusahaan penyedia layanan *e-wallet* untuk mempertahankan dan mengembangkan layanan secara kreatif, efektif dan efisien.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Promethee IV

PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*) adalah sebuah metode dalam pengambilan keputusan multi-kriteria yang dikembangkan oleh Profesor Jean-Pierre Brans di Universitas Teknologi Brussel. Promethee IV adalah salah satu varian dari metode Promethee yang dikembangkan lebih lanjut untuk menangani kasus-kasus yang lebih kompleks (Widyastuti et al, 2019).

Promethee IV menggunakan indeks yang disebut "*Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation*" untuk membandingkan alternatif. Indeks ini menggambarkan preferensi relatif antara alternatif dalam hubungannya dengan setiap kriteria dan bobotnya (Fallo et al, 2024).

2.1.1 Tahap Perhitungan dengan Metode Promethee IV

Berikut ini adalah tahapan-tahapan yang harus dilakukan oleh pembuat keputusan untuk mendapatkan hasil penyelesaian dengan metode Promethee IV (Selfi Rizky, 2020).

1. Menentukan Beberapa Alternatif: Identifikasi beberapa objek atau alternatif yang akan diseleksi. Objek ini akan dibandingkan satu sama lain dalam proses penyeleksian.
2. Menentukan Beberapa Kriteria: Tentukan kriteria-kriteria yang akan digunakan sebagai syarat atau ketentuan dalam penyeleksian. Kriteria ini merupakan faktor-faktor yang akan dinilai dalam memilih alternatif.
3. Menentukan Bobot Kriteria: Tetapkan bobot untuk setiap kriteria yang telah ditentukan. Bobot ini mencerminkan pentingnya setiap kriteria dalam proses penyeleksian.
4. Menentukan Tipe Penilaian: Tentukan apakah penilaian kriteria akan menggunakan nilai minimum atau maksimum dari setiap kriteria.
5. Menentukan Tipe Preferensi: Pilih tipe preferensi yang paling sesuai untuk setiap kriteria.
6. Menghitung Nilai Preferensi: Hitung nilai preferensi untuk setiap pasangan alternatif dan kriteria berdasarkan tipe preferensi yang telah ditentukan sebelumnya.
7. Menghitung Indeks Preferensi Multikriteria: Hitung indeks preferensi multikriteria untuk setiap alternatif menggunakan nilai preferensi yang telah dihitung sebelumnya.
8. Perhitungan *Entering Flow* (EF), *Leaving Flow* (LF) dan *Net Flow* (NF): Hitung nilai *Entering Flow* (EF), *Leaving Flow* (LF), dan *Net Flow* (NF) untuk setiap alternatif berdasarkan indeks preferensi multikriteria. Ini akan membantu dalam menentukan peringkat relatif dari setiap alternatif.

2.1.2 Menentukan Tipe Fungsi Preferensi Kriteria

Dalam metode Promethee IV ada enam bentuk fungsi preferensi kriteria. Untuk memberikan gambaran yang lebih baik terhadap area yang tidak sama, maka digunakan tipe fungsi preferensi. Berikut ini adalah tipe fungsi preferensi kriteria pada Promethee IV.

1. Kriteria Biasa (*Usual Criterion*)

$$H(d) = \begin{cases} 0 & \text{jika } d \leq 0 \\ 1 & \text{jika } d \geq 0 \end{cases} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

H(d) = fungsi selisih kriteria antar alternatif
d = selisih nilai kriteria $\{d = f(a) - f(b)\}$

2. Kriteria Quasi (*Quasi Criteriaan*)

$$H(d) = \begin{cases} 0 & \text{jika } d \leq q \\ 1 & \text{jika } d \geq q \end{cases} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

H(d) = fungsi selisih kriteria antar alternatif
d = selisih nilai kriteria $\{d = f(a) - f(b)\}$
q = harus merupakan nilai tetap

3. Kriteria dengan Preferensi Linear

$$\begin{cases} 0 & \text{jika } d \leq 0 \\ \frac{d}{q} & \text{jika } 0 \leq d \leq p \\ 1 & \text{jika } d > p \end{cases} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

H(d) = fungsi selisih kriteria antar alternatif
d = selisih nilai kriteria $\{d = f(a) - f(b)\}$
p = nilai kecenderungan atas

4. Kriteria Level (*Level Criterion*)

$$\begin{cases} 0 & \text{jika } d \leq q \\ 0,5 & \text{jika } d < p \leq q \\ 1 & \text{jika } d > p \end{cases} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana:

H(d) = fungsi selisih kriteria antar alternatif
d = selisih nilai kriteria $\{d = f(a) - f(b)\}$

- p = nilai kecenderungan atas
- q = harus merupakan nilai tetap

5. Kriteria dengan Preferensi Linear dan Area yang tidak Berbeda

$$\begin{cases} 0 & \text{jika } d \leq q \\ \frac{d-q}{p-q} & \text{jika } d < p \leq q \\ 1 & \text{jika } d > p \end{cases} \dots\dots\dots (5)$$

- Dimana:
- H(d) = fungsi selisih kriteria antar alternatif
 - d = selisih nilai kriteria $\{d = f(a) - f(b)\}$
 - p = nilai kecenderungan atas
 - q = harus merupakan nilai tetap

6. Kriteria Gaussian (*Gaussian Criterion*)

$$\begin{cases} 0 & \text{jika } d \leq 0 \\ 1 - e^{-\frac{d^2}{2a^2}} & \text{jika } d > 0 \end{cases} \dots\dots\dots (6)$$

- Dimana:
- H(d) = fungsi selisih kriteria antar alternatif
 - d = selisih nilai kriteria $\{d = f(a) - f(b)\}$

2.1.3 Ranking Perhitungan Promethee IV

Dalam metode Promethee IV terdapat tiga jenis perankingan, yaitu:

1. Leaving Flow

Leaving Flow (LF) adalah jumlah dari yang memiliki arah menjauh dari suatu *node*.

$$\varphi + (a) = \frac{1}{n-1} \sum x \in \varphi(a, x) \dots\dots\dots (7)$$

2. Entering Flow

Entering Flow (EF) adalah jumlah dari yang memiliki arah mendekat dari suatu *node*.

$$\varphi - (a) = \frac{1}{n-1} \sum x \in \varphi(a, x) \dots\dots\dots (8)$$

3. Net Flow

Net Flow (NF) adalah hasil dari evaluasi komprehensif terhadap suatu *node* dalam sebuah jaringan atau sistem. Nilai NF diperoleh dengan mengurangkan nilai *Entering Flow* dari nilai *Leaving Flow* pada *node* tersebut.

$$(a) = \varphi + (a) - \varphi - (a) \dots\dots\dots (9)$$

2.2 Algoritma C5.0

Algoritma C5.0 merupakan penyempurnaan algoritma sebelumnya yang dibentuk oleh Ross Quinlan pada tahun 1987, yaitu ID3 dan C4.5. Dalam memilih atribut untuk pemecah objek dalam beberapa kelas harus dipilih atribut yang menghasilkan *information gain* paling besar akan terpilih sebagai *root* bagi node selanjutnya. Algoritma ini dimulai dengan semua data yang dijadikan akar dari pohon keputusan sedangkan atribut yang dipilih akan menjadi pembagi bagi sampel tersebut (Novendy, 2022).

Proses yang dilakukan dalam menentukan gain yang tertinggi ialah terlebih dahulu hitunglah *entropy* keseluruhan dari setiap atribut kemudian hitunglah *gain* yang tertinggi (Harani & Damayanti, 2021). Berikut adalah rumus *entropy* dan *gain*:

1. Entropy

$$Entropy(S) = \sum_{i=1}^n -p_i * \log_2 p_i \dots\dots\dots (10)$$

Dimana:

- S = himpunan kasus
- A = atribut
- n = jumlah partisi S
- p_i = proporsi dari S_i terhadap S

2. Gain

$$Gain(S, A) = Entropy(S) - \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{S} * Entropy(S_i) \dots\dots (11)$$

Dimana:

- S = himpunan kasus
- A = atribut
- n = jumlah partisi atribut A
- $|S_i|$ = jumlah kasus pada partisi ke-i
- $|S|$ = jumlah kasus dalam S

3. Gain Rasio

Nilai *Gain Ratio* yang menentukan sebuah atribut dapat dijadikan akar maupun cabang suatu pohon keputusan dapat dihitung dengan persamaan:

$$Gain Rasio = \frac{Gain(S,A)}{\sum_{i=1}^n Entropy(S_i)} \dots\dots\dots (12)$$

Dimana $Gain(S,A)$ merupakan nilai *gain* dari variabel dan $\sum_{i=1}^n Entropy(S_i)$ merupakan banyaknya nilai *entropy* dalam suatu variabel.

2.3 E-Wallet

E-wallet merupakan uang digital, dimana di dalamnya terdapat kemudahan-kemudahan dalam kegiatan berbelanja tanpa harus membawa uang dalam bentuk fisik atau nontunai serta disalurkan saat melakukan kegiatan transaksi lainnya (Agustina & Sutinah, 2022).

Jaringan internet sebagai perantara dalam sistem pembayaran elektronik. Manfaat yang dapat diambil dari pembayaran digital sangat beragam, misalnya

sistem transaksi mudah digunakan dan dapat dilakukan secara universal selama masih berada dalam satu wilayah negara, serta keamanan transaksi juga terjamin, dan lebih simpel dan efisien dalam penggunaan waktu dan tenaga. Sehingga tidak mengherankan jika orang-orang mulai tanpa sadar menjadi bagian dari cashless society dengan menaruh uang mereka dalam dompet digital demi kelancaran transaksi pembayaran elektronik (Aulia, 2020).

2.3.1 ShopeePay

Berdasarkan situs web resmi dari Shopee, ShopeePay adalah fitur layanan uang elektronik yang dapat digunakan sebagai metode pembayaran online di aplikasi Shopee, offline di Merchant ShopeePay, dan menyimpan pengembalian dana yang dapat digunakan untuk membayar pesanan berikutnya.

ShopeePay secara resmi diluncurkan pada November 2018 oleh PT AirPay International Indonesia. ShopeePay merupakan bagian dari SeaMoney, layanan finansial digital milik Sea Group. Saat ini, ShopeePay telah hadir di lebih dari 500 kota dan kabupaten di Indonesia.

2.3.2 Gopay

Gojek merupakan sebuah perusahaan teknologi asal Indonesia yang melayani angkutan melalui jasa ojek. Perusahaan ini didirikan pada tahun 2009 di Jakarta oleh Nadiem Makarim. Gojek mempunyai layanan pembayaran digital yang bernama GoPay.

GoPay pertama kali didirikan oleh Aldi Haryoprato pada tahun 2017 dan diakuisisi oleh Gojek. GoPay adalah uang elektronik yang bisa dipakai untuk melakukan transaksi pembayaran dan keuangan melalui aplikasi Gojek.

2.3.3 OVO

OVO merupakan perusahaan digital payment milik grup perusahaan Lippo dan mendapat izin dari Bank Indonesia untuk beroperasi sebagai perusahaan fintech di seluruh Indonesia pada 25 September 2017. Namun, setelah itu OVO mampu berdiri secara mandiri dibawah naungan PT Visionet Internasional. Aplikasi ini mencoba mengakomodasi berbagai kebutuhan terkait dengan cashless dan mobile payment. OVO adalah aplikasi pintar yang memberikan kemudahan dalam bertransaksi dan juga kesempatan yang lebih besar untuk mengumpulkan poin di banyak tempat.

Pengguna dapat menggunakan berbagai macam fitur yang ada di dalam aplikasi OVO seperti melakukan pembayaran di merchant yang telah bekerja sama, membayar tagihan listrik, membeli pulsa, transfer dana, dan lain-lain. Selain langsung dari aplikasi, OVO juga bisa digunakan di berbagai platform lainnya seperti Grab, Tokopedia, dan Bareksa.

2.3.4 Dana

DANA didirikan oleh Vincent Iswara telah dan mendapat izin untuk beroperasi sebagai perusahaan fintech di seluruh Indonesia pada 5 Desember 2018. Lewat DANA, pengguna memungkinkan melakukan transaksi mulai dari pembayaran tagihan, top up game online, transaksi menggunakan barcode scan, hingga e-commerce. DANA menjadi platform pembayaran digital yang mengusung open

platform dan dapat digunakan di berbagai aplikasi, gerai daring maupun konvensional.

2.3.5 LinkAja

LinkAja merupakan penyedia jasa pembayaran berbasis server yang merupakan produk dari PT. Fintek Karya Nusantara (Finarya) dan telah terdaftar di Bank Indonesia. Sejak 21 Februari 2019, Finarya secara resmi telah mendapat lisensi/izin dari Bank Indonesia sebagai Perusahaan Penerbit Uang Elektronik dan Penyelenggara Layanan Keuangan Digital Badan Hukum. Finarya juga telah menerapkan Sistem Manajemen Keamanan Informasi.

LinkAja terus membangun ekosistem untuk memudahkan para pengguna, terutama untuk pembayaran kebutuhan esensial harian seperti pulsa data, token listrik, pembayaran di SPBU, transportasi umum, dan banyak lagi, termasuk melalui kolaborasi dengan beberapa perusahaan BUMN.

2.4 Confusion Matrix

Confusion Matrix adalah pengukuran performa untuk masalah klasifikasi *machine learning* dimana keluaran dapat berupa dua kelas atau lebih. *Confusion Matrix* adalah tabel dengan empat kombinasi berbeda dari nilai prediksi dan nilai actual (Paramita & Ely, 2019). Ada empat istilah yang merupakan representasi hasil proses klasifikasi pada *confusion matrix* yaitu *True Positif*, *True Negatif*, *False Positif*, dan *False Negatif* (Banu et al, 2020). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.

		Actual Values	
		1 (Positive)	0 (Negative)
Predicted Values	1 (Positive)	<p>TP (True Positive)</p>	<p>FP (False Positive) Type I Error</p>
	0 (Negative)	<p>FN (False Negative) Type II Error</p>	<p>TN (True Negative)</p>

Gambar 1. Confusion Matrix

Dimana:

- TP adalah *True Positif*, yaitu jumlah data positif yang terklasifikasi dengan benar oleh sistem.
- TN adalah *True Negatif*, yaitu jumlah data negatif yang terklasifikasi dengan benar oleh sistem.
- FN adalah *False Negatif*, yaitu jumlah data negatif namun terklasifikasi salah oleh sistem.

- FP adalah *False Positif*, yaitu jumlah data positif namun terklasifikasi salah oleh sistem.

Dengan kata lain, nilai akurasi merupakan perbandingan antara data yang terklasifikasi benar dengan keseluruhan data (Prasetyo, 2019). Nilai akurasi dapat diperoleh dengan persamaan:

$$akurasi = \frac{TN+TP}{TN+TP+FN+FP} \times 100\% \dots\dots\dots (13)$$

Nilai presisi menggambarkan jumlah data kategori positif yang diklasifikasi secara benar dibagi dengan total data yang diklasifikasi positif, Presisi dapat diperoleh dengan persamaan:

$$presisi = \frac{TP}{TP+FP} \times 100\% \dots\dots\dots (14)$$

Sementara itu, recall menunjukkan beberapa persen data kategori positif yang terklasifikasi dengan benar oleh sistem.

$$recall = \frac{TP}{TP+FN} \times 100\% \dots\dots\dots (15)$$

Error adalah kasus yang diidentifikasi salah dalam sejumlah data, sehingga dapat dilihat seberapa besar tingkat kesalahan pada sistem yang digunakan. Persentase error dapat dilakukan perhitungan menggunakan persamaan di bawah ini:

$$error = \frac{FP}{TP} \times 100\% \dots\dots\dots (16)$$

2.5 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu dengan objek dan metode penelitian yang sama diantaranya yaitu:

1. Nama : Fatmanisa Mumpuni Delta Maharani, dkk
 Tahun : 2022
 Judul : Perbandingan Metode Klasifikasi Sentimen Analisis Penggunaan *E-Wallet* Menggunakan Algoritma *Naïve Bayes* dan *K-Nearest Neighbor*.
 Isi penelitian : Penelitian ini bertujuan untuk mencari algoritma terbaik dalam menentukan klasifikasi sentimen analisis penggunaan *e-wallet* dengan membandingkan dua algoritma yaitu *Naïve Bayes* (NB) dan *K-Nearest Neighbor* (k-NN).
 Hasil : Nilai akurasi tertinggi adalah OVO sebesar 94.25%.
2. Nama : Egi Salehudin Basryah, dkk
 Tahun : 2021
 Judul : Analisis Sentimen Aplikasi Dompot Digital Di Era 4.0 Pada Masa Pandemi Covid-19 Di Play Store Menggunakan Algoritma *Naive Bayes Classifier*.

- Isi penelitian : Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis sentimen terhadap aplikasi dompet digital berdasarkan ulasan komentar yang ada di play store menggunakan algoritma *Naïve Bayes*.
- Hasil : Nilai akurasi tertinggi adalah Payfazz sebesar 99.40%.
3. Nama : Siti Masturoh, dkk
 Tahun : 2021
 Judul : *Sentiment Analysis Against The Dana E-Wallet On Google Play Reviews Using The K-Nearest Neighbor Algorithm*.
- Isi penelitian : Text mining pada penelitian ini menggunakan *K-Nearest Neighbor* dengan pengujian 3 kelas berdasarkan pemberian bintang, kelas pertama terdiri dari bintang 1-5, kelas ke 2 terdiri dari bintang 1&5, kelas ke 3 terdiri dari pemberian label pada bintang (1&2 label negatif, 3 label netral, serta bintang 4&5 label positif).
- Hasil : Nilai akurasi tertinggi diperoleh pada kelas kedua adalah 86,64%
4. Nama : Rifando Sitinjak, dkk
 Tahun : 2022
 Judul : *Pemilihan E-Wallet pada Kerry Parcel Outlet Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)*
- Isi penelitian : Penelitian ini memiliki tujuan untuk dapat memberikan rekomendasi dalam pemilihan aplikasi E- Wallet yang efektif.
- Hasil : OVO merupakan aplikasi e-wallet yang paling diminati dan dipercayakan dalam hasil penelitian ini.

2.6 Perbandingan Penelitian

Dari beberapa penelitian terdahulu terdapat perbedaan disetiap penelitiannya dan juga hasil outputnya. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Tabel Perbandingan Penelitian

Penelitian dan Tahun	Metode					Output
	Naïve Bayes	KNN	AHP	C5	PROMETHEE IV	
Fatmanisa Mumpuni Delta Maharani, dkk (2022)	√	√	-	-	-	Nilai akurasi tertinggi adalah sebesar 94.25%.
Egi Salehudin Basryah, dkk (2021)	√	-	-	-	-	Nilai akurasi tertinggi adalah sebesar 99.40%.

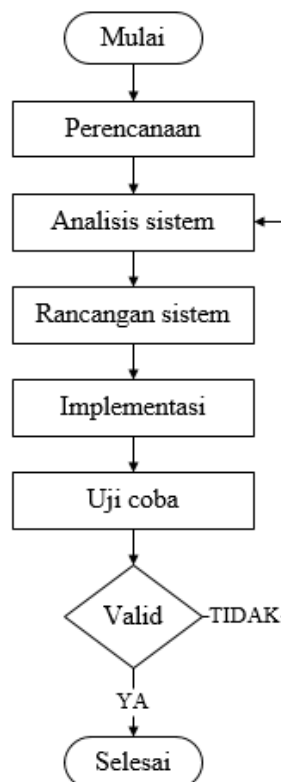
Siti Masturoh, dkk (2021)	-	√	-	-	-	Nilai akurasi tertinggi diperoleh pada kelas kedua adalah 86,64%
Rifando Sitinjak, dkk (2022)	-	-	√	-	-	OVO merupakan aplikasi e-wallet yang paling diminati
Sri Fitri Jayanti (2024)	-	-	-	√	√	Nilai akurasi tertinggi adalah sebesar 94,25%

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Model penelitian yang diterapkan pada penelitian ini menggunakan pendekatan SDLC (*System Development Life Cycle*). SDLC atau Siklus Hidup Pengembangan Sistem adalah metode pengembangan sistem tradisional yang digunakan sebagian besar organisasi saat ini. SDLC adalah kerangka kerja (*framework*) yang terstruktur yang berisi proses-proses sekuensial di mana sistem informasi dikembangkan (I Gede et al, 2019).

SDLC mempunyai ciri khas pengerjaan setiap fase harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum melanjutkan ke fase selanjutnya, artinya fokus terhadap masing-masing fase dapat dilakukan maksimal karena tidak adanya pengerjaan yang sifatnya paralel. Pada sistem SDLC ini peneliti memilih model *waterfall*. Penelitian-penelitian yang menggunakan sistem informasi dengan metode *Waterfall* dapat membantu membangun sebuah sistem informasi guna meminimalkan kesalahan yang mungkin terjadi (Danyl et al, 2022). Model ini menggunakan pendekatan secara sistematis dan urut, yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan Pendekatan SDLC

Mengacu pada Gambar 2, merupakan alur proses dari model SDLC (*System Life Development Cycle*):

3.1.1 Tahap Perencanaan

Tahap perencanaan pembuatan sistem ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan sistem informasi yang akan dikembangkan, dengan penekanan khusus pada studi kelayakan pengembangan sistem. Langkah-langkah penting dalam tahap ini meliputi pemahaman mendalam terhadap masalah yang akan diselesaikan, identifikasi tujuan akhir sistem, serta pemahaman konteks penggunaan sistem. Selanjutnya, adalah identifikasi kriteria-kriteria yang relevan dalam pengambilan keputusan terkait masalah yang akan diselesaikan. Setelah itu, langkah selanjutnya adalah pemilihan metode analisis yang tepat, seperti Promethee IV untuk evaluasi alternatif dan algoritma C5.0 untuk membangun model prediktif. Penting untuk menjalankan semua langkah secara sistematis dan terkoordinasi untuk mencapai tujuan akhir sistem dengan efektif dan efisien.

3.1.2 Tahap Analisis Sistem

Pada tahap ini, sistem akan dianalisis untuk menentukan cara pengoperasiannya. Hasil analisis akan mencakup evaluasi kelebihan dan kekurangan sistem, fungsi-fungsi yang dimilikinya, serta kemungkinan pembaharuan yang dapat diimplementasikan. Bagian ini merupakan bagian dari proses perencanaan. Analisis sistem dalam penelitian ini melibatkan penerapan algoritma Promethee IV dan C5.0.

3.1.3 Tahap Rancangan Sistem

Pada tahap ini, terbagi menjadi dua bagian. Yang pertama adalah perencanaan sistem secara umum yang menggambarkan sistem secara keseluruhan menggunakan *Unified Modeling Language (UML)*, *flowchart* sistem, serta perancangan *database* beserta relasinya. Bagian kedua adalah perancangan sistem secara detail yang menggambarkan secara terperinci mengenai antarmuka pengguna (UI) dari sistem yang akan dibuat, seperti rancangan pada halaman *login*, *dashboard*, dan sebagainya.

3.1.4 Tahap Implementasi

Tahap selanjutnya adalah implementasi, di mana rancangan dari tahap-tahap sebelumnya akan diimplementasikan. Ini melibatkan pembangunan sistem berdasarkan desain yang telah dibuat sebelumnya.

3.1.5 Tahap Uji Coba

Tahap ini bertujuan untuk melakukan pengujian sistem guna memastikan bahwa sistem berjalan dengan baik. Jika pengujian menunjukkan adanya masalah, proses akan kembali ke tahap analisis sistem untuk memeriksa kembali potensi kesalahan dalam sistem.

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan untuk menghitung akurasi adalah menggunakan *confusion matrix*. *Confusion matrix* direpresentasikan dalam tabel yang menunjukkan jumlah data uji yang diklasifikasikan dengan benar dan jumlah data uji yang diklasifikasikan secara salah. Hasil dari *confusion matrix* ini dapat digunakan untuk menghitung parameter akurasi, presisi, *recall*, dan *error*. Hal ini bertujuan untuk memberikan informasi tentang kinerja model secara singkat dan mudah dipahami.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian ini dimulai dari bulan Mei sampai dengan Oktober 2023. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Komputer, Program Studi Ilmu Komputer FMIPA, Universitas Pakuan Bogor.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari perangkat lunak (*software*) dan perangkat keras (*hardware*):

1. Spesifikasi *Software*:
 - a. Sistem Operasi Windows 10
 - b. Microsoft Word 2016
 - c. Python
 - d. Visual Studio Code
2. Spesifikasi *Hardware*
 - a. Processor Pentium(R) Dual-Core CPU T4200 (2.0GHz)
 - b. Mainboard Intel
 - c. RAM 3.0 GB
 - d. Mouse Optic
 - e. Printer
 - f. Flashdisk 64 GB.

3.3.2 Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan yaitu:

1. Data Scraper ulasan aplikasi *e-wallet* dari Google Play Store.
2. Buku, jurnal, dan skripsi sebagai bahan referensi pembuatan laporan penelitian.
3. Buku panduan penulisan skripsi dan tugas akhir Ilmu Komputer, FMIPA UNPAK.

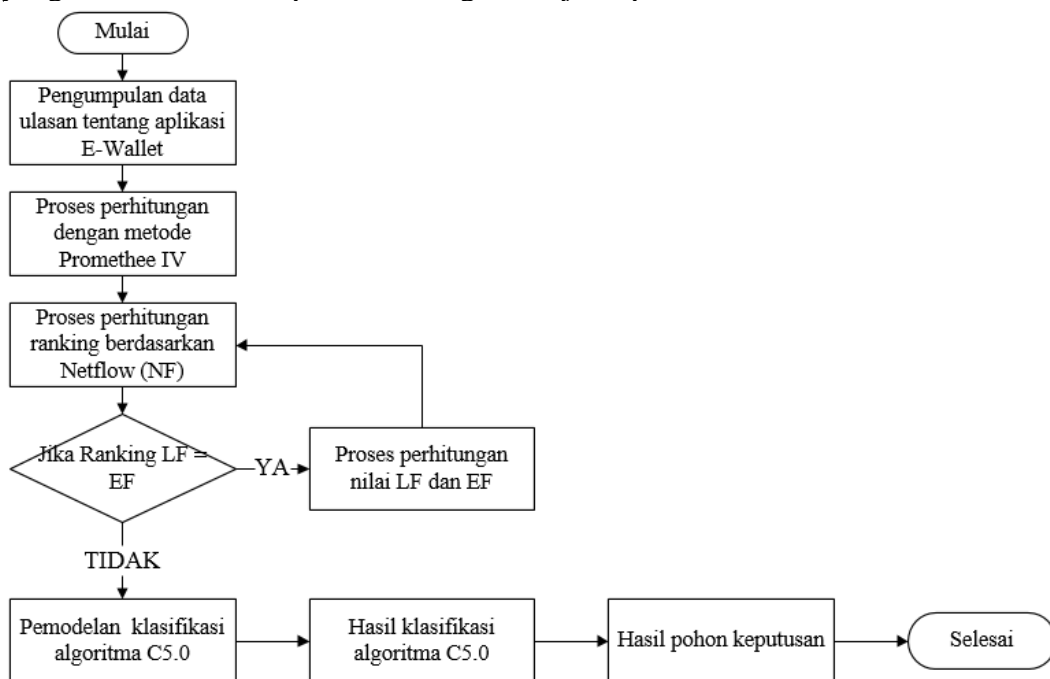
BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

4.1 Perencanaan

Tahap perencanaan adalah langkah awal untuk menentukan spesifikasi kebutuhan dan mengidentifikasi permasalahan. Proses ini melibatkan observasi *online* melalui *Google Playstore*, mencakup analisis ulasan dan komentar pengguna pada setiap aplikasi *e-wallet*. Informasi dari observasi ini dianalisis untuk mengidentifikasi berbagai permasalahan yang mungkin ada dalam aplikasi tersebut.

4.2 Analisis Sistem

Pada tahap analisis sistem meliputi beberapa proses yaitu pengumpulan data, proses pengolahan data, proses perhitungan Promethee IV, dan klasifikasi Algoritma C5.0. Pengerjaan penelitian ini dilakukan secara serial, yang berarti langkah pertama adalah menyelesaikan perhitungan Promethee IV, baru kemudian hasilnya digunakan dalam pemodelan klasifikasi menggunakan Algoritma C5.0. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian tergambar jelas pada Gambar 3.



Gambar 3. *Flowchart* Metode Penelitian

Tahapan penelitian ini dijabarkan sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data: Proses ini mencakup pengumpulan data ulasan dan komentar pengguna dari aplikasi *e-wallet* yang ada di *Google Playstore*. Jumlah sampel data yang diambil adalah sebanyak 500.
2. Proses Perhitungan Promethee IV: Dilakukan dengan memasukkan nilai kualitatif yang kemudian dihitung untuk mendapatkan nilai $H(d)$. Selanjutnya, dilakukan perhitungan indeks preferensi, *Entering flow*, dan *Leaving flow*.

Setelah itu, dilakukan perankingan keduanya dan dihitung nilai *Net flow* untuk mendapatkan hasil akhir.

3. Penanganan Nilai Ranking Sama: Jika terdapat nilai peringkat yang sama, proses perhitungan *Entering flow* dan *Leaving flow* akan diulang hingga mendapatkan hasil di mana nilai *Entering flow* tidak sama dengan nilai *Leaving flow*. Sedangkan jika tidak terdapat nilai peringkat yang sama, proses akan dilanjutkan ke tahap klasifikasi data menggunakan metode C5.0.
4. Pemodelan Klasifikasi dengan Algoritma C5.0: Tahap ini melibatkan klasifikasi data berdasarkan metode algoritma C5.0 yang menghasilkan data baru.
5. Hasil Klasifikasi Algoritma C5.0: Hasil klasifikasi akan dibandingkan dengan kelas yang sebenarnya.
6. Pohon Keputusan: Tahap terakhir melibatkan pembentukan pohon keputusan berdasarkan hasil klasifikasi sebelumnya.

4.2.1 Pengumpulan Data

Pada penelitian ini data yang dikumpulkan merupakan data kualitatif yang kemudian diubah ke dalam bentuk data kuantitatif. Pengambilan data dilakukan dengan *web scraping* menggunakan *Google Colab* dengan *script* seperti pada Gambar 4.

```
[14] from google_play_scraper import Sort, reviews

result, continuation_token = reviews(
    'id.dana',
    lang='id',
    country='id',
    sort=Sort.NEWEST,
    count=20000,
    filter_score_with=None
)
```

Gambar 4. Script untuk Web Scraping

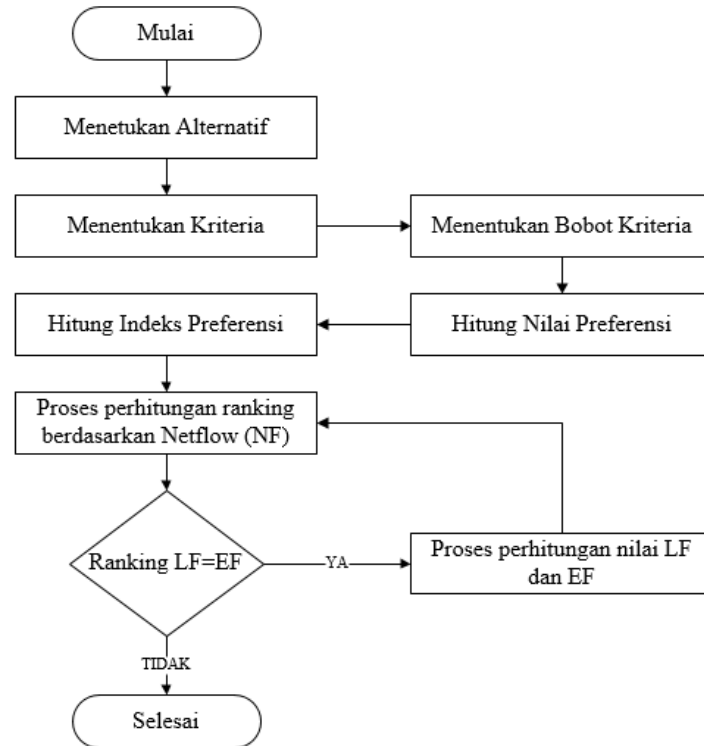
Hasil dari data *scraping* nantinya di ekspor ke *Microsoft Excel*. Contoh ulasan yang sudah di *sorting* dapat dilihat pada Gambar 5.

userName	score	at	content
Quinaliza Joyce diana love	1	8/16/2023 10:30	Akun gua di blokir tiba2 gtu aja anehhh bgt ðŸ™, saldo sama koin ga bsa balik wkwkwk okelah kalau koin ini saldo Shopeepay cuyy udh gtu tuh akun udh lama bgt udh 8 thn ðŸ™f
Kenean Nganu	1	8/16/2023 10:24	Diskon selangit kualitas barang sulitðŸ™~ Bohongin orang gk ad untungnya kalo bohongin orang kek gini gk jauh beda ama bohongin rakyat ðŸ™¶
Taufik jhii Taufik jhii	1	8/16/2023 10:21	P0â°
No Have Name	1	8/16/2023 10:18	aneh sistem nyaðŸ™
Aat Putra saldi	1	8/16/2023 10:18	Apk lemot
Sanada Keiji	1	8/16/2023 10:17	Barang tidak sampai sampai, kurir respon nya kurang, pending lama. Terima kasih
Abdul Shidiq Official	1	8/16/2023 10:16	Beli pulsa,pulsanya gak masuk,dengan catatan tidak berhasil,pengembalian dananyapun tidak ada,pengembalian dana lewat rekening gak bisa,otw uninstal Update : Uang pulsa sudah kembali,tinggal pengembalian token listrik ðŸ™ðŸ™»
RRQ Kasih	1	8/16/2023 10:11	ini shoppe kenapasi, saya ga pesen paket apapun eh ini tiba" ada yg ngirim paket gtu ajaa, tolong yaa perbaiki lagi sistem keamanan shoppenya maksihh.

Gambar 5. Contoh Ulasan Komentar *E-Wallet* ShopeePay

4.2.2 Proses Perhitungan Promethee IV

Pemilihan yang bersifat kuantitatif dan kualitatif dapat diakomodir dengan metode Promethee IV. Dugaan dominasi kriteria dalam Promethee IV mengacu pada penggunaan nilai dalam hubungan *outranking* (Tri et al, 2019). Langkah-langkah perhitungan Promethee IV dapat dilihat pada flowchart yang ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Flowchart Perhitungan Promethee IV

1. Menentukan Alternatif

Untuk menentukan alternatif aplikasi *e-wallet*, penulis menggunakan lima alternatif seperti pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Alternatif *E-Wallet*

No.	Aplikasi E-Wallet	Keterangan
1	ShopeePay	A1
2	OVO	A2
3	Gopay	A3
4	Dana	A4
5	LinkAja	A5

2. Menentukan Kriteria

Menentukan aplikasi *e-wallet* yang ideal memerlukan pemenuhan beberapa kriteria. Penulis menggunakan empat kriteria berdasarkan hasil observasi *online* melalui *Google Playstore*, mencakup ulasan dan komentar pada setiap aplikasi *e-wallet*, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria *E-Wallet*

No.	Kriteria	Keterangan
1	Kerjasama <i>Merchant</i>	C1
2	Promo dan Tawaran Menarik	C2
3	Layanan <i>Customer Service</i>	C3
4	Kemudahan Aplikasi	C4

3. Menentukan Sub. Kriteria

Untuk menentukan bobot pada kriteria, penulis menentukan bobot berdasarkan *rating* pada ulasan *Google Playsore*. Dimana semua kriteria mempunyai nilai bobot berdasarkan kualitas. Sub. Kriteria *e-wallet* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Sub. Kriteria *E-Wallet*

No.	Sub. Kriteria	Bobot
1	Sangat Kurang	1
2	Kurang	2
3	Cukup	3
4	Baik	4
5	Sangat Baik	5

4. Menentukan Bobot Kriteria

Untuk menentukan bobot kriteria data yang diambil adalah ulasan *Google Playsore* dari setiap aplikasi *e-wallet* yang disesuaikan dengan Sub. Kriteria. Bobot kriteria dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Bobot Kriteria *E-Wallet*

Kriteria	E-Wallet				
	A1	A2	A3	A4	A5
C1	2	3	5	3	3
C2	3	4	5	3	1
C3	2	1	4	2	2
C4	2	2	3	3	2

5. Menghitung Nilai Preferensi

Kriteria yang ada kemudian dihitung nilai dan indeks preferensinya menggunakan Persamaan 2. Contoh perhitungan nilai pada alternatif *ShopeePay*, yang mewakili lima alternatif lainnya, dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Preferensi Alternatif *ShopeePay*

Kriteria	(A1,A2)		(A1,A3)		(A1,A4)		(A1,A5)	
	d	H(d)	d	H(d)	d	H(d)	d	H(d)
C1	-1	0	-3	0	-1	0	-1	0
C2	-1	0	-2	0	0	0	2	1
C3	1	1	-2	0	0	0	0	0
C4	0	0	-1	0	-1	0	0	0

6. Menghitung Nilai Indeks Preferensi Multikriteria

Untuk menghitung nilai indeks preferensi multikriteria harus menggunakan rumus $\frac{1}{jml\ kriteria} \sum x \in H(d)$. Jumlah kriteria yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah lima, sedangkan untuk nilai H(d) sudah didapatkan dari perhitungan sebelumnya. Hasil dari perhitungan nilai indeks preferensi multikriteria telah dirangkum dalam Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Nilai Indeks Preferensi Multikriteria

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		0.25	0	0	0.25
A2	0.5		0	0.25	0.25
A3	1	1		0.75	1
A4	0.5	0.5	0		0.5
A5	0.25	0.25	0	0	

7. Menghitung Nilai *Leaving Flow*, *Entering Flow*, dan *Net Flow*

Perhitungan untuk mencari nilai *Leaving Flow*, *Entering Flow*, dan *Net Flow* berdasarkan Persamaan 8, 9, dan 10.

a. *Leaving Flow*

$$\varphi^+(A1) = \frac{1}{4}(0 + 0.25 + 0 + 0.25) = 0.125$$

$$\varphi^+(A2) = \frac{1}{4}(0.5 + 0 + 0.25 + 0.25) = 0.25$$

$$\varphi^+(A3) = \frac{1}{4}(1 + 1 + 0.75 + 0.25) = 0.9375$$

$$\varphi^+(A4) = \frac{1}{4}(0.5 + 0 + 0.5 + 0.5) = 0.375$$

$$\varphi^+(A5) = \frac{1}{4}(0.25 + 0 + 0.25 + 0) = 0.125$$

b. *Entering Flow*

$$\varphi^-(A1) = \frac{1}{4}(1 + 0.5 + 0.5 + 0.25) = 0.5625$$

$$\varphi^-(A2) = \frac{1}{4}(0.25 + 1 + 0.5 + 0.25) = 0.5$$

$$\varphi^-(A3) = \frac{1}{4}(0) = 0$$

$$\varphi^-(A4) = \frac{1}{4}(0 + 0.75 + 0.25 + 0) = 0.25$$

$$\varphi^-(A5) = \frac{1}{4}(0.25 + 1 + 0.25 + 0.5 + 2) = 0.5$$

c. *Net Flow*

$$(A1) = 0.125 - 0.5625 = -0.4375$$

$$(A2) = 0.25 - 0.5 = -0.25$$

$$(A3) = 0.9375 - 0 = 0.9375$$

$$(A4) = 0.375 - 0.25 = 0.125$$

$$(A5) = 0.125 - 0.5 = -0.375$$

Hasil perhitungan *Leaving Flow*, *Entering Flow* dan *Net Flow* dirangkum ke dalam Tabel 8 di bawah ini.

Tabel 8. Hasil Perhitungan *Leaving Flow* dan *Entering Flow*

	Leaving Flow	Entering Flow	Net Flow
ShopeePay	0.125	0.5625	-0.4375
OVO	0.25	0.5	-0.25
Gopay	0.9375	0	0.9375
Dana	0.375	0.25	0.125
LinkAja	0.125	0.5	-0.375

Berdasarkan hasil *net flow* pada tabel di atas, dapat diperoleh peringkat dari masing-masing alternatif aplikasi *e-wallet*. Alternatif dengan nilai *net flow* terbesar merupakan alternatif dengan peringkat teratas atau pertama. Jika nilai alternatif bernilai negatif, ini mengindikasikan bahwa nilai *entering flow* lebih besar daripada *leaving flow*, yang berarti perbandingan beberapa kriteria tersebut tidak lebih baik.

Setelah melakukan perhitungan menggunakan metode Promethee IV, dihasilkan perankingan aplikasi *e-wallet* terbaik berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan. Tabel 9 menunjukkan ranking aplikasi *e-wallet* dari yang terbaik hingga terendah.

Tabel 9. Hasil Ranking Aplikasi E-Wallet

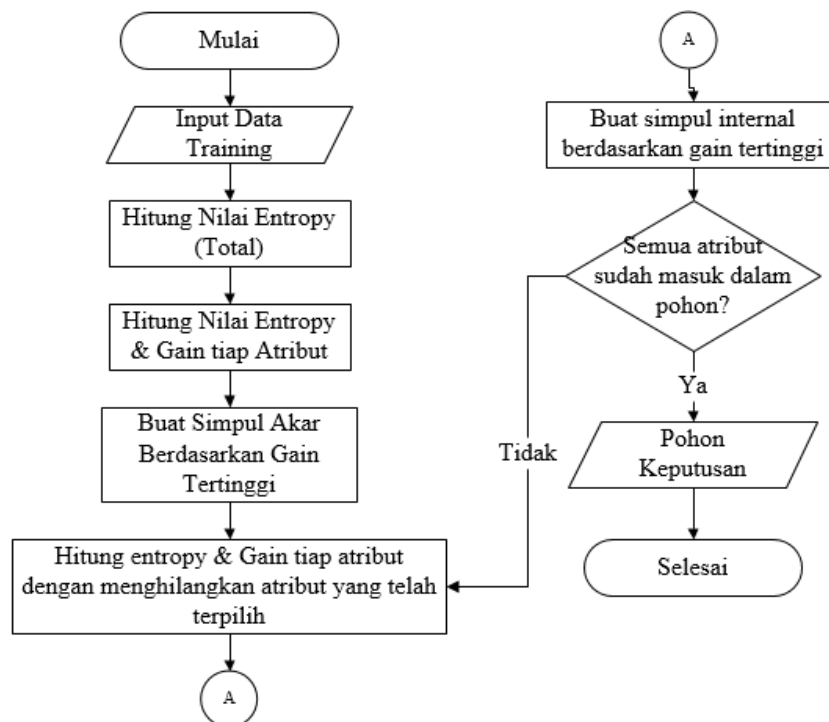
	Net Flow	Ranking
Gopay	0.9375	1
Dana	0.125	2
Ovo	-0.25	3
Linkaja	-0.375	4
Shopeepay	-0.4375	5

4.2.3 Proses Algoritma C5.0

Pada proses Promethee IV didapatkan hasil ranking *leaving flow* tidak sama dengan *entering flow*, maka proses dapat dilanjut menggunakan metode algoritma C5.0. Dengan algoritma C5.0, pengguna aplikasi dapat dibantu dalam mengklasifikasi dan melakukan prediksi dengan tingkat akurasi yang ideal untuk memprediksi fitur pada aplikasi *e-wallet* Gopay.

Proses ini terbagi menjadi beberapa kriteria penilaian, di antaranya Kerjasama dengan *merchant* (A1), Promo dan tawaran menarik (A2), Layanan pelanggan (*customer service*) (A3), dan Kemudahan penggunaan aplikasi (A4). Setiap kriteria dinilai menggunakan skala Sub. Kriteria, yaitu Sangat Baik (SB), Baik (B), Cukup Baik (C), Kurang Baik (K), dan Sangat Kurang (SK).

Tahapan dari Algoritma C5.0 dapat dilihat pada flowchart yang ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Flowchart Algoritma C5.0

Sebelum menggunakan Algoritma C5.0, data ulasan diubah menjadi skala SB, B, C, K, dan SK. Dari data ini, hasilnya akan dinilai sebagai Baik atau Tidak Baik. Sebelum menetapkan apakah hasilnya Baik atau Tidak Baik, dilakukan proses perhitungan dengan mengambil nilai tengah pada bobot Sub. Kriteria, yang bernilai 3. Nilai ini kemudian dikalikan dengan jumlah kriteria dan dibagi dua, menghasilkan nilai 6. Nilai 6 ini digunakan sebagai patokan untuk menetapkan skala hasil sebagai Baik atau Tidak Baik. Jika skala lebih besar dari 6, hasilnya dianggap Baik, dan jika skala kurang dari 6, hasilnya dianggap Tidak Baik. Informasi lebih rinci dapat ditemukan pada Tabel 10, yang berisi Sampel Data Ulasan Aplikasi Gopay.

Tabel 10. Sampel Data Ulasan Aplikasi Gopay

No.	Responden	A1	A2	A3	A4	Hasil
1	Abdussalam Salam	C	C	C	K	Tidak Baik
2	Arvin Jr	B	B	B	B	Baik
3	Syarif Mulyani	B	B	B	SB	Baik
4	Yuono Seto	B	B	B	B	Baik
5	Indra Setyawan	C	C	C	C	Baik
6	Teddy Mulyadi	B	B	B	B	Baik
7	Siani Ani	C	C	C	C	Baik
8	Mawardi Selamat (Mas_W.E)	C	C	C	C	Baik
9	Maulana Arifin	C	C	C	B	Baik
10	Yani Yani	SB	SB	C	C	Baik
...

No.	Responden	A1	A2	A3	A4	Hasil
1991	Rendi Ramadhan	C	C	C	C	Baik
1992	Abrian Syah	C	C	C	C	Baik
1993	Herman Felani	SK	C	C	C	Tidak Baik
1994	Hikmat Syaafi	C	C	C	C	Baik
1995	Gilang Anwar	K	K	K	SK	Tidak Baik
1996	Jarjis	SK	SK	SK	SK	Tidak Baik
1997	Ahmad Nain	C	C	C	C	Baik
1998	Dw Widya	B	SB	B	B	Baik
1999	Dika Wahyudi	SK	K	K	K	Tidak Baik
2000	Yusya Kiki	K	K	K	SK	Tidak Baik

Selanjutnya, data tersebut diolah menggunakan algoritma C5.0 untuk menghitung nilai *Entropy* dan *Gain*. *Entropy* dihitung dengan menggunakan Persamaan 11, sementara *Gain* dihitung dengan menggunakan Persamaan 12. Berikut adalah contoh perhitungan manual menggunakan rumus tersebut.

a. Menghitung Nilai *Entropy*

$$\begin{aligned}
 Entropy(S) &= \sum_{i=1}^n -p_i * \log_2 p_i \\
 &= \left(\left(-\left(\frac{1598}{2000}\right) \times \log_2 \left(\frac{1598}{2000}\right) \right) + \left(-\left(\frac{402}{2000}\right) \times \log_2 \left(\frac{402}{2000}\right) \right) \right) \\
 &= 0.2581 + 0.4648 \\
 &= 0.7229
 \end{aligned}$$

b. Menghitung Nilai *Gain*

$$\begin{aligned}
 Gain(A1) &= Entropy(S) - \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{S} * Entropy(S_i) \\
 &= 0.7229 - \left(\left(\frac{46}{2000} \times 0 \right) - \left(\frac{414}{2000} \times 0.0785 \right) - \left(\frac{1226}{2000} \times 0.3815 \right) - \right. \\
 &\quad \left. \left(\frac{267}{2000} \times 0.1551 \right) - \left(\frac{47}{2000} \times 0.1485 \right) \right) \\
 &= 0.7229 - 0.2725 \\
 &= 0.4504
 \end{aligned}$$

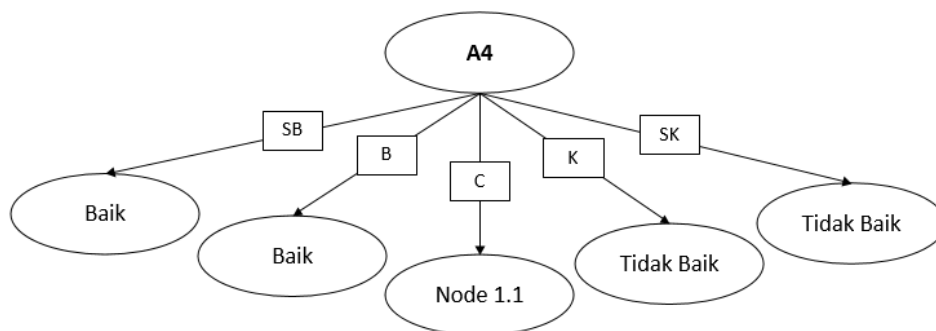
Nilai *Gain* terbesar nantinya akan dijadikan akar pada pohon keputusan. Perhitungan tersebut dapat ditemukan dalam Tabel 11, khususnya untuk perhitungan Node 1.

Tabel 11. Perhitungan Node 1

No.	Atribut	Nilai	Jumlah	Baik	Tidak Baik	Entropy	Gain
			2000	1598	402	0.7229	
1	A1						0.4504
2		SB	46	46	0	0	
3		B	414	410	4	0.0785	
4		C	1226	1135	91	0.3815	
5		K	267	6	261	0.1551	
6		SK	47	1	46	0.1485	
7	A2						0.4061

No.	Atribut	Nilai	Jumlah	Baik	Tidak Baik	Entropy	Gain
			2000	1598	402	0.7229	
8		SB	106	106	0	0	
9		B	357	352	5	0.1063	
10		C	1245	1133	112	0.4363	
11		K	277	7	270	0.1701	
12		SK	15	1	14	0.3534	
13	A3						0.4041
14		SB	4	4	0	0	
15		B	460	455	5	0.0865	
16		C	1264	1139	125	0.4655	
17		K	254	1	253	0.0371	
18		SK	18	0	18	0	
19	A4						0.5925
20		SB	121	121	0	0	
21		B	353	353	0	0	
22		C	1167	1125	42	0.2236	
23		K	284	0	284	0	
24		SK	75	0	75	0	

Dari Tabel 10, kriteria Kemudahan Aplikasi (A4) dipilih sebagai akar pohon keputusan karena memiliki nilai *Gain* tertinggi (0.5925). Dalam perhitungan ini, nilai Sangat Baik (SB), Baik (B), Kurang (K), dan Sangat Kurang (SK) memiliki nilai *Entropy* 0, sehingga tidak menghasilkan percabangan. Namun, nilai Cukup (C) masih perlu dihitung kembali. Pohon keputusan yang terbentuk dapat dilihat pada Gambar 8.



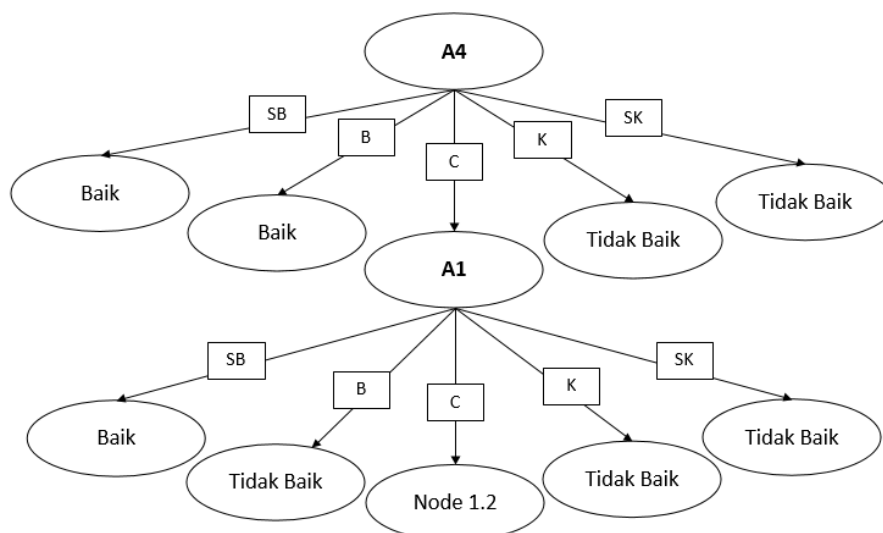
Gambar 8. Pohon Keputusan Node 1

Selanjutnya, proses perhitungan akan dilanjutkan. Perhitungan akan terus dilakukan hingga tidak terdapat cabang lagi pada pohon keputusan. Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Perhitungan Node 1.1

No.	Atribut	Nilai	Jumlah	Baik	Tidak Baik	Entropy	Gain
			1167	1124	42	0.2236	
1	A1						0.1303
2	A1	SB	3	3	0	0	
3		B	1	0	1	0	
4		C	1136	1122	14	0.0958	
5		K	8	0	8	0	
6		SK	19	0	19	0	
7	A2						0.0796
8	A2	SB	4	4	0	0	
9		B	2	2	0	0	
10		C	1143	1119	24	0.1470	
11		K	9	0	9	0	
12		SK	9	0	9	0	
13	A3						0.0252
14	A3	SB	0	0	0	0	
15		B	0	0	0	0	
16		C	1161	1125	36	0.1994	
17		K	3	0	3	0	
18		SK	3	0	3	0	

Dari Tabel 12, didapati bahwa kriteria Kerjasama *Merchant* (A1) memiliki nilai *gain* tertinggi, yakni 0.1303. Karenanya, A1 akan menjadi akar pada pohon keputusan berikutnya, seperti yang terlihat pada Gambar 9.



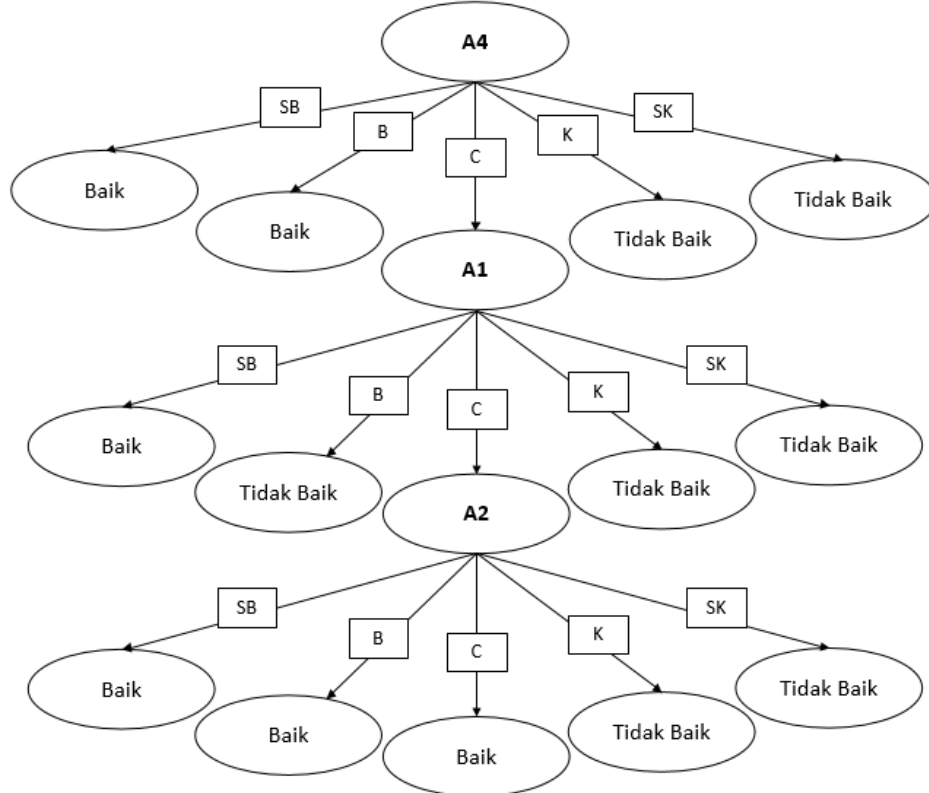
Gambar 9. Pohon Keputusan Node 1.1

Selanjutnya, proses perhitungan akan diulang karena nilai Cukup (C) masih perlu dihitung kembali. Proses ini akan terus dilakukan hingga tidak ada lagi cabang pada pohon keputusan. Lihat hasil perhitungannya pada Tabel 13.

Tabel 13. Perhitungan Node 1.2

No.	Atribut	Nilai	Jumlah	Baik	Tidak Baik	Entropy	Gain
			1136	1122	14	0.0958	
1	A2						0.0958
2		SB	2	2	0	0	
3		B	2	2	0	0	
4		C	1118	1118	0	0	
5		K	7	0	7	0	
6		SK	7	0	7	0	
7	A3						0.0114
8		SB	0	0	0	0	
9		B	0	0	0	0	
10		C	1134	1122	12	0.0846	
11		K	1	0	1	0	
12		SK	1	0	1	0	

Dari Tabel 13, terlihat bahwa kriteria Promo & Tawaran Menarik (A2) memiliki nilai *gain* tertinggi, yakni 0.0958. Karenanya, A2 akan menjadi akar pada pohon keputusan berikutnya. Pada perhitungan ini, nilai SB, B, C, K, dan SK memiliki nilai *entropy* 0, sehingga tidak menghasilkan percabangan dan tidak memerlukan perhitungan tambahan. Anda dapat melihat pohon keputusan yang terbentuk pada Gambar 10.



Gambar 10. Pohon Keputusan Node 1.2

Setelah proses klasifikasi menggunakan algoritma C5.0 selesai dilakukan dengan menghasilkan pohon keputusan. Maka dapat diperoleh aturan seperti pada Tabel 14.

Tabel 14. Rule Pohon Keputusan

No.	Rules	Keputusan
1	Jika A4 = SB	Baik
2	Jika A4 = B	Baik
3	Jika A4 = K	Tidak Baik
4	Jika A4 = SK	Tidak Baik
5	Jika A4 = C	Baik
6	Jika A1 = SB	Baik
7	Jika A1 = B	Tidak Baik
8	Jika A1 = K	Tidak Baik
9	Jika A1 = SK	Tidak Baik
10	Jika A1 = C	Baik
11	Jika A2 = SB	Baik
12	Jika A2 = B	Baik
13	Jika A2 = C	Baik
14	Jika A2 = K	Tidak Baik
15	Jika A2 = SK	Tidak Baik

Setelah dilakukan proses perhitungan berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa algoritma C5.0 dapat digunakan untuk melakukan klasifikasi dan mendapatkan pola kepuasan pengguna aplikasi Gopay terhadap fitur-fitur aplikasi yang ada.

4.3 Rancangan Sistem

Pada tahapan proses perancangan ini, dilakukan penggambaran rancangan secara umum dari proyek sistem yang akan dibuat. Adapun tahapan pada perancangan sistem tersebut sebagai berikut.

4.3.1 Perencanaan Sistem Secara Umum

Perencanaan sistem secara umum bertujuan untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai perancangan sistem menggunakan berbagai diagram dalam *Unified Modeling Language* (UML). Diagram-diagram yang umumnya digunakan meliputi:

1. *Use Case Diagram*

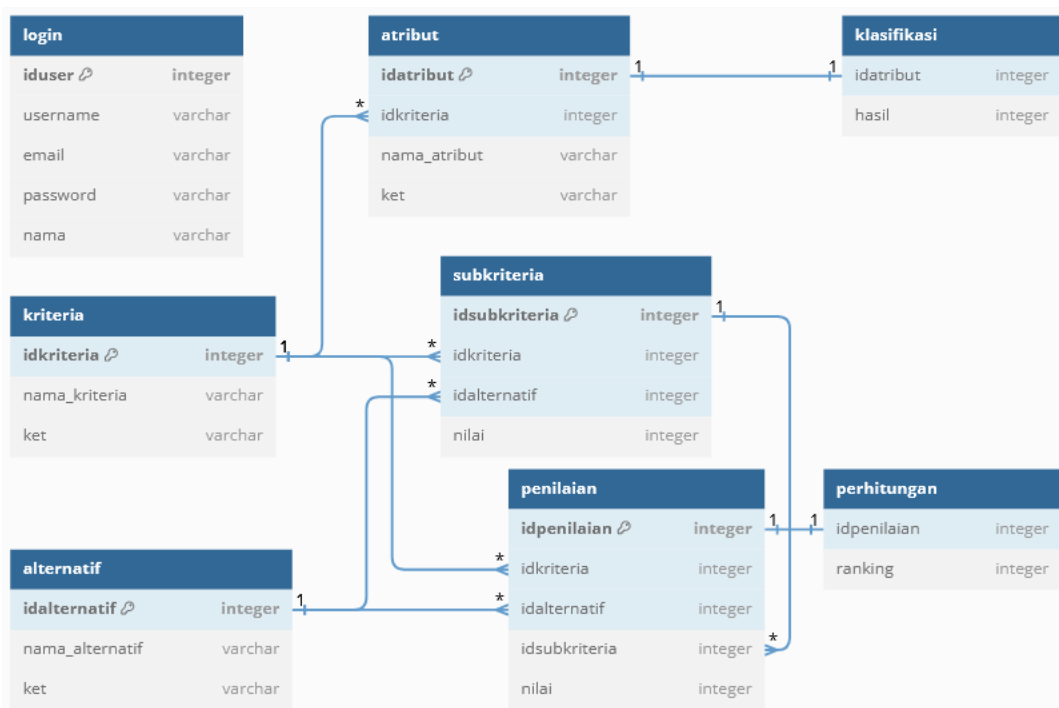
Use Case Diagram digunakan untuk menunjukkan interaksi antara aktor (pengguna atau sistem eksternal lainnya) dengan sistem. *Use case diagram* menggambarkan fungsionalitas sistem dari sudut pandang pengguna. Pada sistem ini hanya ada satu aktor yang dapat menjalankan sistem yaitu, admin. Gambaran umum dari *Use Case Diagram* dapat dilihat pada Lampiran 1.

2. Sequence Diagram

Sequence diagram menggambarkan interaksi antara objek-objek dalam sistem secara berurutan. *Sequence diagram* menunjukkan aliran pesan atau panggilan antara objek dalam waktu tertentu. Contoh *sequence diagram* penilaian yang digunakan pada sistem ini, dapat dilihat pada Lampiran 2.

3. Entity Relationship Diagram (ERD)

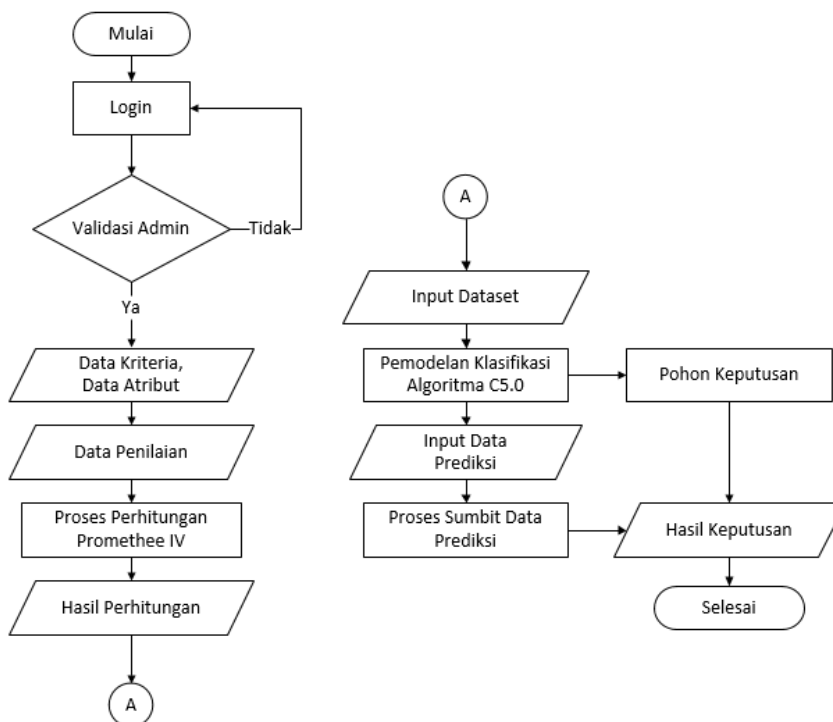
Entity Relationship Diagram (ERD) merupakan representasi visual dari struktur data yang digunakan dalam sistem. ERD menggambarkan hubungan antara entitas (objek) dalam basis data, termasuk tabel dan relasi antara tabel tersebut. Berikut adalah rancangan *Entity Relationship Diagram (ERD)* yang ditampilkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Entity Relationship Diagram

4. Flowchart Program

Flowchart program merupakan diagram alir yang menunjukkan langkah-langkah atau proses dalam sistem secara visual. *Flowchart* program membantu dalam memahami logika operasi sistem dari awal hingga akhir. *Flowchart* program untuk menerapkan metode Promethee IV dan Algoritma C5.0 pada klasifikasi pemilihan fitur *e-wallet* dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Flowchart Program

4.4 Implementasi

Implementasi sistem untuk menerapkan metode Promethee IV dan Algoritma C5.0 pada klasifikasi pemilihan fitur *e-wallet* menggunakan bahasa pemrograman *Hypertext Preprocessor* (PHP). Salah satu contoh *source code* untuk mengoperasikan sistem ini dapat dilihat pada Gambar 13.

```

//A1
//A1 bagian SB
$A1M5SB = $a1sbbaik['A1BAIK'];
$A1O5SB = $a1sbnobaiK['A1TIDAKBAIK'];
$A1M5SB = $a1sb['A1SB'];

// Cek apakah $A1M5SB tidak sama dengan 0 sebelum melakukan perhitungan
if ($A1M5SB != 0) {
    $A1hasil5 = ((-$A1M5SB / $A1M5SB) * log($A1M5SB / $A1M5SB, 2)) + ((-$A1O5SB / $A1M5SB) * log($A1O5SB / $A1M5SB, 2));

    // Cek apakah $A1hasil5 adalah NaN dan setel ke 0 jika benar
    if (is_nan($A1hasil5)) {
        $A1hasil5 = 0;
    }
} else {
    // jika $A1M5SB sama dengan 0, selet $A1hasil5 menjadi 0
    $A1hasil5 = 0;
}
  
```

Gambar 13. Source Code

4.5 Uji Coba

Tahap uji coba merupakan proses pengekseskuan sistem untuk menemukan dan memperbaiki kesalahan-kesalahan yang mungkin terjadi. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa sistem yang dibangun sesuai dengan hasil analisis dan perancangan, serta bebas dari kesalahan atau *error*. Uji coba yang dilakukan adalah uji coba struktural, uji coba fungsional, dan uji coba validasi.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

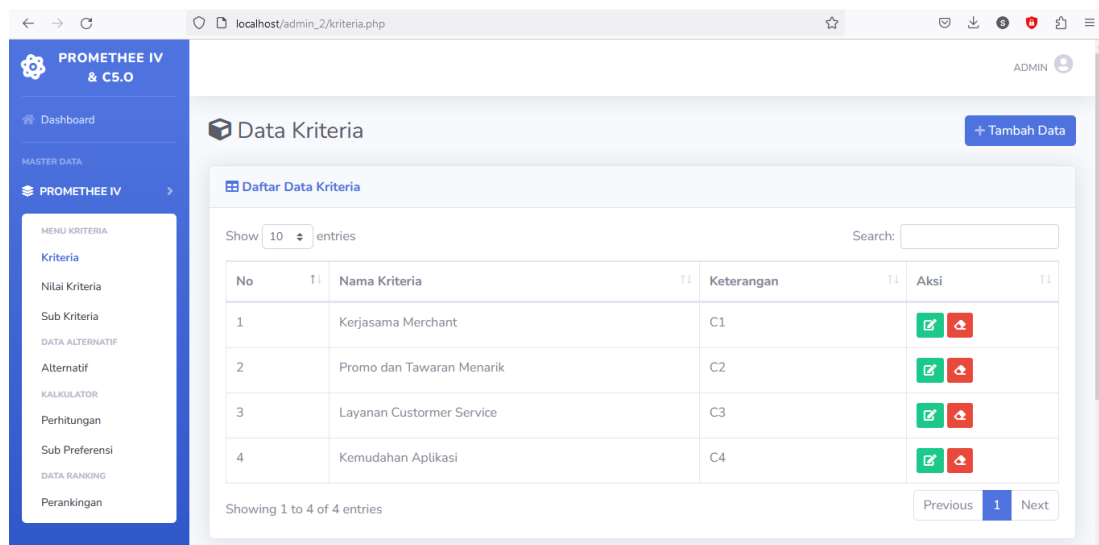
5.1 Hasil









Berikut ini adalah tampilan dari sistem yang telah didesain. Fitur yang tersedia dalam sistem ini dibagi menjadi dua bagian utama. Pertama, terdapat fitur untuk menjalankan proses Promethee IV, dan kedua, fitur untuk menjalankan proses Algoritma C5.0.

Pada fitur Promethee IV, terdapat menu kriteria, alternatif, dan perankingan. Sedangkan pada fitur Algoritma C5.0, terdapat menu *dataset*, perhitungan node, dan pohon keputusan. Tampilan yang telah didesain ini memungkinkan pengguna untuk dengan mudah mengakses dan menjalankan berbagai proses analisis dan perhitungan yang diperlukan sesuai dengan kebutuhan sistem.

5.1.1 Menu Kriteria

Menu kriteria berisi daftar data kriteria yang akan digunakan dalam perhitungan Promethee IV. Pada menu ini admin dapat melakukan penambahan data kriteria baru, edit data kriteria, dan hapus data kriteria. Halaman menu kriteria dapat dilihat pada Gambar 14.

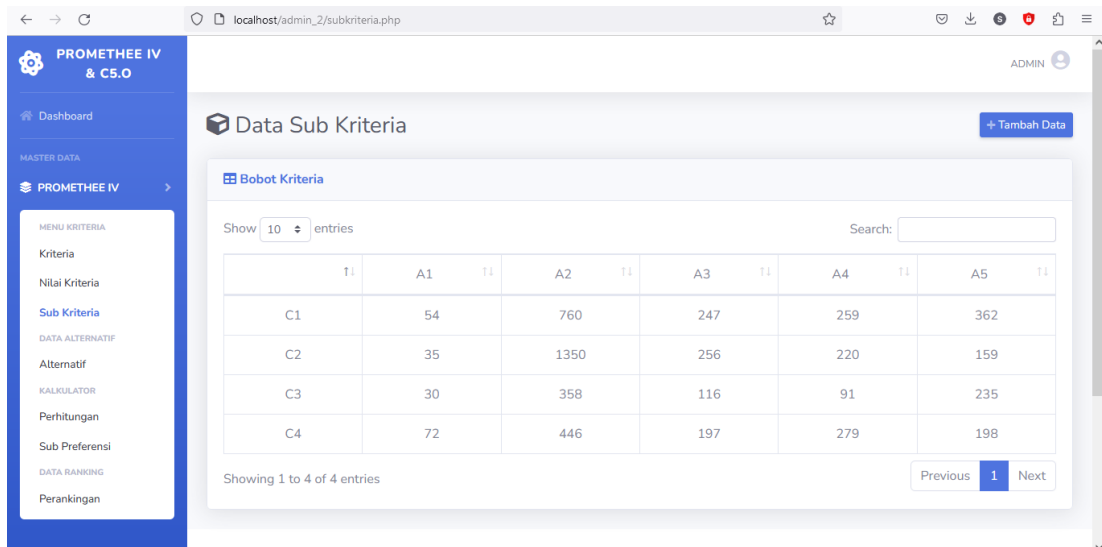


No	Nama Kriteria	Keterangan	Aksi
1	Kerjasama Merchant	C1	 
2	Promo dan Tawaran Menarik	C2	 
3	Layanan Customer Service	C3	 
4	Kemudahan Aplikasi	C4	 

Gambar 14. Menu Kriteria

5.1.2 Menu Sub Kriteria

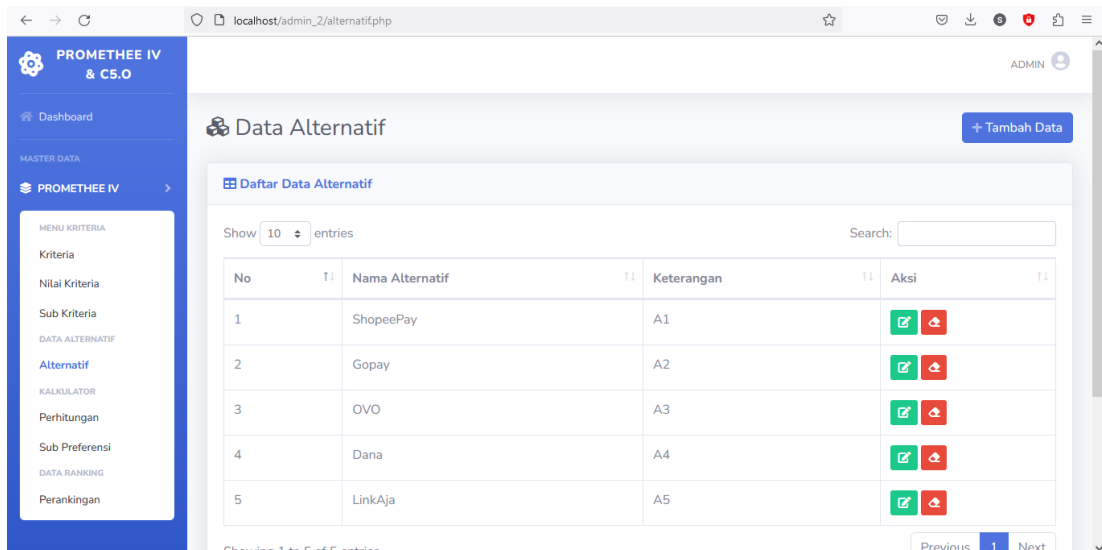
Halaman menu Sub Kriteria berisi tabel dari data yang sudah di *input* pada menu nilai kriteria sebelumnya. Halaman menu sub kriteria dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Menu Sub Kriteria

5.1.3 Menu Alternatif

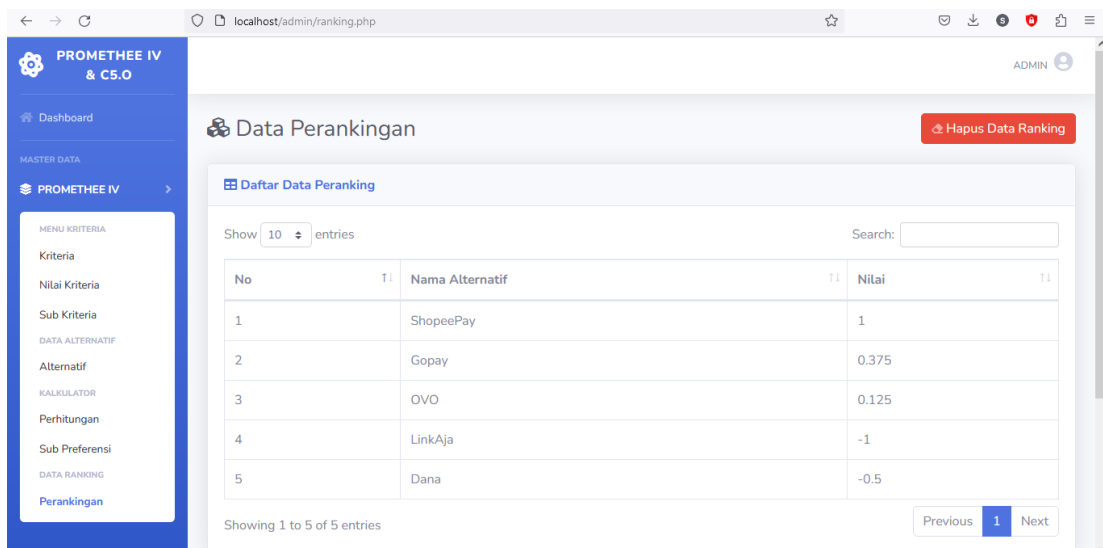
Menu alternatif berisi daftar data alternatif yang akan diuji coba. Pada menu ini admin dapat melakukan penambahan data alternatif baru, edit data alternatif, dan hapus data alternatif. Halaman menu alternatif dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Menu Alternatif

5.1.4 Menu Perankingan

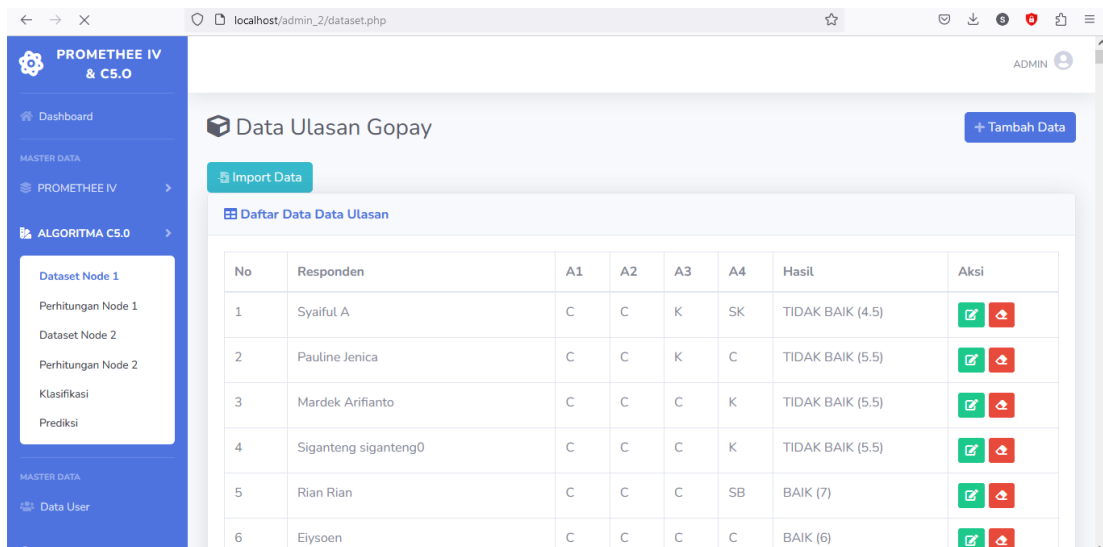
Menu perankingan adalah menu yang menampilkan hasil akhir dari metode Promethee IV. Dimana pada kasus ini aplikasi *e-wallet* Gopay yang menjadi ranking satu dengan nilai *net flow* adalah 1. Halaman menu Perankingan dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Menu Peranking

5.1.5 Menu Dataset Node 1

Halaman menu dataset node 1 adalah menu yang berisikan tabel dari dataset untuk aplikasi Gopay, dimana terdapat kolom responden, kriteria, hasil dan aksi. Halaman menu Dataset Node 1 dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Menu Dataset Node 1

5.1.6 Menu Perhitungan Node 1

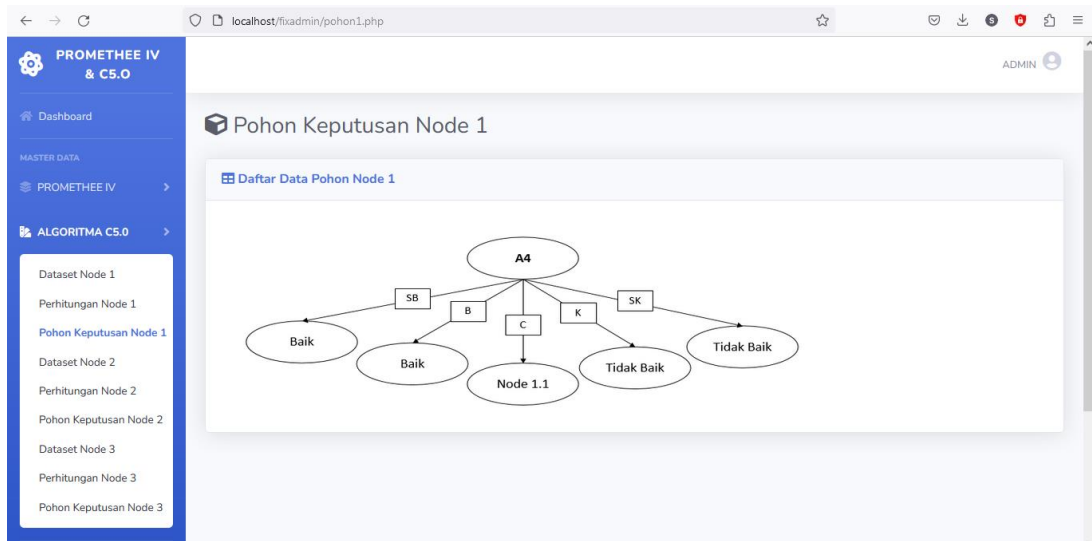
Halaman menu perhitungan node 1 merupakan menu untuk perhitungan Algoritma C5.0. Proses perhitungan yang dilakukan adalah untuk mencari nilai *entropy* dan nilai *gain* setiap kriterianya. Menu Perhitungan Node 1 dapat dilihat pada Gambar 19.

Node	Atribut	Nilai	Jumlah Kasus	Baik	Tidak Baik	Entropy	Gain
1	A1		1000	885	115	0.51481565300472	0.12462878053595
	SB	94	94	0	0		
	B	74	74	0	0		
	C	799	716	83	0.48117513557754		
	K	20	1	19	0.28639695711596		

Gambar 19. Menu Perhitungan Node 1

5.1.7 Menu Pohon Keputusan

Menu ini menampilkan hasil pohon keputusan dari perhitungan yang sudah dilakukan sebelumnya. Menu pohon keputusan dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Menu Pohon Keputusan

5.2 Pembahasan

Dengan penerapan menggunakan metode Promethee IV dan Algoritma C5.0 pada sistem tersebut akan mempermudah dalam perankingan dan pengklasifikasian aplikasi *e-wallet* secara akurat. Pada sistem ini terdapat kekurangan juga kelebihan didalamnya. Dimana kelebihan yang di dapat dengan menggunakan kedua metode ini yaitu mempermudah dan mempercepat perankingan dan pengklasifikasian. Sedangkan kekurangan pada sistem ini yaitu pada saat mengimpor *dataset* ke dalam perhitungan Algoritma C5.0. Pada proses ini semakin banyak jumlah *dataset* yang diimpor maka semakin lama juga sistem memprosesnya.

Sistem ini diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman *Hypertext Preprocessor* (PHP). Dalam menjalankan sistem ini, terdapat rumus-rumus perhitungan yang digunakan untuk mengoperasikan metode Promethee IV dan algoritma C5.0.

Salah satu contoh *source code* rumus perhitungan yang digunakan dapat dilihat pada gambar 21.

```

$total1 = mysqli_query($conn, "SELECT (a1a2 + a1a3 + a1a4 + a1a5)*0.25 AS total1 FROM leavingflow");
$total2 = mysqli_query($conn, "SELECT (a2a1 + a2a3 + a2a4 + a2a5)*0.25 AS total2 FROM leavingflow");
$total3 = mysqli_query($conn, "SELECT (a3a1 + a3a2 + a3a4 + a3a5)*0.25 AS total3 FROM leavingflow");
$total4 = mysqli_query($conn, "SELECT (a4a1 + a4a2 + a4a3 + a4a5)*0.25 AS total4 FROM leavingflow");
$total5 = mysqli_query($conn, "SELECT (a5a1 + a5a2 + a5a3 + a5a4)*0.25 AS total5 FROM leavingflow");

$total6 = mysqli_query($conn, "SELECT (a2a1 + a3a1 + a4a1 + a5a1)*0.25 AS total6 FROM enteringflow");
$total7 = mysqli_query($conn, "SELECT (a1a2 + a3a2 + a4a2 + a5a2)*0.25 AS total7 FROM enteringflow");
$total8 = mysqli_query($conn, "SELECT (a1a3 + a2a3 + a4a3 + a5a3)*0.25 AS total8 FROM enteringflow");
$total9 = mysqli_query($conn, "SELECT (a1a4 + a2a4 + a3a4 + a5a4)*0.25 AS total9 FROM enteringflow");
$total10 = mysqli_query($conn, "SELECT (a1a5 + a2a5 + a3a5 + a4a5)*0.25 AS total10 FROM enteringflow");

```

Gambar 21. Contoh *Source Code* Perhitungan Promethee IV

Gambar 21 merupakan rumus perhitungan yang digunakan untuk menghitung nilai *Leaving Flow* dan *Entering Flow* pada metode Promethee IV. Sedangkan untuk *output* yang dikeluarkan adalah seperti pada gambar 22.

	leaving flow	entering flow	net flow
ShopeePay	0.125	0.5625	-0.4375
Gopay	0.9375	0	0.9375
OVO	0.25	0.5	-0.25
Dana	0.375	0.25	0.125
LinkAja	0.125	0.5	-0.375

Gambar 22. *Output* Perhitungan Promethee IV

Sedangkan untuk contoh rumus yang digunakan pada Algoritma C5.0 adalah seperti pada gambar 22.

```

if ($A4M3 != 0) {
    $A4Gain = $A4P3 - (($A4M5 / $A4M3) * $A4P5) - (($A4M6 / $A4M3) * $A4P6)
    - (($A4M7 / $A4M3) * $A4P7) - (($A4M8 / $A4M3) * $A4P8) - (($A4M9 / $A4M3) * $A4P9);

    if (is_nan($A4Gain)) {
        $A4Gain = 0;
    }
} else {
    $A4Gain = 0;
}

```

Gambar 23. Contoh *Source Code* Perhitungan Algoritma C5.0

Gambar 23 merupakan rumus yang digunakan pada metode Algoritma C5.0 untuk menghitung nilai *Gain*. Dari rumus tersebut akan menghasilkan *output* seperti pada gambar 24.

Entropy	Gain
0.72292696848535	
0	0.45043852140178
0.078542897602628	
0.37852017525115	
0.15510327210303	
0.14854949043035	

Gambar 24. *Output* Perhitungan Promethee IV

5.3 Uji Coba

Setelah aplikasi selesai dibuat, kemudian dilakukan tahap uji coba untuk melihat konsistensi dan kendala dari sistem yang sudah dirancang tersebut. Apabila terdapat kekurangan atau kesalahan, maka sistem yang ada harus dilakukan evaluasi agar berjalan dengan baik.

5.3.1 Uji Coba Struktural

Uji coba struktural adalah uji coba untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat sudah sesuai dengan yang dirancang. Hasil uji coba struktural dapat dilihat pada Lampiran 1.

5.3.2 Uji Coba Fungsional

Uji coba fungsional dilakukan untuk memeriksa link tombol yang ada di setiap halaman menu apakah sudah berfungsi dengan baik atau tidak. Hasil uji coba fungsional dapat dilihat pada Lampiran 2.

5.3.3 Uji Coba Validasi

Pada pengujian ini, sistem dievaluasi berdasarkan keakuratannya menggunakan metode *Confusion Matrix* dengan parameter yang meliputi akurasi, presisi, *recall*, dan *error*. Data dibagi menjadi data *training* dan data uji dengan menggunakan persentase 80:20, dengan 1600 data digunakan untuk *training* dan 400 data untuk uji. Hasil dari *Confusion Matrix* dapat ditemukan dalam Tabel 15.

Tabel 15. *Confusion Matrix*

Prediksi	Aktual	
	Baik	Tidak Baik
Baik	184	3
Tidak Baik	20	193

Untuk menghitung nilai akurasi presisi, *recall*, dan *error* menggunakan Persamaan 11, 12, 13, dan 14 pada halaman 10.

$$akurasi = \frac{184+193}{400} \times 100\% = 94.25\%$$

Menghitung nilai Presisi:

$$presisi = \frac{184}{184+3} \times 100\% = 98.40\%$$

Menghitung nilai *Recall*:

$$recall = \frac{184}{184+20} \times 100\% = 90.20\%$$

Menghitung nilai *Error*:

$$error = \frac{3}{184} \times 100\% = 1.63\%$$

Dari hasil perhitungan pada tabel 15 diatas yang menggunakan persentase 80:20, maka didapatkan hasil nilai akurasi sebesar 94.25%, nilai presisi 98.40%, nilai *recall* 90,20%, dan nilai *error* 1.63%.

Dengan demikian, dari hasil perhitungan tersebut dapat dilihat bahwa model ini memiliki tingkat akurasi dan presisi yang tinggi, namun masih perlu ditingkatkan dalam hal *recall* untuk menentukan lebih banyak data positif yang sebenarnya.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan lima aplikasi *e-wallet* yaitu ShopeePay, Gopay, OVO, Dana, dan LinkAja, dengan menggunakan metode Promethee IV dan Algoritma C5.0 diperoleh hasil perankingan aplikasi Gopay menduduki peringkat teratas, dengan nilai *net flow* yang signifikan dibandingkan dengan aplikasi lainnya. Hasil ini didapatkan berdasarkan keempat kriteria yaitu kerjasama *merchant*, promo dan tawaran menarik, layanan *customer service*, dan kemudahan aplikasi.

Penerapan Metode Promethee IV dan Algoritma C5.0 dalam penelitian ini menghasilkan nilai akurasi yang tinggi, mencapai 94.25%, nilai presisi 98.40%, nilai *recall* 90,20%, dan nilai *error* 1.63%. Diperolehnya nilai ini menandakan keberhasilan dalam mengklasifikasikan aplikasi *e-wallet* berdasarkan fitur-fiturnya.

6.2 Saran

Sistem Penerapan Metode Promethee IV dan Algoritma C5.0 pada Klasifikasi Pemilihan Fitur *E-Wallet* sedang dalam tahap pengembangan oleh peneliti. Meskipun fitur-fiturnya masih sederhana, langkah-langkah pengembangan selanjutnya akan fokus pada pengayaan fitur, pengumpulan data yang lebih luas, pengujian menyeluruh, dan penyediaan dokumentasi yang jelas. Dengan demikian, aplikasi ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi pengguna dalam memilih aplikasi *e-wallet* yang sesuai dengan preferensi dan kebutuhan individu mereka.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, N., & Sutinah, E.** (2022). Penerapan Metode MOORA Pada Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Aplikasi Dompot Digital. 6(2). <https://doi.org/10.30743/infotekjar.v6i2.5012>
- Astria, C., Perdana Windarto, A., & Musiafa, Z.** (2019). Pemilihan Produk Sampo Sesuai Jenis Kulit Kepala Dengan Metode Promethee II (Vol. 4, Issue 2).
- I Gede, A. P., & Eka, K.** (2019). Rancang Bangun Sistem Informasi Arsip Data Keterangan Tenaga Kependidikan Bermasalah (Studi Kasus: Dinas Pendidikan Provinsi Bali). 7(4), 2654–5101.
- Fallo, D., Benufinit, Y., & Sogen, M.** (2024). Penerapan Algoritma Promethee Dalam Penilaian Kinerja Dosen (Vol. 3).
- Harani, N. H., & Damayanti, F. S.** (2021). Implementasi Algoritma C5.0 Untuk Menentukan Pelanggan Potensial Di Kantor Pos Cimahi. <http://www.jurnal.umk.ac.id/sitech>
- Isnanda, A., Umaidah, Y., & Jaman, J. H.** (2021). Implementasi Naïve Bayes Classifier Dan Information Gain Pada Analisis Sentimen Penggunaan E-Wallet Saat Pandemi. *Jurnal Teknologi Informatika Dan Komputer*, 7(2), 144–153. <https://doi.org/10.37012/jtik.v7i2.648>
- Masturoh, S., Achmad, C., & Pohan, B.** (2021). Sentiment Analysis Against The Dana E-Wallet On Google Play Reviews Using The K-Nearest Neighbor Algorithm. www.bsi.ac.id
- Novendy, T.** (2022). Penerapan Metode Decision Tree Dalam Pemberian Bonus Kinerja Karyawan Menggunakan Algoritma C5.0 Pada Pt. Junye Group Langkat. *Jurnal Sistem Informasi Dan Ilmu Komputer Prima*, 5(2).
- Putro Utomo, D., & Aripin, S.** (2021). Penerapan Algoritma C5.0 Untuk Mengetahui Pola Kepuasan Mahasiswa di Masa Pembelajaran Daring. *Prosiding Seminar Nasional Riset Dan Information Science (SENARIS)*, 3, 7–12.
- Selfi Rizky, H.** (2021). Penerapan Metode Promethee Dalam Menentukan Prioritas Penerima Kredit. In *Beta Noranita Jurnal Masyarakat Informatika* (Vol. 9, Issue 2).

- Sitinjak, R., & Nurlela, S.** (2022). Pemilihan E-Wallet Pada Kerry Parcel Outlet Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP). In *Sains Teknik Elektro* (Vol. 3, Issue 2). <http://jurnal.bsi.ac.id/index.php/insantek49>
- Utami, M. C.** (2019). Implementasi Analytical Hierarchy Process (AHP) Dalam Pemilihan E-Wallet Untuk Mahasiswa. *Jurnal Ilmiah MATRIK*, 21(3).
- Widyastuti, M., Rudi, F., Samosir, S., Windarto, A. P., & Hartama, D.** (2019). Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS) Implementasi Metode Promethee Dalam Pemilihan Kenaikan Jabatan Sous Chef Menjadi Chef. <https://seminar-id.com/semnas-sainteks2019.html>

LAMPIRAN

Lampiran 1. SK Tugas Akhir



YAYASAN PAKUAN SILIWANGI
Universitas Pakuan
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
Unggul, Mandiri & Berkarakter Dalam Bidang MIPA

**KEPUTUSAN DEKAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
No. : 1988/KEP/D/FMIPA/VI/2023**

T E N T A N G

**PENGANGKATAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR
PADA PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN**

**DEKAN FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN,**

- Menimbang : a. bahwa setiap mahasiswa tingkat akhir Program Strata Satu (S1) harus melaksanakan Tugas Akhir sebagaimana tercantum di dalam kurikulum setiap Program Studi di lingkungan Fakultas MIPA Universitas Pakuan.
b. bahwa untuk pelaksanaan Tugas Akhir diperlukan pengawasan dari pembimbing.
c. bahwa sehubungan dengan point a dan b di atas perlu dituangkan dalam suatu Keputusan Dekan.
- Mengingat : 1. Undang-undang RI No.: 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional.
2. Peraturan Pemerintah No.: 60 Tahun 1999 tentang Pendidikan Tinggi.
3. Statuta Universitas Pakuan Tahun 2019.
4. Surat Keputusan Rektor Nomor: 35/KEP/REK/VIII/2020 tanggal 03 Agustus 2020 tentang Pemberhentian Dekan dan Wakil Dekan Masa Bakti 2015-2020 serta Pengangkatan Dekan dan Wakil Dekan Masa Bakti 2020-2025 di lingkungan Universitas Pakuan.
5. Ketentuan Akademik yang tercantum dalam Buku Panduan Studi Fakultas MIPA, Universitas Pakuan Tahun 2022.
- Memperhatikan : Usulan dari Ketua Program Studi Ilmu Komputer FMIPA UNPAK.

M E M U T U S K A N

- Menetapkan :
Pertama : Mengangkat pembimbing yang namanya tersebut di bawah ini :
1. Pembimbing Utama : Sufiatul Maryana, S.Kom., M.Kom.
2. Pembimbing Pendamping : Mulyati, M.Kom.

Untuk membimbing dalam rangka melaksanakan tugas akhir bagi mahasiswa :

Nama : Sri Fitri Jayanti
NPM : 065118266
Program Studi : Ilmu Komputer
Judul Skripsi : Penerapan Metode Promethee IV dan Algoritma C5.0 Pada Klasifikasi Pemilihan Fitur E-Wallet

Lampiran 2. Kartu Bimbingan Mahasiswa

Kartu Bimbingan Mahasiswa Program Studi Ilmu komputer FMIPA – UNPAK

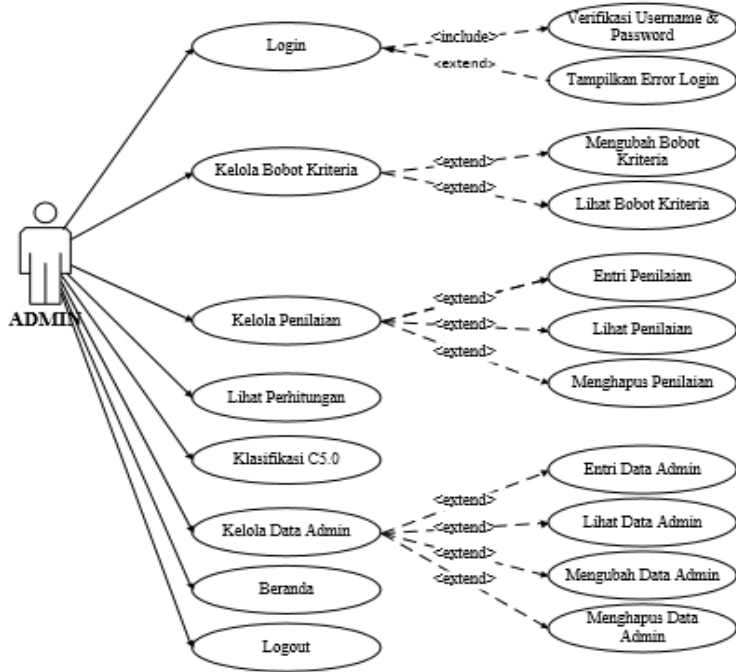
Nama Mahasiswa : Sri Fitri Jayanti
NPM : 065118266
Judul Skripsi : Penerapan Metode Promethee IV dan Algoritma C5.0 pada
Klasifikasi Pemilihan Fitur E-Wallet
Pembimbing Utama : Sufiatul Maryana, S.Kom., M.Kom.
Pembimbing Pendamping : Mulyati, M.Kom.

No.	Tanggal	Catatan	Tanda Tangan	
			Pemb.I	Pemb.II
1	11 April 2022	Pengajuan Judul Skripsi		
2	21 Desember 2022	Bimbingan BAB 1, 2, 3		
3	17 Januari 2023	Bimbingan BAB 1, 2, 3		
4	28 Januari 2023	Revisi Laporan Proposal		
5	05 Mei 2023	Revisi Laporan Proposal		
6	11 Mei 2023	Revisi Laporan Proposal		
7	05 Juni 2023	Revisi Laporan Proposal		
8	23 Juni 2023	Revisi Laporan Proposal		
9	05 Juli 2023	Revisi Laporan Proposal		
10	20 Juli 2023	ACC Sidang Proposal		
11	08 November 2023	Revisi Laporan Hasil		
12	15 November 2023	Revisi Laporan Hasil		
13	11 Januari 2024	Revisi Laporan Hasil		
14	18 Januari 2024	Revisi Laporan Hasil		
15	27 Januari 2024	ACC Sidang HASIL		
16	06 Maret 2024	Revisi Laporan Skripsi		
17	20 Maret 2024	Revisi Laporan Skripsi		
18	22 Maret 2024	Revisi Laporan Skripsi		
19	26 Maret 2024	ACC Sidang Skripsi		
20	17 Mei 2024	Revisi Laporan Skripsi		

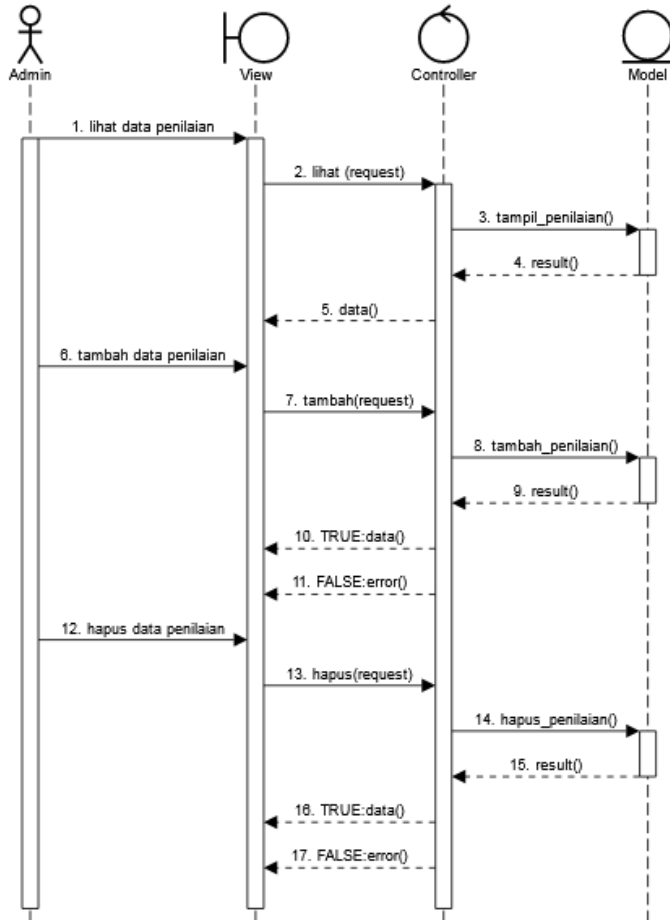
Bogor, Mei 2024
Program Studi Ilmu Komputer
Fakultas MIPA – UNPAK
Ketua,

Arie Qur'ania, M.Kom.

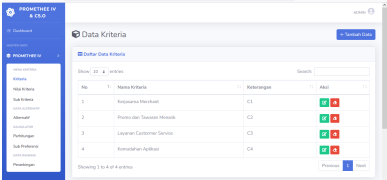
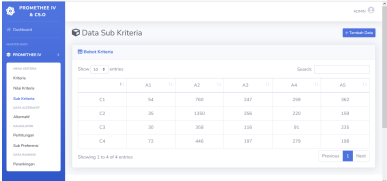
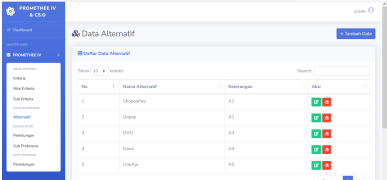
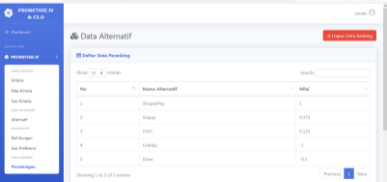
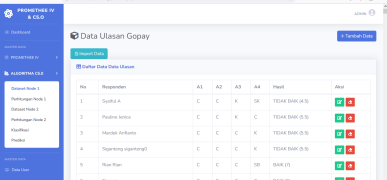
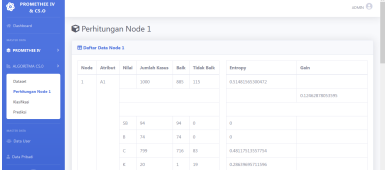
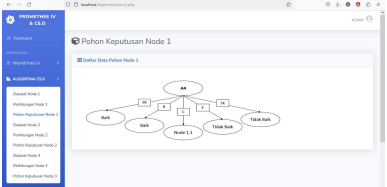
Lampiran 3. Use Case Diagram



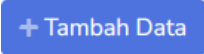
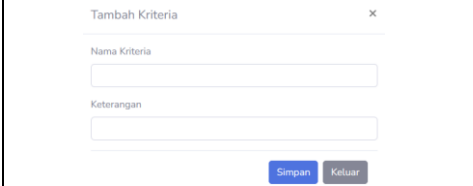




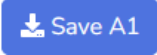

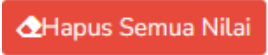

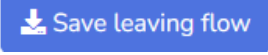
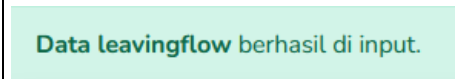
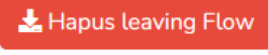
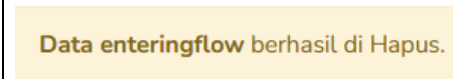
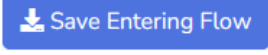
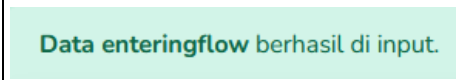

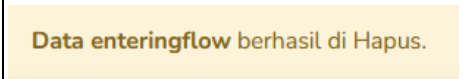

Lampiran 4. Sequence Diagram Penilaian



Lampiran 5. Uji Coba Struktural

Halaman / Menu	Uji Coba	Implementasi	Ket.
Menu Kriteria	Ketika memilih menu kriteria akan masuk ke menu kriteria		Sesuai
Menu Sub Kriteria	Ketika memilih menu sub kriteria akan masuk ke menu sub kriteria		Sesuai
Menu Alternatif	Ketika memilih menu alternatif akan masuk ke menu alternatif		Sesuai
Menu Perankingan	Ketika memilih menu perankingan akan masuk ke menu perankingan		Sesuai
Menu <i>Dataset</i> Node 1	Ketika memilih menu <i>dataset</i> node 1 akan masuk ke menu <i>dataset</i> node 1		Sesuai
Menu Perhitungan Node 1	Ketika memilih menu perhitungan node 1 akan masuk ke menu perhitungan node 1		Sesuai
Menu Pohon Keputusan	Ketika memilih menu pohon keputusan akan masuk ke menu pohon keputusan		Sesuai

Lampiran 6. Uji Coba Fungsional

Tombol	Fungsi	Hasil
	Menambahkan data baru	
	Mengedit data	
	Menghapus data	
	Mengimpan data nilai preferensi	
	Menghapus semua data	
	Menyimpan data perhitungan <i>leaving flow</i>	
	Menghapus data perhitungan <i>leaving flow</i>	
	Menyimpan data perhitungan <i>entering flow</i>	
	Menghapus data perhitungan <i>entering flow</i>	
	Memasukan dataset	