

**PEMILIHAN *E-WALLET* TERBAIK DENGAN
DANP DAN SMART**

SKRIPSI

oleh:

**EVINNA GINOLA UTAMA
155090400111027**



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

**PEMILIHAN *E-WALLET* TERBAIK DENGAN
DANP DAN SMART**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
dalam bidang Matematika

oleh:

EVINNA GINOLA UTAMA
155090400111027



JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**Pemilihan *E-Wallet* Terbaik dengan
DANP dan SMART**

oleh:

**Evinna Ginola Utama
155090400111027**

**Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Matematika**

Pembimbing,

**Kwardiniya A., S.Si., M.Si.
NIP. 197006221998022001**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya**

**Ratno Bagus Edy Wibowo, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIP. 197509082000031003**



LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Evinna Ginola Utama
NIM : 155090400111027
Jurusan : Matematika
Penulis Skripsi Berjudul : Pemilihan *E-Wallet* Terbaik dengan DANP dan SMART

dengan ini menyatakan bahwa:

1. Isi skripsi ini adalah benar-benar karya saya sendiri dan bukan hasil menjiplak karya orang lain. Nama-nama yang tercantum dalam Daftar Pustaka semata-mata digunakan sebagai acuan/referensi.
2. Apabila di kemudian hari diketahui bahwa isi Skripsi saya merupakan hasil jiplakan, maka saya bersedia menanggung akibat hukum dari keadaan tersebut.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 23 Juli 2019

Yang menyatakan,

Evinna Ginola Utama
NIM. 155090400111027



PEMILIHAN *E-WALLET* TERBAIK DENGAN DANP DAN SMART

ABSTRAK

E-wallet adalah suatu wadah untuk menyimpan data yang dapat digunakan sebagai alat pembayaran atau dikenal dengan dompet elektronik. Kini telah hadir berbagai macam *e-wallet* populer di Indonesia seperti Go-Pay, OVO, dan t-Cash. Masing-masing dari jasa layanan tersebut menyediakan berbagai kelebihan dan penawaran menarik. Hal ini membuat konsumen mencari *e-wallet* yang terbaik. Metode DANP dapat digunakan untuk mencari bobot dari tiap kriteria serta kriteria yang dominan dalam pemilihan alat pembayaran elektronik terbaik. Hasil dari metode DANP yaitu bobot dari tiap kriteria digunakan untuk mencari alternatif terbaik menggunakan metode SMART. Kriteria pada penelitian ini adalah kerjasama *merchant*, promo dan penawaran menarik, layanan *top-up*, kemudahan registrasi, dan layanan *customer service*. Melalui hasil perhitungan dengan metode DANP dan SMART diperoleh layanan *customer service* merupakan kriteria yang dominan dan OVO adalah alternatif terbaik dengan perolehan nilai sebesar 0.848, diikuti Go-Pay sebesar 0.781, dan t-Cash sebesar 0.687.

Kata kunci: DEMATEL, DANP, SMART, *E-Wallet*.



SELECTING OF THE BEST E-WALLET WITH DANP AND SMART

ABSTRACT

E-wallet is a container for storing data that can be used as a payment tool or known as an electronic wallet. Currently, there are various popular e-wallets in Indonesia such as Go-Pay, OVO, and t-Cash. Each of these services provides various advantages and attractive offers. This makes customers look for the best e-wallet. The DANP method can be used to find the weight of each criterion and the dominant criteria in choosing the best electronic payment tool. The results of the DANP method are the weights of each criterion used to find the best alternative using the SMART method. The criteria for this research are merchant collaboration, attractive promos and offers, top-up services, ease of registration, and customer service. Through the results of calculations using the DANP and SMART methods, customer service is the dominant criterion and OVO is the best alternative with a value of 0.848, followed by Go-Pay of 0.781, and t-Cash of 0.687.

Keywords: DEMATEL, DANP, SMART, E-Wallet.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pemilihan *E-Wallet* Terbaik dengan DANP dan SMART ”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika.

Dalam penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kwardiniya Andawaningtyas, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing skripsi atas waktu, bimbingan, motivasi, saran, dan kesabaran dalam membimbing penulis untuk menyusun skripsi.
2. Mila Kurniawaty, S.Si., M.Si., Ph.D dan Dr. Sobri Abusini, MT., selaku dosen penguji atas bimbingan dan saran yang diberikan.
3. Dra. Endang Wahyu H., M.Si., selaku dosen pembimbing akademik atas dukungan dan saran yang membangun selama masa perkuliahan.
4. Ratno Bagus Edy Wibowo S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Matematika serta seluruh dosen, staff, dan karyawan Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya atas segala bantuannya.
5. Ayah, ibu, adik dan seluruh keluarga besar atas dukungan, doa, nasihat, dan motivasi yang diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.
6. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan dimasa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Malang, 23 Juli 2019

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
LEMBAR PERNYATAAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Asumsi dan Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Sistem Pendukung Keputusan (SPK)	3
2.2 Multiple Criteria Decision Making (MCDM)	3
2.3 DEMATEL	5
2.4 DEMATEL-based ANP (DANP)	9
2.5 SMART	12
2.6 <i>E-Wallet</i>	13
2.7 Rumus Slovin	14

BAB III METODE PENELITIAN..... 15

 3.1 Waktu Penelitian 15

 3.2 Jenis dan Sumber Data 15

 3.3 Langkah-Langkah Penelitian 15

 3.4 Diagram Alir 16

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 21

 4.1 Responden Penelitian 21

 4.2 Metode DEMATEL 21

 4.3 Metode DEMATEL-based ANP (DANP) 28

 4.4 Metode SMART 33

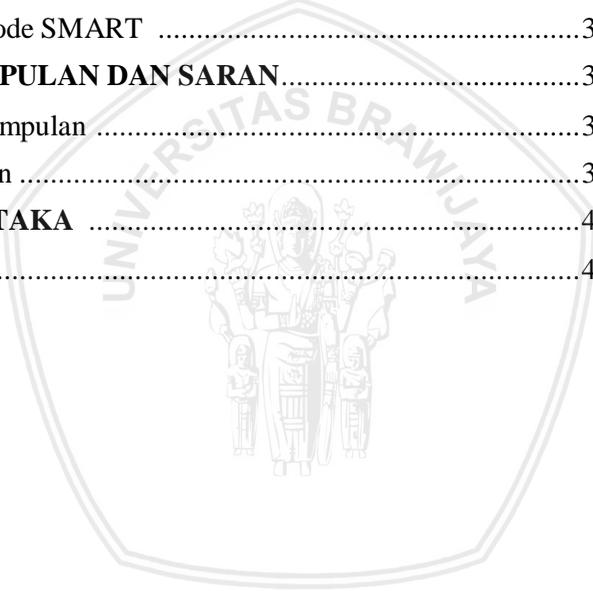
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... 39

 5.1 Kesimpulan 39

 5.2 Saran 39

DAFTAR PUSTAKA 41

LAMPIRAN 45



DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	16
Gambar 4.1 Peta <i>Impact-Digraph</i>	27





DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Skala Perbandingan Metode DEMATEL	6
Tabel 4.1 Matriks Hubungan Langsung	22
Tabel 4.2 Hasil Normalisasi Matriks Hubungan Langsung	24
Tabel 4.3 Matriks Hubungan Total Antar Kriteria (T_c)	25
Tabel 4.4 Vektor <i>Dispatcher</i> (S)	25
Tabel 4.5 Vektor <i>Receiver</i> (R)	26
Tabel 4.6 Koordinat x dan y	26
Tabel 4.7 Matriks Hubungan Total Antar Dimensi (T_D)	29
Tabel 4.8 Normalisasi Matriks Hubungan Total Antar Dimensi (T_D^{nor}).....	29
Tabel 4.9 Normalisasi Matriks Hubungan Total Antar Kriteria (T_C^{nor})	30
Tabel 4.10 Supermatriks Tak Tertimbang (W_C)	31
Tabel 4.11 Supermatriks Tertimbang (W_C^*)	31
Tabel 4.12 <i>Limiting Supermatrix</i>	32
Tabel 4.13 Bobot dari Tiap Kriteria	33
Tabel 4.14 Nilai Parameter pada Setiap Kriteria	34
Tabel 4.15 Nilai Utilitas	35
Tabel 4.16 Nilai Akhir dari Setiap Kriteria	36



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Kuesioner Metode DEMATEL.....	45
Lampiran 2 Hasil Kuesioner Metode DEMATEL	47
Lampiran 3 Menentukan Matriks Hubungan Total Antar Kriteria .	49
Lampiran 4 Membangun Matriks Hubungan Total Antar Dimensi	51
Lampiran 5 <i>Limiting Supermatrix</i>	52
Lampiran 6 Kuesioner Metode SMART	55
Lampiran 7 Hasil Kuesioner Metode SMART	56



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Internet merupakan sebuah revolusi dalam bidang teknologi pada abad 21 yang menyatukan telekomunikasi dengan komputer. Saat ini, hampir seluruh negara di dunia telah terhubung dengan internet. Tidak dapat dipungkiri hadirnya internet semakin dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari, baik dalam kegiatan sosialisasi, pendidikan, bisnis, transportasi, dan sebagainya. Kemudahan yang dihadirkan oleh internet dalam sektor ekonomi ternyata menarik banyak perhatian. Perkembangan teknologi telah membawa suatu perubahan kebutuhan masyarakat atas suatu alat pembayaran yang dapat memenuhi kecepatan, ketepatan, dan keamanan dalam bertransaksi. Sejarah membuktikan perkembangan alat pembayaran terus berubah-ubah bentuknya, mulai dari logam, kertas, kartu, dan hingga kini alat pembayaran telah mengalami evolusi berupa data yang dapat ditempatkan pada suatu wadah yang disebut dengan alat pembayaran elektronik (Adiyanti, 2015).

Dalam perkembangannya, sistem pembayaran secara elektronik atau non tunai sangat dipengaruhi oleh kemajuan perkembangan teknologi dan perubahan pola hidup masyarakat. Dengan dukungan teknologi yang semakin maju, masyarakat pengguna maupun penyedia jasa sistem pembayaran non tunai secara terus menerus mencari alternatif instrumen pembayaran non tunai yang lebih efisien dan aman. Saat ini, di Indonesia telah hadir berbagai macam alat pembayaran elektronik. Alat pembayaran elektronik disebut dengan *e-wallet*. Masing-masing dari jasa layanan *e-wallet* tersebut memiliki kelebihan dan penawaran menarik. Keunggulan yang beragam ini membuat para konsumen mencari *e-wallet* yang paling menguntungkan. Dengan menggunakan metode DEMATEL (*Decision Making Trial and Evaluation Laboratory*)-based Analytic Network Process (DANP) dapat diketahui bobot dari kriteria-kriteria yang dimiliki oleh *e-wallet* lalu dilanjutkan dengan metode *Simple Multi Attribute Rating Technique* (SMART) untuk menentukan *e-wallet* terbaik berdasarkan perolehan nilai tertinggi.

Penelitian terdahulu tentang metode DANP telah dilakukan oleh Sumbuasih (2017) yaitu menentukan kriteria dominan pada bisnis

repository.ub.ac.id

kuliner mie di kota Malang. Penulisan skripsi ini mengacu dari jurnal Risawandi dan Rahim (2016) dengan judul ‘*Studi of the Simple Multi-Attribute Rating Technique (SMART) for Decision Support*’, yaitu metode dan algoritma untuk menentukan alternatif terbaik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam skripsi ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana menentukan hubungan antar kriteria untuk memilih *e-wallet* terbaik dengan menggunakan metode *Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL)*?
2. Bagaimana menentukan bobot kriteria untuk memilih *e-wallet* terbaik dengan menggunakan metode *DEMATEL-based Analytic Network Processess (DANP)*?
3. Bagaimana menentukan *e-wallet* terbaik dalam bertransaksi dengan menggunakan metode *Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART)*?

1.3 Asumsi dan Batasan Masalah

1. Responden pada penelitian ini diasumsikan mempunyai pengetahuan terhadap semua alternatif.
2. Alternatif yang dipilih merupakan 3 *e-wallet* terpopuler di Indonesia yaitu Go-Pay, OVO, dan t-Cash menurut situs economy.okezone.com.
3. Jumlah populasi pada penelitian berdasarkan jumlah seluruh pengguna ketiga *e-wallet* tersebut di Indonesia.

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan tersebut, maka tujuan yang ingin dicapai adalah sebagai berikut.

1. Menentukan hubungan antar kriteria untuk memilih *e-wallet* terbaik dengan menggunakan metode *Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL)*
2. Menentukan bobot kriteria untuk memilih *e-wallet* terbaik dengan menggunakan metode *DEMATEL-based Analytic Network Processess (DANP)*
3. Menentukan *e-wallet* terbaik dalam bertransaksi menggunakan metode *Simple Multi-Attribute Rating Technique (SMART)*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Pendukung Keputusan (SPK)

Menurut Turban, dkk (2001) Sistem Pendukung Keputusan (SPK) atau *Decision Support System* (DSS) adalah sebuah sistem yang mampu memberikan kemampuan pemecahan masalah maupun kemampuan pengkomunikasian untuk masalah dengan kondisi semi terstruktur dan tak terstruktur. Sistem ini digunakan untuk membantu pengambilan keputusan dalam situasi semi terstruktur dan situasi yang tidak terstruktur, dimana tak seorangpun tahu secara pasti bagaimana keputusan seharusnya dibuat.

Pendapat beberapa ahli bahwa SPK dibuat untuk meningkatkan proses dan kualitas hasil pengambilan keputusan, dimana SPK dapat memadukan data dan pengetahuan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam proses pengambilan keputusan tersebut. Selain itu SPK juga memberdayakan *resources* individu secara intelek dengan kemampuan komputer untuk meningkatkan kualitas keputusan dan berhubungan dengan manajemen pengambilan keputusan serta berhubungan dengan masalah-masalah yang semi terstruktur (Maharrani, dkk. 2010).

2.2 *Multiple Criteria Decision Making* (MCDM)

Multiple Criteria Decision Making (MCDM) adalah suatu metode pengambilan keputusan untuk menetapkan alternatif terbaik dari beberapa alternatif berdasarkan kriteria tertentu. Kriteria biasanya berupa ukuran-ukuran, aturan-aturan atau standar yang digunakan dalam pengambilan keputusan (Kusumadewi, dkk 2006). Beberapa metode yang termasuk dalam kategori MCDM antara lain: AHP, ANP, DEMATEL, dan VIKOR.

MCDM memiliki 2 kategori yaitu *Multiple Objective Decision Making* (MODM) dan *Multiple Attribute Decision Making* (MADM). MADM digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah dalam ruang diskrit. Oleh karena itu, pada MADM biasanya digunakan untuk melakukan penilaian atau seleksi terhadap beberapa alternatif dalam jumlah yang terbatas. Sedangkan MODM digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah pada ruang kontinu. Secara umum

repository.ub.ac.id

dapat dikatakan bahwa, MADM menyeleksi alternatif terbaik dari sejumlah alternatif sedangkan MODM merancang alternatif terbaik.

Terdapat beberapa fitur umum yang digunakan dalam MCDM (Janko, 2005).

1. Alternatif. Alternatif adalah objek-objek yang berbeda dan memiliki kesempatan yang sama untuk dipilih oleh pengambil keputusan.
2. Atribut. Atribut sering juga disebut sebagai karakteristik kompromi atau kriteria keputusan. Meskipun pada kebanyakan kriteria bersifat satu level, namun tidak menutup kemungkinan adanya subkriteria yang berhubungan dengan kriteria yang telah diberikan.
3. Konflik antar kriteria. Beberapa kriteria biasanya mempunyai konflik antara satu dengan yang lainnya, misalnya kriteria keuntungan akan mengalami konflik dengan kriteria biaya.
4. Bobot keputusan. Bobot keputusan menunjukkan kepentingan relatif dari setiap kriteria. Pada MCDM akan dicari bobot kepentingan dari setiap kriteria.
5. Matriks keputusan. Suatu matriks keputusan X berukuran $m \times n$ berisi elemen-elemen x_{ij} , yang mempresentasikan *rating* dari alternatif A_i ($i = 1, \dots, m$) terhadap kriteria C_j ($j = 1, \dots, n$).

Menurut Kusumadewi (2006) ada beberapa cara dalam mengklasifikasikan metode MCDM. Berdasarkan tipe data yang digunakan, dapat dibagi menjadi tipe data deterministik, stokastik atau fuzzy. Sedangkan berdasarkan jumlah pengambilan keputusan, dapat dibagi menjadi pengambilan keputusan satu orang atau pengambilan keputusan dalam satu grup. Masalah MCDM tidak selalu memberikan solusi unik, perbedaan tipe akan memberikan perbedaan solusi. Berikut klasifikasi solusi MCDM.

1. Solusi ideal, kriteria atau atribut dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu kriteria yang nilainya akan dimaksimumkan (kategori nilai keuntungan), dan kriteria yang nilainya akan diminimumkan (kategori kriteria biaya). Solusi ideal akan memaksimumkan semua kriteria keuntungan dan meminimumkan semua kriteria biaya.
2. Solusi *non-dominated*, solusi ini sering juga dikenal dengan nama solusi pareto-optimal. Solusi *feasible* MDCM dikatakan *non-dominated*, jika tidak ada solusi *feasible* yang lain akan menghasilkan perbaikan terhadap suatu atribut tanpa menyebabkan degenerasi pada atribut lainnya.

- repository.ub.ac.id
3. Solusi yang memuaskan, solusi yang memuaskan adalah himpunan bagian dari solusi-solusi *feasible* dimana setiap alternatif melampaui semua kriteria yang diharapkan
 4. Solusi yang lebih disukai, Solusi yang lebih disukai, solusi yang disukai adalah solusi *non-dominated* yang paling banyak memuaskan pengambil keputusan.

2.3 Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL)

Metode DEMATEL adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk merumuskan hubungan antar kriteria menjadi model terstruktur yang mudah dipahami. DEMATEL merupakan analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi hubungan antar faktor yang bersangkutan. Pengidentifikasian faktor dengan menggunakan analisis ini bertujuan untuk menemukan faktor yang paling berpengaruh atau dominan terhadap faktor lain (Tzeng, dkk, 2010).

DEMATEL telah berhasil diaplikasikan di berbagai bidang penelitian untuk menyederhanakan masalah rumit dan mentransformasikan sistem yang kompleks menjadi hubungan sebab-akibat yang terstruktur. Tujuan utama dari analisis DEMATEL adalah untuk menggambarkan hubungan langsung dan dapat memberikan nilai besar kecilnya pengaruh yang terjadi dalam hubungan skema tersebut. Suatu diagram atau skema pengaruh dari metode ini sangat efektif digunakan untuk menganalisis faktor yang paling dominan berperan dalam keberlanjutan suatu perencanaan atau sistem program (Wu dan Lee, 2007).

Analisis DEMATEL sama seperti analisis pengambilan keputusan lainnya, hanya saja analisis ini memiliki pendekatan yang sistematis untuk mengidentifikasi faktor yang dominan sekaligus hubungan antar faktor. Melalui pendekatan ini, maka hasil pengambilan keputusan menjadi lebih akurat. Pendekatan DEMATEL digunakan untuk pemecahan masalah di berbagai bidang seperti strategi bisnis, strategi pemasaran, evaluasi pendidikan, proyek perencanaan, dan kualitas pelayanan (Tzeng, dkk, 2010). DEMATEL secara efektif dapat menjelaskan hubungan pengaruh nilai matriks. Fontela dan Gabus (1973) menjelaskan bahwa terdapat 3 dasar asumsi analisis DEMATEL, antara lain:

1. Menggunakan angka 0,1,2,3, dan 4 untuk mengetahui skala perbandingan yang diberikan dari satu faktor ke faktor lainnya.
2. Menjelaskan definisi karakteristik faktor dan hubungannya melalui skema pengaruh atau dampak.
3. Faktor yang paling dominan berpengaruh ditetapkan sebagai faktor kunci.

Tabel 2.1 Skala Perbandingan Metode DEMATEL

Skala Perbandingan	Definisi
0	Tidak mempengaruhi
1	Kurang mempengaruhi
2	Cukup mempengaruhi
3	Kuat mempengaruhi
4	Sangat kuat mempengaruhi

Sumber: Hsien dan Chin, 2009.

2.3.1 Langkah-langkah Metode DEMATEL

Untuk menentukan hubungan keterkaitan antar kriteria diperoleh dengan menggunakan langkah-langkah sebagai berikut (Chiu, dkk, 2013).

1. Mengolah hasil kuesioner untuk membangun matriks hubungan langsung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$g_c^{ij} = \frac{\sum_{n=1}^5 a_n f_n}{m}, \tag{2.1}$$

dimana a = skor 0-4.
 f = frekuensi.
 m = jumlah responden.
 n = jumlah kriteria.

2. Membangun matriks hubungan langsung

$$G = [g_c^{ij}]_{n \times n}$$

$$G = \begin{bmatrix} g_c^{11} & \dots & g_c^{1j} & \dots & g_c^{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ g_c^{i1} & \dots & g_c^{ij} & \dots & g_c^{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ g_c^{n1} & \dots & g_c^{nj} & \dots & g_c^{nn} \end{bmatrix}, \tag{2.2}$$

dimana $i, j \leq n$ dengan g_c^{ij} = nilai kriteria baris ke- i dan kolom ke- j . Untuk membangun matriks hubungan langsung ini digunakan skala *ranking* 0-4 dengan diagonal utama bernilai 0.

3. Uji validitas data

Validitas data pada matriks hubungan langsung diuji dengan rumus berikut.

$$\text{Rasio error (\%)} = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \left| \frac{g_c^{ij^p} - g_c^{ij^{p-1}}}{g_c^{ij^p}} \right| \times 100\% , \tag{2.3}$$

dimana, n = jumlah kriteria.
 p = jumlah responden.

4. Menormalisasi matriks hubungan langsung

Normalisasi matriks X diperoleh menggunakan persamaan (2.4) dan jumlah baris atau kolom maksimal bernilai 1.

$$X = v \cdot G , \tag{2.4}$$

dengan

$$v = \min_{ij} \left\{ \frac{1}{\max_i \sum_{j=1}^n g_c^{ij}} , \frac{1}{\max_j \sum_{i=1}^n g_c^{ij}} \right\} , i, j \in \{1, 2, \dots, n\} \tag{2.5}$$

5. Menentukan matriks hubungan total antar kriteria

Matriks hubungan total antar kriteria (T_c) dapat diperoleh dengan cara sebagai berikut, dimana I merupakan matriks identitas.

$$\begin{aligned} T_c &= X + X^2 + X^3 + \dots + X^l \\ &= X (I + X + X^2 + \dots + X^{l-1}) (I - X) (I - X)^{-1} \\ &= X (I - X^l) (I - X)^{-1} \\ &= X (I - X)^{-1} \end{aligned} \tag{2.6}$$

dimana $\lim_{l \rightarrow \infty} X^l = [0]_{n \times n}$,

dengan $X = [x_c^{ij}]_{m \times n}$, $0 \leq x_c^{ij} < 1$.

6. Membuat diagram kausal

Diagram kausal merupakan diagram yang menunjukkan keterkaitan antar kriteria. Diagram kausal merupakan tahap akhir dalam metode DEMATEL, yang akan mendapatkan peta keterkaitan antar kriteria. Pembuatan diagram akan dilakukan dengan menggunakan aplikasi MAPLE.

Pada tahap ini antar baris dan antar kolom dijumlahkan secara terpisah. Langkah ini guna membuat diagram *impact-digraph*. Terlebih dahulu mencari vektor D yaitu vektor *dispatcher* dengan cara menjumlahkan tiap kolom dari matriks hubungan total, kemudian mencari vektor R yaitu vektor *receiver*. Vektor *receiver* diperoleh dengan cara menjumlahkan tiap baris dari matriks hubungan total.

$$T_c = [T_c^{ij}]_{m \times n}, i, j \in \{1, 2, \dots, n\},$$

$$S = \left[\sum_{i=1}^n T_c^{ij} \right]_{1 \times n} = [T_c^j]_{1 \times n}, \quad (2.7)$$

$$R = \left[\sum_{j=1}^n T_c^{ij} \right]_{n \times 1} = [T_c^i]_{n \times 1}. \quad (2.8)$$

a. Mencari koordinat x dan y

$$x = S + R^t. \quad (2.9)$$

$$y = S - R^t. \quad (2.10)$$

b. Mendapatkan peta *impact-digraph*

Peta ini didapat dengan cara mengkonversikan koordinat x dan y ke dalam diagram cartesius. Ketika $(S - R^t)$ bernilai positif, kriteria tersebut merupakan bagian dari kelompok kausal artinya mempengaruhi kriteria lain. Sementara itu, jika $(S - R^t)$ bernilai negatif maka kriteria tersebut merupakan bagian dari kelompok terpengaruh artinya dipengaruhi oleh kriteria lain.

2.4 DEMATEL-based ANP (DANP)

Metode *Analytical Network Process* (ANP) dipublikasikan oleh Saaty (1990). Metode ANP merupakan pengembangan dari metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Metode ANP mampu memperbaiki kelemahan metode AHP berupa kemampuan mengakomodasi keterkaitan antar kriteria atau alternatif (Saaty, 1999).

Pembobotan dengan ANP membutuhkan model yang merepresentasikan saling keterkaitan antar kriteria dan subkriteria yang dimiliki. Ada 2 kontrol yang perlu diperhatikan dalam memodelkan sistem yang hendak diketahui bobotnya. Kontrol pertama adalah kontrol hierarki yang menunjukkan keterkaitan kriteria dan sub kriterianya. Pada kontrol ini tidak membutuhkan struktur hierarki seperti pada metode AHP. Kontrol lainnya adalah kontrol keterkaitan yang menunjukkan adanya saling keterkaitan antar kriteria atau *cluster* (Saaty, 1996). Pada ANP tradisional setiap *cluster* diasumsikan memiliki bobot yang sama, dengan asumsi tersebut untuk mendapatkan supermatriks tertimbang menjadi irasional karena terdapat derajat yang berbeda (Ou-Yang, dkk, 2007).

Kelemahan dari metode ANP tradisional tersebut kemudian diperbaiki dengan mengadopsi metode DEMATEL untuk menentukan derajat pengaruh kriteria dan menerapkan metode tersebut untuk menormalisasi supermatriks tak tertimbang dalam metode ANP. Penerapan metode yang memperbaiki ANP tradisional ini disebut dengan DEMATEL-based ANP (DANP). Berdasarkan karakteristik konkret pada tujuan tertentu, metode ini dapat memverifikasi hubungan saling keterkaitan variabel dan atribut, membangun hubungan yang mencerminkan karakteristik dengan sistem yang penting dan tren evolusi. Teknik ini telah berhasil diterapkan untuk berbagai situasi, seperti meningkatkan pemasaran, kebijakan pariwisata, pemilihan *airline partner*, dll.

2.4.1 Langkah-langkah metode DEMATEL-based ANP (DANP)

Untuk menentukan bobot kriteria paling berpengaruh diperoleh menggunakan langkah-langkah sebagai berikut (Wan-Yu Chiu, dkk, 2013).

1. Membangun matriks hubungan total antar dimensi (T_D)

Matriks hubungan total antar dimensi (T_D) diperoleh dari matriks hubungan total antar kriteria (T_C) yaitu dengan menjumlahkan masing-masing cluster pada matriks kemudian dibagi dengan banyak elemen pada cluster tersebut. Bentuk matriks hubungan total antar dimensi (T_D) adalah sebagai berikut.

$$T_D = \begin{bmatrix} t_D^{11} & \dots & t_D^{1j} & \dots & t_D^{1m} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_D^{i1} & \dots & t_D^{ij} & \dots & t_D^{im} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_D^{m1} & \dots & t_D^{mj} & \dots & t_D^{mm} \end{bmatrix} \quad (2.11)$$

2. Menormalisasi matriks hubungan total antar dimensi (T_D^{nor})

$$T_D^{nor} = \left[\frac{t_D^{ij}}{t_D^i} \right]_{m \times m} \quad (2.12)$$

$$t_D^i = \sum_{j=1}^m t_D^{ij}$$

$$T_D^{nor} = \begin{bmatrix} t_D^{11}/t_D^1 & \dots & t_D^{1j}/t_D^1 & \dots & t_D^{1m}/t_D^1 \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_D^{i1}/t_D^i & \dots & t_D^{ij}/t_D^i & \dots & t_D^{im}/t_D^i \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_D^{m1}/t_D^m & \dots & t_D^{mj}/t_D^m & \dots & t_D^{mm}/t_D^m \end{bmatrix}$$

$$T_D^{nor} = \begin{bmatrix} t_D^{nor\ 11} & t_D^{nor\ 1j} & t_D^{nor\ 1m} \\ t_D^{nor\ i1} & t_D^{nor\ ij} & t_D^{nor\ im} \\ t_D^{nor\ m1} & t_D^{nor\ mj} & t_D^{nor\ mm} \end{bmatrix}$$

3. Menormalisasi matriks hubungan total antar kriteria (T_c^{nor})

$$T_c^{nor} = \begin{bmatrix} t_{c11}^{11}/d_1^{11} & \dots & t_{cij}^{11}/d_1^{11} & \dots & t_{c1m_1}^{11}/d_1^{11} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{ci1}^{11}/d_i^{11} & \dots & t_{cij}^{11}/d_i^{11} & \dots & t_{cim_1}^{11}/d_i^{11} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{c^{m_11}}^{11}/d_{m_1}^{11} & \dots & t_{c^{m_1j}}^{11}/d_{m_1}^{11} & \dots & t_{c^{m_1m_1}}^{11}/d_{m_1}^{11} \end{bmatrix}$$

$$d_i^{11} = \sum_{j=1}^{m_1} t_{cij}^{11} , \quad i = 1, 2, \dots, m_1. \quad (2.13)$$

4. Membangun supermatriks

Supermatriks terdiri dari tiga tahap antara lain:

a. Supermatriks tak tertimbang (*Unweighted Supermatrix*)

Supermatriks tak tertimbang W_c adalah matriks transpose dari T_c^{nor} (dengan konsep dasar dari ANP oleh Saaty, tetapi berbeda dari tradisional ANP). Jika 0 ditunjukkan oleh matriks, ini berarti bahwa dimensi dan kriteria saling bebas. Supermatriks tak tertimbang berisi matriks prioritas lokal.

$$W_c = (T_c^{nor})^t \quad (2.14)$$

$$\begin{matrix} & & D_1 & \dots & D_j & \dots & D_m \\ & & C_{11} \dots C_{zn_1} & \dots & C_{j1} \dots C_{jn_j} & \dots & C_{m1} \dots C_{mm_m} \\ & C_{11} & & & & & \\ & C_{12} & & & & & \\ & \vdots & & & & & \\ D_1 & C_{1n_1} & \left[\begin{matrix} W_c^{11} & \dots & W_c^{i1} & \dots & W_c^{m1} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ W_c^{1j} & \dots & W_c^{ij} & \dots & W_c^{mj} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ W_c^{1m} & \dots & W_c^{im} & \dots & W_c^{mm} \end{matrix} \right] & & \\ -D_i & C_{i1} & & & & & \\ & C_{i2} & & & & & \\ & \vdots & & & & & \\ & C_{in_i} & & & & & \\ D_n & C_{n1} & & & & & \\ & C_{m2} & & & & & \\ & \vdots & & & & & \\ & C_{mm_n} & & & & & \end{matrix}$$

b. Supermatriks tertimbang (*Weighted Supermatrix*)

Supermatriks tertimbang W_c^* diperoleh dengan mengalikan T_D^{nor} dan W_c .

$$W_c^* = T_D^{nor} \cdot W_c \quad (2.15)$$

$$W_c^* = \begin{bmatrix} T_D^{nor\ 11} \times W_c^{11} & T_D^{nor\ i1} \times W_c^{i1} & T_D^{nor\ m1} \times W_c^{m1} \\ T_D^{nor\ 1j} \times W_c^{1j} & T_D^{nor\ ij} \times W_c^{ij} & T_D^{nor\ im} \times W_c^{mj} \\ T_D^{nor\ 1m} \times W_c^{1m} & T_D^{nor\ im} \times W_c^{im} & T_D^{nor\ mm} \times W_c^{mm} \end{bmatrix}$$

c. *Limiting Supermatrix*

Limiting Supermatrix atau limit matriks merupakan vektor prioritas global dari matriks tertimbang. Limit Supermatriks diperoleh dengan menaikkan bobot pada *weighted supermatrix*. Menaikkan bobot *weighted supermatrix* dilakukan dengan cara mengalikan supermatriks tersebut dengan dirinya sendiri sampai beberapa kali yang didefinisikan bobot berpengaruh $w = (w_1, \dots, w_j, \dots, w_n)$ dari $\lim_{\varphi \rightarrow \infty} (W_c^*)^\varphi$. Ketika bobot pada setiap kolom memiliki nilai yang sama, maka *Limiting Supermatrix* sudah didapat. Proses ini akan dilakukan dengan menggunakan aplikasi MAPLE.

2.5 Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART)

Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART) adalah model komprehensif pembuat keputusan untuk menjelaskan hal-hal yang kualitatif dan kuantitatif. Dalam model pengambilan keputusan dengan SMART mencoba untuk menutupi kekurangan dari model sebelumnya tanpa komputersasi (Risawandi dan Rahim, 2016).

Komponen utama dari model ini adalah hierarki fungsional dengan input utama adalah persepsi manusia. Jadi, pada dasarnya tidak ada perbedaan yang signifikan dalam model SMART dengan model pendukung keputusan yang lain. Bagian yang sama terletak pada jenis input, hanya saja pada metode SMART ada persentase dari setiap pembobotan linier yang ditentukan oleh hasil analisis masalah.

Metode SMART adalah metode pendukung keputusan yang paling sederhana. Dalam metode ini menggunakan skala antara 0 dan 1, sehingga menyederhanakan perhitungan dan perbandingan nilai setiap alternatif. Dalam metode ini terlihat beberapa parameter yang menentukan keputusan. Parameter ini memiliki kisaran nilai dan bobot bervariasi. Sehingga nilai akhir akan menjadi penentu keputusan yang diambil.

2.5.1 Langkah-langkah metode SMART

Untuk mendapatkan alternatif diperoleh menggunakan langkah-langkah sebagai berikut (Risawandi dan Rahim, 2016).

1. Tentukan jumlah kriteria yang digunakan.
2. Tentukan bobot kriteria menggunakan skala 1-100 untuk setiap kriteria.
3. Hitung normalisasi masing-masing kriteria dengan membandingkan bobot kriteria dengan jumlah kriteria tertimbang. Menggunakan rumus normalisasi:

$$= \frac{w_j}{\sum w_j} \quad (2.16)$$

4. Berikan nilai parameter pada setiap kriteria untuk setiap alternatif.
5. Tentukan nilai utilitas untuk mengkonversi bobot untuk setiap kriteria menjadi data mentah. Nilai utilitas diperoleh dengan menggunakan persamaan:

$$u_i(a_i) = \frac{c_{out\ i} - c_{min}}{c_{max} - c_{min}} \quad (2.17)$$

dimana $u_i(a_i)$ adalah nilai utilitas ke- i dari kriteria, c_{max} adalah nilai parameter kriteria terbesar, c_{min} adalah nilai parameter kriteria terkecil, dan $c_{out\ i}$ adalah nilai parameter kriteria ke- i .

6. Tentukan nilai akhir dari setiap kriteria dengan mengalikan nilai bobot kriteria yang sudah dinormalisasi dengan nilai utilitas masing-masing kriteria.
7. Nilai akhir alternatif terbaik diperoleh dengan menjumlahkan nilai akhir dari setiap kriteria. Nilai akhir alternatif yang paling besar adalah alternatif terbaik.

2.6 E-wallet

E-wallet atau dompet elektronik adalah suatu inovasi alat pembayaran yang dilakukan menggunakan suatu wadah tertentu untuk melakukan transaksi jual-beli. Berdasarkan fungsinya, *e-wallet* mempunyai fungsi yang sama dengan dompet fisik yaitu untuk menyimpan uang namun dalam bentuk elektronik. Di Indonesia, kini telah hadir berbagai macam jenis *e-wallet* untuk mendukung kegiatan masyarakat khususnya pada sektor ekonomi. Keunggulan yang

ditawarkan *e-wallet* yaitu cepat dan aman serta penawaran-penawaran menarik lainnya membuat *e-wallet* semakin diminati oleh masyarakat. Menurut situs economy.okezone.com terdapat 3 *e-wallet* terpopuler di Indonesia yaitu Go-Pay, OVO, dan t-Cash (NN, 2018).

2.7 Rumus Slovin

Untuk menentukan jumlah responden pada penelitian, menggunakan rumus Slovin (Ryan, 2013) sebagai berikut.

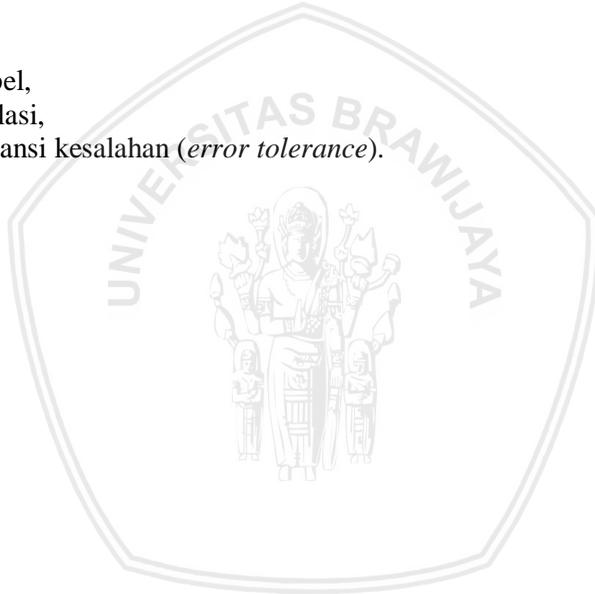
$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} ,$$

dengan

n = jumlah sampel,

N = jumlah populasi,

e = batasan toleransi kesalahan (*error tolerance*).



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei-Juni 2019.

3.2 Jenis dan Sumber Data

Menurut Sarwono (2006), sumber data dibagi menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer berupa teks hasil wawancara dan diperoleh melalui wawancara dengan responden yang sedang dijadikan sampel dalam penelitiannya. Data sekunder berupa data yang sudah tersedia dan dapat diperoleh oleh peneliti dengan cara membaca, melihat, maupun mendengarnya.

Penelitian ini menggunakan data primer. Data diperoleh melalui kuesioner *online* yang diisi oleh responden yang memiliki pengetahuan terhadap semua alternatif. Data dalam penelitian ini berupa alternatif dan kriteria-kriteria. Adapun alternatif dan kriteria yang dijadikan penelitian ini sebagai berikut.

Alternatif:

1. Go-Pay
2. OVO
3. t-Cash

Kriteria:

1. Kerjasama *merchant*
2. Promo dan penawaran menarik
3. Layanan *top-up*
4. Kemudahan registrasi
5. Layanan *customer service*

3.3 Langkah-Langkah Penelitian

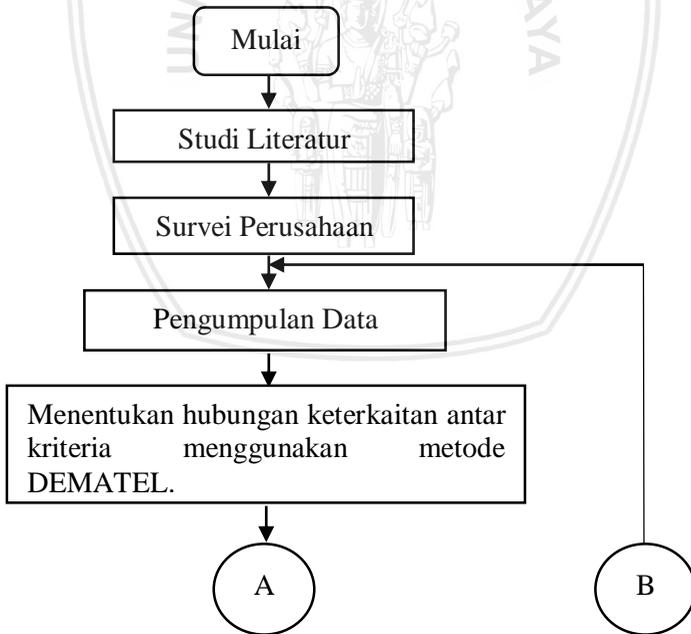
1. Studi Literatur
Mempelajari metode-metode yang digunakan untuk penelitian ini yaitu metode DANP dan SMART.
2. Survei perusahaan
Mengidentifikasi kriteria yang dibutuhkan oleh alternatif dalam pemilihan *e-wallet* terbaik untuk mendapatkan rumusan masalah yang dibahas dalam penelitian dan penentuan tujuan penelitian.

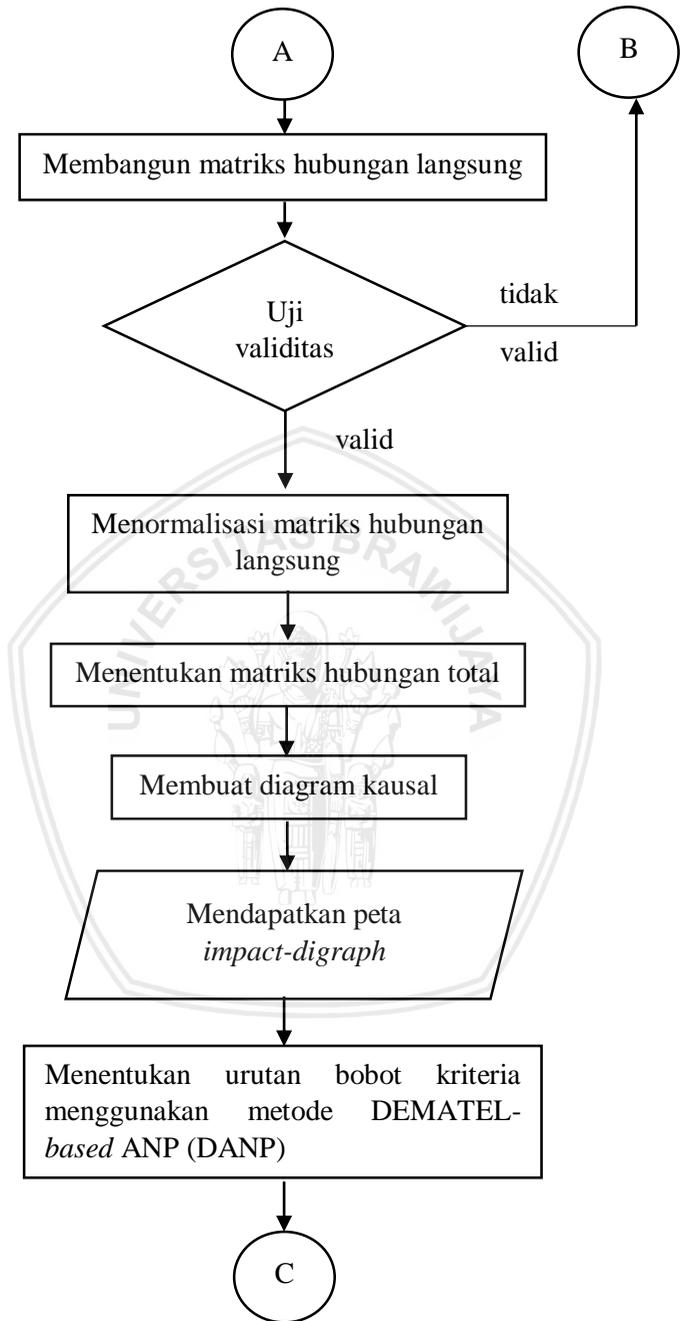
3. Pengumpulan data
Mengumpulkan data berdasarkan kuesioner yang disebarakan melalui sosial media.
4. Pengolahan Data
 - 4.1 Menentukan hubungan keterkaitan antar kriteria menggunakan metode DEMATEL.
 - 4.2 Menentukan urutan bobot kriteria menggunakan metode DEMATEL-based ANP (DANP).
 - 4.3 Menentukan analisis *e-wallet* terbaik dari alternatif menggunakan metode SMART.
5. Kesimpulan
Membuat kesimpulan berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan.

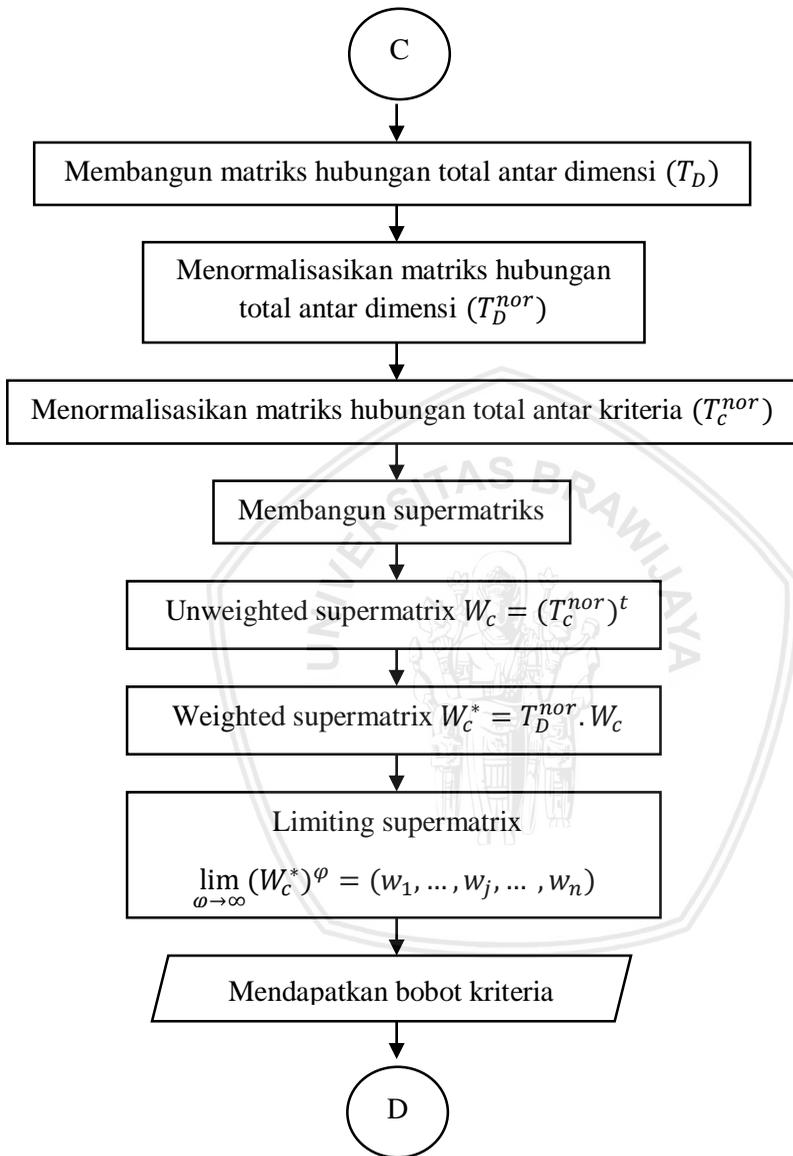
3.4 Diagram Alir

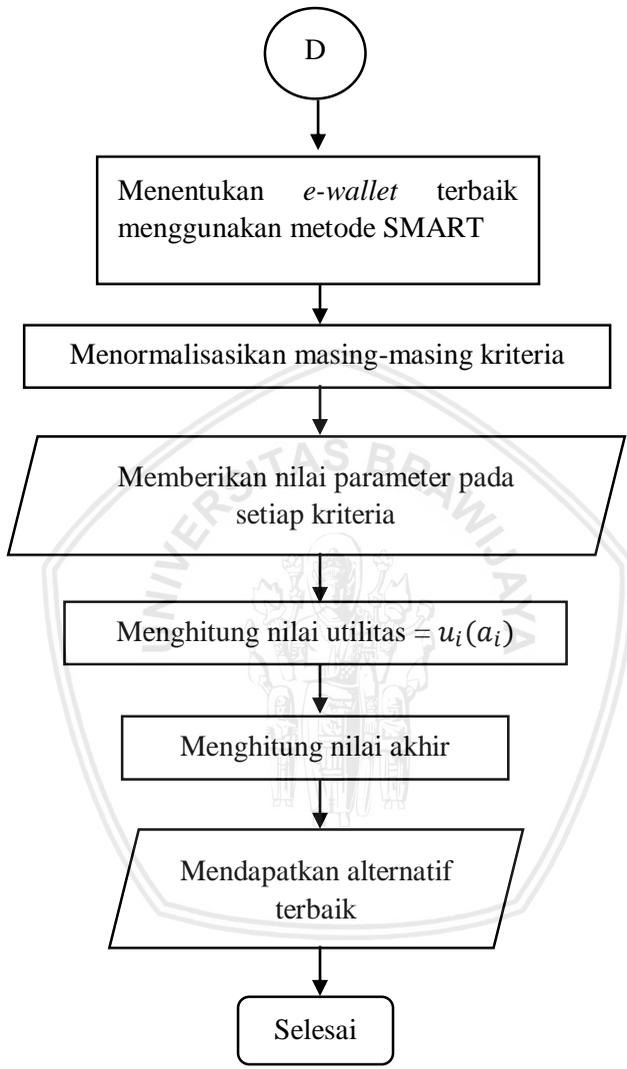
3.4.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.









Gambar 3.1. Diagram alir penelitian.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Responden Penelitian

Menentukan jumlah responden pada penelitian ini menggunakan rumus Slovin (Ryan, 2013). Jumlah populasi adalah jumlah pengguna 3 *e-wallet* tersebut. Jumlah pengguna Go-Pay sebanyak 22 juta (Fitriani, 2018), OVO sebanyak 115 juta (Movanita, 2018) dan t-Cash sebanyak 25 juta (Sari, 2018).

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} ,$$

dengan

n = jumlah sampel,

N = jumlah populasi,

e = batasan toleransi kesalahan (*error tolerance*).

$$n = \frac{162.000.000}{1 + 162.000.000(0,1)^2} = 99,99 \approx 100 .$$

Berdasarkan rumus Slovin, dengan mengambil nilai error sebesar 10% dan jumlah populasi sebanyak 162 juta, diperoleh jumlah responden sebanyak 100 orang.

4.2 Metode DEMATEL

Metode DEMATEL digunakan untuk menentukan kriteria dominan serta keterkaitan antar kriteria. Pada penelitian ini terdiri dari 5 kriteria, yaitu :

A = Kerjasama *merchant*.

B = Promo dan penawaran menarik.

C = Layanan *top-up*.

D = Kemudahan registrasi.

E = Layanan *customer service*.

Dari 5 kriteria tersebut selanjutnya diselesaikan dengan metode DEMATEL menggunakan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Membangun matriks hubungan langsung

Matriks hubungan langsung didapat berdasarkan hasil kuesioner yang diperoleh melalui pertanyaan yang tertera pada Lampiran 1. Hasil pengisian kuesioner dapat dilihat pada Lampiran 2. Pengolahan kuesioner untuk membangun matriks hubungan langsung menggunakan persamaan (2.1) dan (2.2). Contoh perhitungan untuk mendapatkan matriks hubungan langsung berdasarkan hasil kuesioner pada Lampiran 2 terhadap kriteria A adalah sebagai berikut.

$$g_c^{11} = \frac{(0 \times 0) + (1 \times 0) + (2 \times 0) + (3 \times 0) + (4 \times 0)}{100} = 0.$$

$$g_c^{21} = \frac{(0 \times 2) + (1 \times 2) + (2 \times 8) + (3 \times 29) + (4 \times 59)}{100} = 3,41.$$

$$g_c^{31} = \frac{(0 \times 1) + (1 \times 8) + (2 \times 23) + (3 \times 39) + (4 \times 29)}{100} = 2,87.$$

$$g_c^{41} = \frac{(0 \times 2) + (1 \times 5) + (2 \times 28) + (3 \times 31) + (4 \times 34)}{100} = 2,9.$$

$$g_c^{51} = \frac{(0 \times 3) + (1 \times 4) + (2 \times 35) + (3 \times 39) + (4 \times 19)}{100} = 2,67.$$

Dengan cara yang sama diperoleh matriks hubungan langsung yang disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Matriks Hubungan Langsung.

Kriteria	A	B	C	D	E	Total
A	0,00	3,35	2,93	2,82	2,85	11,95
B	3,41	0,00	3,3	3,07	2,97	12,75
C	2,87	3,26	0,00	2,95	2,93	12,01
D	2,9	2,86	2,79	0,00	2,89	11,44
E	2,67	2,73	2,56	2,71	0,00	10,67
Total	11,85	12,2	11,58	11,55	11,64	

2. Uji validitas data

Data matriks hubungan langsung pada Tabel 4.1 dilakukan uji validitas data menggunakan persamaan (2.3) dengan jumlah kriteria (n) sebanyak 5 dan jumlah responden (p) sebanyak 100.

$$\begin{aligned} \text{Rasio error (\%)} &= \frac{1}{5(5-1)} \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 \left| \frac{g_c^{ij^{100}} - g_c^{ij^{99}}}{g_c^{ij^{100}}} \right| \times 100\% \\ &= \frac{1}{20} \left| \frac{229.711.255.935.119 \times 10^{39} - 67.629.739.584.848 \times 10^{39}}{229.711.255.935.119 \times 10^{39}} \right| \times 100\% \\ &= \frac{1}{20} \left| \frac{162.081.516.350.271 \times 10^{39}}{229.711.255.935.119 \times 10^{39}} \right| \times 100\% \\ &= \frac{1}{20} (0,705588047) \times 100\% \\ &= \frac{1}{20} (0,705588047) \times 100\% \\ &= 0.035279402 \times 100\% \approx 3,527\% \end{aligned}$$

Nilai error dari data kuesioner didapat 3,527%, sehingga kuesioner dinyatakan valid karena nilai error $< 5\%$. Nilai validitas dari data kuesioner sebesar $100\% - 3,527\% = 96,473\%$.

3. Menormalisasi matriks hubungan langsung

Pada matriks normalisasi hubungan langsung, jumlah elemen pada baris atau kolom maksimal bernilai satu. Matriks ini diperoleh menggunakan persamaan (2.4). Untuk mendapatkan matriks tersebut, terlebih dahulu mencari nilai v menggunakan persamaan (2.5) berdasarkan Tabel 4.1.

$$\max_i \sum_{j=1}^n g_c^{ij} = 12,75.$$

$$\max_j \sum_{i=1}^n g_c^{ij} = 12,2.$$

$$\frac{1}{\max_i \sum_{j=1}^n g_c^{ij}} = 0,078431.$$

$$\frac{1}{\max_j \sum_{i=1}^n g_c^{ij}} = 0,081967.$$

Karena menurut persamaan (2.5) ν adalah nilai minimum

$$\left\{ \frac{1}{\max_i \sum_{j=1}^n g_c^{ij}}, \frac{1}{\max_j \sum_{i=1}^n g_c^{ij}} \right\}, \text{ maka diperoleh nilai } \nu = 0,078431.$$

Kemudian nilai ν tersebut dikalikan dengan setiap elemen matriks hubungan langsung pada Tabel 4.1 untuk mendapatkan matriks normalisasi hubungan langsung. Contoh perhitungan normalisasi matriks hubungan langsung adalah sebagai berikut.

$$g_c^{11} = (0,00) \times 0,078431 = 0,00.$$

$$g_c^{12} = (3,35) \times 0,078431 = 0,267451.$$

$$g_c^{13} = (2,93) \times 0,078431 = 0,225098.$$

$$g_c^{14} = (2,82) \times 0,078431 = 0,227451.$$

$$g_c^{15} = (2,85) \times 0,078431 = 0,209412.$$

Dengan cara yang sama diperoleh hasil normalisasi matriks hubungan langsung dan disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Hasil Normalisasi Matriks Hubungan Langsung.

Kriteria	A	B	C	D	E
A	0	0,2627	0,2298	0,2212	0,2235
B	0,2675	0	0,2588	0,2408	0,2329
C	0,2251	0,2557	0	0,2315	0,298
D	0,2275	0,2243	0,2188	0	0,2267
E	0,2094	0,2141	0,2008	0,2125	0

4. Menentukan matriks hubungan total antar kriteria (T_c)

Matriks hubungan total antar kriteria (T_c) diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.6). Pada tahap ini dibantu dengan *software* MAPLE. Proses untuk mendapatkan (T_c) dapat dilihat pada Lampiran 3. Hasil dari matriks hubungan total antar kriteria (T_c) disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Matriks Hubungan Total Antar Kriteria (T_c).

Kriteria	A	B	C	D	E
A	2,230	2,489	2,375	2,363	2,350
B	2,558	2,401	2,509	2,490	2,470
C	2,421	2,491	2,195	2,376	2,361
D	2,306	2,353	2,261	2,075	2,237
E	2,200	2,250	2,157	2,159	1,970

5. Membuat diagram kausal

Diagram kausal merupakan diagram yang menunjukkan keterkaitan antar kriteria. Pada tahap ini didapatkan vektor *dispatcher* (S) dan vektor *receiver* (R). Vektor *dispatcher* (S) diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.7) yaitu menjumlahkan elemen tiap kolom dari matriks hubungan total antar kriteria (T_c). Contoh perhitungan vektor *dispatcher* (S) adalah sebagai berikut.

$$S^{11} = 2,230 + 2,558 + 2,421 + 2,306 + 2,200 = 11,716.$$

$$S^{12} = 2,489 + 2,401 + 2,491 + 2,353 + 2,250 = 11,984.$$

Dengan cara yang sama diperoleh hasil vektor S yang disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Vektor *Dispatcher* (S).

S	11,716	11,984	11,497	11,463	11,388
-----	--------	--------	--------	--------	--------

Vektor *receiver* (R) diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.8) yaitu menjumlahkan elemen tiap baris dari matriks hubungan total antar kriteria (T_c). Contoh perhitungan vektor *receiver* (R) adalah sebagai berikut.

$$R^{11} = 2,230 + 2,489 + 2,375 + 2,363 + 2,350 = 11,808.$$

$$R^{21} = 2,558 + 2,401 + 2,509 + 2,490 + 2,470 = 12,428.$$

Dengan cara yang sama diperoleh hasil vektor R yang disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Vektor *Receiver* (R).

R
11,808
12,428
11,844
11,232
10,736

Langkah selanjutnya dalam membuat diagram kausal adalah mencari koordinat x dan y untuk mendapatkan peta *impact-digraph*. Koordinat x diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.9), kemudian koordinat y diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.10). Contoh perhitungan koordinat x dan y adalah sebagai berikut.

$$x^1 = S^{11} + R^{11} = 11,716 + 11,808 = 23,523.$$

$$y^1 = S^{11} - R^{11} = 11,716 - 11,808 = -0,092.$$

$$x^2 = S^{12} + R^{12} = 11,984 + 12,428 = 24,413.$$

$$y^2 = S^{12} - R^{12} = 11,984 - 12,428 = -0,444.$$

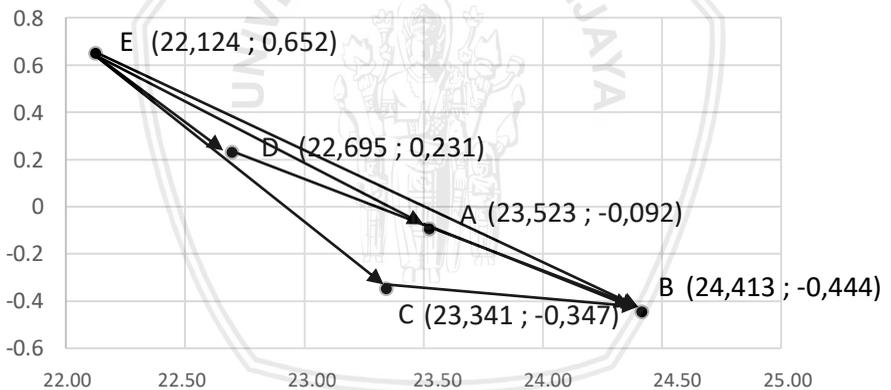
Dengan cara yang sama diperoleh titik koordinat x dan y yang disajikan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Koordinat x dan y .

Kriteria	x	y
A	23,523	-0,092
B	24,413	-0,444
C	23,341	-0,347
D	22,695	0,231
E	22,124	0,652

Setelah mendapatkan koordinat x dan y , dilanjutkan dengan mengkonversi koordinat tersebut kedalam koordinat *cartesius* untuk mendapatkan peta *impact-digraph*. Analisis hubungan keterkaitan antar kriteria dilihat berdasarkan hasil dari $(S - R^t)$ atau korrdinat y . Jika $(S - R^t)$ bernilai positif, maka kriteria tersebut merupakan bagian dari kelompok kausal artinya mempengaruhi kriteria yang lain. Dan jika $(S - R^t)$ bernilai negatif, maka kriteria tersebut merupakan bagian dari kelompok terpengaruh artinya dipengaruhi oleh kriteria lain.

Berdasarkan Tabel 4.6 didapat bahwa kriteria A dipengaruhi kriteria D dan E. Kriteria B dipengaruhi kriteria A, C, D, dan E. Kriteria C dipengaruhi kriteria A, D, dan E. Sementara itu kriteria D dan E adalah kelompok bagian kausal atau mempengaruhi kriteria lainnya. Hasil konversi koordinat x dan y pada peta *impact-digraph* dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Peta *Impact-Digraph*.

Berdasarkan Gambar 4.1 terlihat bahwa kriteria B yaitu promo dan penawaran menarik termasuk dalam kelompok terpengaruh artinya dipengaruhi oleh kriteria lain, sedangkan kriteria E merupakan kriteria yang memberikan pengaruh terhadap semua kriteria yang lain, sehingga kriteria E yaitu layanan *customer service* merupakan kriteria yang dominan dalam pemilihan alat pembayaran elektronik (*e-wallet*) terbaik.

4.3 Metode DEMATEL-based ANP (DANP)

Metode DANP bertujuan untuk mendapatkan bobot dari masing-masing kriteria. Pada metode ini terlebih dahulu dibuat model matriks hubungan total antar dimensi dengan dimensi yang digunakan sebagai berikut.

D1 = Aspek pemasaran.

D2 = Aspek keuangan.

D3 = Aspek pelayanan.

Dimensi Berdasarkan dimensi tersebut kemudian dilanjutkan dengan metode DANP menggunakan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Membangun matriks hubungan total antar dimensi (T_D)

Matriks hubungan total antar dimensi (T_D) diperoleh dengan menjumlahkan elemen pada tiap dimensi dari matriks total antar kriteria (T_C) kemudian dibagi dengan banyaknya elemen pada dimensi tersebut. Adapun pembagian dimensi disajikan sebagai berikut.

D1 : A, B.

D2 : C.

D3 : D, E.

Hasil pengelompokan matriks hubungan total antar kriteria (T_C) menjadi matriks hubungan total antar dimensi (T_D) dapat dilihat pada Lampiran 4. Contoh perhitungan untuk mendapatkan matriks hubungan total antar dimensi (T_D) adalah sebagai berikut.

$$D_{11} = \frac{2,230 + 2,489 + 2,558 + 2,401}{4} = \frac{9,678}{4} = 2,420.$$

$$D_{12} = \frac{2,375 + 2,509}{2} = \frac{4,884}{2} = 2,442.$$

$$D_{13} = \frac{2,363 + 2,350 + 2,490 + 2,470}{4} = \frac{9,673}{4} = 2,418$$

Dengan cara yang sama diperoleh matriks hubungan total antar dimensi dan disajikan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Matriks Hubungan Total Antar Dimensi (T_D).

Dimensi	D1	D2	D3
D1	2,420	2,442	2,418
D2	2,431	2,195	2,369
D3	2,277	2,209	2,110

2. Menormalisasi matriks hubungan total antar dimensi (T_D^{nor})

Untuk menormalisasi matriks hubungan total antar dimensi digunakan persamaan (2.12) yaitu dengan menjumlahkan setiap baris pada elemen matriks hubungan total antar dimensi (T_D) kemudian tiap elemen matriks tersebut dibagi dengan hasil penjumlahan elemen pada setiap baris yang sama. Contoh perhitungan untuk menormalisasi matriks hubungan total antar dimensi berdasarkan Tabel 4.7 disajikan sebagai berikut.

$$t_D^1 = 2,420 + 2,442 + 2,418 = 7,280.$$

$$t_D^2 = 2,431 + 2,195 + 2,369 = 6,995.$$

$$t_D^3 = 2,277 + 2,209 + 2,110 = 6.597.$$

$$t_D^{nor11} = \frac{t_D^{11}}{t_D^1} = \frac{2,420}{7,280} = 0,332.$$

$$t_D^{nor12} = \frac{t_D^{12}}{t_D^1} = \frac{2,442}{7,280} = 0,336. \quad t_D^{nor13} = \frac{t_D^{13}}{t_D^1} = \frac{2,418}{7,280} = 0,332.$$

Dengan cara yang sama diperoleh hasil dari normalisasi matriks hubungan total antar dimensi dan disajikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8. Normalisasi Matriks Hubungan Total Antar Dimensi (T_D^{nor}).

Dimensi	D1	D2	D3
D1	0,332	0,336	0,332
D2	0,337	0,329	0,334
D3	0,339	0,335	0,326

3. Menormalisasi matriks hubungan total antar kriteria (T_C^{nor})

Matriks hubungan total antar kriteria (T_C) pada Tabel 4.3 dinormalisasi dengan menggunakan persamaan (2.13). Contoh perhitungan untuk menormalisasi matriks hubungan total antar kriteria disajikan sebagai berikut.

Untuk $i = 1$,

$$d_1^{11} = 2,230 + 2,489 = 4,719.$$

$$d_1^{12} = 2,375.$$

$$d_1^{13} = 2,363 + 2,35 = 4,71.$$

$$t_C^{nor^{11}} = \frac{2,23}{4,719} = 0,473.$$

$$t_C^{nor^{12}} = \frac{2,489}{4,719} = 0,527.$$

$$t_C^{nor^{13}} = \frac{2,375}{2,375} = 1.$$

$$t_C^{nor^{14}} = \frac{2,363}{4,71} = 0,501.$$

$$t_C^{nor^{15}} = \frac{2,35}{4,71} = 0,499.$$

Dengan cara yang sama diperoleh hasil dari normalisasi matriks hubungan total antar kriteria dan disajikan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9. Normalisasi Matriks Hubungan Total Antar Kriteria (T_C^{nor}).

Kriteria	A	B	C	D	E
A	0,473	0,527	1	0,501	0,499
B	0,502	0,498	1	0,502	0,498
C	0,493	0,507	1	0,502	0,498
D	0,495	0,505	1	0,489	0,511
E	0,494	0,506	1	0,511	0,489

4. Membangun supermatriks tak tertimbang (*Unweighted Supermatrix*)

Supermatriks tak tertimbang (W_C) adalah hasil transpose matriks normalisasi hubungan antar kriteria $(T_C^{nor})^t$ sesuai persamaan (2.14). Supermatriks tak tertimbang berisi matriks prioritas lokal. Hasil supermatriks tak tertimbang disajikan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10. Supermatriks Tak Tertimbang (W_C).

Kriteria	A	B	C	D	E
A	0,473	0,502	0,493	0,495	0,494
B	0,527	0,498	0,507	0,505	0,506
C	1	1	1	1	1
D	0,501	0,502	0,502	0,489	0,511
E	0,499	0,498	0,498	0,511	0,489

5. Membangun supermatriks tertimbang (*Weighted Supermatrix*)

Supermatriks tertimbang (W_C^*) diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.15) yaitu mengalikan elemen matriks normalisasi hubungan total antar dimensi (T_D^{nor}) dengan supermatriks tak tertimbang (W_C). Matriks (T_D^{nor}) diperoleh dari Tabel 4.8 dan diubah ke dalam bentuk ordo yang bersesuaian dengan matriks (W_C) yaitu 5×5 . Contoh perhitungan untuk mendapatkan supermatriks tertimbang adalah sebagai berikut.

$$W_{C11}^* = T_{D11}^{nor} * W_{C11} = 0,332 * 0,473 = 0,157.$$

$$W_{C12}^* = T_{D12}^{nor} * W_{C12} = 0,332 * 0,502 = 0,167.$$

Dengan cara yang sama diperoleh hasil dari supermatriks tertimbang dan disajikan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11. Supermatriks Tertimbang (W_C^*).

Kriteria	A	B	C	D	E
A	0,157	0,167	0,164	0,163	0,163

	A	B	C	D	E
B	0,169	0,166	0,170	0,168	0,168
C	0,337	0,337	0,329	0,334	0,334
D	0,170	0,170	0,168	0,160	0,167
E	0,169	0,169	0,167	0,167	0,163

6. *Limiting Supermatrix*

Limiting supermatrix diperoleh dengan menaikkan bobot pada *weighted supermatrix* (W_C^*) yaitu mengalikan supermatriks tersebut terhadap dirinya sendiri sampai beberapa kali yang didefinisikan bobot berpengaruh $w = (w_1, \dots, w_j, \dots, w_n)$ dari $\lim_{\varphi \rightarrow \infty} (W_C^*)^\varphi$. Ketika bobot pada setiap kolom memiliki nilai yang sama, maka *Limiting Supermatrix* sudah didapat. Proses ini menggunakan bantuan *software* MAPLE yang dapat dilihat pada Lampiran 5. Hasil dari *limiting supermatrix* dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12. *Limiting Supermatrix*.

Kriteria	A	B	C	D	E
A	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
B	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
C	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
D	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
E	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17

Berdasarkan Tabel 4.12 diperoleh bobot tiap dimensi sebagai berikut.

$$D1 = A + B = 0,16 + 0,17 = 0,33.$$

$$D2 = C = 0,33.$$

$$D3 = D + E = 0,17 + 0,17 = 0,34.$$

Dengan demikian, dimensi D3 merupakan dimensi yang mempengaruhi dimensi lainnya. Hal ini sesuai dengan peta *impact-digraph* pada Gambar 4.1 dimana kriteria E dan D

merupakan kriteria bagian kausal yang artinya mempengaruhi kriteria lainnya.

4.4 Metode SMART

Hasil dari *limiting supermatrix* merupakan bobot dari tiap kriteria yang telah dinormalisasi dan selanjutnya akan digunakan dalam metode SMART. Bobot dari tiap kriteria disajikan pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13. Bobot dari Tiap Kriteria.

A	0,16
B	0,17
C	0,33
D	0,17
E	0,17

Setelah bobot diperoleh, dilanjutkan dengan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Memberikan nilai parameter pada setiap kriteria untuk setiap alternatif

Pada tahap ini, nilai parameter diperoleh melalui kuesioner pada Lampiran 6 yang diisi oleh responden. Dari hasil pengisian tersebut, ditentukan nilai rata-rata dari setiap kriteria untuk setiap alternatif. Alternatif yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

A1 = Go-Pay.

A2 = OVO.

A3 = t-Cash.

Kriteria yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

C1 = Kerjasama *merchant*.

C2 = Promo dan penawaran menarik.

C3 = Layanan *top-up*.

C4 = Kemudahan registrasi.

C5 = Layanan *customer service*.

Hasil pengisian kuesioner dapat dilihat pada Lampiran 7. Contoh perhitungan untuk mendapatkan nilai parameter berdasarkan hasil kuesioner pada Lampiran 7 terhadap alternatif A1 adalah sebagai berikut.

$$C1 = \frac{(1 \times 0) + (2 \times 1) + (3 \times 17) + (4 \times 41) + (5 \times 41)}{100} = 4,22.$$

$$C2 = \frac{(1 \times 0) + (2 \times 5) + (3 \times 22) + (4 \times 29) + (5 \times 44)}{100} = 4,12.$$

$$C3 = \frac{(1 \times 0) + (2 \times 2) + (3 \times 17) + (4 \times 35) + (5 \times 46)}{100} = 4,25.$$

Dengan cara yang sama diperoleh nilai parameter pada setiap kriteria untuk setiap alternatif yang disajikan pada Tabel 4.14. Hasil perhitungan tersebut disajikan pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14. Nilai Parameter pada Setiap Kriteria untuk Setiap Alternatif.

A1	C1	4,22
	C2	4,12
	C3	4,25
	C4	4,00
	C5	3,91
A2	C1	4,30
	C2	4,53
	C3	4,31
	C4	4,22
	C5	3,87
A3	C1	3,78
	C2	3,70
	C3	3,82
	C4	3,74
	C5	3,75

2. Menentukan nilai utilitas

Nilai utilitas diperoleh menggunakan persamaan (2.17) dimana c_{max} adalah nilai parameter kriteria terbesar, c_{min} adalah nilai parameter kriteria terkecil, dan c_{out} adalah nilai parameter

kriteria ke-*i*. Contoh perhitungan nilai utilitas disajikan sebagai berikut.

$$u_1(a_1) = \frac{4,22 - 1}{5 - 1} = \frac{3,22}{4} = 0,805.$$

$$u_1(a_2) = \frac{4,12 - 1}{5 - 1} = \frac{3,12}{3} = 0,780.$$

$$u_1(a_3) = \frac{4,25 - 1}{5 - 1} = \frac{3,25}{4} = 0,813.$$

Dengan cara yang sama diperoleh nilai utilitas yang disajikan pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15. Nilai Utilitas.

A1	C1	0,805
	C2	0,780
	C3	0,813
	C4	0,750
	C5	0,728
A2	C1	0,825
	C2	0,833
	C3	0,828
	C4	0,825
	C5	0,968
A3	C1	0,695
	C2	0,705
	C3	0,675
	C4	0,685
	C5	0,688

3. Mendapatkan nilai akhir dari setiap kriteria

Nilai akhir dari setiap kriteria diperoleh dengan mengalikan nilai utilitas dan bobot dari masing-masing kriteria. Contoh perhitungan nilai akhir kriteria disajikan sebagai berikut.

Untuk A1,

$$C1 = 0,805 \times 0,16 = 0,1288.$$

$$C2 = 0,78 \times 0,17 = 0,1326.$$

$$C3 = 0,813 \times 0,33 = 0,2683.$$

$$C4 = 0,75 \times 0,17 = 0,1275$$

$$C5 = 0,728 \times 0,17 = 0,1238.$$

Dengan cara yang sama diperoleh nilai akhir dari setiap kriteria yang disajikan pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16. Nilai Akhir dari Setiap Kriteria.

A1	C1	0,1288
	C2	0,1326
	C3	0,2683
	C4	0,1275
	C5	0,1238
A2	C1	0,1320
	C2	0,1416
	C3	0,2732
	C4	0,1369
	C5	0,1646
A3	C1	0,1112
	C2	0,1199
	C3	0,2228
	C4	0,1165
	C5	0,1170

4. Mendapatkan nilai akhir dari setiap alternatif

Nilai akhir dari setiap alternatif diperoleh dengan menjumlahkan seluruh nilai akhir dari setiap kriteria pada alternatif menurut Tabel 4.16. Perhitungan nilai akhir dari setiap alternatif disajikan sebagai berikut.

$$A1 = 0,1288 + 0,1326 + 0,2683 + 0,1275 + 0,1238 = 0,781.$$

$$A2 = 0,1320 + 0,1416 + 0,2732 + 0,1369 + 0,1646 = 0,848.$$

$$A3 = 0,1112 + 0,1199 + 0,2228 + 0,1165 + 0,1170 = 0,687.$$

Berdasarkan hasil perhitungan dapat dilihat bahwa alternatif A2 (OVO) memperoleh nilai akhir terbesar diikuti oleh alternatif A1 (Go-Pay) dan A3 (t-Cash).





BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kriteria merupakan bagian utama pada setiap pengambilan keputusan. Prioritas kriteria pun menjadi acuan dalam memperhitungkan alternatif terbaik. Berdasarkan tujuan dan hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Dengan menggunakan metode DEMATEL diperoleh kriteria kerjasama *merchant* dipengaruhi kemudahan registrasi dan layanan *customer service*. Kriteria layanan *top-up* dipengaruhi kerjasama *merchant*, kemudahan registrasi, dan layanan *customer service*. Kriteria promo dan penawaran menarik merupakan kelompok terpengaruh artinya dipengaruhi oleh kriteria lainnya. Sementara itu kriteria kemudahan registrasi dan layanan *customer service* adalah kelompok bagian kausal atau mempengaruhi kriteria lainnya.
2. Bobot dari tiap kriteria yang diperoleh menggunakan metode DANP adalah kerjasama *merchant* (0,16), promo dan penawaran menarik (0,17), layanan *top-up* (0,33), kemudahan registrasi (0,17), layanan *customer service* (0,17).
3. Alternatif terbaik pada pemilihan alat pembayaran elektronik (*e-wallet*) menggunakan metode SMART adalah OVO dengan perolehan nilai sebesar 0,848 diikuti oleh Go-Pay sebesar 0,781 dan t-Cash sebesar 0,687.

5.2 Saran

Saat ini terdapat berbagai macam metode dalam sistem pengambilan keputusan, termasuk metode dalam menentukan bobot dari setiap kriteria. Saran untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menggunakan metode lain diantaranya PM (*Profile Matching*) dan ARAS (*A New Additive Ratio Assessment*).



DAFTAR PUSTAKA

- Adiyanti, A.I. dan Pudjihardjo, M. 2015. Pengaruh Pendapatan, Manfaat, Kemudahan Penggunaan, Daya Tarik Promosi, dan Kepercayaan terhadap Minat menggunakan layanan E-money. *Jurnal Ilmu Ekonomi Universitas Brawijaya*.
- Chiu, W., Tzeng, G., dan Li, H. 2013. A New Hybrid MCDM Model Combining DANP with VIKOR to Improve E-Store Business. *Knowledge-Based Systems*, 37, 48-61.
- Fitriani, F.F. 2018. Presiden Go-Jek: Ada 22 Juta Pengguna Aktif, 30%-40% di Jakarta. <https://m.bisnis.com/amp/read/20180522/98/798148/presiden-go-jek-ada-22-juta-pengguna-aktif-30-40-di-jakarta>. Diakses 23 Mei 2019.
- Fontela, E. dan Gabus, A. 1973. DEMATEL, innovative methods, Technical report no. 2, Structural analysis of the world problematique. Betelle Geneva Research Institute.
- Hsien, T.W dan Chin C.W. 2009. Selecting management systems for sustainable development in SMEs: A novel hybrid model based on DEMATEL, ANP, and ZOGP. *Expert System with Applications*, 36, 1444-1458.
- Janko, W. 2005. Multi-Criteria Decision Making: "An Application Study of ELECTRE & TOPSIS", dalam *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (FUZZY MADM)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumadewi, S., Hartati, S., Harjoko, A., Wardoyo, R. 2006. *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (FUZZY MADM)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Maharrani, R.H., Syukur, A., dan Catur P. 2010. Penerapan Metode Analytical Hierarchi Process dalam Penerimaan Karyawan pada PT. Pasir Besi Indonesia, *Jurnal Teknologi Informasi*, Vol. 6, No. 1.
- Movanita, A. N. K. 2018. Dalam Setahun, Pengguna OVO Melonjak 400 Persen. <https://kompas.com/ekonomi/read/2018/12/20/153>

600326/dalam-setahun-pengguna-ovo-melonjak-400-persen.
Diakses 23 Mei 2019.

NN. 2018. Mengenal Berbagai Dompot Digital yang Lagi Tren di Indonesia. <https://economy.okezone.com/read/2018/12/28/320/1997097/mengenal-berbagai-dompot-digital-yang-lagi-tren-di-indonesia>. Diakses 3 April 2019.

Ou-Yang, Y., How-Ming S., Leu, J., dan Tzeng. 2007. A Novel Hybrid MCDM Model Combined with DEMATEL and ANP with Applications. *International Journal of Operations Research* Vol. 5, No. 3, 160-168.

Risawandi dan Rahim, R. 2016. "Studi of the Simple Multi-Attribute Rating Technique for Decision Support". *International Journal of Scientific Research in Science and Technology (IJSRST)*, Vol. 2, No. 6, 491-494.

Ryan, T. 2013. *Sample Size Determination and Power*. John Wiley and Sons Inc, United State.

Saaty, T.L. 1996. *Decision Making with Dependence and Feedback The Analytic Network Process: The Organization and Prioritization of Complexity*, RWS Publications, Pittsburgh PA, 1996. pp 362-370.

Saaty, T.L. 1999. *Fundamentals of The Analytic Network Process*. USA: University of Pittsburgh.

Sarwono. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Sari, F. 2018. Juli 2018, Pengguna TCash Tembus 25 Juta. <https://kontan.co.id/news/juli-2018-pengguna-tcash-tembus-25-juta>. Diakses 23 Mei 2019.

Sumbuasih, N. 2017. *Pemilihan Kriteria Dominan sebagai Strategi untuk Meningkatkan Bisnis Kuliner Menggunakan Kombinasi Metode DEMATEL-based ANP (DANP) dan VIKOR*. Skripsi. Program Studi Matematika, Universitas Brawijaya, Malang.

- Turban, E., Aronson, E.J., dan Liang. 2001. Ting Peng, Decision Support System and Intelligent System. 6th Edition. Upper Saddle River: Prentice-Hall.
- Tzeng, G dan Chang, H. 2010. A Causal Decision Making Model for Knowledge Management Capabilities to Innovation Performance in Taiwan's High-Tech Industry. *Journal of Technology Management & Innovation*, 5, hal. 138-144.
- Wu, W.W dan Lee, Y.T. 2007. Developing global managers' competencies using the fuzzy DEMATEL method. *Expert Systems with Applications* 32, 499-507.





Lampiran 1. Kuesioner metode DEMATEL.

Isilah kuesioner berikut dengan cara memilih skor 0 sampai 4 pada jawaban yang anda pilih.

Keterangan:

0 = Tidak mempengaruhi

1 = Kurang mempengaruhi

2 = Cukup mempengaruhi

3 = Kuat mempengaruhi

4 = Sangat kuat mempengaruhi

Hubungan pengaruh antar kriteria	Skor				
	0	1	2	3	4
Kerjasama <i>merchant</i> terhadap promo dan penawaran menarik					
Kerjasama <i>merchant</i> terhadap layanan <i>top-up</i>					
Kerjasama <i>merchant</i> terhadap kemudahan registrasi					
Kerjasama <i>merchant</i> terhadap layanan <i>customer service</i>					
Promo dan penawaran menarik terhadap kerjasama <i>merchant</i>					
Promo dan penawaran menarik terhadap layanan <i>top-up</i>					
Promo dan penawaran menarik terhadap kemudahan registrasi					
Promo dan penawaran menarik terhadap layanan <i>customer service</i>					

Lampiran 1. Lanjutan.

Hubungan pengaruh antar kriteria	Skor				
	0	1	2	3	4
Layanan <i>top-up</i> terhadap kerjasama <i>merchant</i>					
Layanan <i>top-up</i> terhadap promo dan penawaran menarik					
Layanan <i>top-up</i> terhadap kemudahan registrasi					
Layanan <i>top-up</i> terhadap layanan <i>customer service</i>					
<hr/>					
Kemudahan registrasi terhadap kerjasama <i>merchant</i>					
Kemudahan registrasi terhadap promo dan penawaran menarik					
Kemudahan registrasi terhadap layanan <i>top-up</i>					
Kemudahan registrasi terhadap layanan <i>customer service</i>					
<hr/>					
Layanan <i>customer service</i> terhadap kerjasama <i>merchant</i>					
Layanan <i>customer service</i> terhadap promo dan penawaran menarik					
Layanan <i>customer service</i> terhadap layanan <i>top-up</i>					
Layanan <i>customer service</i> terhadap kemudahan registrasi					

Lampiran 2. Hasil kuesioner metode DEMATEL.

Matriks hubungan langsung diperoleh dari hasil pengolahan kuesioner DEMATEL. Hasil kuesioner DEMATEL disajikan sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil Kuesioner terhadap Kriteria A.

Skor	0	1	2	3	4
A	0	0	0	0	0
B	2	2	8	29	59
C	1	8	23	39	29
D	2	5	28	31	34
E	3	4	35	39	19

Tabel 2. Hasil Kuesioner terhadap Kriteria B.

Skor	0	1	2	3	4
A	1	1	15	28	55
B	0	0	0	0	0
C	0	2	14	40	44
D	3	6	24	36	31
E	4	8	26	35	27

Tabel 3. Hasil Kuesioner terhadap Kriteria C.

Skor	0	1	2	3	4
A	1	6	24	37	32
B	0	4	13	32	51
C	0	0	0	0	0
D	2	8	26	37	27
E	4	8	36	32	20

Lampiran 2. Lanjutan.

Tabel 4. Hasil Kuesioner terhadap Kriteria D.

Skor	0	1	2	3	4
A	1	5	30	39	25
B	1	2	20	43	34
C	0	5	25	40	30
D	0	0	0	0	0
E	2	6	31	41	20

Tabel 5. Hasil Kuesioner terhadap Kriteria E.

Skor	0	1	2	3	4
A	2	7	26	34	31
B	1	4	24	39	32
C	0	8	20	43	29
D	2	6	23	39	30
E	0	0	0	0	0

Lampiran 3. Menentukan matriks hubungan total antar kriteria (T_C),

Untuk menentukan matriks hubungan total antar kriteria (T_C) menggunakan bantuan *software* MAPLE sebagai berikut.

> *restart*;

> *with(LinearAlgebra)* :

>

$G := \text{Matrix}([[0, 0.2627, 0.2298, 0.2212, 0.2235], [0.2675, 0, 0.2588, 0.2408, 0.2329], [0.2251, 0.2557, 0, 0.2314, 0.2298], [0.2275, 0.2243, 0.2188, 0, 0.21267], [0.2094, 0.2141, 0.2008, 0.2125, 0]])$;

$$G := \begin{bmatrix} 0 & 0.2627 & 0.2298 & 0.2212 & 0.2235 \\ 0.2675 & 0 & 0.2588 & 0.2408 & 0.2329 \\ 0.2251 & 0.2557 & 0 & 0.2314 & 0.2298 \\ 0.2275 & 0.2243 & 0.2188 & 0 & 0.21267 \\ 0.2094 & 0.2141 & 0.2008 & 0.2125 & 0 \end{bmatrix}$$

> $B := \text{IdentityMatrix}(5)$;

$$B := \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

> $A := B - G$;

$A := [[1., -0.2627000000000000, -0.2298000000000000, -0.2212000000000000, -0.2235000000000000], [-0.2675000000000000, 1., -0.2588000000000000, -0.2408000000000000, -0.2329000000000000], [-0.2251000000000000, -0.2557000000000000, 1., -0.2314000000000000, -0.2298000000000000], [-0.2275000000000000, -0.2243000000000000, -0.2188000000000000, 1., -0.2126700000000000], [-0.2094000000000000, -0.2141000000000000, -0.2008000000000000, -0.2125000000000000, 1.]]$

> $C := \text{MatrixInverse}(A)$;

$C := [[3.23024419415437, 2.48915277703486, 2.37542235263787, 2.36298515260085, 2.35009136820473],$
 $[2.55834138253245, 3.40105143023792, 2.50897916046148, 2.49034805669352, 2.47007990938947],$
 $[2.42059658365056, 2.49131830221812, 3.19500283323479, 2.37634330670694, 2.36081995114722],$
 $[2.30627963493985, 2.35265893635785, 2.26087893381067, 3.07518593909293, 2.23693753734339],$
 $[2.20029424067787, 2.24959044178648, 2.15657922124549, 2.15863935793670, 2.97035511397819]]$

➤ $T_c := \text{Multiply}(G, C);$

$T_c := [[2.23024419415437, 2.48915277703486, 2.37542235263787, 2.36298515260085, 2.35009136820473],$
 $[2.55834138253245, 2.40105143023792, 2.50897916046148, 2.49034805669352, 2.47007990938947],$
 $[2.42059658365056, 2.49131830221812, 2.19500283323479, 2.37634330670694, 2.36081995114722],$
 $[2.30627963493985, 2.35265893635785, 2.26087893381067, 2.07518593909293, 2.23693753734339],$
 $[2.20029424067787, 2.24959044178648, 2.15657922124549, 2.15863935793670, 1.97035511397819]]$



Lampiran 4. Membangun matriks hubungan total antar dimensi (T_D).

Matriks hubungan total antar dimensi (T_D) diperoleh dengan menjumlahkan elemen pada tiap dimensi dari matriks total antar kriteria (T_C) kemudian dibagi dengan banyaknya elemen pada dimensi tersebut. Matriks total antar kriteria (T_C) yang dikelompokkan berdasarkan dimensi yang sudah ditentukan disajikan sebagai berikut.

Kriteria	A	B	C	D	E
A	2,230	2,489	2,375	2,363	2,350
B	2,558	2,401	2,509	2,490	2,470
C	2,421	2,491	2,195	2,376	2,361
D	2,306	2,353	2,261	2,075	2,237
E	2,200	2,250	2,157	2,159	1,970

Lampiran 5. Limiting supermatrix.

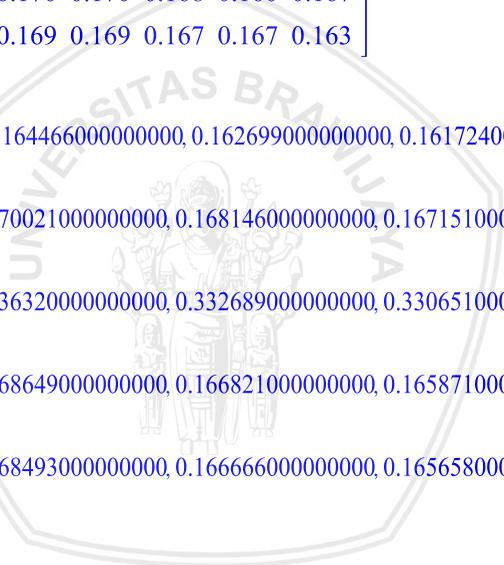
- > restart;
- > with(LinearAlgebra) :
- >

Weighted := Matrix([[0.157, 0.167, 0.164, 0.163, 0.163], [0.169, 0.166, 0.170, 0.168, 0.168],
[0.337, 0.337, 0.329, 0.334, 0.334], [0.170, 0.170, 0.168, 0.160, 0.167], [0.169, 0.169,
0.167, 0.167, 0.163]]);

$$Weighted := \begin{bmatrix} 0.157 & 0.167 & 0.164 & 0.163 & 0.163 \\ 0.169 & 0.166 & 0.170 & 0.168 & 0.168 \\ 0.337 & 0.337 & 0.329 & 0.334 & 0.334 \\ 0.170 & 0.170 & 0.168 & 0.160 & 0.167 \\ 0.169 & 0.169 & 0.167 & 0.167 & 0.163 \end{bmatrix}$$

- > $P := Weighted^2$;
- $P := [[0.163397000000000, 0.164466000000000, 0.162699000000000, 0.161724000000000,$
 $0.162213000000000],$
 $[0.168829000000000, 0.170021000000000, 0.168146000000000, 0.167151000000000,$
 $0.167655000000000],$
 $[0.333961000000000, 0.336320000000000, 0.332689000000000, 0.330651000000000,$
 $0.331653000000000],$
 $[0.167459000000000, 0.168649000000000, 0.166821000000000, 0.165871000000000,$
 $0.166323000000000],$
 $[0.167310000000000, 0.168493000000000, 0.166666000000000, 0.165658000000000,$
 $0.166175000000000]]$

- > $Q := Weighted^3$;



$Q := [[[0.163184723000000, 0.164325295000000, 0.162543502000000, 0.161570876000000, 0.162054092000000],$
 $[0.168654269000000, 0.169832496000000, 0.167991313000000, 0.166985964000000, 0.167485401000000],$
 $[0.333646177000000, 0.335976827000000, 0.332334104000000, 0.330345740000000, 0.331333685000000],$
 $[0.167318078000000, 0.168486721000000, 0.166659984000000, 0.165662364000000, 0.166158169000000],$
 $[0.167154864000000, 0.168322485000000, 0.166497533000000, 0.165501303000000, 0.165996209000000]]]$

> $R := \text{Weighted}^A;$

$R := [[[0.163022327008000, 0.164161198353000, 0.162381347412000, 0.161409662601000, 0.161892442365000],$
 $[0.168486131187000, 0.169663176389000, 0.167823670332000, 0.166819419924000, 0.167318380068000],$
 $[0.333313295165000, 0.335641826454000, 0.332002763549000, 0.330016068318000, 0.331003153758000],$
 $[0.167150941144000, 0.168318661761000, 0.166493733473000, 0.165497442961000, 0.165992446833000],$
 $[0.166988063065000, 0.168154644250000, 0.166331494310000, 0.165336171717000, 0.165830696002000]]]$

> $S := \text{Weighted}^{\hat{S}};$

$S := [[0.162859727341612, 0.163997467016633, 0.162219389839793, 0.161248674552331, 0.161730972421078],$
 $[0.168318083926556, 0.169493955709259, 0.167656285058614, 0.166653035566917, 0.167151497986113],$
 $[0.332980851926806, 0.335307059399094, 0.331671626266871, 0.329686914589999, 0.330673014453193],$
 $[0.166984228595765, 0.168150782021922, 0.166327674198162, 0.165332375057173, 0.165826887370568],$
 $[0.166821511178153, 0.167986927876053, 0.166165596573940, 0.165171267320189, 0.165665297738200]]$



Lampiran 6. Kuesioner metode SMART.

Isilah kuesioner berikut dengan cara memilih skor 1 sampai 5 pada jawaban yang anda pilih.

Keterangan:

1 = Tidak baik

2 = Kurang baik

3 = Cukup baik

4 = Baik

5 = Sangat baik

Penilaian terhadap alternatif Go-Pay	Skor				
	1	2	3	4	5
Kerjasama <i>merchant</i>					
Promo dan penawaran menarik					
Layanan <i>top-up</i>					
Kemudahan registrasi					
Layanan <i>customer service</i>					
Penilaian terhadap alternatif OVO	Skor				
	1	2	3	4	5
Kerjasama <i>merchant</i>					
Promo dan penawaran menarik					
Layanan <i>top-up</i>					
Kemudahan registrasi					
Layanan <i>customer service</i>					
Penilaian terhadap alternatif t-Cash	Skor				
	1	2	3	4	5
Kerjasama <i>merchant</i>					
Promo dan penawaran menarik					
Layanan <i>top-up</i>					
Kemudahan registrasi					
Layanan <i>customer service</i>					

Lampiran 7. Hasil kuesioner metode SMART.

Nilai parameter pada setiap kriteria untuk setiap alternatif diperoleh dari hasil pengolahan kuesioner SMART. Hasil kuesioner SMART disajikan sebagai berikut.

A1	Skor				
	1	2	3	4	5
A	0	1	17	41	41
B	0	5	22	29	44
C	0	2	17	35	46
D	0	6	22	38	34
E	0	4	33	31	32
A2	Skor				
	1	2	3	4	5
A	0	2	13	38	47
B	0	2	9	23	66
C	0	2	16	31	51
D	0	1	21	43	45
E	2	2	29	41	36
A3	Skor				
	1	2	3	4	5
A	0	4	39	32	25
B	0	10	38	24	28
C	0	6	32	36	26
D	1	6	37	30	26
E	0	3	40	36	21