

BAB III

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

3.1 Analisis Sistem

E-Wallet kini telah menjadi komponen penting dalam ekosistem transaksi digital masyarakat modern. Platform seperti DANA, OVO, ShopeePay, GoPay, dan LinkAja semakin banyak digunakan untuk menunjang berbagai aktivitas ekonomi sehari-hari, mulai dari pembayaran belanja daring (*e-commerce*), pembayaran tagihan bulanan seperti listrik dan air, hingga transaksi di gerai fisik melalui sistem pembayaran berbasis *QR code*. Tingginya adopsi e-wallet mencerminkan pergeseran perilaku masyarakat dalam memilih metode transaksi yang lebih cepat, praktis, dan aman. Dalam konteks perkembangan tersebut, pemahaman terhadap tingkat kecenderungan penggunaan e-wallet oleh masyarakat menjadi hal yang krusial. Hal ini tidak hanya mencerminkan popularitas suatu layanan, tetapi juga dapat menggambarkan preferensi pengguna berdasarkan berbagai faktor, seperti frekuensi penggunaan, nilai dan volume transaksi, intensitas promosi, tingkat kepuasan layanan, serta faktor fungsional maupun emosional yang mendorong pemilihan suatu platform e-wallet.

Penelitian ini mengacu pada artikel dari (31) yang berjudul “E-Wallet, Riset Awal 2024: Dompot Digital Indonesia”. Artikel tersebut menyajikan hasil riset yang dilakukan oleh NeuroSensum terhadap 1.000 responden pengguna aktif *e-commerce* berusia 19-45 tahun di delapan kota besar Indonesia. Data dikumpulkan melalui metode survei deskriptif menggunakan kuesioner daring dan diolah secara statistik untuk menggambarkan frekuensi penggunaan, tingkat kepuasan serta alasan utama pengguna memilih layanan e-wallet tertentu. Dalam penelitian tersebut, sebanyak lima belas penyedia layanan e-wallet dianalisis berdasarkan tujuh atribut utama, yaitu :

1. Volume Transaksi Pengguna
2. Nilai Transaksi Pengguna
3. Penetrasi Pengguna

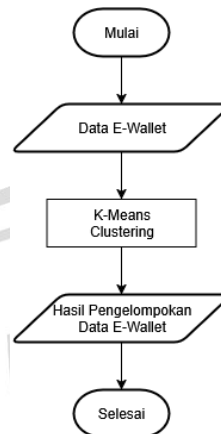
4. Frekuensi Penggunaan per Bulan
5. E-wallet yang Paling Sering Digunakan
6. Intensitas Promosi E-wallet
7. Persentase Kepuasan Penggunaan

Permasalahan utama dari artikel tersebut adalah bahwa data yang disajikan hanya bersifat deskriptif berupa persentase dan peringkat popularitas e-wallet tanpa adanya proses analisis lanjutan untuk mengelompokkan e-wallet berdasarkan tingkat kecenderungan penggunaannya. Akibatnya, hasil penelitian hanya menunjukkan e-wallet mana yang paling banyak digunakan, tetapi belum mampu menjelaskan perbedaan karakteristik pengguna pada masing-masing kelompok, seperti e-wallet yang sering digunakan, jarang digunakan, atau sangat jarang sekali digunakan. Selain itu, data yang digunakan masih bersifat umum dan belum diolah secara terstruktur sehingga belum dapat memberikan gambaran yang menyeluruh dan terarah mengenai tingkat kecenderungan penggunaan e-wallet. Oleh karena itu, dibutuhkan analisis lebih lanjut terhadap data yang ada agar dapat mengidentifikasi kelompok e-wallet berdasarkan tingkat kecenderungan penggunaannya sehingga hasilnya mampu memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai perilaku dan segmentasi pengguna e-wallet.

3.2 Hasil Analisis Sistem

Hasil analisis sistem pada penelitian ini menunjukkan bahwa diperlukan sebuah sistem yang mampu mengelompokkan e-wallet berdasarkan tingkat kecenderungan penggunaannya. Sistem ini dirancang untuk membantu proses analisis perilaku pengguna e-wallet sehingga dapat diketahui kelompok pengguna dengan tingkat penggunaan tinggi, sedang, maupun rendah. Sistem ini akan menghasilkan hasil pengelompokan data penggunaan e-wallet dengan mengimplementasikan metode *K-Means Clustering*. Metode *K-Means Clustering* merupakan salah satu metode analisis data yang digunakan untuk mengelompokkan data ke dalam beberapa klaster berdasarkan tingkat kesamaan karakteristik pada atribut yang dianalisis.

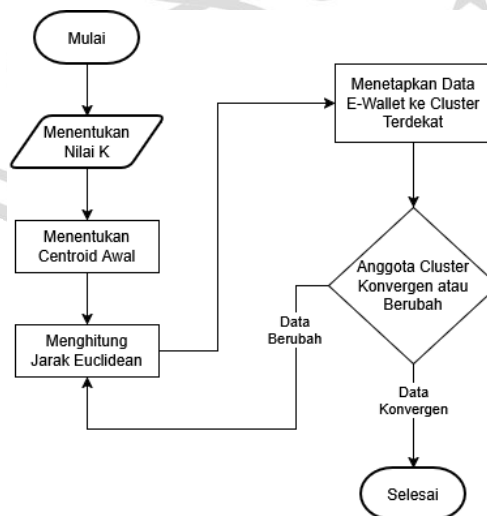
Berikut ini merupakan diagram alir Sistem Pengelompokan E-Wallet Berdasarkan Tingkat Kecenderungan Penggunaannya ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Sistem

Gambar 3.1 menjelaskan tahap analisis yang dimulai dengan memasukkan data e-wallet. Kemudian sistem akan memulai proses analisis menggunakan metode *K-Means*. Setelah proses *clustering* selesai maka sistem akan menampilkan hasil pengelompokan data e-wallet.

Adapun diagram alir dari Sistem Pengelompokan E-Wallet Berdasarkan Tingkat Kecenderungan Penggunaannya dengan menggunakan metode *K-Means* seperti yang terlihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Diagram Alir Metode *K-Means*

Penjelasan diagram alir Gambar 3.2 sebagai berikut :

- Menentukan jumlah *cluster* (nilai *k*) yang diinginkan.
- Menentukan *centroid* awal dari jumlah data.
- Melakukan proses perhitungan jarak *Euclidean*.
- Setelah melakukan perhitungan, kemudian menetapkan data ke *cluster* terdekat.
- Setelah menetapkan data ke *cluster* terdekat, kemudian melakukan perhitungan lagi hingga iterasi akhirnya tidak berubah / konvergen, setelah itu proses dihentikan.

3.3 Representasi Model

Data yang digunakan adalah Data hasil survei dari Katadata Insight Center Lembaga Survei Resmi Indonesia tahun 2024, disajikan pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Data Survei E-wallet Katadata Insight Center Tahun 2024

No	E-Wallet	VTP	NTP	PPE	FPE	PSD	IPE	PKP
1	DANA	20	18	53	12,2	14	13	75,6
2	ShopeePay	29	33	68	14,4	35	42	53,2
3	OVO	25	24	62	13,5	27	25	80,4
4	GoPay	21	19	54	13,1	20	16	87
5	LinkAja	6	6	23	8,2	5	4	47,5
6	Isaku	3	3	15	6,5	3	3	50,1
7	Kaspro	2	2	10	5,1	2	2	47,2
8	AstraPay	5	5	18	7,3	4	5	69,8
9	PayPal	4	6	20	6,8	4	4	74,5
10	JeniusPay	3	4	14	6,2	3	4	71,2
11	DOKU Wallet	6	5	22	8,5	5	6	76,9
12	BCA Sakuku	7	6	24	8,9	6	7	78,4
13	FlipPay	4	5	19	7,1	4	5	73,6
14	OY! Indonesia	2	3	11	5,4	2	3	66,3
15	TrueMoney	1	1	8	4,2	1	2	44,7

Keterangan :

VTP : Volume Transaksi Pengguna (%)

NTP : Nilai Transaksi Pengguna (%)

PPE : Penetrasi Pengguna E-Wallet (%)

FPE : Frekuensi Penggunaan E-Wallet (per Bulan)

PSD : Paling Sering Digunakan (%)

IPE : Intensitas Promosi E-Wallet (%)

PKP : Persentase Kepuasan Pengguna (%)

Dalam tahap ini akan dilakukan proses utama yaitu segmentasi data dengan metode *K-means*. Berikut ini merupakan jumlah data set sebanyak $N = 15$ data yaitu jumlah banyaknya e-wallet dan jumlah inisialisasi *centroid* yang akan digunakan adalah $K = 3$.

Perhitungan metode *K-Means* akan menggunakan data pada tabel 3.1.

Berikut langkah – langkah yang perlu dilakukan dalam menerapkan metode *K-Means* dalam pengolahan data:

1. Menentukan *cluster* awal, jumlah inisialisasi *cluster* yang akan digunakan adalah $K = 3$. Dan untuk penentuan *centroid* awal dilakukan secara acak (random) dari 15 data e-wallet :

Tabel 3. 2 Pusat *Centroid* Awal

Data ke 2	C1	29	33	68	14,4	35	42	53,2
Data ke 6	C2	3	3	15	6,5	3	3	50,1
Data ke 15	C3	1	1	8	4,2	1	2	44,7

2. Menghitung jarak *Euclidean* setiap data yang ada terhadap setiap pusat *cluster* menggunakan rumus persamaan (2.1).

Jarak nilai terhadap C1 :

D1c1:

$$\sqrt{(20 - 29)^2 + (18 - 33)^2 + (53 - 68)^2 + (12,2 - 14,4)^2 + (14 - 35)^2 + (13 - 42)^2 + (75,6 - 53,2)^2}$$

$$= 48,1622$$

Jarak nilai terhadap C2 :

D2c2:

$$\sqrt{(20 - 3)^2 + (18 - 3)^2 + (53 - 15)^2 + (12,2 - 6,5)^2 + (14 - 3)^2 + (13 - 3)^2 + (75,6 - 50,1)^2}$$

$$= 53,4952$$

Jarak nilai terhadap C3 :

D3c3:

$$\sqrt{(20 - 1)^2 + (18 - 1)^2 + (53 - 8)^2 + (12,2 - 4,2)^2 + (14 - 1)^2 + (13 - 2)^2 + (75,6 - 44,7)^2}$$

$$= 63,1174$$

Perhitungan jarak data terhadap *cluster* selanjutnya sama seperti perhitungan jarak data terhadap *cluster* sebelumnya. Maka hasil yang diperoleh yaitu terlihat pada Tabel 3.3 sebagai berikut ini :

Tabel 3. 3 Tabel jarak dan *Cluster* pada iterasi 1

No	D1C1	D2C2	D3C3	Jarak Terdekat	<i>Cluster</i>
1	48,1622	53,4952	63,1174	48,1622	1
2	0,0000	83,6781	91,3252	0,0000	1
3	35,0236	71,8407	81,1602	35,0236	1
4	50,0113	62,9617	72,5638	50,0113	1

5	75,4846	9,8311	17,8561	9,8311	2
6	83,6781	0,0000	9,8209	0,0000	2
7	88,6876	6,2746	3,7497	3,7497	3
8	80,7216	20,2665	28,1002	20,2665	2
9	81,0830	25,1486	32,9515	25,1486	2
10	85,3946	21,1731	27,6270	21,1731	2
11	78,8765	28,2354	36,3913	28,2354	2
12	76,6830	30,6211	39,0484	30,6211	2
13	81,2985	24,0543	31,7430	24,0543	2
14	87,9807	16,7824	22,0000	16,7824	2
15	91,3252	9,8209	0,0000	0,0000	3

3. Setelah mengetahui anggota tiap-tiap *cluster* kemudian kita menetapkan data ke klaster terdekat yang dihitung berdasarkan data anggota tiap *cluster* yang sesuai dengan rumus pusat anggota *cluster* baru. Adapun rumus mencari *centroid* baru menggunakan persamaan (2.2) sebagai berikut:

Tabel 3. 4 Data yang Tergabung Pada *Cluster* 1

No	E-Wallet	<i>Cluster</i> 1						
		VTP	NTP	PPE	FPE	PSD	IPE	PKP
1	DANA	20	18	53	12,2	14	13	75,6
2	ShopeePay	29	33	68	14,4	35	42	53,2
3	OVO	25	24	62	13,5	27	25	80,4
4	GoPay	21	19	54	13,1	20	16	87

$$C_{VTP} = \frac{20+29+25+21}{4} = \frac{95}{4} = 23,75$$

$$C_{NTP} = \frac{18+33+24+19}{4} = \frac{94}{4} = 23,5$$

$$C_{PPE} = \frac{53+68+62+54}{4} = \frac{237}{4} = 59,25$$

$$C_{FPE} = \frac{12,2+14,4+13,5+13,1}{4} = \frac{53,2}{4} = 13,3$$

$$C_{PSD} = \frac{14+35+27+20}{4} = \frac{96}{4} = 24$$

$$C_{IPE} = \frac{13+42+25+16}{4} = \frac{96}{4} = 24$$

$$C_{PKP} = \frac{75,6+53,2+80,4+87}{4} = \frac{296,2}{4} = 74,05$$

Hasil *centroid* baru dari *cluster* 1 seperti pada Tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Hasil *Centroid* Baru Pada *Cluster* 1

<i>Cluster</i> 1						
VTP	NTP	PPE	FPE	PSD	IPE	PKP
23,75	23,5	59,25	13,3	24	24	74,05

Selanjutnya *cluster* 2, ada 9 data yang tergabung (N_i) didalamnya.

Tabel 3. 6 Data yang Tergabung Pada *Cluster* 2

No	E-Wallet	<i>Cluster</i> 2						
		VTP	NTP	PPE	FPE	PSD	IPE	PKP
1	LinkAja	6	6	23	8,2	5	4	47,5
2	Isaku	3	3	15	6,5	3	3	50,1
3	AstraPay	5	5	18	7,3	4	5	69,8
4	PayPal	4	6	20	6,8	4	4	74,5
5	JeniusPay	3	4	14	6,2	3	4	71,2
6	DOKU Wallet	6	5	22	8,5	5	6	76,9
7	BCA Sakuku	7	6	24	8,9	6	7	78,4
8	FlipPay	4	5	19	7,1	4	5	73,6
9	OY! Indonesia	2	3	11	5,4	2	3	66,3

$$C_{VTP} = \frac{6+3+5+4+3+6+7+4+2}{9} = \frac{40}{9} = 4,44$$

$$C_{NTP} = \frac{6+3+5+6+4+3+6+5+3}{9} = \frac{43}{9} = 4,78$$

$$C_{PPE} = \frac{23+15+18+20+14+22+24+19+11}{9} = \frac{166}{9} = 18,44$$

$$C_{FPE} = \frac{8,2+6,5+7,3+6,8+6,2+8,5+8,9+7,1+5,4}{9} = \frac{64,9}{9} = 7,21$$

$$C_{PSD} = \frac{5+3+4+4+3+5+6+4+2}{9} = \frac{36}{9} = 4$$

$$C_{IPE} = \frac{4+3+5+4+4+6+7+5+3}{9} = \frac{41}{9} = 4,56$$

$$C_{PKP} = \frac{47,5+50,1+69,8+74,5+71,2+76,9+78,4+73,6+66,3}{9} = \frac{608,3}{9} = 67,59$$

Hasil *centroid* baru dari *cluster 2* seperti pada tabel 3.7.

Tabel 3. 7 Hasil *Centroid* Baru Pada *Cluster 2*

Cluster 2						
VTP	NTP	PPE	FPE	PSD	IPE	PKP
4,44	4,78	18,44	7,21	4	4,56	67,59

Selanjutnya *cluster 3*, ada 2 data yang bergabung (*Ni*) didalamnya.

Tabel 3. 8 Data yang Tergabung Pada *Cluster 3*

No	E-Wallet	Cluster 3						
		VTP	NTP	PPE	FPE	PSD	IPE	PKP
1	Kaspro	2	2	10	5,1	2	2	47,2
2	TrueMoney	1	1	8	4,2	1	2	44,7

$$C_{VTP} = \frac{2+1}{2} = 1,5$$

$$C_{PSD} = \frac{2+1}{2} = 1,5$$

$$C_{NTP} = \frac{2+1}{2} = 1,5$$

$$C_{IPE} = \frac{2+2}{2} = 2$$

$$C_{PPE} = \frac{10+8}{2} = 9$$

$$C_{PKP} = \frac{47,2+44,7}{2} = 45,95$$

$$C_{FPE} = \frac{5,1+4,2}{2} = 4,65$$

Hasil *centroid* baru dari *cluster* 3 seperti Tabel 3.9.

Tabel 3. 9 Hasil *Centroid* Baru Pada *Cluster* 3

Cluster 3						
VTP	NTP	PPE	FPE	PSD	IPE	PKP
1,5	1,5	9	4,65	1,5	2	45,95

Tabel 3. 10 Hasil *Centroid* Baru Pada Iterasi 1

Centroid	VTP	NTP	PPE	FPE	PSD	IPE	PKP
C1	23,75	23,5	59,25	13,3	24	24	74,05
C2	4,44	4,78	18,44	7,21	4	4,56	67,59
C3	1,5	1,5	9	4,65	1,5	2	45,95

Setelah menentukan titik pusat yang baru kita akan menghitung jarak di setiap data terhadap pusat *cluster*. Kemudian menentukan *cluster* dengan jarak terdekat pada masing-masing data. Berikut ini tabel 3.11 dengan perhitungan sebagai berikut :

Jarak nilai terhadap C1:

D1c1:

$$\sqrt{(20 - 23,75)^2 + (18 - 23,5)^2 + (53 - 59,25)^2 + (12,2 - 13,3)^2 + (14 - 24)^2 + (13 - 24)^2 + (75,6 - 74,05)^2}$$

$$= 17,5496$$

Jarak nilai terhadap C2:

D2c2:

$$\sqrt{(20 - 4,44)^2 + (18 - 4,78)^2 + (53 - 18,44)^2 + (12,2 - 7,21)^2 + (14 - 4)^2 + (13 - 4,56)^2 + (75,6 - 67,59)^2}$$

$$= 43,2581$$

Jarak nilai terhadap C3:

D3c3:

$$\sqrt{(20 - 1,5)^2 + (18 - 1,5)^2 + (53 - 9)^2 + (12,2 - 4,65)^2 + (14 - 1,5)^2 + (13 - 2)^2 + (75,6 - 45,95)^2}$$

$$= 61,3504$$

Tabel 3. 11 Tabel jarak dan *Cluster* pada iterasi 2

No	D ₁ C ₁	D ₂ C ₂	D ₃ C ₃	Jarak Terdekat	<i>Cluster</i>	Perubahan
1	17,5496	43,2581	61,3504	17,5496	1	tidak
2	32,7919	80,4800	89,9965	32,7919	1	tidak
3	7,7290	61,9658	79,4473	7,7290	1	tidak
4	17,4103	50,3885	70,7549	17,4103	1	tidak
5	58,5430	20,7489	16,3632	16,3632	3	iya
6	65,6561	18,0803	8,0246	8,0246	3	iya
7	71,5335	22,7089	1,8748	1,8748	3	tidak
8	56,6607	2,3770	26,3931	2,3770	2	tidak
9	55,4917	7,2355	31,2646	7,2355	2	tidak
10	61,3018	6,1494	26,0713	6,1494	2	tidak
11	52,5456	10,3226	34,6767	10,3226	2	tidak
12	49,8062	12,9845	37,3070	12,9845	2	tidak
13	56,1428	6,0744	30,0712	6,0744	2	tidak
14	65,3364	8,7130	20,5532	8,7130	2	tidak
15	74,8840	26,1481	1,8748	1,8748	3	tidak

Maka hasil dari tabel 3.11 diatas, untuk *cluster* pertama ada 4 data e-wallet, *cluster* ke dua mempunyai 7 data e-wallet, *cluster* ke tiga mempunyai 4 data e-wallet.

4. Setelah mengetahui hasil *cluster* masih mengalami perubahan maka kita mengulangi langkah tersebut sampai posisi *cluster* tidak mengalami perubahan / konvergen. Selanjutnya melakukan proses perhitungan berdasarkan data anggota tiap *cluster* yang sesuai dengan rumus pusat anggota *cluster* baru sehingga didapatkan perhitungan. Yang terlihat pada tabel 3.12 Sebagai berikut :

Tabel 3. 12 Hasil *Centroid* Baru Pada Iterasi 2

Centroid	VTP	NTP	PPE	FPE	PSD	IPE	PKP
C1	23,75	23,5	59,25	13,3	24	24	74,05
C2	4,43	4,86	18,29	7,17	4,00	4,86	72,96
C3	3	3	14	6	2,75	2,75	47,38

Setelah menentukan titik pusat yang baru kita akan menghitung jarak di setiap data terhadap pusat *cluster*. Kemudian menentukan *cluster* dengan jarak terdekat pada masing-masing data.

Jarak nilai terhadap C1:

D1c1:

$$\sqrt{(20 - 23,75)^2 + (18 - 23,5)^2 + (53 - 59,25)^2 + (12,2 - 13,3)^2 + (14 - 24)^2 + (13 - 24)^2 + (75,6 - 74,05)^2}$$

$$= 17,5496$$

Jarak nilai terhadap C2:

D2c2:

$$\sqrt{(20 - 4,43)^2 + (18 - 4,86)^2 + (53 - 18,29)^2 + (12,2 - 7,17)^2 + (14 - 4,00)^2 + (13 - 4,86)^2 + (75,6 - 72,96)^2}$$

$$= 42,6481$$

Jarak nilai terhadap C3:

D3c3:

$$\sqrt{(20 - 3)^2 + (18 - 3)^2 + (53 - 14)^2 + (12,2 - 6)^2 + (14 - 2,75)^2 + (13 - 2,75)^2 + (75,6 - 47,38)^2}$$

$$= 55,6930$$

Tabel 3. 13 Tabel jarak dan *Cluster* pada Iterasi 3

No	D ₁ C ₁	D ₂ C ₂	D ₃ C ₃	Jarak Terdekat	<i>Cluster</i>	Perubahan
1	17,5496	42,6481	55,6930	17,5496	1	tidak
2	32,7919	81,5504	84,7179	32,7919	1	tidak
3	7,7290	61,0799	73,8852	7,7290	1	tidak
4	17,4103	48,6072	65,3734	17,4103	1	tidak
5	58,5430	26,0165	10,5110	10,5110	3	tidak
6	65,6561	23,3160	2,9666	2,9666	3	tidak
7	71,5335	27,6152	4,4683	4,4683	3	tidak
8	56,6607	3,2300	23,1343	3,2300	2	tidak
9	55,4917	2,7716	28,0273	2,7716	2	tidak
10	61,3018	5,1874	23,8809	5,1874	2	tidak
11	52,5456	5,9919	31,1545	5,9919	2	tidak
12	49,8062	9,0430	33,5348	9,0430	2	tidak
13	56,1428	1,0738	26,9367	1,0738	2	tidak
14	65,3364	10,8320	19,2130	10,8320	2	tidak
15	74,8840	30,9336	7,6171	7,6171	3	tidak

Maka hasil dari tabel 3.13 diatas, untuk *cluster* pertama ada 4 data e-wallet, *cluster* ke dua mempunyai 7 data e-wallet, *cluster* ke tiga mempunyai 4 data e-wallet.

Setelah mengetahui hasil *cluster* tidak mengalami perubahan maka iterasi dihentikan. Karena ke 3 posisi *cluster* tidak berubah maka iterasi dihentikan dan hasil akhir yang diperoleh 3 *cluster* yaitu :

1. *Cluster* pertama ada 4 data e-wallet, yaitu data ke : 1,2,3,4.
2. *Cluster* ke dua mempunyai 7 data e-wallet, yaitu data ke : 8,9,10,11,12,13,14.
3. *Cluster* ketiga mempunyai 4 data e-wallet, yaitu data ke : 5,6,7,15

Setelah mendapatkan hasil *clustering*, maka selanjutnya dilakukan pengelompokan data e-wallet. Untuk mengetahui kelompok e-wallet berdasarkan tingkat kecenderungan penggunaannya, maka dibutuhkan nilai standart e-wallet dan nilai rata-rata setiap kelompok e-wallet pada literasi terakhir yaitu:

$$C1 = (23,75; 23,5; 59,25; 13,3; 24; 24; 74,05)$$

$$C2 = (4,43; 4,86; 18,29; 7,17; 4,00; 4,86; 72,96)$$

$$C3 = (3; 3; 14; 6; 2,75; 2,75; 47,38)$$

Hasil yang diperoleh dari 3 *cluster* yaitu *cluster* pertama bisa dilihat pada tabel 3.14, *cluster* kedua bisa dilihat pada tabel 3.15, *cluster* ketiga bisa dilihat pada tabel 3.16.

Tabel 3. 14 Hasil *Cluster* Satu

No	E-Wallet	VTP	NTP	PPE	FPE	PSD	IPE	PKP
1	DANA	20	18	53	12,2	14	13	75,6
2	ShopeePay	29	33	68	14,4	35	42	53,2
3	OVO	25	24	62	13,5	27	25	80,4
4	GoPay	21	19	54	13,1	20	16	87

Tabel 3. 15 Hasil *Cluster* Kedua

No	E-Wallet	VTP	NTP	PPE	FPE	PSD	IPE	PKP
1	AstraPay	5	5	18	7,3	4	5	69,8
2	PayPal	4	6	20	6,8	4	4	74,5
3	JeniusPay	3	4	14	6,2	3	4	71,2
4	DOKU Wallet	6	5	22	8,5	5	6	76,9

5	BCA Sakuku	7	6	24	8,9	6	7	78,4
6	FlipPay	4	5	19	7,1	4	5	73,6
7	OY! Indonesia	2	3	11	4,2	2	3	66,3

Tabel 3. 16 Hasil *Cluster* Ketiga

No	E-Wallet	VTP	NTP	PPE	FPE	PSD	IPE	PKP
1	LinkAja	6	6	23	8,2	5	4	47,5
2	Isaku	3	3	15	6,5	3	3	50,1
3	Kaspro	2	2	10	5,1	2	2	47,2
4	True Money	1	1	18	4,2	1	2	44,7

Dalam tiga *cluster* tersebut bisa didapatkan *cluster* nilai tertinggi, *cluster* nilai sedang, dan *cluster* nilai terendah yaitu dengan melakukan rata-rata semua dari setiap nilai *centroid* pada iterasi terakhir. Berikut tabel nilai rata-rata *cluster* terakhir:

Tabel 3. 17 Hasil Rata-rata *Centroid* Terakhir

C1	34,55
C2	16,65
C3	11,27

Pada tabel 3.17 menjelaskan bahwa hasil rata-rata setiap *centroid*, yang diambil dari data *centroid* akhir dan yang mendapatkan nilai rata-rata tertinggi adalah pada *centroid* 1 yaitu 34,55 dan yang mendapatkan nilai rata-rata sedang adalah pada *centroid* 2 yaitu 16,65 dan yang mendapatkan nilai rata rata sangat rendah adalah pada *centroid* 3 yaitu 11,27.

Maka didapatkan kesimpulan bahwa :

Platform e-wallet yang paling sering digunakan (*Cluster* 1) meliputi :

Tabel 3. 18 Platform E-wallet yang paling sering digunakan

No	E-Wallet
1	DANA
2	ShopeePay
3	OVO
4	GoPay

Platform e-wallet yang jarang digunakan (*Cluster 2*) meliputi :

Tabel 3. 19 Platform E-wallet yang jarang digunakan

No	E-Wallet
8	AstraPay
9	PayPal
10	JeniusPay
11	DOKU Wallet
12	BCA Sakuku
13	FlipPay
14	OY! Indonesia

Platform e-wallet yang sangat jarang sekali digunakan (*Cluster 3*) meliputi :

Tabel 3. 20 Platform E-wallet yang sangat jarang sekali digunakan

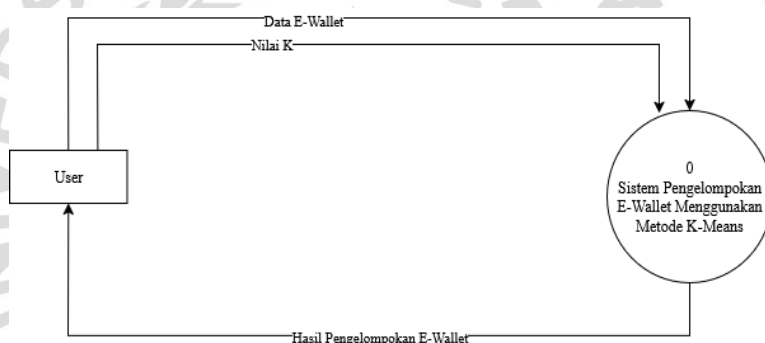
No	E-Wallet
5	LinkAja
6	Isaku
7	Kaspro
15	TrueMoney

3.4 Perancangan Sistem

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai Diagram Konteks (*Context Diagram*), Diagram Berjenjang, dan *Data Flow Diagram* (DFD). Ketiga diagram tersebut digunakan untuk menggambarkan alur data serta proses yang terjadi dalam sistem yang dirancang. Penjelasan masing-masing diagram disajikan sebagai berikut:

3.4.1 Diagram Konteks

Diagram konteks merupakan representasi yang menggambarkan secara keseluruhan proses utama dalam suatu sistem, dengan menunjukkan hubungan antara sistem dan entitas eksternal yang terlibat. Diagram ini menjelaskan data yang diterima dan dikembalikan oleh sistem kepada pengguna tanpa menampilkan detail proses internal.



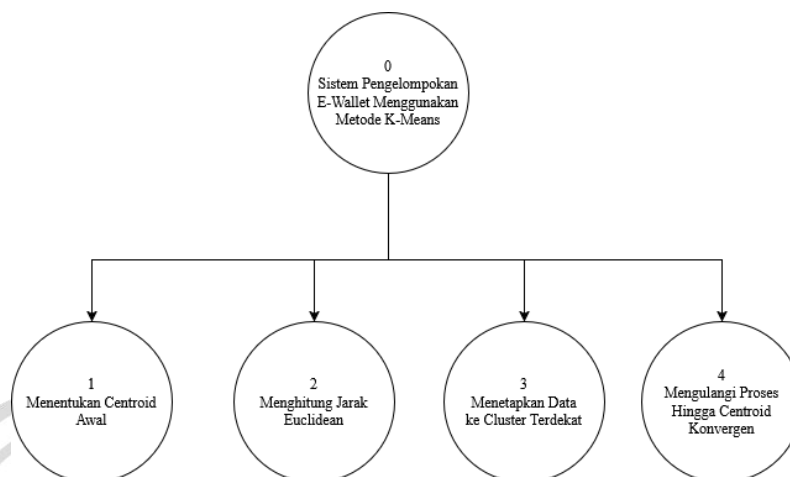
Gambar 3. 3 Diagram Konteks

Pada Gambar 3.3 ditunjukkan diagram konteks sistem yang dirancang, di mana terdapat satu entitas eksternal yaitu *User*. *User* memberikan data e-wallet dan nilai *cluster* (*k*) sebagai input ke dalam sistem. Selanjutnya, sistem memproses data tersebut menggunakan metode *K-Means* untuk menghasilkan output berupa hasil pengelompokan e-wallet berdasarkan tingkat kecenderungan penggunaannya.

3.4.2 Diagram Berjenjang

Diagram berjenjang (*hierarchical chart*) merupakan diagram yang digunakan untuk menggambarkan hubungan antara proses utama pada sistem dengan sub-proses yang lebih rinci. Diagram ini berfungsi sebagai penghubung

antara diagram konteks dengan *Data Flow Diagram* (DFD) Level 1, sehingga mempermudah pemahaman terhadap alur proses dalam sistem secara keseluruhan.



Gambar 3. 4 Diagram Berjenjang

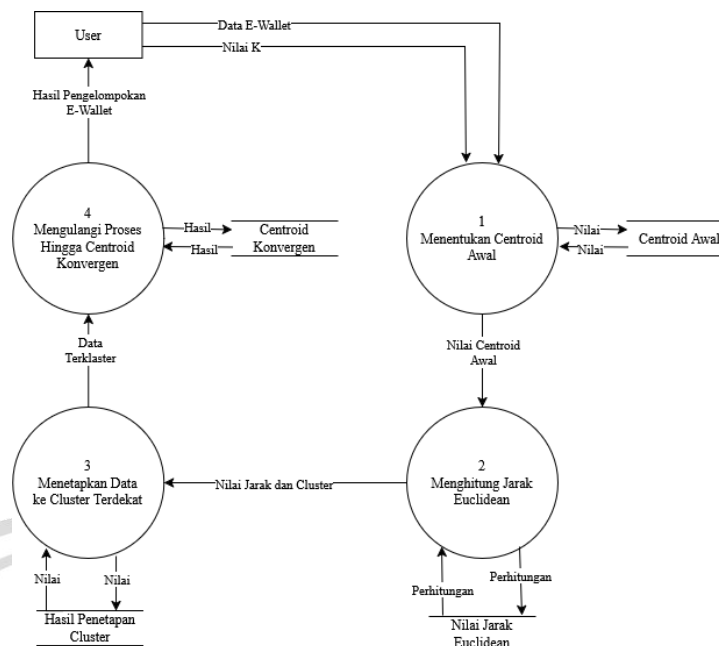
Pada gambar 3.4 Ditampilkan diagram berjenjang yang menggambarkan seluruh proses dalam sistem *clustering* untuk pengelompokan e-wallet berdasarkan tingkat kecenderungan pengguna dengan menggunakan metode *K-Means*.

Adapun penjelasan dari gambar 3.4 adalah sebagai berikut:

1. Top Level 0 : Sistem Pengelompokan E-Wallet Menggunakan Metode *K-Means*.
2. Level 1 : Merupakan hasil dekomposisi dari proses utama pada Level 0 menjadi beberapa subproses, yaitu:
 1. Menentukan *Centroid* Awal
 2. Menghitung jarak *Euclidean*
 3. Menetapkan Data ke *Cluster* Terdekat
 4. Mengulangi Proses Hingga *Centroid* Konvergen

3.4.3 DFD Level 1

Data Flow Diagram (DFD) Level 1 merupakan penjabaran lebih rinci dari proses 2 pada Level 0. Gambar 3.5 memperlihatkan alur detail dalam proses perhitungan *K-Means* adalah sebagai berikut:



Gambar 3. 5 DFD Level 1

Pada Gambar 3.5 merupakan proses utama dan akan dijelaskan lebih rinci melalui *Data Flow Diagram* (DFD) Level 1 yang menggambarkan alur proses pengelompokan pengguna e-wallet berdasarkan kecenderungan pengguna. Proses ini menggunakan metode *clustering* dengan pendekatan algoritma *K-Means*. Alur kerjanya yaitu:

1. Proses 2.1 Menentukan *Centroid* Awal : user memasukkan data e-wallet dan nilai K (jumlah *cluster* yang diinginkan). Sistem mengambil nilai data e-wallet sebagai input lalu menentukan titik pusat (*centroid*) awal secara acak dari data tersebut. *Centroid* ini digunakan sebagai titik acuan awal pengelompokan.
2. Proses 2.2 Menghitung Jarak *Euclidean* : sistem menghitung jarak *Euclidean* antara setiap data dengan *centroid* yang telah ditentukan pada proses sebelumnya. Hasil dari proses ini adalah nilai jarak dan *cluster* antara masing-masing data terhadap seluruh *centroid*.
3. Proses 2.3 Menetapkan Data ke *Cluster* Terdekat : berdasarkan hasil perhitungan jarak, sistem menentukan *cluster* terdekat untuk setiap data.

Selanjutnya sistem mengecek perubahan data apakah ada perpindahan data dari *cluster* sebelumnya.

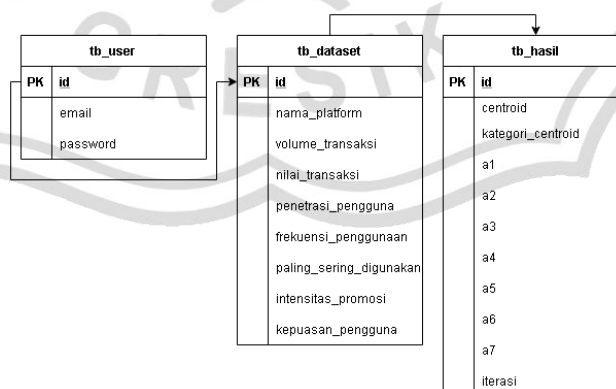
4. Proses 2.4 Mengulangi Proses Hingga *Centroid* Konvergen : jika masih terdapat perubahan dalam pengelompokan data, sistem akan menghitung ulang posisi *centroid* berdasarkan rata-rata dari data dalam setiap *cluster* lalu kembali ke proses perhitungan jarak. Proses ini terus berlangsung hingga kondisi konvergen tercapai (tidak ada lagi perpindahan data). Hasil akhirnya berupa pengelompokan akhir (hasil *clustering*) yang dikembalikan ke *user*.

3.5 Perancangan Basis Data

Perancangan basis data merupakan tahap yang sangat penting dalam pembuatan sebuah sistem. Pada tahap ini akan dibuat struktur tabel utama dan tabel pendukung serta relasi antar tabel yang menghubungkan satu tabel dengan tabel lainnya untuk memastikan integritas dan efisiensi penyimpanan data dalam sistem.

3.5.1 Entity Relationship Diagram (ERD)

Entity Relationship Diagram (ERD) berfungsi untuk menggambarkan hubungan antar tabel dalam basis data dengan menggunakan atribut kunci utama sebagai penghubung antar tabel tersebut. ERD membantu memvisualisasikan struktur data sehingga dapat memastikan integritas dan keterkaitan antar data yang tersimpan.



Gambar 3. 6 ERD Sistem Pengelompokan E-wallet

Pada gambar 3.6 terdapat tiga tabel yakni *tb_user*, *tb_dataset*, dan *tb_hasil*. *tb_user* menyimpan data pengguna, *tb_dataset* menyimpan data yang diinput pengguna, dan *tb_hasil* menyimpan hasil pengolahan data. Relasi antar tabel tersebut menggambarkan alur data mulai dari input oleh pengguna hingga proses pengolahan dan penyimpanan hasil *clustering* dalam sistem.

3.5.2 Struktur Tabel

Struktur tabel pada sistem *clustering* pengguna e-wallet dirancang untuk menyimpan data yang dibutuhkan dalam proses pengelompokan serta pengelolaan pengguna aplikasi. Berikut adalah penjelasan mengenai struktur tabel utama dalam sistem ini:

1. Tabel *User*

Tabel *User* dibuat khusus untuk menyimpan data pengguna yang dapat mengakses aplikasi. Data pengguna tersebut tersimpan dalam tabel ini untuk keperluan autentikasi dan pengelolaan pengguna. Struktur lengkap dari tabel *User* dapat dilihat pada Tabel 3.21.

Tabel 3. 21 Tabel *User*

No	Name	Type	Length	Key
1	id	INT	-	Primary Key
2	email	VARCHAR	255	Unique
3	password	VARCHAR	255	-

2. Tabel Dataset

Tabel Dataset berfungsi untuk menyimpan data terkait platform e-wallet yang akan dianalisis. Data tersebut meliputi informasi seperti volume dan nilai transaksi, tingkat penggunaan, serta tingkat kepuasan pengguna. Informasi yang tersimpan dalam tabel ini menjadi dasar dalam proses *clustering* untuk mengelompokkan pengguna berdasarkan kecenderungan penggunaan e-wallet.

Tabel 3. 22 Tabel Dataset

No	Name	Type	Length	Key
1	id	INT	-	Primary Key
2	nama_platform	VARCHAR	255	-
3	vokume_transaksi	FLOAT	255	-
4	nilai_transaksi	FLOAT	-	-
5	penetrasi_pengguna	FLOAT	-	-
6	frekuensi_penggunaan	FLOAT	-	-
7	paling_serang_digunakan	FLOAT	-	-
8	intensitas_promosi	FLOAT	-	-
9	kepuasan_pengguna	FLOAT	-	-

3. Tabel Hasil *Clustering*

Tabel Hasil *Clustering* menyimpan data keluaran dari proses *clustering*, yang meliputi informasi mengenai *centroid*, kategori klaster, serta nilai-nilai variabel hasil analisis. Data ini digunakan untuk mengetahui pengelompokan pengguna berdasarkan tingkat kecenderungan penggunaan e-wallet.

Tabel 3. 23 Tabel Hasil *Clustering*

No	Name	Type	Length	Key
1	id	INT	-	Primary Key
2	centroid	VARCHAR	255	-
3	kategori_centroid	VARCHAT	255	-
4	a1	FLOAT	-	-
5	a2	FLOAT	-	-
6	a3	FLOAT	-	-
7	a4	FLOAT	-	-
8	a5	FLOAT	-	-
9	a6	FLOAT	-	-

10	a7	FLOAT	-	-
11	iterasi	INT	-	-

3.6 Perancangan Desain Antarmuka Sistem

Perancangan desain antarmuka sistem merupakan tahap yang menjelaskan seluruh aspek yang berhubungan dengan tampilan dan interaksi pengguna dengan sistem. Pada bagian ini, akan dijelaskan bagaimana antarmuka dirancang agar memudahkan pengguna dalam menggunakan sistem serta mendukung proses pengelompokan e-wallet secara efektif.

3.6.1 Halaman Login

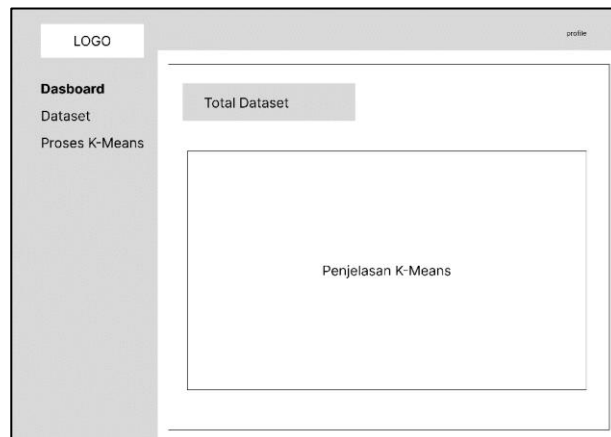
Halaman *login* merupakan halaman yang digunakan oleh *user* untuk mengakses sistem. Pada halaman ini terdapat form *input email* dan *password*, serta tombol *login*. Selain itu, halaman ini juga menampilkan logo sistem sebagai identitas aplikasi. Tampilan halaman *login* dapat dilihat pada Gambar 3.7.

The image shows a wireframe of a login page. On the left side, there is a box labeled 'logo'. On the right side, the word 'LOGIN' is centered at the top. Below it, there are three stacked input fields: the first is labeled 'Masukan Email', the second is labeled 'Masukan Password', and the third is a button labeled 'LOGIN'.

Gambar 3. 7 Halaman *Login*

3.6.2 Halaman *Dashboard*

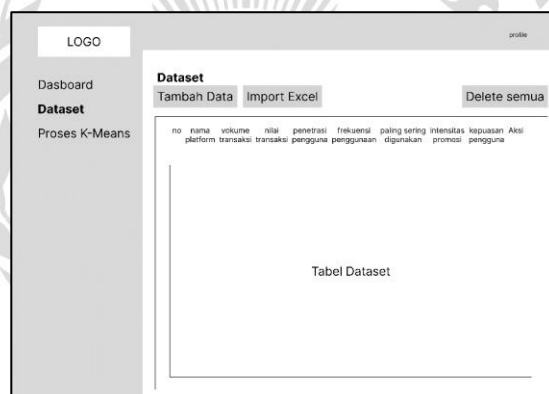
Halaman *dashboard* merupakan tampilan utama yang akan muncul setelah pengguna berhasil melakukan *login* ke dalam sistem. Pada halaman *dashboard* terdapat fitur-fitur seperti pengelolaan dataset, proses *clustering* menggunakan metode *K-Means*, serta informasi mengenai total dataset yang tersedia. Selain itu, halaman ini juga menyediakan penjelasan singkat tentang metode *K-Means*. Tampilan Halaman *Dashboard* dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3. 8 Halaman *Dashboard*

3.6.3 Halaman Dataset

Halaman Dataset digunakan untuk mengelola data e-wallet yang akan digunakan dalam proses analisis. Melalui halaman ini, pengguna dapat menampilkan, menambah, mengimpor, serta menghapus data sesuai kebutuhan.



Gambar 3. 9 Halaman Dataset

3.6.4 Halaman Proses *K-Means*

Halaman Proses *K-Means* digunakan untuk menjalankan seluruh tahapan analisis data dalam sistem. Proses yang dilakukan meliputi normalisasi data, penentuan jumlah *cluster*, pemilihan *centroid* awal, perhitungan jarak antar data menggunakan perhitungan jarak *Euclidean*, serta proses iterasi *clustering* hingga

data mencapai kondisi stabil. Selain itu, halaman ini juga menampilkan hasil akhir dalam bentuk diagram *scatter* untuk memvisualisasikan hasil pengelompokan.

Gambar 3. 10 Halaman Proses *K-Means*

3.7 Perancangan Pengujian

Pengujian kinerja sistem ini dilakukan untuk melihat keberhasilan *output* dari sistem yang sesuai dengan tujuan penelitian ini yaitu dapat mengelompokkan e-wallet berdasarkan tingkat kecenderungan pengguna menggunakan metode *K-Means*. Setelah proses pengelompokan data menggunakan metode *K-Means clustering* selesai dilakukan, tahap berikutnya adalah melakukan evaluasi untuk menilai kualitas hasil *cluster* yang terbentuk. Evaluasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa *cluster* yang dihasilkan tidak hanya terbentuk secara matematis, tetapi juga memiliki kualitas yang baik, yaitu data dalam *cluster* saling berdekatan (kompak) dan antar *cluster* terpisah dengan jelas.

Evaluasi hasil *cluster* dilakukan menggunakan dua metode, yaitu *Sum of Squared Errors* (SSE) dan *Davies-Bouldin Index* (DBI). SSE digunakan untuk mengukur tingkat kedekatan data terhadap *centroid* dalam setiap *cluster* (*compactness*), sedangkan DBI digunakan untuk mengukur keseimbangan antara *compactness* dan *separation* (pemisahan antar *cluster*).

1. Evaluasi *cluster* dengan *Sum of Squared Errors* (SSE): SSE mengukur jumlah kuadrat jarak setiap data ke *centroid* *clusternya*. Semakin kecil SSE, semakin kompak *cluster*. Menggunakan persamaan (2.3) sebagai berikut :

Menghitung SSE pada Iterasi 1

$$\begin{aligned} \text{SSE} &= (48,1622)^2 + (0,0000)^2 + (35,0236)^2 + (50,0113)^2 + \\ &(9,8311)^2 + (0,0000)^2 + (3,7497)^2 + (20,2665)^2 + \\ &(25,1486)^2 + (21,1731)^2 + (28,2354)^2 + (30,6211)^2 + \\ &(24,0543)^2 + (16,7824)^2 + (0,0000)^2 \\ \text{SSE} &= 10244,7200 \end{aligned}$$

Menghitung SSE pada Iterasi 2

$$\begin{aligned} \text{SSE} &= (17,5496)^2 + (32,7919)^2 + (7,7290)^2 + (17,4103)^2 + \\ &(16,3632)^2 + (8,0246)^2 + (1,8748)^2 + (2,3770)^2 + \\ &(7,2355)^2 + (6,1494)^2 + (10,3226)^2 + (12,9845)^2 + \\ &(6,0744)^2 + (8,7130)^2 + (1,8748)^2 \\ \text{SSE} &= 2569,1156 \end{aligned}$$

Menghitung SSE pada Iterasi 3

$$\begin{aligned} \text{SSE} &= (17,5496)^2 + (32,7919)^2 + (7,7290)^2 + (17,4103)^2 + \\ &(10,5110)^2 + (2,9666)^2 + (4,4683)^2 + (3,2300)^2 + \\ &(2,7716)^2 + (5,1874)^2 + (5,9919)^2 + (9,0430)^2 + \\ &(1,0738)^2 + (10,8320)^2 + (7,6171)^2 \\ \text{SSE} &= 2224,6061 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai SSE semakin mengecil pada iterasi berikutnya, menunjukkan bahwa algoritma *K-Means* telah mencapai kondisi konvergen.

Tabel 3. 24 Tabel Hasil SSE per Iterasi

SSE Iterasi 1	10244,7200
SSE Iterasi 2	2569,1156
SSE Iterasi 3	2224,6061

2. Evaluasi *cluster* dengan *Davies-Bouldin Index* (DBI)

Davies-Bouldin Index (DBI) menilai kualitas *cluster* berdasarkan rasio antara *compactness* dan *separation*. Evaluasi validitas *cluster* akan membandingkan hasil *cluster* dengan nilai $K = 3$ dengan metode validitas

Davies Bouldin Index. Nilai DBI yang lebih kecil menunjukkan kualitas *cluster* yang lebih baik / valid.

Perhitungan SSB dari *centroid* terakhir yang didapatkan dalam proses akhir *Clustering* menggunakan persamaan (2.6) sebagai berikut :

Jarak antara *centroid* 1 dengan *centroid* 2, seperti pada persamaan (2.3).

$$\begin{aligned} & \sqrt{((23,75 - 4,43)^2 + (23,5 - 4,86)^2 + (59,25 - 18,29)^2 \\ & \quad + (13,3 - 7,17)^2 + (24 - 4,00)^2 + (24 - 4,86)^2 \\ & \quad + (74,05 - 72,96)^2)} \end{aligned}$$

$$SSB_1 = 56,6052$$

Jarak antara *centroid* 1 dengan *centroid* 3

$$\begin{aligned} & \sqrt{((23,75 - 3)^2 + (23,5 - 3)^2 + (59,25 - 14)^2 + (13,3 - 6)^2 \\ & \quad + (24 - 2,75)^2 + (24 - 2,75)^2 \\ & \quad + (74,05 - 47,38)^2)} \end{aligned}$$

$$SSB_2 = 67,5747$$

Jarak antara *centroid* 2 dengan *centroid* 3

$$\begin{aligned} & \sqrt{((4,43 - 3)^2 + (4,86 - 3)^2 + (18,29 - 14)^2 + (7,17 - 6)^2 \\ & \quad + (4,00 - 2,75)^2 + (4,86 - 2,75)^2 \\ & \quad + (72,96 - 47,38)^2)} \end{aligned}$$

$$SSB_3 = 26,1854$$

Perhitungan SSW dari hasil *cluster* terakhir yang didapatkan dalam proses akhir *Clustering* menggunakan persamaan (2.5) sebagai berikut :

Rata-rata jarak antara data *cluster* 1 dengan *centroid* 1

$$SSW_1 = 241,85$$

Rata-rata jarak antara data *cluster* 2 dengan *centroid* 2

$$SSW_2 = 116,56$$

Rata-rata jarak antara data *cluster* 3 dengan *centroid* 3

$$SSW_3 = 78,88$$

Perhitungan R didapatkan dengan menghitung SSB dan SSW menggunakan persamaan (2.7) seperti dibawah ini :

$$R_1 = \frac{SSW_1 + SSW_2}{SSB_1} = 1,9475$$

$$R_2 = \frac{SSW_1 + SSW_3}{SSB_2} = 1,4078$$

$$R_3 = \frac{SSW_2 + SSW_3}{SSB_3} = 0,8412$$

Untuk mencari DBI maka hasil perhitungan R dipilih yang tertinggi kemudian dirata-rata menggunakan persamaan (2.4) seperti berikut:

Tabel 3. 25 Tabel Perhitungan DBI

R	Data ke- i			R Max
	1	2	3	
1	0	1,4078	0,8412	1,9475
2	1,9475	0	0,8412	1,4078
3	1,9475	1,4078	0	0,8412

$$DBI = \frac{1}{3} (1,9475 + 1,4078 + 0,8412) = 1,39889$$

Maka dari hasil *cluster* diatas nilai validitas *cluster* dengan DBI adalah 1,39889.