

**PENENTUAN JUMLAH KLASTER PADA METODE
K-MEANS BERDASARKAN NILAI DAN VEKTOR EIGEN
DARI MATRIKS KERNEL**

Skripsi

**Disusun untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Matematika**



Fuad Maulana

1305617036

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

2021

ABSTRACT

FUAD MAULANA. Determination of Number of Clusters At the K-Means Method Based on Eigen Of Similarity Between Objects With Kernel Functions. Mini Thesis, Mathematics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Jakarta. August 2021.

In cluster analysis using the k-means method, it is necessary to determine the number of clusters to be taken. Especially in determining the number of clusters before the clustering process is carried out using the k-means method. Eigen from similarity between objects using kernel function can give the best number of clusters before clustering using k-means method. In this study, the data used is data on customer purchasing behavior in a supermarket by dividing cases based on a combination of data with 3, 4, and 5 indicators. This study uses the elbow method to determine the best number of clusters after clustering with the k-means method and the Davies Bouldin Index method to find out which method is better in determining the number of clusters. The results showed that by looking for the eigenvalues of the similarity between objects with the kernel function gave the smallest DBI value in 10 cases, while the elbow method gave the smallest DBI value in 6 cases. So the eigenvalues of the similarity between objects and kernel functions is better than the elbow method in determining the number of clusters.

Keyword. *Eigen, Kernel Function, Number of Clusters, Elbow Method, Davies Bouldin Index*

ABSTRAK

FUAD MAULANA. Penentuan Jumlah Klaster Pada Metode *K-Means* Berdasarkan Nilai Dan Vektor Eigen Dari Matriks Kernel. Skripsi, Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. Agustus 2021.



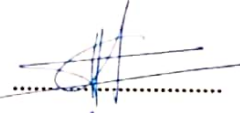
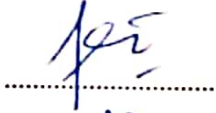



Dalam analisis pengelompokan dengan menggunakan metode *k-means*, perlu ditentukan jumlah klaster yang akan diambil. Khususnya dalam menentukan jumlah klaster sebelum dilakukan proses pengelompokan dengan metode *k-means*. Nilai eigen dari similaritas antar objek dengan menggunakan fungsi kernel dapat memberikan jumlah klaster terbaik sebelum dilakukan pengelompokan dengan metode *k-means*. Pada penelitian ini, data yang digunakan adalah data perilaku pembelian pelanggan di suatu *supermarket* dengan membagi kasus berdasarkan kombinasi data dengan 3, 4, dan 5 indikator. Penelitian ini menggunakan metode *elbow* untuk menentukan jumlah klaster terbaik setelah dilakukan pengelompokan dengan metode *k-means* serta metode *Davies Bouldin Index* untuk mengetahui metode yang lebih baik dalam menentukan jumlah klaster. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan mencari nilai eigen dari similaritas antar objek dengan fungsi kernel memberikan nilai DBI terkecil pada 10 kasus, sedangkan metode *elbow* memberikan nilai DBI terkecil pada 6 kasus. Sehingga nilai eigen dari similaritas antar objek dengan fungsi kernel lebih baik dari metode *elbow* dalam menentukan jumlah klaster.

Kata kunci. *Eigen, Fungsi Kernel, Jumlah Klaster, Metode Elbow, Davies Bouldin Index*

LEMBAR PERSETUJUAN HASIL SIDANG SKRIPSI

PENENTUAN JUMLAH KLASTER PADA METODE K-MEANS BERDASARKAN NILAI DAN VEKTOR EIGEN DARI MATRIKS KERNEL

Nama : Fuad Maulana
No. Registrasi : 1305617036

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Penanggung Jawab			
Dekan	: Prof. Dr. Muktiningsih N, M.Si. NIP. 196405111989032001		23 Agustus 2021
Wakil Penanggung Jawab			
Wakil Dekan I	: Dr. Esmar Budi, S.Si., MT. NIP. 197207281999031002		23 Agustus 2021
Ketua	: Drs. Sudarwanto, M.Si, DEA. NIP. 196503251993031003		12 Agustus 2021
Sekretaris	: Dr. Eti Dwi Wiraningsih, S.Pd., M.Si. NIP. 198102032006042001		16 Agustus 2021
Penguji	: Ibnu Hadi, M.Si. NIP. 198107182008011017		5-8-2021
Pembimbing I	: Dr. Yudi Mahatma, M.Si. NIP. 197610202008121001		16-8-2021
Pembimbing II	: Dr. Makmuri, M.Si. NIP. 196407151989031006		18 Agustus 2021

Dinyatakan lulus ujian skripsi tanggal : 7 Agustus 2021

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, mahasiswa Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta:

Nama : Fuad Maulana
No Registrasi : 1305617036
Program Studi : Matematika

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat dengan judul *"Penentuan Jumlah Klaster Pada Metode K-Means Berdasarkan Nilai Dan Vektor Eigen Dari Matriks Kernel* adalah:

1. Dibuat sendiri, mengadopsi hasil kuliah, buku-buku, dan referensi acuan yang tertera di dalam referensi pada skripsi saya.
2. Bukan merupakan hasil duplikasi skripsi yang telah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas lain kecuali pada bagian-bagian sumber informasi dicantumkan berdasarkan tata cara referensi yang semestinya.

Pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan saya bersedia menanggung segala akibat yang timbul jika pernyataan saya tidak benar.

Jakarta, 2 Agustus 2021



Fuad Maulana



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Fuad Maulana
NIM : 1305617036
Fakultas/Prodi : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam / Matematika
Alamat email : fuadmaulana0812@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi Tesis Disertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Penentuan Jumlah Kluster Pada Metode K-Means Berdasarkan Nilai dan
Vektor Eigen Dari Matriks Kernel

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 2 Agustus 2021

Penulis

(Fuad Maulana)
nama dan tanda tangan

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbi 'alamin. Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat dan tugas akhir memperoleh gelar Sarjana Matematika selama studi di Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang dilaksanakan sejak Oktober 2020 dengan judul Penentuan Jumlah Klaster Pada Metode *K-Means* Berdasarkan Nilai Dan Vektor Eigen Dari Matriks Kernel.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan selesai tanpa adanya bantuan dari beberapa pihak. Pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

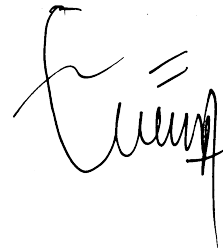
1. Bapak Dr. Yudi Mahatma, M.Si. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Dr. Makmuri, M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah memberi bimbingan, mengkritisi, menjawab pertanyaan-pertanyaan, memberi masukan serta saran kepada penulis.
2. Bapak Ibu dosen yang telah mengajar penulis selama 4 tahun yang ilmunya sangat bermanfaat bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini dan bekal untuk masa depan penulis.
3. Kedua orang tua serta keluarga penulis yang telah mengajarkan kesabaran, keikhlasan, dan rasa syukur dalam mencapai kesuksesan. Berkat doa dan ridho beliau, Allah memberi berbagai kemudahan kepada penulis. Berkat beliau juga penulis selalu bersemangat dalam menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
4. seluruh teman-teman dan semua pihak yang tidak mungkin untuk dicantumkan namanya satu-persatu, terima kasih banyak atas segala bentuk bantuan, semangat, dan dukungan bagi penulis.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dan kesalahan dalam penulisan skripsi ini disebabkan kurangnya ilmu dan komunikasi.

Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun sehingga dapat menjadi lebih baik lagi.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi lingkungan akademik khususnya Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, maupun pihak lain yang membutuhkan serta bagi penulis secara pribadi.

Jakarta, 2 Agustus 2021

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Fuad Maulana', with a stylized flourish at the end.

Fuad Maulana

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	xii
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
2 KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Sudut Antara Dua Persamaan Garis	6
2.2 Nilai dan Vektor Eigen dari Suatu Matriks	9
2.3 Ruang Vektor <i>Euclidean</i>	17
2.4 Fungsi Gaussian	23
2.5 <i>Radial Basis Function</i>	24
2.6 Fungsi Kernel	26
2.7 Analisis Klaster	30
2.8 Standarisasi Data	31
2.9 Metode <i>K-Means</i>	32
2.10 <i>Davies Bouldin Index</i>	38
2.11 Metode <i>Elbow</i>	42
3 METODOLOGI PENELITIAN	49
3.1 Waktu dan Jenis Penelitian	49

3.2	Alur Penelitian	49
3.3	Pengambilan dan Persiapan Data	50
3.4	Standarisasi Data	51
3.5	Menentukan Matrik Similaritas Antar Objek	51
3.6	Menentukan Jumlah Klaster dari Matrik Kernel	52
4	HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN	54
4.1	Standarisasi Data	54
4.2	Hasil Jumlah Klaster Metode Eigen Dari Similaritas Antar Objek Dengan Fungsi Kernel	55
4.2.1	Hasil Uji Coba Dengan Indikator Harga, Total, dan Jumlah	56
4.2.2	Hasil Uji Coba Dengan Indikator Harga, Total, dan Diskon	58
4.2.3	Hasil Uji Coba Dengan Indikator Harga, Total, dan Bulan	61
4.2.4	Hasil Uji Coba Dengan Indikator Harga, Jumlah, dan Diskon	64
4.2.5	Hasil Uji Coba Dengan Indikator Harga, Jumlah, dan Bulan	66
4.2.6	Hasil Uji Coba Dengan Indikator Harga, Diskon, dan Bulan	69
4.2.7	Hasil Uji Coba Dengan Indikator Total, Jumlah, dan Diskon	72
4.2.8	Hasil Uji Coba Dengan Indikator Total, Jumlah, dan Bulan	74
4.2.9	Hasil Uji Coba Dengan Indikator Total, Diskon, dan Bulan	77
4.2.10	Hasil Uji Coba Dengan Indikator Jumlah, Diskon, dan Bulan	80

4.2.11	Hasil Uji Coba Dengan Indikator Harga, Total, Jumlah, dan Diskon	82
4.2.12	Hasil Uji Coba Dengan Indikator Harga, Total, Jumlah, dan Bulan	85
4.2.13	Hasil Uji Coba Dengan Indikator Harga, Total, Diskon, dan Bulan	88
4.2.14	Hasil Uji Coba Dengan Indikator Harga, Jumlah, Diskon, dan Bulan	91
4.2.15	Hasil Uji Coba Dengan Indikator Total, Jumlah, Diskon, dan Bulan	93
4.2.16	Hasil Uji Coba Dengan Indikator Harga, Total, Jumlah, Diskon dan Bulan	96
4.3	Hasil Jumlah Klaster Berdasarkan Metode <i>Elbow</i>	99
4.3.1	Hasil Jumlah Klaster Pada Indikator Harga, Total, dan Jumlah	99
4.3.2	Hasil Jumlah Klaster Pada Indikator Harga, Total, dan Diskon	102
4.3.3	Hasil Jumlah Klaster Pada Indikator Harga, Total, dan Bulan	105
4.3.4	Hasil Jumlah Klaster Pada Indikator Harga, Jumlah, dan Diskon	107
4.3.5	Hasil Jumlah Klaster Pada Indikator Harga, Jumlah, dan Bulan	110
4.3.6	Hasil Jumlah Klaster Pada Indikator Harga, Diskon, dan Bulan	113
4.3.7	Hasil Jumlah Klaster Pada Indikator Total, Jumlah, dan Diskon	115
4.3.8	Hasil Jumlah Klaster Pada Indikator Total, Jumlah, dan Bulan	118
4.3.9	Hasil Jumlah Klaster Pada Indikator Total, Diskon, dan Bulan	120

4.3.10	Hasil Jumlah Klaster Pada Indikator Jumlah, Diskon, dan Bulan	123
4.3.11	Hasil Jumlah Klaster Pada Indikator Harga, Total, Jum- lah, dan Diskon	126
4.3.12	Hasil Jumlah Klaster Pada Indikator Harga, Total, Jum- lah, dan Bulan	128
4.3.13	Hasil Jumlah Klaster Pada Indikator Harga, Total, Dis- kon, dan Bulan	131
4.3.14	Hasil Jumlah Klaster Pada Indikator Harga, Jumlah, Diskon, dan Bulan	134
4.3.15	Hasil Jumlah Klaster Pada Indikator Total, Jumlah, Dis- kon dan Bulan	137
4.3.16	Hasil Jumlah Klaster Pada Indikator Harga, Total, Jum- lah, Diskon dan Bulan	140
4.4	Hasil Analisis	143
5	KESIMPULAN DAN SARAN	144
5.1	Kesimpulan	144
5.2	Saran	145
	DAFTAR PUSTAKA	146
	LAMPIRAN	151

DAFTAR TABEL

2.1	Contoh Data	35
2.2	Pusat Kluster Awal Pada Contoh Data	36
2.3	Hasil Pengelompokan Pada Iterasi 1	36
2.4	Hasil Akhir Pengelompokan Contoh Data	38
2.5	Hasil Perhitungan Nilai SSW	41
2.6	Hasil Perhitungan DBI	42
2.7	Nilai SSE	46
2.8	Hasil Perhitungan Sudut	47
4.1	Nilai Maksimum dan Minimum Indikator Pada Data	54
4.2	Data Setelah Standarisasi	55
4.3	Hasil $\lambda_i(\mathbf{n} \cdot \mathbf{u}_i)$ Berdasarkan Indikator Harga, Total dan Jumlah	56
4.4	Sudut Grafik $\lambda_i(\mathbf{n} \cdot \mathbf{u}_i)$ Berdasarkan Indikator Harga, Total dan Jumlah	57
4.5	Distribusi Data Indikator Harga, Total, dan Jumlah Dengan 2 Kluster	58
4.6	Nilai DBI	58
4.7	Hasil $\lambda_i(\mathbf{n} \cdot \mathbf{u}_i)$ Berdasarkan Indikator Harga, Total dan Diskon	59
4.8	Sudut Grafik $\lambda_i(\mathbf{n} \cdot \mathbf{u}_i)$ Berdasarkan Indikator Harga, Total dan Diskon	60
4.9	Distribusi Data Indikator Harga, Total, dan Diskon Dengan 2 Kluster	60
4.10	Nilai DBI	61
4.11	Hasil $\lambda_i(\mathbf{n} \cdot \mathbf{u}_i)$ Berdasarkan Indikator Harga, Total dan Bulan	61

4.12	Sudut Grafik $\lambda_i(\mathbf{n} \cdot \mathbf{u}_i)$ Berdasarkan Indikator Harga, Total dan Bulan	62
4.13	Distribusi Data Indikator Harga, Total, dan Bulan Dengan 2 Klaster	63
4.14	Nilai DBI	63
4.15	Hasil $\lambda_i(\mathbf{n} \cdot \mathbf{u}_i)$ Berdasarkan Indikator Harga, Jumlah dan Diskon	64
4.16	Sudut Grafik $\lambda_i(\mathbf{n} \cdot \mathbf{u}_i)$ Berdasarkan Indikator Harga, Jumlah dan Diskon	65
4.17	Distribusi Data Indikator Harga, Jumlah, dan Diskon Dengan 3 Klaster	66
4.18	Nilai DBI	66
4.19	Hasil $\lambda_i(\mathbf{n} \cdot \mathbf{u}_i)$ Berdasarkan Indikator Harga, Jumlah dan Bulan	67
4.20	Sudut Grafik $\lambda_i(\mathbf{n} \cdot \mathbf{u}_i)$ Berdasarkan Indikator Harga, Jumlah dan Bulan	68
4.21	Distribusi Data Indikator Harga, Jumlah, dan Bulan Dengan 3 Klaster	68
4.22	Nilai DBI	69
4.23	Hasil $\lambda_i(\mathbf{n} \cdot \mathbf{u}_i)$ Berdasarkan Indikator Harga, Diskon dan Bulan	69
4.24	Sudut Grafik $\lambda_i(\mathbf{n} \cdot \mathbf{u}_i)$ Berdasarkan Indikator Harga, Diskon dan Bulan	70
4.25	Distribusi Data Indikator Harga, Diskon, dan Bulan Dengan 3 Klaster	71
4.26	Nilai DBI	71
4.27	Hasil $\lambda_i(\mathbf{n} \cdot \mathbf{u}_i)$ Berdasarkan Indikator Total, Jumlah dan Diskon	72
4.28	Sudut Grafik $\lambda_i(\mathbf{n} \cdot \mathbf{u}_i)$ Berdasarkan Indikator Total, Jumlah dan Diskon	73

4.29	Distribusi Data Indikator Total, Jumlah, dan Diskon Dengan 2 Klaster	74
4.30	Nilai DBI	74
4.31	Hasil $\lambda_i(\mathbf{n} \cdot \mathbf{u}_i)$ Berdasarkan Indikator Total, Jumlah dan Bulan	75
4.32	Sudut Grafik $\lambda_i(\mathbf{n} \cdot \mathbf{u}_i)$ Berdasarkan Indikator Total, Jumlah dan Bulan	76
4.33	Distribusi Data Indikator Total, Jumlah, dan Bulan Dengan 2 Klaster	76
4.34	Nilai DBI	77
4.35	Hasil $\lambda_i(\mathbf{n} \cdot \mathbf{u}_i)$ Berdasarkan Indikator Total, Diskon dan Bulan	77
4.36	Sudut Grafik $\lambda_i(\mathbf{n} \cdot \mathbf{u}_i)$ Berdasarkan Indikator Total, Diskon dan Bulan	78
4.37	Distribusi Data Indikator Total, Diskon, dan Bulan Dengan 2 Klaster	79
4.38	Nilai DBI	79
4.39	Hasil $\lambda_i(\mathbf{n} \cdot \mathbf{u}_i)$ Berdasarkan Indikator Jumlah, Diskon dan Bulan	80
4.40	Sudut Grafik $\lambda_i(\mathbf{n} \cdot \mathbf{u}_i)$ Berdasarkan Indikator Jumlah, Dis- kon dan Bulan	81
4.41	Distribusi Data Indikator Jumlah, Diskon, dan Bulan De- ngan 2 Klaster	82
4.42	Nilai DBI	82
4.43	Hasil $\lambda_i(\mathbf{n} \cdot \mathbf{u}_i)$ Berdasarkan Indikator Harga, Total, Jumlah dan Diskon	83
4.44	Sudut Grafik $\lambda_i(\mathbf{n} \cdot \mathbf{u}_i)$ Berdasarkan Indikator Harga, Total, Jumlah dan Diskon	84
4.45	Distribusi Data Indikator Harga, Total, Jumlah, dan Diskon Dengan 2 Klaster	84
4.46	Nilai DBI	85
4.47	Hasil $\lambda_i(\mathbf{n} \cdot \mathbf{u}_i)$ Berdasarkan Indikator Harga, Total, Jumlah dan Bulan	85

4.48	Sudut Grafik $\lambda_i(\mathbf{n} \cdot \mathbf{u}_i)$ Berdasarkan Indikator Harga, Total, Jumlah dan Bulan	87
4.49	Distribusi Data Indikator Harga, Total, Jumlah, dan Bulan Dengan 3 Klaster	87
4.50	Nilai DBI	88
4.51	Hasil $\lambda_i(\mathbf{n} \cdot \mathbf{u}_i)$ Berdasarkan Indikator Harga, Total, Diskon dan Bulan	88
4.52	Sudut Grafik $\lambda_i(\mathbf{n} \cdot \mathbf{u}_i)$ Berdasarkan Indikator Harga, Total, Diskon dan Bulan	89
4.53	Distribusi Data Indikator Harga, Total, Diskon, dan Bulan Dengan 2 Klaster	90
4.54	Nilai DBI	90
4.55	Hasil $\lambda_i(\mathbf{n} \cdot \mathbf{u}_i)$ Berdasarkan Indikator Harga, Jumlah, Diskon dan Bulan	91
4.56	Sudut Grafik $\lambda_i(\mathbf{n} \cdot \mathbf{u}_i)$ Berdasarkan Indikator Harga, Jumlah, Diskon dan Bulan	92
4.57	Distribusi Data Indikator Harga, Jumlah, Diskon, dan Bulan Dengan 2 Klaster	93
4.58	Nilai DBI	93
4.59	Hasil $\lambda_i(\mathbf{n} \cdot \mathbf{u}_i)$ Berdasarkan Indikator Total, Jumlah, Diskon dan Bulan	94
4.60	Sudut dari Grafik $\lambda_i(\mathbf{n} \cdot \mathbf{u}_i)$ Berdasarkan Indikator Total, Jumlah, Diskon dan Bulan	95
4.61	Distribusi Data Indikator Total, Jumlah, Diskon, dan Bulan Dengan 3 Klaster	95
4.62	Nilai DBI	96
4.63	Hasil $\lambda_i(\mathbf{n} \cdot \mathbf{u}_i)$ Berdasarkan Indikator Harga, Total, Jumlah, Diskon dan Bulan	96
4.64	Sudut Grafik $\lambda_i(\mathbf{n} \cdot \mathbf{u}_i)$ Berdasarkan Indikator Harga, Total, Jumlah, Diskon dan Bulan	98

4.65	Distribusi Data Indikator Harga, Total, Jumlah, Diskon, dan Bulan Dengan 3 Klaster	98
4.66	Nilai DBI	99
4.67	Nilai SSE Pada Indikator Harga, Total, dan Jumlah	100
4.68	Sudut dari Grafik SSE Berdasarkan Indikator Harga, Total, dan Jumlah	101
4.69	Distribusi Data	101
4.70	Nilai DBI	102
4.71	Nilai SSE Pada Indikator Harga, Total, dan Diskon	102
4.72	Sudut dari Grafik SSE Berdasarkan Indikator Harga, Total, dan Diskon	103
4.73	Distribusi Data	104
4.74	Nilai DBI	104
4.75	Nilai SSE Pada Indikator Harga, Total, dan Bulan	105
4.76	Sudut dari Grafik SSE Berdasarkan Indikator Harga, Total, dan Bulan	106
4.77	Distribusi Data	106
4.78	Nilai DBI	107
4.79	Nilai SSE Pada Indikator Harga, Jumlah, dan Diskon	108
4.80	Sudut dari Grafik SSE Berdasarkan Indikator Harga, Jumlah, dan Diskon	109
4.81	Distribusi Data	109
4.82	Nilai DBI	110
4.83	Nilai SSE Pada Indikator Harga, Jumlah, dan Bulan	110
4.84	Sudut dari Grafik SSE Berdasarkan Indikator Harga, Jumlah, dan Bulan	111
4.85	Distribusi Data	112
4.86	Nilai DBI	112
4.87	Nilai SSE Pada Indikator Harga, Diskon, dan Bulan	113
4.88	Sudut dari Grafik SSE Berdasarkan Indikator Harga, Diskon, dan Bulan	114

4.89	Distribusi Data	114
4.90	Nilai DBI	115
4.91	Nilai SSE Pada Indikator Total, Jumlah, dan Diskon	115
4.92	Sudut dari Grafik SSE Berdasarkan Indikator Total, Jumlah, dan Diskon	116
4.93	Distribusi Data	117
4.94	Nilai DBI	117
4.95	Nilai SSE Pada Indikator Total, Jumlah, dan Bulan	118
4.96	Sudut dari Grafik SSE Berdasarkan Indikator Total, Jumlah, dan Bulan	119
4.97	Distribusi Data	119
4.98	Nilai DBI	120
4.99	Nilai SSE Pada Indikator Total, Diskon, dan Bulan	120
4.100	Sudut dari Grafik SSE Berdasarkan Indikator Total, Diskon, dan Bulan	121
4.101	Distribusi Data	122
4.102	Nilai DBI	123
4.103	Nilai SSE Pada Indikator Jumlah, Diskon, dan Bulan	123
4.104	Sudut dari Grafik SSE Berdasarkan Indikator Jumlah, Dis- kon, dan Bulan	124
4.105	Distribusi Data	125
4.106	Nilai DBI	125
4.107	Nilai SSE Pada Indikator Harga, Total, Jumlah, dan Diskon	126
4.108	Sudut dari Grafik SSE Berdasarkan 3 Indikator	127
4.109	Distribusi Data	127
4.110	Nilai DBI	128
4.111	Nilai SSE Pada Indikator Harga, Total, Jumlah, dan Bulan	129
4.112	Sudut dari Grafik SSE Berdasarkan Indikator Harga, Total, Jumlah, dan Bulan	130
4.113	Distribusi Data	130
4.114	Nilai DBI	131

4.115 Nilai SSE Pada Indikator Harga, Total, Diskon, dan Bulan . . .	131
4.116 Sudut dari Grafik SSE Berdasarkan Indikator Harga, Total, Diskon, dan Bulan	132
4.117 Distribusi Data	133
4.118 Nilai DBI	133
4.119 Nilai SSE Pada Indikator Harga, Jumlah, Diskon, dan Bulan .	134
4.120 Sudut dari Grafik SSE Berdasarkan Indikator Harga, Jumlah, Diskon, dan Bulan	135
4.121 Distribusi Data	136
4.122 Nilai DBI	136
4.123 Nilai SSE Pada Indikator Total, Jumlah, Diskon dan Bulan . .	137
4.124 Sudut dari Grafik SSE Berdasarkan Indikator Total, Jumlah, Diskon dan Bulan	138
4.125 Distribusi Data	139
4.126 Nilai DBI	139
4.127 Nilai SSE Pada Indikator Harga, Total, Jumlah, Diskon dan Bulan	140
4.128 Sudut dari Grafik SSE Berdasarkan Indikator Harga, Total, Jumlah, Diskon dan Bulan	141
4.129 Distribusi Data	142
4.130 Nilai DBI	142
5.1 Nilai DBI Pada Metode Eigen dan Metode <i>Elbow</i>	151

DAFTAR GAMBAR

2.1	Sudut antara dua persamaan garis yang terbentuk	7
2.2	Fungsi <i>Gaussian</i> dengan $\mu = 0$ dan $\sigma = 1$	24
2.3	Ilustrasi <i>Clustering</i> (Jaelanie, 2016)	31
2.4	Bagan Alur Metode K-Means	34
2.5	Grafik Nilai <i>Sum of Square Error</i>	47
3.1	Bagan Alur Penelitian	50
4.1	Grafik Nilai Eigen Dengan Indikator Harga, Total dan Jumlah	57
4.2	Grafik Nilai Eigen Dengan Indikator Harga, Total dan Diskon	59
4.3	Grafik Nilai Eigen Dengan Indikator Harga, Total dan Bulan .	62
4.4	Grafik Nilai Eigen Dengan Indikator Harga, Jumlah dan Diskon	65
4.5	Grafik Nilai Eigen Dengan Indikator Harga, Jumlah dan Bulan	67
4.6	Grafik Nilai Eigen Dengan Indikator Harga, Diskon dan Bulan	70
4.7	Grafik Nilai Eigen Dengan Indikator Total, Jumlah dan Diskon	73
4.8	Grafik Nilai Eigen Dengan Indikator Total, Jumlah dan Bulan	75
4.9	Grafik Nilai Eigen Dengan Indikator Total, Diskon dan Bulan	78
4.10	Grafik Nilai Eigen Dengan Indikator Jumlah, Diskon dan Bulan	81
4.11	Grafik Nilai Eigen Dengan Indikator Harga, Total, Jumlah dan Diskon	83
4.12	Grafik Nilai Eigen Dengan Indikator Harga, Total, Jumlah dan Bulan	86
4.13	Grafik Nilai Eigen Dengan Indikator Harga, Total, Diskon dan Bulan	89
4.14	Grafik Nilai Eigen Dengan Indikator Harga, Jumlah, Diskon dan Bulan	92

4.15 Grafik Nilai Eigen Dengan Indikator Total, Jumlah, Diskon dan Bulan	94
4.16 Grafik Nilai Eigen Dengan Indikator Harga, Total, Jumlah, Diskon dan Bulan	97
4.17 Grafik Nilai SSE Dengan Indikator Harga, Total, dan Jumlah .	100
4.18 Grafik Nilai SSE Dengan Indikator Harga, Total, dan Diskon .	103
4.19 Grafik Nilai SSE Dengan Indikator Harga, Total, dan Bulan . .	105
4.20 Grafik Nilai SSE Dengan Indikator Harga, Jumlah, dan Diskon	108
4.21 Grafik Nilai SSE Dengan Indikator Harga, Jumlah, dan Bulan	111
4.22 Grafik Nilai SSE Dengan Indikator Harga, Diskon, dan Bulan	113
4.23 Grafik Nilai SSE Dengan Indikator Total, Jumlah, dan Diskon	116
4.24 Grafik Nilai SSE Dengan Indikator Total, Jumlah, dan Bulan .	118
4.25 Grafik Nilai SSE Dengan Indikator Total, Diskon, dan Bulan .	121
4.26 Grafik Nilai SSE Dengan Indikator Jumlah, Diskon, dan Bulan	124
4.27 Grafik Nilai SSE Dengan Indikator Harga, Total, Jumlah, dan Diskon	126
4.28 Grafik Nilai SSE Dengan Indikator Harga, Total, Jumlah, dan Bulan	129
4.29 Grafik Nilai SSE Dengan Indikator Harga, Total, Diskon, dan Bulan	132
4.30 Grafik Nilai SSE Dengan Indikator Harga, Jumlah, Diskon, dan Bulan	135
4.31 Grafik Nilai SSE Dengan Indikator Total, Jumlah, Diskon dan Bulan	138
4.32 Grafik Nilai SSE Dengan Indikator Harga, Total, Jumlah, Diskon dan Bulan	141