



**PENGLASTERAN BANK SAMPAH DI KABUPATEN  
JEMBER MENGGUNAKAN ALGORITMA *KMEANS*  
*CLUSTERING* DAN *DAVIES BOULDIN INDEX* SEBAGAI  
EVALUASI HASIL *CLUSTERING***

**SKRIPSI**

Oleh

**NUR LAILA IDA FITRIA**

**191810101074**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2023**



**PENGLASTERAN BANK SAMPAH DI KABUPATEN  
JEMBER MENGGUNAKAN ALGORITMA *KMEANS*  
*CLUSTERING* DAN *DAVIES BOULDIN INDEX* SEBAGAI  
EVALUASI HASIL *CLUSTERING***

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Matematika (S1) dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

**NUR LAILA IDA FITRIA**

**191810101074**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2023**

## PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT karena atas nikmat Allah kita tetap hidup dengan iman dan Islam yang melekat pada diri kita. Sholawat dan salam atas junjungan kita nabi Muhammad SAW sebagai suri tauladan dan rahmat bagi seluruh alam semesta.

Dengan segala kerendahan hati, penulis mempersembahkan skripsi ini kepada:

1. Aba Moch. Masykur dan Umi Susiani tersayang, yang senantiasa memberikan kasih sayang dan dukungan selama ini, serta doa dan didikan kepada saya hingga saat ini;
2. Kakak Mohammad Multazam tersayang, yang tidak pernah berhenti memberi dukungan dan menjadi semangat serta inspirasi untuk menyelesaikan tugas akhir;
3. Ulil Albab Rijal Rohmatullah, yang telah berkenan untuk mendampingi, dan menjaga mental saya tetap sehat selama masa kuliah, serta berkenan meminjamkan *device*;
4. Guru, dosen, teman dan semua yang telah memberikan ilmunya sejak Taman Kanak – Kanak hingga Perguruan Tinggi;

## **MOTTO**

*"Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum hingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri"*

*- ( Q.S. Ar Rad:11 )\* -*

---

\* Kementerian Agama Republik Indonesia. 2022. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: CV. Jumanatul Ali.

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Laila Ida Fitria

NIM : 191810101074

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Pengklastran Bank Sampah di Kabupaten Jember Menggunakan Algoritma *K-Means Clustering* dan *Davies Bouldin Index* sebagai Evaluasi Hasil *Clustering*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 8 Februari 2023

Yang menyatakan,

Nur Laila Ida Fitria

NIM 191810101074

**SKRIPSI**

**PENGLASTERAN BANK SAMPAH DI KABUPATEN  
JEMBER MENGGUNAKAN ALGORITMA *KMEANS*  
*CLUSTERING* DAN *DAVIES BOULDIN INDEX* SEBAGAI  
EVALUASI HASIL *CLUSTERING***

Oleh:

Nur Laila Ida Fitria

NIM 191810101074

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Mohammad Fatekurohman, S.Si., M.Si

Dosen Pembimbing Pendamping : Prof. Drs. I Made Tirta, M.Sc.,Ph.D

## PENGESAHAN

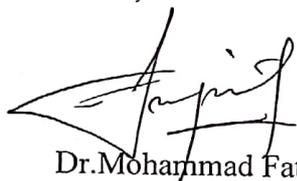
Skripsi berjudul "Pengklasteran Bank Sampah di Kabupaten Jember Menggunakan Algoritma *K-Means Clustering* dan *Davies Bouldin Index* sebagai Evaluasi Hasil *Clustering*" karya Nur Laila Ida Fitria telah diuji dan disahkan pada:

Hari, Tanggal : SELASA 07 MAR 2023

Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Jember

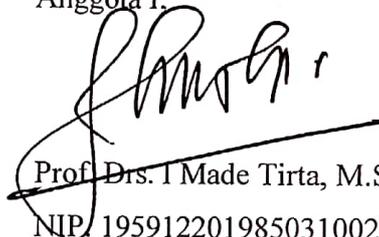
Tim Penguji:

Ketua,



Dr. Mohammad Fatekurohman, S.Si., M.Si  
NIP. 196906061998031001

Anggota I.



Prof. Drs. I Made Tirta, M.Sc., Ph.D  
NIP. 195912201985031002

Anggota II,



Dr. Alfian Futuhul Hadi, S.Si., M.Si  
NIP. 197407192000121001

Anggota III,



Abduh Riski, S.Si., M.Si

NIP. 199004062015041001

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Universitas Jember  
Drs. Achmad Staffullah, M.Sc., Ph.D.

NIP. 195910091986021001

## RINGKASAN

**Pengklastran Bank Sampah di Kabupaten Jember Menggunakan Algoritma *K-Means Clustering* dan *Davies Bouldin Index* sebagai Evaluasi Hasil *Clustering***; Nur Laila Ida Fitria, 191810101074; 2023: 74 halaman; Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Permasalahan sampah merupakan kasus klise yang tidak dapat dipungkiri menjadi persoalan lintas geografis yang berdampak global, dan akan terus bertambah seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk. Pemerintah Indonesia mengadopsi konsep *circular economy* dengan prinsip pengurangan sampah dan pemanfaatan sumber daya secara maksimal melalui program bank sampah. Program bank sampah telah menjadi terobosan pengelolaan sampah di Kabupaten Jember. Tujuan program tersebut untuk mendorong kepedulian masyarakat terhadap lingkungan dan memberikan keuntungan dari segi ekonomi, namun kondisi riil terkait antusiasme kepedulian masyarakat terhadap pengelolaan bank sampah masih belum optimal. Dampak dari permasalahan tersebut, terdapat bank sampah di beberapa daerah tidak beroperasi.

Latar belakang tersebut, menginisiasi Dinas Lingkungan Hidup selaku penanggung jawab pengelolaan sampah di Kabupaten Jember untuk berencana mengadakan program penilaian kualitas pengelolaan bank sampah dengan cara memberikan insentif terhadap bank sampah yang memiliki kinerja atau pengelolaan baik. Tujuan penelitian ini mengelompokkan bank sampah di Kabupaten Jember berdasarkan penilaian kualitas pengelolaan bank sampah, menggunakan algoritma *K-Means clustering* dan *Davies Bouldin Index* sebagai evaluasi hasil *clustering*. Pengelompokan ini dilakukan dengan 5 variabel, dan uji coba pengelompokan dilakukan dengan 5 macam jumlah *cluster* berbeda – beda. Hasil penelitian didapatkan bahwa jumlah *cluster* terbaik pada data penilaian kualitas pengelolaan bank sampah yaitu sebanyak 4 *cluster*. Hasil pengelompokan menjadi 4 *cluster* yaitu diperoleh *cluster* pertama ( $C_1$ ) sebanyak 9 bank sampah dan berkategori tidak beroperasi, *cluster* kedua ( $C_2$ ) sebanyak 11 bank sampah dan berkategori beroperasi

dengan sangat baik, *cluster* ketiga ( $C_3$ ) sebanyak 37 bank sampah dan beroperasi dengan baik, *cluster* keempat ( $C_4$ ) sebanyak 14 bank sampah dan beroperasi dengan cukup baik.

## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengklastran Bank Sampah di Kabupaten Jember Menggunakan Algoritma *K-Means Clustering* dan *Davies Bouldin Index* sebagai Evaluasi Hasil *Clustering*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya dalam menyelesaikan tugas akhir;
2. Bapak Dr. Mohammad Fatekurohman, S.Si., M.Si selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Prof. Drs. I Made Tirta, M.Sc.,Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan perhatian dalam pembimbingan tugas akhir;
3. Bapak Dr. Alfian Futuhul Hadi, S.Si., M.Si dan Bapak Abduh Riski, S.Si., M.Si selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran membangun untuk kesempurnaan dan hasil lebih baik dari tugas akhir ini;
4. Bapak Bagus Juliyanto, S.Si., M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik yang memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama masa perkuliahan;
5. Seluruh Bapak dan Ibu dosen beserta staf karyawan di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
6. Guru-guru dan tenaga pengajar pendidikan formal maupun informal sejak Taman Kanak-Kanak hingga Perguruan Tinggi;
7. Umi dan Aba tersayang yang senantiasa memberikan kasih sayang dan dukungan selama ini, serta doa dan didikan kepada saya hingga saat ini;

8. Kakak tersayang yang tidak pernah berhenti memberi dukungan dan memberikan semangat percaya bahwa saya dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik;
9. Ulil Albab Rijal Rohmatullah yang telah berkenan untuk mendampingi, dan menjaga mental saya tetap sehat selama masa kuliah, serta berkenan meminjamkan *device*;
10. Teman – teman seperjuangan Matematika angkatan 2019 “Calculus” yang memberikan tempat belajar, ilmu, dan warna di setiap harinya;
11. Dan seluruh pihak yang mendukung dan membantu penulis dalam menyelesaikan tugas ini baik secara materiil maupun non-materiil, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh sebab itu diharapkan adanya masukan yang membangun sehingga skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Jember, Februari 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN SAMPUL .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
HALAMAN MOTTO .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	vi
PENGESAHAN .....	vii
RINGKASAN .....	viii
PRAKATA .....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Tujuan Penelitian .....</b>	<b>4</b>
<b>1.4 Manfaat Penelitian .....</b>	<b>4</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Bank Sampah .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Penilaian Kualitas Pengelolaan Bank Sampah.....</b>	<b>6</b>
<b>2.3 Data Mining .....</b>	<b>8</b>
<b>2.4 <i>Clustering</i>.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>2.5 Algoritma <i>K – Means Clustering</i> .....</b>	<b>10</b>
<b>2.6 <i>Davies-Bouldin Index (DBI)</i>.....</b>	<b>12</b>
<b>2.7 Penelitian Terdahulu.....</b>	<b>14</b>
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>17</b>
<b>3.1 Jenis Penelitian .....</b>	<b>17</b>
<b>3.2 Objek Penelitian .....</b>	<b>17</b>
<b>3.3 Deskripsi Data.....</b>	<b>17</b>

<b>3.4 Tahapan Penelitian</b> .....	18
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	22
<b>4.1 Pengumpulan Data</b> .....	22
<b>4.2 Implementasi Rstudio</b> .....	22
4.2.1 <i>Input Data</i> .....	23
4.2.2 <i>Preprocessing</i> .....	24
4.2.3 <i>K-Means Clustering</i> .....	25
<b>4.3 Analisis Hasil</b> .....	26
4.3.1 <i>Hasil K-means Clustering</i> .....	27
4.3.2 <i>Hasil Model Evaluation</i> .....	32
4.3.3 <i>Interpretasi Hasil</i> .....	34
4.3.4 <i>Kategori Hasil Clustering</i> .....	35
4.3.5 <i>Pemberian Nama Clustering</i> .....	35
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	39
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	39
<b>5.2 Saran</b> .....	39
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	40
<b>LAMPIRAN</b> .....	43

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Rubrik penilaian kualitas pengelolaan bank sampah .....	7
Tabel 2. 2 Penelitian terdahulu.....	15
Tabel 3. 1 Deskripsi data.....	18
Tabel 4. 1 Library Rstudio yang digunakan dalam implementasi program.....	23
Tabel 4. 2 Interpretasi hasil <i>clustering</i> dengan 2 <i>cluster</i> .....	27
Tabel 4. 3 Interpretasi hasil <i>clustering</i> dengan 3 <i>cluster</i> .....	28
Tabel 4. 4 Interpretasi hasil <i>clustering</i> dengan 4 <i>cluster</i> .....	29
Tabel 4. 5 Interpretasi hasil <i>clustering</i> dengan 5 <i>cluster</i> .....	30
Tabel 4. 6 Interpretasi hasil <i>clustering</i> dengan 6 <i>cluster</i> .....	32
Tabel 4. 7 Perbandingan hasil uji coba evaluasi <i>clustering</i> .....	33

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tahapan proses data <i>mining</i> .....	9
Gambar 2. 2 Flowchart algoritma <i>K-Means clustering</i> .....	12
Gambar 3. 1 Flowchart tahapan penelitian .....	21
Gambar 4. 1 Hasil transformasi atribut NAMA.BSU sebagai indeks .....	25
Gambar 4. 2 Hasil pengelompokan dengan 2 <i>cluster</i> .....	27
Gambar 4. 3 Hasil pengelompokan dengan 3 <i>cluster</i> .....	28
Gambar 4. 4 Hasil pengelompokan dengan 4 <i>cluster</i> .....	29
Gambar 4. 5 Hasil pengelompokan dengan 5 <i>cluster</i> .....	30
Gambar 4. 6 Hasil pengelompokan dengan 6 <i>cluster</i> .....	31
Gambar 4. 7 Plot visualisasi hasil uji coba <i>clustering</i> .....	34
Gambar 4. 8 Deskripsi data hasil <i>clustering</i> .....	34
Gambar 4. 9 Rata – rata setiap atribut parameter penilaian .....	36

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 4. 1 Data penelitian.....	43
Lampiran 4. 2 Hasil uji coba <i>clustering</i> menggunakan 2 <i>cluster</i> .....	46
Lampiran 4. 3 Hasil uji coba <i>clustering</i> menggunakan 3 <i>cluster</i> .....	47
Lampiran 4. 4 Hasil uji coba <i>clustering</i> menggunakan 4 <i>cluster</i> .....	48
Lampiran 4. 5 Hasil uji coba <i>clustering</i> menggunakan 5 <i>cluster</i> .....	49
Lampiran 4. 6 Hasil uji coba <i>clustering</i> menggunakan 6 <i>cluster</i> .....	50
Lampiran 4. 7 Hasil perhitungan <i>Davies Bouldin Index</i> 2 <i>cluster</i> .....	51
Lampiran 4. 8 Hasil perhitungan <i>Davies Bouldin Index</i> 3 <i>cluster</i> .....	51
Lampiran 4. 9 Hasil perhitungan <i>Davies Bouldin Index</i> 4 <i>cluster</i> .....	52
Lampiran 4. 10 Hasil perhitungan <i>Davies Bouldin Index</i> 5 <i>cluster</i> .....	52
Lampiran 4. 11 Hasil perhitungan <i>Davies Bouldin Index</i> 6 <i>cluster</i> .....	53
Lampiran 4. 12 Interpretasi hasil <i>clustering</i> menggunakan tabel .....	54
Lampiran 4. 13 Tabel pengelompokan bank sampah <i>cluster</i> satu ( $C_1$ ).....	56
Lampiran 4. 14 Tabel pengelompokan bank sampah <i>cluster</i> dua ( $C_2$ ) .....	56
Lampiran 4. 15 Tabel pengelompokan bank sampah <i>cluster</i> tiga ( $C_3$ ).....	57
Lampiran 4. 16 Tabel pengelompokan bank sampah <i>cluster</i> empat ( $C_4$ ) .....	58

## **BAB 1. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Permasalahan sampah merupakan kasus klise yang tidak dapat dipungkiri menjadi persoalan lintas geografis yang berdampak global, dan akan terus bertambah seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk. Menurut *The Economist Intelligence Unit* (2017), Indonesia menjadi sorotan global karena menduduki peringkat kedua sebagai negara penyumbang sampah terbesar setelah Cina dan pengelolaan sampahnya masih belum optimal. Permasalahan pengelolaan sampah di Indonesia timbul akibat dari faktor tingginya volume sampah yang dihasilkan, rendahnya tingkat pelayanan pengelolaan sampah, kurangnya kesadaran masyarakat, serta terbatasnya jumlah TPA dan institusi pengelola sampah.

Menurut Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional tahun 2022 sebanyak 34,77% dari 18,637 ton sampah tidak dikelola dan menyebabkan pencemaran. Rumah tangga menjadi sumber penyumbang sampah terbesar yaitu sebesar 22,69% dari total sampah di Indonesia. Data tersebut linier dengan permasalahan sampah di Kabupaten Jember yang terus meningkat, dimana TPA di Kabupaten Jember harus menimbun rata – rata 1.700 ton sampah setiap harinya. Permasalahan tersebut diperparah dengan keadaan TPA dimana 90% sudah dipenuhi sampah dari total luas lahan 6,8 hektare.

Berdasarkan permasalahan yang ada, pemerintah Indonesia mengadopsi konsep *circular economy* dengan prinsip pengurangan sampah dan pemanfaatan sumber daya secara maksimal melalui program bank sampah. Tujuan dari program tersebut yaitu sebagai alternatif pengelolaan sampah, dan mengubah sampah yang tidak bernilai menjadi sesuatu yang berguna atau memiliki nilai ekonomis. Program bank sampah telah menjadi terobosan pengelolaan sampah di Kabupaten Jember. Koordinator Lapangan TPA Pakusari menyatakan, Kabupaten Jember memiliki 1 Bank Sampah Induk (BSI) dan 52 unit bank sampah terlegalitas yang tersebar di beberapa desa (News Indonesia, 2022). Kepala Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Jember juga mengungkapkan, program bank sampah dapat diterapkan

di setiap desa yang ada di Kabupaten Jember (Jempolindo.id, 2021).

Implementasi program tersebut diharapkan mampu menjadi strategi pendorong kepedulian masyarakat terhadap lingkungan dan memberikan keuntungan dari segi ekonomi. Namun, Nurul Hidayah (2022)<sup>1</sup> selaku Sub Koordinator Pengelolaan Sampah Kabupaten Jember menyatakan kondisi riil terkait antusiasme kepedulian masyarakat terhadap pengelolaan bank sampah masih belum optimal. Dampak dari permasalahan tersebut, terdapat bank sampah di beberapa daerah tidak beroperasi.

Latar belakang tersebut, menginisiasi Dinas Lingkungan Hidup selaku penanggung jawab pengelolaan sampah di Kabupaten Jember untuk berencana mengadakan program penilaian kualitas pengelolaan bank sampah. Bank sampah yang memiliki kualitas pengelolaan baik akan mendapatkan insentif. Insentif diberikan sebagai bentuk apresiasi atau *reward* untuk meningkatkan minat masyarakat mengikuti program bank sampah, dengan sistem menabungkan sampah. Penentuan bank sampah yang layak menerima insentif berdasarkan penilaian kualitas pengelolaan bank sampah, dapat dilakukan dengan salah satu teknik data mining yaitu *clustering* atau pengelompokan.

Penelitian serupa terkait *clustering*, pernah dilakukan oleh Tendra et al. (2021) yaitu *clustering* pada aplikasi *mobile banking* bank sampah menggunakan algoritma *K-Means clustering*, dengan studi kasus di Kelurahan Tuah Madani Kota Pekanbaru. Penelitian ini bertujuan guna memudahkan proses pengelompokan wilayah, dengan menganalisa jenis sampah yang dikumpulkan. Kurniawan et al. (2017) juga melakukan penelitian terkait *clustering* bank sampah menggunakan metode *clustering K-Means*, dengan studi kasus di Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Pasuruan. Tujuan *clustering* tersebut untuk menentukan kelayakan bank sampah dalam pembagian peralatan pengolahan sampah. Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini, yaitu *clustering* dengan algoritma *K-Means clustering*.

---

<sup>1</sup> Hidayah, N. 2022. *Pengelolaan Bank Sampah di Kabupaten Jember*. Hasil Wawancara Pribadi: 26 April 2022. Dinas Lingkungan Hidup.

*K-Means clustering* merupakan salah satu metode data *mining* yang sering digunakan, dikarenakan algoritmanya sederhana dan mudah diimplementasikan. *K-Means clustering* merupakan metode pengelompokan data yang mempartisi data berdasarkan kemiripan karakteristik dalam suatu *cluster*. Implementasi algoritma *K-Means clustering* telah banyak digunakan seperti penelitian Aryuni et al. (2018) terkait segmentasi pelanggan di Bank XYZ, dan memperoleh hasil bahwa algoritma *K-Means clustering* lebih baik dibandingkan algoritma *K-Medoids clustering*. Menurut penelitian Merliana dan Santoso (2015) *K-Means clustering* memiliki kekurangan dalam menentukan jumlah *cluster*, dikarenakan tidak ada ketentuan atau dipilih secara acak. Faktanya, kekurangan tersebut mengakibatkan hasil *clustering* kurang optimal, oleh karena itu diperlukan adanya evaluasi hasil *clustering*.

Belakangan ini telah banyak metode untuk evaluasi hasil *clustering*, Religia dan Jaya (2020) menggunakan *Davies Bouldin Index* sebagai evaluasi hasil *clustering* metode *K-Medoids* dalam pengelompokan performa siswa. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, peneliti memilih algoritma *K-Means clustering* dengan *Davies Bouldin Index* sebagai evaluasi hasil *clustering*. Penelitian ini diharapkan mampu menunjukkan hasil pengelompokan bank sampah di Kabupaten Jember berdasarkan penilaian kualitas pengelolaan bank sampah.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut.

- a. Bagaimana cara evaluasi hasil *clustering* bank sampah berdasarkan penilaian kualitas pengelolaan bank sampah di Kabupaten Jember dengan *Davies Bouldin Index*?
- b. Berapa jumlah *cluster* terbaik dalam implementasi algoritma *K-Means clustering* untuk pengelompokan bank sampah berdasarkan penilaian kualitas pengelolaan bank sampah di Kabupaten Jember?
- c. Bagaimana hasil pengelompokan bank sampah berdasarkan penilaian kualitas pengelolaan bank sampah di Kabupaten Jember?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut.

- a. Untuk mengetahui cara evaluasi hasil *clustering* bank sampah berdasarkan penilaian kualitas pengelolaan bank sampah di Kabupaten Jember dengan *Davies Bouldin Index*.
- b. Untuk menemukan jumlah *cluster* terbaik dalam implementasi algoritma *K-Means clustering* untuk pengelompokan bank sampah berdasarkan penilaian kualitas pengelolaan bank sampah di Kabupaten Jember.
- c. Untuk mengetahui hasil pengelompokan bank sampah berdasarkan penilaian kualitas pengelolaan bank sampah di Kabupaten Jember.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini sebagai berikut.

- a. **Bagi Penulis**, memahami langkah pengelompokan data bank sampah berdasarkan penilaian kualitas pengelolaan bank sampah menggunakan algoritma *K-Means clustering* dan bagaimana *Davies Bouldin Index* bekerja sebagai evaluasi hasil *clustering*.
- b. **Bagi Akademisi**, memberikan pemahaman terkait langkah pengelompokan data bank sampah berdasarkan penilaian kualitas pengelolaan bank sampah menggunakan algoritma *K-Means clustering* dan *Davies Bouldin Index* bekerja sebagai evaluasi hasil *clustering*.
- c. **Bagi Instansi Pemerintah Daerah**, hasil penelitian ini dapat menjadi gambaran analisa bagi instansi pemerintah daerah, khususnya Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Jember selaku penanggung jawab pengelolaan sampah setempat dalam penentuan *cluster* bank sampah berdasarkan penilaian kualitas pengelolaan bank sampah.

## **BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Bank Sampah**

Menurut Dirjen Cipta Karya (2011) bank sampah merupakan strategi sebagai penerapan 3R (*Recycle, Reduce, Reuse*) dalam pengelolaan sampah pada sumbernya di lingkup masyarakat dengan paradigma insentif ekonomi. Kegiatan tersebut bersifat *social engineering* kepada masyarakat untuk memilah sampah. Adanya program bank sampah ini diharapkan dapat menumbuhkan rasa kepedulian dan kesadaran masyarakat, dimana hal tersebut akan berdampak positif yaitu dapat mengurangi timbunan sampah yang diangkut ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA).

Inisiasi adanya bank sampah pada awalnya merupakan sebuah solusi dari banyaknya sampah yang bersumber dari rumah tangga, sedangkan tempat pembuangan sampah masih terbatas (Pratama dan Ihsan, 2017). Mengingat, sampah merupakan permasalahan pelik yang harus segera diatasi, sedangkan terbatasnya tempat pembuangan sampah menjadi salah satu persoalan klasik yang dapat mengakibatkan permasalahan sampah menjadi lebih kompleks. Terlebih lagi, pengelolaan sampah saat ini masih belum menggunakan metode atau teknik yang tepat dan ramah lingkungan.

Berdasarkan permasalahan yang ada, pemerintah Indonesia mengadopsi konsep *circular economy* dalam menyelesaikan permasalahan sampah. *Circular economy* merupakan model industri yang menitikberatkan daur ulang sampah, sehingga dapat bernilai ekonomi. Konsep bank sampah merupakan salah satu program yang mengadopsi prinsip *circular economy*, yang mana pada praktiknya masyarakat wajib berkontribusi dalam gerakan memilah sampah mulai dari rumah sehingga menghasilkan nilai ekonomi (Purwanti, 2021). Hasil riset yang dilakukan oleh Arifin et al. (2020), menjelaskan bahwa bank sampah merupakan solusi untuk menumbuhkan kesadaran dan kepedulian masyarakat terhadap lingkungan. Namun, ironisnya masih terdapat beberapa faktor yang menyebabkan terkendalanya pelaksanaan program bank sampah, misalkan kurangnya antusiasme masyarakat dan kurang optimalnya siklus nilai atau insentif ekonomi dari pemerintah.

## 2.2 Penilaian Kualitas Pengelolaan Bank Sampah

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Permen LHK) 14 Tahun 2021 pada bab iv pemberian insentif pasal 17 ayat 1 (b), menjelaskan bahwa Pemerintah akan memberikan insentif kepada pengelola bank sampah yang memiliki kinerja baik. Berdasarkan hal itu, Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Jember berencana melakukan penilaian kualitas pengelolaan bank sampah, dengan tujuan pemberian insentif terhadap bank sampah yang memiliki kualitas pengelolaan baik. Tujuan pemberian insentif ini sebagai bentuk apresiasi atau *reward*, sekaligus peninjauan terhadap kondisi pengelolaan bank sampah di Kabupaten Jember dari berbagai aspek atau variabel penilaian.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan 14 Tahun 2021 mengenai pengelolaan sampah, pada bab IV pasal 18 terkait pemberian insentif menjelaskan bahwa penilaian kualitas pengelolaan bank sampah dilaksanakan dengan ketentuan peraturan perundang – undangan. Variabel penilaian kualitas pengelolaan bank sampah di Kabupaten Jember diantaranya yaitu,

- a. **Pengelolaan Sampah**, sebagaimana tertuang dalam Permen LHK 14 Tahun 2021 Bab ii mengenai persyaratan bank sampah pada bagian kesatu yaitu pengelolaan sampah. Indikator penilaian pengelolaan sampah mencakup pengurangan dan penanganan sampah, pemilahan, serta pengolahan sampah.
- b. **Fasilitas Bank Sampah**, sebagaimana tertuang dalam Permen LHK 14 Tahun 2021 Bab ii mengenai persyaratan bank sampah pada bagian kedua yaitu fasilitas bank sampah. Indikator penilaian fasilitas bank sampah meliputi sarana dan prasarana pemilahan sampah, kapasitas dan luas lokasi, dan tata lokasi bank sampah yang mudah diakses nasabah dan tidak menimbulkan pencemaran.
- c. **Tata Kelola Bank Sampah**, sebagaimana tertuang dalam Permen LHK 14 Tahun 2021 Bab ii mengenai persyaratan bank sampah pada bagian ketiga yaitu tata kelola bank sampah. Indikator penilaian tata kelola bank sampah meliputi struktur kelembagaan, pelayanan menjangkau seluruh lapisan masyarakat, adanya prosedur operasional kerja.
- d. **Jumlah Nasabah**, sebagaimana tertuang dalam Permen LHK 14 Tahun 2021 Bab iii mengenai kemitraan bank sampah pada pasal 13 ayat 2 (f) yaitu adanya

partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah selaku nasabah bank sampah. Indikator penilaian jumlah nasabah yaitu banyaknya nasabah yang aktif menabungkan sampah di bank sampah.

- e. **Intensitas Menabung**, sebagaimana tertuang dalam Permen LHK 14 Tahun 2021 Bab i mengenai ketentuan umum pada pasal 1 ayat 2 yaitu terkait pengelolaan sampah harus berjalan secara sistematis, menyeluruh dan berkesinambungan sebagai bentuk upaya bank sampah tetap beroperasi secara optimal. Indikator penilaian intensitas menabung meliputi keaktifan Bank Sampah Unit (BSU) dalam melakukan penimbangan sampah kepada Bank Sampah Induk (BSI) secara konsisten.

Adapun rubrik penilaian kualitas pengelolaan bank sampah dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Rubrik penilaian kualitas pengelolaan bank sampah

Atribut	Indikator	Nilai
Pengelolaan Sampah	a. Pengurangan dan penanganan sampah	5: <i>Outstanding</i> 4: <i>Superior</i>
	b. Pemilahan sampah	3: <i>Fully Satisfactory</i>
	c. Pengolahan sampah	2: <i>Need Improvement</i> 1: <i>Unsatisfactory</i>
Fasilitas Bank Sampah	a. Sarana dan prasarana pemilahan sampah	5: <i>Outstanding</i> 4: <i>Superior</i>
	b. Kapasitas dan luas lokasi	3: <i>Fully Satisfactory</i>
	c. Tata lokasi bank sampah	2: <i>Need Improvement</i> 1: <i>Unsatisfactory</i>
Tata Kelola Bank Sampah	a. Struktur kelembagaan	5: <i>Outstanding</i>
	b. Jangkauan pelayanan	4: <i>Superior</i>
	c. Prosedur operasional kerja	3: <i>Fully Satisfactory</i> 2: <i>Need Improvement</i> 1: <i>Unsatisfactory</i>
Jumlah Nasabah	a. Partisipasi masyarakat selaku nasabah bank sampah	5: <i>Outstanding</i> 4: <i>Superior</i> 3: <i>Fully Satisfactory</i> 2: <i>Need Improvement</i> 1: <i>Unsatisfactory</i>

Atribut	Indikator	Nilai
Intensitas Menabung	a. Keaktifan BSU dalam melakukan penimbangan sampah kepada BSI secara konsisten	5: <i>Outstanding</i> 4: <i>Superior</i> 3: <i>Fully Satisfactory</i> 2: <i>Need Improvement</i> 1: <i>Unsatisfactory</i>

(Sumber: Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Jember, 2022)

### 2.3 Data Mining

Data mining atau yang dapat disebut *Knowledge Discovery in Database* (KDD) adalah proses ekstraksi data untuk memperoleh informasi implisit yang belum diketahui dari suatu kumpulan data besar. *Output* dari aktivitas tersebut berupa pengetahuan baru yang dapat dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan di masa mendatang (Han dan Kamber, 2012). Fungsi data *mining*, menurut Larose (2014) terbagi menjadi enam diantaranya yaitu.

- a. **Fungsi *Descriptive***, berguna untuk menggambarkan data yang berukuran besar secara ringkas.
- b. **Fungsi *Estimation***, berguna untuk memperkirakan hal yang belum diketahui dari kumpulan data.
- c. **Fungsi *Classification***, berguna untuk mengklasifikasi data atau membedakan kelas melalui pengetahuan dari hasil uji dataset.
- d. **Fungsi *Prediction***, berguna untuk memprediksi hasil dari hal yang belum diketahui dan terjadi, untuk mendapatkan hal baru. Fungsi prediksi hampir sama dengan fungsi estimasi dan klasifikasi, namun terdapat perbedaan yaitu hasil prediksi berupa *knowledge* untuk masa depan.
- e. **Fungsi *Clustering***, berguna untuk mengkluster data ke dalam *cluster* yang memiliki karakteristik sama.
- f. **Fungsi *Association***, berguna untuk mencari kombinasi atau hubungan item yang terjadi secara bersamaan dalam aturan asosiatif.

Berdasarkan proses *Knowledge Discovery in Database* (KDD), terdapat beberapa tahapan proses data *mining* diantaranya yaitu.

#### a. *Cleaning* dan *Integration*

- 1) ***Data Cleaning***, merupakan proses yang berguna untuk membersihkan komponen data yang tidak dibutuhkan atau konsisten.

2) **Data Integration**, merupakan proses pemaduan data dari beragam sumber, menjadi satu *database* baru.

b. *Selection dan Transformation*

1) **Data Selection**, merupakan proses seleksi data, untuk memastikan bahwa data yang telah dikumpulkan memenuhi kriteria penelitian.

2) **Transformation Data**, dilakukan untuk mempermudah analisa dan interpretasi *clustering*.

c. *Mining Process*

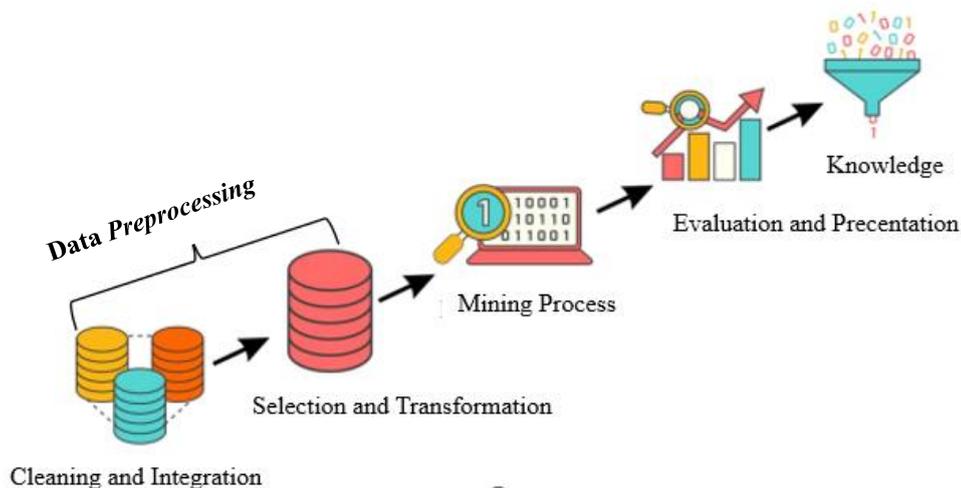
Proses mining atau penambangan data merupakan proses yang berguna untuk ekstraksi pola atau mencari pengetahuan tersembunyi dari data, dimana proses ini merupakan proses utama penggunaan metode.

d. *Evaluation dan Precentation*

1) **Pattern Evaluation**, merupakan proses yang berguna untuk menguji pola (hipotesis awal) yang telah didapatkan dari proses *mining*.

2) **Knowledge Precentation**, merupakan proses yang berguna untuk mempresentasikan pengetahuan yang telah didapatkan, menggunakan teknik visualisasi. *Knowledge precentation* juga bisa dikatakan sebagai tahap terakhir proses data *mining* yaitu formulasi keputusan dari hasil analisa yang diperoleh.

Tahapan proses dapat digambarkan seperti Gambar 2.1 (Han dan Kamber, 2012).



Gambar 2. 1 Tahapan proses data *mining*

## 2.4 Clustering

*Clustering* ini merupakan metode untuk mengklaster data berdasarkan

kemiripan karakteristik (Bhusare dan Bansode, 2014). *Clustering* memiliki konsep yaitu memaksimalkan kemiripan karakteristik dalam *cluster* yang sama, dan memaksimalkan ketidaksamaan antar *cluster*. Karakteristik yang dimiliki setiap *cluster* tergambaran berdasarkan kemiripan data dalam *cluster* itu sendiri, atau bisa dikatakan karakteristik tidak ditentukan sebelum dilakukan klusterisasi. *Clustering* berdasarkan pengelompokannya terbagi menjadi dua, yaitu *partitional clustering* dan *hierarchical clustering* dengan penjabaran sebagai, berikut:

- a. ***Partitional Clustering***, merupakan metode klusterisasi data yang diawali dengan penentuan jumlah *cluster* terlebih dahulu. *Partitional clustering* akan membuat masing – masing objek data terletak pada satu subset, yang mana setiap *cluster* memiliki *centroid* (titik pusat). Metode ini digunakan untuk mendekatkan jarak terhadap seluruh data ke setiap pusat *cluster*. Contoh metode ini yaitu *K-Means*, *Fuzzy c-means*, dan *Mixture Modeling*.
- b. ***Hierarchical Clustering***, merupakan metode klusterisasi data yang diawali dengan mengelompokkan dua objek atau lebih yang memiliki kemiripan paling dekat, begitu seterusnya hingga membentuk bagan hirarki dari yang paling mirip. Contoh metode ini yaitu *Single Linkage*, *Average Linkage*, *Complete Linkage*, dan *Average Group Linkage*.

## 2.5 Algoritma *K – Means Clustering*

Algoritma *K-Means clustering* merupakan algoritma klusterisasi yang sering digunakan. Algoritma *K-Means clustering* adalah sebuah algoritma klusterisasi iteratif, yang ditujukan untuk meminimumkan nilai jarak antar setiap data ke *centroid* (pusat *cluster*). Sederhananya algoritma *K-Means clustering* ini mempartisi data sebanyak jumlah *cluster* yang telah ditentukan diawal, maka data akan berkelompok pada *cluster* sesuai kemiripan karakteristik yang dimiliki. Implementasi algoritma *K-Means* dapat dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai, berikut.

- a. **Menentukan jumlah *cluster* ( $k$ )**, yang akan dibuat sebanyak  $i$
- b. **Menentukan pusat *cluster* awal**, secara *random*
- c. **Menghitung jarak setiap data yang ada ke masing masing *centroid*** dengan menggunakan *Euclidean Distance*, dengan tujuan untuk mencari jarak terdekat

setiap data ke *centroid*. *Euclidean Distance* merupakan ukuran kedekatan jarak berbasis *similarity measure*, yang digunakan untuk menghitung jarak diantara dua objek. Rumus *Euclidean Distance* adalah,

$$D_E(i, j) = \sqrt{(x_{1i} - y_{1j})^2 + (x_{2i} - y_{2j})^2 + \dots + (x_{pi} - y_{pj})^2} \quad (2.1)$$

dengan

$D_E(i, j)$  : jarak antara data ke-  $i$  terhadap pusat *cluster*  $j$

$x_{pi}$  : Data ke-  $i$  pada atribut data ke-  $p$

$x_{pj}$  : Titik pusat ke-  $j$  pada atribut ke-  $p$

$p$  : Jumlah variabel *cluster*

d. **Mengelompokan data**, berdasarkan jarak minimum dengan *centroid*. Dimana jarak tersebut menunjukkan data itu terletak dalam kelompok yang memiliki pusat *cluster* terdekat. Algoritma untuk mengelompokan data dapat dilakukan dengan cara sebagai, berikut:

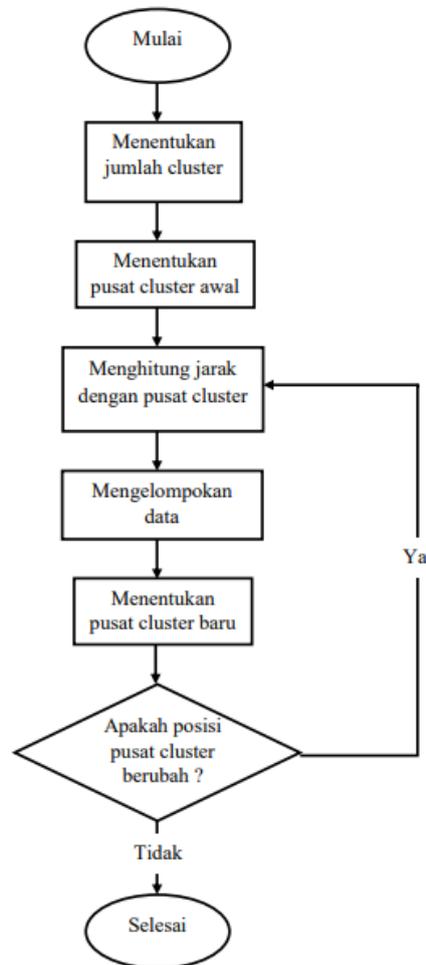
- 1) ambil nilai jarak pusat *cluster* dan data;
- 2) temukan nilai jarak yang terkecil;
- 3) kelompokan data dan pusat *cluster* berdasarkan jarak terkecil.

e. **Menentukan pusat *cluster* baru**, untuk iterasi selanjutnya apabila belum didapatkan hasil yang konvergen. Proses iterasi akan dihentikan, apabila pusat *cluster* lama sama dengan pusat *cluster* baru. Algoritma untuk menentukan pusat *cluster* baru yaitu,

- 1) mencari jumlah anggota tiap *cluster*;
- 2) menghitung nilai pusat *cluster* baru, dengan cara menjumlahkan anggota data yang termasuk dalam pusat *cluster* tertentu dibagi dengan banyaknya data yang termasuk anggota pusat *cluster* tertentu tersebut.

f. **Mengulangi langkah**, ke 3 dengan menggunakan pusat *cluster* yang baru, apabila pusat *cluster* tidak berubah lagi atau tidak terdapat data yang berpindah *cluster* maka tahap *clustering* selesai.

Tahapan proses dapat digambarkan seperti Gambar 2.2 (Poteras *et al.*, 2014).



Gambar 2. 2 Flowchart algoritma *K-Means clustering*

## 2.6 *Davies-Bouldin Index (DBI)*

*Davies-Bouldin Index (DBI)* adalah salah satu metode yang berguna untuk evaluasi hasil *clustering*. Metode evaluasi DBI ini termasuk skema validitas internal *cluster* yaitu evaluasi dengan cara melihat hasil *cluster* berdasarkan kedekatan antar data hasil *clustering* itu sendiri. Tujuan evaluasi menggunakan DBI adalah untuk mengukur seberapa baik hasil *clustering* yang didapatkan melalui metrik kohesi dan metrik separasi. Metrik kohesi berfungsi untuk mengukur seberapa dekat hubungan data dalam *cluster* yaitu sebagai jumlah dari kedekatan data terhadap titik pusat *cluster* dari sebuah *cluster* yang diikuti. Metrik separasi berfungsi untuk mengukur seberapa berbeda atau seberapa bagus keterpisahan sebuah *cluster* dari *cluster* lain.

*Cluster* dapat dikatakan optimal, jika nilai DBI yang dimiliki bernilai rendah pada kohesi dan bernilai tinggi pada separasi. Pengukuran dalam DBI ini juga

memaksimalakan jarak antara *cluster*  $C_i$  (*centroid* dari *cluster*) dan  $C_j$  (*centroid* ke semua data), dan diwaktu yang bersamaan juga meminimalkan jarak antar titik dalam *cluster*. Tahapan dalam evaluasi *cluster* menggunakan DBI adalah sebagai, berikut:

- a. ***Sum of Square Within-cluster (SSW)***, merupakan persamaan untuk mencari koheisi dalam *cluster* ke- $i$ . Hasil *clustering* dikatakan optimal, apabila semakin kecil nilai SSW maka hasil *clustering* yang didapat lebih baik. Persamaan untuk mencari SSW adalah,

$$SSW_i = \frac{1}{m_i} \sum_{j=i}^{m_i} d(x_j, c_i) \quad (2.2)$$

dengan

- $SSW_i$  : *Sum of Square Within-cluster* ke- $i$   
 $m_i$  : jumlah data dalam *cluster* ke- $i$   
 $x_j$  : data pada *cluster* ke- $j$   
 $c_i$  : *centroid* atau pusat *cluster* ke- $i$   
 $d(x_j, c_i)$  : jarak setiap data ke- $j$  terhadap *centroid* atau pusat *cluster* ke- $i$

- b. ***Sum of Square Between-cluster (SSB)***, merupakan persamaan untuk mencari separasi dalam *cluster* ke- $i$ . Hasil *clustering* dikatakan optimal, apabila semakin besar nilai SSB maka hasil *clustering* yang didapat lebih baik. Persamaan untuk mencari SSB adalah,

$$SSB_{i,j} = d(c_i, c_j) \quad (2.3)$$

dengan,

- $SSB_{i,j}$  : *Sum of Square Between-cluster*  
 $c_j$  : data pada *cluster* ke- $j$   
 $c_i$  : *centroid* atau pusat *cluster* ke- $i$   
 $d(c_i, c_j)$  : jarak antar *centroid* atau pusat *cluster* satu dengan lainnya

- c. ***Ratio (Rasio)***

Nilai koheisi dan separasi diperoleh, kemudian dilakukan pengukuran rasio. *Rasio* merupakan persamaan untuk mengetahui nilai perbandingan antara *cluster* ke- $i$  dan *cluster* ke- $j$ . Persamaan untuk mencari rasio adalah,

$$R_{i,j} = \frac{SSW_i + SSW_j}{SSB_{i,j}} \quad (2.4)$$

dengan

$R_{i,j}$  : *Ratio*

$SSW_i$  : *Sum of Square Within-cluster ke-i*

$SSW_j$  : *Sum of Square Within-cluster ke-j*

$SSB_{i,j}$  : *Sum of Square Between-cluster dari cluster i dan j*

d. *Davies-Bouldin Index (DBI)*

Nilai rasio yang diperoleh tersebut digunakan untuk mencari nilai *Davies-Bouldin Index (DBI)*. Persamaan untuk mencari *Davies-Bouldin Index (DBI)* adalah,

$$DBI = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \max_{i \neq j} (R_{i,j}) \quad (2.5)$$

dengan

$DBI$  : *Davies-Bouldin Index*

$k$  : *jumlah cluster*

$R_{i,j}$  : *Rasio antara cluster i dan j*

$max$  : *Rasio antara cluster yang terbesar*

Semakin kecil nilai DBI yang didapatkan (non-negatif  $\geq 0$ ), maka *cluster* yang didapatkan semakin baik.

(Davies dan Bouldin, 1979).

## 2.7 Penelitian Terdahulu

Panduan dalam penelitian ini, menggunakan penelitian terdahulu sebagai acuan atau perbandingan penelitian. *State of the art* dari penelitian ini diambil dari beberapa jurnal yang disajikan pada Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2. 2 Penelitian terdahulu

No	Nama Peneliti dan Tahun	Judul	Hasil Penelitian
1.	Aryuni et al. (2018)	<i>Customer Segmentation in XYZ Bank Using K-Means and K-Medoids Clustering</i>	Penerapan algoritma <i>K-Means</i> dinyatakan memiliki hasil <i>clustering</i> yang lebih unggul dibandingkan dengan algoritma <i>K-Medoids</i> , setelah dilakukan evaluasi menggunakan metode <i>Davies Bouldin Index</i>
2.	Religia dan Jaya. (2020)	Pengelompokan Menggunakan Algoritma <i>K-Medoids</i> Untuk Evaluasi Performa Siswa	Penerapan <i>Davies Bouldin Index</i> model pengujian atau evaluasi hasil <i>clustering</i> dari algoritma <i>K-Medoids</i> berjalan dengan baik
3.	Sitinjak et al. (2022)	<i>Clustering</i> Daerah Penyumbang Sampah Berdasarkan Provinsi di Indonesia Menggunakan Algoritma <i>K-Means</i>	Algoritma <i>K-Means clustering</i> mampu mengelompokan daerah penyumbang sampah berdasarkan provinsi yang ada di Indonesia dengan baik
4.	Pamulang et al. (2022)	Komparasi <i>Distance Measure</i> Pada <i>K-Medoids Clustering</i> Untuk Pengelompokan Penyakit ISPA	Pengguna <i>distance measure</i> sangat berpengaruh pada hasil <i>clustering</i> . <i>Euclidean distance</i> mampu menghasilkan <i>cluster</i> optimal dibandingkan <i>Chebyshev distance</i>
5.	Ramadhani et al. (2017)	Evaluasi <i>K-Means</i> dan <i>K-Medoids</i> Pada Dataset Kecil	Berdasarkan hasil penelitian algoritma <i>K-Means clustering</i> memiliki performa lebih baik dibandingkan algoritma <i>K-Medoids</i> pada <i>clustering</i> dataset kecil

## **BAB 3. METODE PENELITIAN**

Metode penelitian merupakan runtunan tahapan penelitian secara sistematis yang digunakan sebagai dasar dalam menjawab permasalahan yang dituliskan pada rumusan masalah. Pada penelitian ini, tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

### **3.1 Jenis Penelitian**

Penelitian ini termasuk ke dalam metode penelitian kuantitatif, tepatnya bersifat *ex post facto* yaitu data dikumpulkan setelah semua kejadian yang dipersoalkan berlangsung. Penerapan penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan bank sampah berdasarkan penilaian kualitas pengelolaan bank sampah dengan menggunakan algoritma *K-Means clustering*. Hasil penelitian ini dapat dijadikan gambaran oleh Dinas Lingkungan Hidup selaku penanggung jawab pengelolaan sampah di Kabupaten Jember, dalam menentukan *cluster* bank sampah yang memiliki kualitas pengelolaan bank sampah baik untuk pemberian insentif.

### **3.2 Objek Penelitian**

Objek penelitian yang digunakan adalah data penilaian kualitas pengelolaan bank sampah di Kabupaten Jember, yang dikumpulkan dari Dinas Lingkungan Hidup. Data penelitian ini termasuk data sekunder yaitu dengan melakukan pengajuan surat penelitian dari instansi guna pengambilan data penilaian kualitas pengelolaan bank sampah.

### **3.3 Deskripsi Data**

Data yang diamati merupakan dataset penilaian kualitas pengelolaan bank sampah di Kabupaten Jember pada November 2021 – November 2022, sebanyak 71 data bank sampah dengan terdiri dari 6 atribut. Penjelasan mengenai rincian atribut dapat disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Deskripsi data

No	Atribut	Keterangan	Jenis Data
1.	Nama BSU	Identitas Bank Sampah Unit	Kategori
2.	Pengelolaan Sampah	Penilaian berdasarkan tingkat kreativitas BSU dalam melakukan pengelolaan sampah	Numerik
3.	Fasilitas Bank Sampah	Penilaian berdasarkan tingkat pemenuhan standar fasilitas BSU	Numerik
4.	Tata Kelola Bank Sampah	Penilaian berdasarkan tingkat struktur tata kelola BSU	Numerik
5.	Jumlah Nasabah	Penilaian berdasarkan jumlah nasabah	Numerik
6.	Intensitas Menabung	Penilaian berdasarkan tingkat intensitas kekonsistenan dalam menabung	Numerik

### 3.4 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian adalah alur kerangka berpikir yang dibutuhkan agar penelitian dapat diselesaikan secara sistematis, menjawab setiap permasalahan yang diberikan, serta mencapai tujuan yang diharapkan.

#### a. Studi Literatur

Studi literatur sebagai gambaran awal dari penelitian ini, dilakukan dengan mencari referensi melalui penelitian terdahulu, buku, jurnal penelitian, artikel, serta situs internet yang lain, terkait implementasi algoritma *K-Means clustering* dan *Davies Bouldin Index* sebagai evaluasi hasil *clustering*.

#### b. Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data ini dilakukan dengan cara mengambil data penilaian pengelolaan bank sampah di Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Jember. Data tersebut nantinya akan diolah ke dalam sistem menggunakan algoritma *K-Means clustering*, untuk mengelompokkan bank sampah berdasarkan penilaian kualitas pengelolaan. Atribut yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya yaitu penilaian pengelolaan sampah, fasilitas bank sampah, tata kelola bank sampah, jumlah nasabah, dan intensitas menabung.

### c. *Input Data*

Pengolahan data penilaian bank sampah pada penelitian ini menggunakan *software Rstudio*. Data yang telah dikumpulkan disimpan dalam bentuk file csv terlebih dahulu, sebelum diinputkan pada *software Rstudio*.

### d. *Preprocessing Data*

*Preprocessing* data termasuk dalam tahapan mining data yaitu pengolahan data mentah sebelum dilakukan *processing* data, tepatnya dengan tujuan memastikan performa data. Tahapan *preprocessing* dilakukan melalui *cleaning* data, data *selection* dan transformasi data, dengan penjabaran berikut:

#### 1) *Cleaning Data*

*Cleaning* data merupakan tahap pembersihan data, data yang telah dikumpulkan dibersihkan dari komponen – komponen yang tidak dibutuhkan dan memastikan bahwa *dataset* telah memuat seluruh data yang dibutuhkan.

#### 2) *Data Selection*

*Selection* data merupakan tahap pemilihan data untuk mempermudah pengolahan data pada proses selanjutnya. Tahap *selection* perlu dilakukan untuk penyeleksian data atau pemilihan atribut yang akan dipakai, sebab tidak semua data memenuhi kriteria penelitian atau tidak semua atribut dipakai.

#### 3) *Transformasi Data*

Tahap transformasi data dilakukan dengan mengubah dataset ke *dataframe* dan pemberian kolom nomor. Tujuan transformasi data untuk mempermudah analisa dan interpretasi hasil *clustering*.

### e. *K-Means Clustering*

Proses selanjutnya yaitu pengolahan data menggunakan algoritma *K-Means clustering*. Algoritma *K-Means clustering* melakukan pengelompokan secara sistem partisi, dan memaksimalkan kemiripan karakteristik data dalam *cluster*, serta meminimalkan karakteristik data antar *cluster*. Tahapan proses pengelompokan menggunakan algoritma *K-Means clustering* yaitu:

- 1) **menentukan jumlah *cluster* ( $k$ )**, yang akan dibuat sebanyak  $i$ ;
- 2) **menentukan pusat *cluster* awal**, secara *random*;

- 3) **menghitung jarak setiap data yang ada ke masing masing *centroid*** dengan *Euclidean Distance*, yaitu menggunakan persamaan (2.1);
- 4) **mengelompokan data**, berdasarkan jarak minimum dengan *centroid*;
- 5) **menentukan pusat *cluster* baru**, untuk iterasi selanjutnya apabila belum didapatkan hasil yang konvergen;
- 6) **mengulangi langkah**, ke 3 dengan menggunakan pusat *cluster* yang baru, apabila pusat *cluster* tidak berubah lagi atau tidak terdapat data yang berpindah *cluster* maka tahap *clustering* selesai.

f. *Model Evaluation*

Model *evaluation* berfungsi untuk mengetahui performa hasil *clustering* suatu data, dalam penelitian ini model *evaluation* yang digunakan adalah *Davies Bouldin Index*. ***Davies Bouldin Index (DBI)*** adalah salah satu metode yang berguna untuk evaluasi hasil *clustering*. Metode evaluasi DBI ini termasuk skema validitas internal *cluster* yaitu evaluasi dengan cara melihat hasil *cluster* berdasarkan kedekatan antar data hasil *clustering* itu sendiri. Tujuan evaluasi menggunakan DBI adalah untuk mengukur seberapa baik hasil *clustering* yang didapatkan melalui metrik kohesi dan metrik separasi. Metrik kohesi berfungsi untuk mengukur seberapa dekat hubungan data dalam *cluster* yaitu sebagai jumlah dari kedekatan data terhadap titik pusat *cluster* dari sebuah *cluster* yang diikuti. Metrik separasi berfungsi untuk mengukur seberapa berbeda atau seberapa bagus keterpisahan sebuah *cluster* dari *cluster* lain.

Cara kerja DBI untuk mengetahui performa hasil *clustering* yaitu dengan melakukan perhitungan dengan beberapa formula. Formula tersebut diantaranya yaitu:

- 1) *Sum of square within cluster (SSW)* menggunakan persamaan (2.2), dengan semakin kecil nilai SSW maka hasil *clustering* yang didapatkan lebih baik;
- 2) *Sum of square between cluster (SSB)* menggunakan persamaan (2.3), dengan semakin besar nilai SSB maka hasil *clustering* yang didapatkan lebih baik;
- 3) Rasio (Rij) menggunakan persamaan (2.4).

Nilai rasio yang telah didapatkan tersebut digunakan untuk mencari nilai *Davies Bouldin Index (DBI)*, dengan menggunakan persamaan (2.5). Semakin kecil nilai DBI yang didapatkan (non – negatif  $\geq 0$ ), maka semakin baik *cluster* yang

diperoleh dari pengelompokan algoritma *K-Means clustering* yang digunakan.

g. Interpretasi Hasil Evaluasi *Clustering* Terbaik

Hasil *clustering* terbaik dari model *evaluation* dengan *Davies Bouldin Index*, akan diinterpretasikan menggunakan tabel. Tujuan interpretasi hasil evaluasi *clustering* ini, untuk mengetahui anggota kelompok bank sampah setiap *clusternya* dengan mudah.

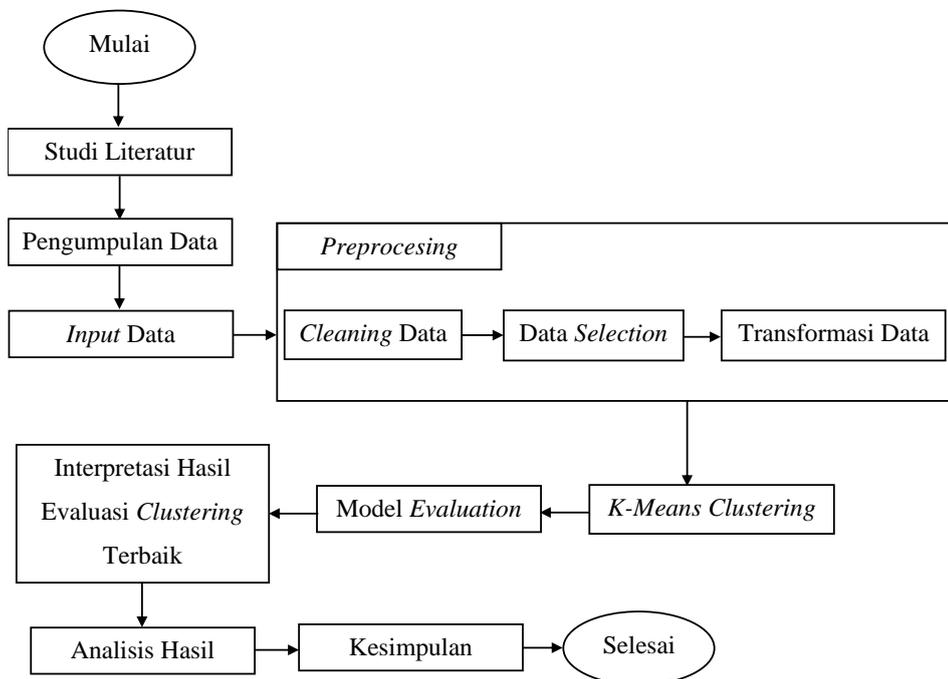
h. Analisis Hasil

Tahap analisis hasil ini bertujuan untuk menganalisa hasil *clustering* data penilaian pengelolaan bank sampah menggunakan algoritma *K-Means clustering*, dan dilakukan evaluasi menggunakan *Davies-Bouldin Index*.

i. Kesimpulan

Tahapan kesimpulan ini dilakukan untuk menarik kesimpulan dari implementasi dan analisis hasil penelitian yang didapatkan.

Gambar 3.1 Menunjukkan tahapan penelitian yang akan dilakukan.



Gambar 3. 1 *Flowchart* tahapan penelitian

## **BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Topik bahasan pada Bab 4 ini terkait implementasi dan analisa hasil dari pengelompokan data penilaian bank sampah di Kabupaten Jember dengan menggunakan algoritma *K-Means clustering* dan *Davies Bouldin Index* sebagai evaluasi hasil *clustering*.

### **4.1 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data merupakan tahap awal yang krusial pada penelitian ini. Data yang digunakan berasal dari Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Jember, tepatnya pada sub bagian pengelolaan bank sampah yaitu tim Bank Sampah Induk. Pengumpulan data tersebut termasuk kedalam data sekunder yaitu dengan melakukan pengajuan surat penelitian dari instansi guna pengambilan data penilaian kualitas pengelolaan bank sampah. Data yang diamati merupakan dataset penilaian pengelolaan bank sampah di Kabupaten Jember pada November 2021 – November 2022, sebanyak 71 data bank sampah dengan terdiri dari 6 atribut yang terlampir pada Lampiran 4.1.

Atribut yang digunakan sesuai dengan acuan penilaian pengelolaan bank sampah yang diatur pada Permen LHK 14 Tahun 2021 bab IV pasal 18 terkait pemberian insentif. Atribut yang menjadi variabel penilaian diantaranya yaitu pengelolaan sampah, fasilitas bank sampah, tata kelola bank sampah, jumlah nasabah, dan intensitas menabung. Rubrik yang menjadi acuan penilaian setiap atribut dapat dilihat pada Tabel 2.1.

### **4.2 Implementasi *Rstudio***

Implementasi algoritma *K-Means clustering* dalam pengelompokan bank sampah berdasarkan penilaian kualitas pengelolaan ini menggunakan *software Rstudio*. *Library Rstudio* yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 *Library Rstudio* yang digunakan dalam implementasi program

<b>Code</b>	<b>Deskripsi</b>
<code>library(tidyverse)</code>	<i>library</i> untuk mengolah data, seperti <i>import</i> dan <i>export</i> data, visualisasi data, dan pemodelan data
<code>library(hrbrthemes)</code>	<i>library</i> untuk penyedia tema dasar dan <i>font</i> yang akan digunakan
<code>library(cluster)</code>	<i>library</i> untuk perhitungan <i>clustering</i>
<code>library(tidyr)</code>	<i>library</i> untuk membuat pivot tabel dan merapikan data
<code>library(corrplot)</code>	<i>library</i> untuk memunculkan hasil plot data atau mengetahui korelasi antara variabel numerik
<code>library(DT)</code>	<i>library</i> untuk menampilkan atau merubah data menjadi tabel
<code>library(gridExtra)</code>	<i>library</i> untuk menggabungkan grafik
<code>library(dplyr)</code>	<i>library</i> untuk mealakukan <i>preprocessing</i> , juga dapat digunakan untuk manipulasi data dengan konsisten (nama fungsi dan <i>output</i> )
<code>library(ggplot2)</code>	<i>library</i> untuk menampilkan hasil visualisasi data, dengan bentuk plot
<code>library(factoextra)</code>	<i>library</i> untuk menampilkan hasil analisis <i>clustering</i>
<code>library(clusterSIM)</code>	<i>library</i> untuk melakukan perhitungan menggunakan algoritma <i>K-Means clustering</i>
<code>library(httr)</code>	<i>library</i> untuk pengambilan data berbentuk csv
<code>library(factoextra)</code>	<i>Library</i> untuk visualisasi hasil <i>clustering</i>

#### 4.2.1 *Input Data*

*Input* data termasuk hal penting ketika memulai pengolahan data. Data yang telah dikumpulkan disimpan dalam bentuk file csv terlebih dahulu sebelum diinputkan pada *software Rstudio*. Untuk menginputkan data penilaian kualitas pengelolaan bank sampah di Kabupaten Jember, perlu dilakukan *import* data menggunakan fungsi `file.choose()` atau input data ditentukan secara memilih file di *directory local*. Bentuk file yang diinputkan berbentuk csv, sehingga perlu menggunakan fungsi `read.csv`, dan data tersebut didefinisikan dengan nama `df_kmeans`.

#### 4.2.2 Preprocessing

*Preprocessing* data perlu dilakukan untuk membersihkan dan merubah data mentah menjadi data siap digunakan. Penelitian ini melakukan pengelompokan data menggunakan algoritma *K-Means clustering* sehingga yang digunakan data numerik saja, maka perlu dilakukan *cleaning*, *selection*, dan *transformation* data.

##### a. *Cleaning* Data

Tahap *cleaning* perlu dilakukan untuk membersihkan data dari komponen-komponen tidak begitu berarti pada data. Data penelitian ini diperiksa apakah terdapat *missing value* atau data duplikat. Hasil pemeriksaan kelengkapan data menggunakan fungsi `is.na()` bernilai *false* atau data sudah lengkap, sama halnya dengan pemeriksaan duplikat data menggunakan fungsi `duplicated()` juga bernilai *false* atau sudah tidak terdapat data terduplikat. Pemeriksaan duplikat data ini juga diperlukan untuk identifikasi data sama, sebab data yang terduplikat akan mempengaruhi pembentukan *cluster*. Peng-*cluster*-an data penelitian ini menggunakan algoritma pengelompokan berbasis kemiripan, sehingga jika terdapat data terduplikat maka data yang sama akan bertumpuk.

##### b. *Data Selection*

Tahap *selection* perlu dilakukan untuk penyeleksian data atau pemilihan atribut yang akan dipakai, sebab tidak semua data memenuhi kriteria penelitian atau tidak semua atribut dipakai. Data awal penilaian pengelolaan bank sampah memiliki 6 atribut yaitu nama BSU, pengelolaan sampah, fasilitas bank sampah, tata kelola bank sampah, jumlah nasabah, dan intensitas menabung, selain itu juga terdapat kolom nomor. Untuk dilakukan proses pengolahan data selanjutnya, maka perlu dilakukan pemilihan atribut. Atribut yang digunakan adalah pengelolaan sampah, fasilitas bank sampah, tata kelola bank sampah, jumlah nasabah, dan intensitas menabung, sehingga perlu dilakukan penghapusan kolom atribut yang tidak digunakan. Atribut yang perlu dihapus yaitu nomor kolom dan nama BSU. Penghapusan kolom atribut yang tidak digunakan ini dengan menggunakan fungsi `select()` yaitu dengan memilih kolom yang akan dihapus, kemudian data yang telah dilakukan penghapusan kolom disimpan dengan nama `bank_sampah`.

##### c. *Transformasi* Data

Tahap berikutnya, transformasi dataset ke *dataframe* dan diberi kolom nomor. Transformasi dataset ke *dataframe* ini dilakukan untuk mempermudah analisa dan interpretasi *clustering*. Transformasi dataset menggunakan fungsi `as.data.frame()` dan pemberian kolom nomor dengan diberi nama `row_num`. Sebelum masuk pada tahap pengelompokan algoritma *K-Means clustering*, dataset perlu ditransformasi kembali yaitu transformasi atribut NAMA.BSU dijadikan sebagai indeks saja. Hasil transformasi atribut NAMA.BSU sebagai indeks ini disimpan dengan nama `df_clus`, yang ditampilkan pada Gambar 4.1.

	PENGELOLAAN.SAMPAH	FASILITAS.BANK.SAMPAH	TATA.KELOLA.BANK.SAMPAH	JUMLAH.NASABAH	INTENSITAS.MENABUNG
BSU ST. GREENNERS	3	1	5	1	5
BSU GRIYA AYU	3	5	5	5	5
BSU BUNGA NIRWANA	3	4	5	5	5
BSU ASRI BMP	4	5	5	5	5
BS. HANDAYANI	1	5	1	5	1
BS. SIDO MANDIRI	2	5	1	5	1

Gambar 4. 1 Hasil transformasi atribut NAMA.BSU sebagai indeks

#### 4.2.3 *K-Means Clustering*

Langkah selanjutnya yaitu pengelompokan menggunakan algoritma *K-Means clustering*. Pertama **menentukan jumlah cluster (k)**, pada penelitian ini jumlah *cluster* yang akan dipilih sebagai uji coba yaitu  $k=2$ ,  $k=3$ ,  $k=4$ ,  $k=5$ , dan  $k=6$ . Uji coba dilakukan berulang-ulang menggunakan jumlah *cluster* berbeda-beda, sebab sebagai pembandingan untuk memperoleh hasil *clustering* dengan jumlah *cluster* yang terbaik. Tahap berikutnya yaitu **menentukan centroid (pusat cluster) awal secara acak**, namun juga perlu dilakukan perulangan dengan nilai inisiasi *centroid* awal berbeda-beda. Perulangan ini dilakukan karena hasil *clustering* yang dihasilkan memiliki nilai berbeda beda, dan oleh sebab itu perlu menggunakan fungsi `set.seed()` di sebelumnya atau awal *source code* pengelompokan. Fungsi `set.seed()` ini berfungsi untuk menentukan *random number generator*, supaya keacakan data bisa diatur dan data percobaan awal hingga seterusnya tetap data acak yang sama.

Pengelompokan ini berbasis kemiripan, sehingga dalam peng-*cluster*-an ini dibutuhkan ukuran untuk melihat seberapa mirip data yang akan dikelompokkan ke dalam *cluster* yang sama. *Distance measure* atau metode ukur jarak yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *euclidean distance*. **Pengukuran jarak data** ini

menggunakan fungsi `dist()` dan fungsi `round` untuk membulatkan nilai hasil perhitungan, sedangkan dataset yang digunakan yaitu dataset `bank_sampah` atau dataset yang berisikan atribut bernilai numerik saja.

Setelah jarak data telah diketahui, maka dapat lanjut pada tahapan pengelompokan berikutnya. *Source code* pengelompokan menggunakan algoritma ***K-Means clustering*** ini yaitu,

```
```{r}
set.seed(123)
coba_kmeans1 <- kmeans(df_clus, 2, nstart = 25)
coba_kmeans2 <- kmeans(df_clus, 3, nstart = 25)
coba_kmeans3 <- kmeans(df_clus, 4, nstart = 25)
coba_kmeans4 <- kmeans(df_clus, 5, nstart = 25)
coba_kmeans5 <- kmeans(df_clus, 6, nstart = 25)
print(coba_kmeans1)
print(coba_kmeans2)
print(coba_kmeans3)
print(coba_kmeans4)
print(coba_kmeans5)
```
```

Pengelompokan tersebut menggunakan fungsi `kmeans()`, dimana pada fungsi `kmeans()` terdapat parameter `nstart`. Parameter `nstart` ini berfungsi untuk menginformasikan berapa kali perulangan pengelompokan yang dilakukan. Pada *source code* diatas tertulis kode perulangan `nstart = 25`, dalam artian perulangan akan dilakukan sebanyak 25 kali atau inisiasi *centroid* (pusat *cluster*) awal sebanyak 25 kali dengan nilai yang berbeda-beda. Hasil dari 25 kali inisiasi tersebut dipilih hasil *clustering* yang paling baik yaitu memiliki nilai *Total Within Cluster Variation* terkecil.

### 4.3 Analisis Hasil

Adapun analisis hasil dari pengklasteran bank sampah menggunakan algoritma *K-Means clustering* dan *Davies Bouldin Index* sebagai evaluasi hasil *clustering* dapat dijabarkan berikut.

#### 4.3.1 Hasil *K-means Clustering*

Hasil pengelompokan algoritma *K-Means clustering* dari uji coba dengan beberapa macam jumlah *cluster* sebagai berikut.

##### a. 2 Cluster

Hasil *clustering* yang diperoleh dari jumlah *cluster* (*k*) sebanyak 2 dapat dilihat pada Gambar 4.2.

```

K-means clustering with 2 clusters of sizes 48, 23
Cluster means:
1  PENGELOLAAN.SAMPAH FASILITAS.BANK.SAMPAH TATA.KELOLA.BANK.SAMPAH JUMLAH.NASABAH INTENSITAS.MENABUNG
2  2.9166667 1.687500 4.8333333 1.916667 4.8333333
   0.7391304 2.869565 0.6521739 2.869565 0.6521739
Clustering vector:
   BSU ST. GREENNERS 1 BSU GRIYA AYU 1 BSU BUNGA NIRWANA 1
   BSU ASRI BMP 1 BS. HANDAYANI 2 BS. SIDO MANDIRI 2
   BS. DLUWANG ARTHO 2 BS. AMANAH SEJAHTERA 1 BS. SHINTA 1
   BS. AKSI (Aktivis Kebersihan) 2 BS. TIRTO GUMITIR 2 BS. GERPAS 2
   BSU BERSINAR BMP 1 BSU DAMA ASTER BMP 1 BSU MOBILE RAMBI 1
   . . .
   . . .
Within cluster sum of squares by cluster:
[1] 260.9792 274.0870
(between_ss / total_ss = 55.0 %)
Available components:
[1] "cluster" "centers" "totss" "withinss" "tot.withinss" "betweenss" "size"
[8] "iter" "ifault"

```

Gambar 4. 2 Hasil pengelompokan menggunakan algoritma *K-Means clustering* dengan 2 *cluster*

Berdasarkan Gambar 4.2, *output* yang diperoleh dari hasil *clustering* dengan jumlah *cluster* (*k*) sebanyak 2 dapat diinterpretasikan pada Tabel 4.2. Tabel 4.2 tersebut menjelaskan bahwa *cluster* 1 berjumlah 48 bank sampah dan *cluster* 2 berjumlah 23 bank sampah, dengan *Within Cluster Sum of Squares* atau tingkat kemiripan anggota data dalam *cluster* yaitu 260,9792 pada *cluster* 1 dan 274,0870 pada *cluster* 2. Nilai ketepatan dalam membagi *cluster* atau nilai *Between Sum of Squares* dibagi *Total Sum of Squares* sebesar 55,0%.

Tabel 4. 2 Interpretasi hasil *clustering* dengan 2 *cluster*

| <i>Cluster</i>   | Jumlah Data | <i>Within Cluster Sum of Squares</i> | <i>Between Sum of Squares / Total Sum of Squares</i> |
|------------------|-------------|--------------------------------------|--|
| <i>Cluster</i> 1 | 48 Data     | 260,9792                             | 55,0%  |
| <i>Cluster</i> 2 | 23 Data     | 274,0870                             |  |

### b. 3 Cluster

Hasil *clustering* yang diperoleh dari jumlah *cluster* (k) sebanyak 3 dapat dilihat pada Gambar 4.3.

```

K-means clustering with 3 clusters of sizes 14, 48, 9
Cluster means:
1  PENGELOLAAN_SAMPAH  FASILITAS.BANK_SAMPAH  TATA.KELOLA.BANK_SAMPAH  JUMLAH_NASABAH  INTENSITAS.MENABUNG
1  1.214286            4.714286            1.071429            4.714286            1.071429
2  2.916667            1.687500            4.833333            1.916667            4.833333
3  0.000000            0.000000            0.000000            0.000000            0.000000

Clustering vector:
BSU ST. GREENNERS 2          BSU GRIYA AYU 2          BSU BUNGA NIRWANA 2
BSU ASRI BMP 2          BS. HANDAYANI 2          BS. SIDO MANDIRI 2
BS. DLUWANG ARTHO 2      BS. AMANAH SEJAHTERA 1      BS. SHINTA 1
BS. AKSI (Aktivis Kebersihan) 3      BS. TIRTO GUMITIR 2      BS. GERPAS 2
BSU BERSINAR BMP 3      BSU DAMA ASTER BMP 3      BSU MOBILE RAMBI 3
.  .  .
.  .  .

Within cluster sum of squares by cluster:
[1] 9.928571 260.979167 0.000000
(between_SS / total_SS = 77.2 %)

Available components:
[1] "cluster" "centers" "totss" "withinss" "tot.withinss" "betweenss" "size"
[8] "iter" "ifault"

```

Gambar 4. 3 Hasil pengelompokan menggunakan algoritma *K-Means clustering* dengan 3 *cluster*

Berdasarkan Gambar 4.3, *output* yang diperoleh dari hasil *clustering* dengan jumlah *cluster* (k) sebanyak 3 dapat diinterpretasikan pada Tabel 4.3. Tabel 4.3 tersebut menjelaskan bahwa *cluster* 1 berjumlah 14 bank sampah, *cluster* 2 berjumlah 48 bank sampah, dan *cluster* 3 berjumlah 9 bank sampah. *Within Cluster Sum of Squares* atau tingkat kemiripan anggota data dalam *cluster* yaitu 9,928571 pada *cluster* 1, 260,979167 pada *cluster* 2, dan 0,000000 pada *cluster* 3. Nilai ketepatan dalam membagi *cluster* atau nilai *Between Sum of Squares* dibagi *Total Sum of Squares* sebesar 77,2%.

Tabel 4. 3 Interpretasi hasil *clustering* dengan 3 *cluster*

| <i>Cluster</i>   | Jumlah Data | <i>Within Cluster Sum of Squares</i> | <i>Between Sum of Squares / Total Sum of Squares</i> |
|------------------|-------------|--------------------------------------|--|
| <i>Cluster</i> 1 | 14 Data     | 9,928571                             | 77,2%  |
| <i>Cluster</i> 2 | 48 Data     | 260,979167                           |  |
| <i>Cluster</i> 3 | 9 Data      | 0,000000                             |  |

### c. 4 Cluster

Hasil *clustering* yang diperoleh dari jumlah *cluster* (k) sebanyak 4 dapat dilihat pada Gambar 4.4.

```

K-means clustering with 4 clusters of sizes 9, 11, 37, 14
Cluster means:
1  PENGELOLAAN.SAMPAH 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
2  3.454545 4.000000 5.000000 5.000000 5.000000
3  2.756757 1.000000 4.783784 1.000000 4.783784
4  1.214286 4.714286 1.071429 4.714286 1.071429

Clustering vector:
      BSU ST. GREENNERS 3          BSU GRIYA AYU 2          BSU BUNGA NIRWANA 2
      BSU ASRI BMP 2          BS. HANDAYANI 4          BS. SIDO MANDIRI 4
      BS. DLUWANG ARTHO 2          BS. AMANAH SEJAHTERA 4          BS. SHINTA 4
      BS. AKSI (Aktivis Kebersihan) 1          BS. TIRTO GUMITIR 3          BS. GERPAS 3
      BSU BERSINAR BMP 1          BSU DAMA ASTER BMP 3          BSU MOBILE RAMBI 3
      .
      .
      .

Within cluster sum of squares by cluster:
[1] 0.000000 10.727273 33.351351 9.928571
(between_SS / total_SS = 95.5 %)

Available components:
[1] "cluster" "centers" "totss" "withinss" "tot.withinss" "betweenss" "size"
[8] "iter" "ifault"

```

Gambar 4. 4 Hasil pengelompokan menggunakan algoritma *K-Means clustering* dengan 4 *cluster*

Berdasarkan Gambar 4.4, *output* yang diperoleh dari hasil *clustering* dengan jumlah *cluster* (k) sebanyak 4 dapat diinterpretasikan pada Tabel 4.4. Tabel 4.4 tersebut menjelaskan bahwa *cluster* 1 berjumlah 9 bank sampah, *cluster* 2 berjumlah 11 bank sampah, *cluster* 3 berjumlah 37 bank sampah, dan *cluster* 4 berjumlah 14 bank sampah. *Within Cluster Sum of Squares* atau tingkat kemiripan anggota data dalam *cluster* yaitu 0,000000 pada *cluster* 1, 10,727273 pada *cluster* 2, 33,351351 pada *cluster* 3, dan 9,928571 pada *cluster* 4. Nilai ketepatan dalam membagi *cluster* atau nilai *Between Sum of Squares* dibagi *Total Sum of Squares* sebesar 95,5%.

Tabel 4. 4 Interpretasi hasil *clustering* dengan 4 *cluster*

| <i>Cluster</i>   | Jumlah Data | <i>Within Cluster Sum of Squares</i> | <i>Between Sum of Squares / Total Sum of Squares</i> |
|------------------|-------------|--------------------------------------|--|
| <i>Cluster</i> 1 | 9 Data      | 0,000000                             | 95,5%  |
| <i>Cluster</i> 2 | 11 Data     | 10,727273                            |  |
| <i>Cluster</i> 3 | 37 Data     | 33,351351                            |  |
| <i>Cluster</i> 4 | 14 Data     | 9,928571                             |  |

#### d. 5 Cluster

Hasil *clustering* yang diperoleh dari jumlah *cluster* (k) sebanyak 5 dapat dilihat pada Gambar 4.5.

```

K-means clustering with 5 clusters of sizes 11, 14, 9, 22, 15
Cluster means:
PENGELOLAAN.SAMPAH FASILITAS.BANK.SAMPAH TATA.KELOLA.BANK.SAMPAH JUMLAH.NASABAH INTENSITAS.MENABUNG
1 3.454545 4.000000 5.000000 5.000000 5.000000
2 1.214286 4.714286 1.071429 4.714286 1.071429
3 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
4 3.272727 1.000000 4.727273 1.000000 4.818182
5 2.000000 1.000000 4.866667 1.000000 4.733333

Clustering vector:
BSU ST. GREENNERS 4 BSU GRIYA AYU 1 BSU BUNGA NIRWANA 1
BSU ASRI BMP 1 BS. HANDAYANI 2 BS. SIDO MANDIRI 1
BS. DLUWANG ARTHO 1 BS. AMANAH SEJAHTERA 2 BS. SHINTA 2
BS. AKSI (Aktivis Kebersihan) 3 BS. TIRTO GUMITIR 4 BS. GERPAS 4
BSU BERSINAR BMP 3 BSU DAMA ASTER BMP 3 BSU MOBILE RAMBI 3
: 1 : 5
: : :
: : :

within cluster sum of squares by cluster:
[1] 10.727273 9.928571 0.000000 14.000000 4.666667
(between_SS / total_SS = 96.7 %)

Available components:
[1] "cluster" "centers" "totss" "withinss" "tot.withinss" "betweenss" "size"
[8] "iter" "ifault"

```

Gambar 4. 5 Hasil pengelompokan menggunakan algoritma *K-Means clustering* dengan 5 *cluster*

Berdasarkan Gambar 4.5, *output* yang diperoleh dari hasil *clustering* dengan jumlah *cluster* (k) sebanyak 5 dapat diinterpretasikan pada Tabel 4.5. Tabel 4.5 tersebut menjelaskan bahwa *cluster* 1 berjumlah 11 bank sampah, *cluster* 2 berjumlah 14 bank sampah, *cluster* 3 berjumlah 9 bank sampah, *cluster* 4 berjumlah 22 bank sampah, dan *cluster* 5 berjumlah 15 bank sampah. *Within Cluster Sum of Squares* atau tingkat kemiripan anggota data dalam *cluster* yaitu 10,727273 pada *cluster* 1, 9,928571 pada *cluster* 2, 0,000000 pada *cluster* 3, 14,000000 pada *cluster* 4, dan 4,666667 pada *cluster* 5. Nilai ketepatan dalam membagi *cluster* atau nilai *Between Sum of Squares* dibagi *Total Sum of Squares* sebesar 96,7%.

Tabel 4. 5 Interpretasi hasil *clustering* dengan 5 *cluster*

| <i>Cluster</i>   | Jumlah Data | <i>Within Cluster Sum of Squares</i> | <i>Between Sum of Squares / Total Sum of Squares</i> |
|------------------|-------------|--------------------------------------|--|
| <i>Cluster</i> 1 | 11 Data     | 10,727273                            | 96,7%  |
| <i>Cluster</i> 2 | 14 Data     | 9,928571                             |  |
| <i>Cluster</i> 3 | 9 Data      | 0,000000                             |  |
| <i>Cluster</i> 4 | 22 Data     | 14,000000                            |  |
| <i>Cluster</i> 5 | 15 Data     | 4,666667                             |  |

e. 6 Cluster

Hasil *clustering* yang diperoleh dari jumlah *cluster* (k) sebanyak 6 dapat dilihat pada Gambar 4.6.

```

K-means clustering with 6 clusters of sizes 11, 17, 15, 9, 14, 5
Cluster means:
1  PENGELOLAAN.SAMPAH 3.454545  FASILITAS.BANK.SAMPAH 4.000000  TATA.KELOLA.BANK.SAMPAH 5.000000  JUMLAH.NASABAH 5.000000  INTENSITAS.MENABUNG 5.000000
2  3.000000  1.000000  4.647059  1.000000  4.764706
3  2.000000  1.000000  4.866667  1.000000  4.733333
4  0.000000  0.000000  0.000000  0.000000  0.000000
5  1.214286  4.714286  1.071429  4.714286  1.071429
6  4.200000  1.000000  5.000000  1.000000  5.000000

Clustering vector:
BSU ST. GREENNERS 2 BSU GRIYA AYU 1 BSU BUNGA NIRWANA 1
BSU ASRI BMP 1 BS. HANDAYANI 5 BS. SIDO MANDIRI 5
BS. DLUWANG ARTHO 4 BS. AMANAH SEJAHTERA 5 BS. SHINTA 5
BS. AKSI (Aktivis Kebersihan) 4 BS. TIRTO GUMITIR 2 BS. GERPAS 2
BSU BERSINAR BMP 4 BSU DAMA ASTER BMP 4 BSU MOBILE RAMBI 4
1 3 3
. . .
. . .

Within cluster sum of squares by cluster:
[1] 10.727273 6.941176 4.666667 0.000000 9.928571 0.800000
(between_SS / total_SS = 97.2 %)

Available components:
[1] "cluster" "centers" "totss" "withinss" "tot.withinss" "betweenss" "size"
[8] "iter" "ifault"

```

Gambar 4. 6 Hasil pengelompokan menggunakan algoritma *K-Means clustering* dengan 6 *cluster*

Berdasarkan Gambar 4.6, *output* yang diperoleh dari hasil *clustering* dengan jumlah *cluster* (k) sebanyak 6 dapat diinterpretasikan pada Tabel 4.6. Tabel 4.6 tersebut menjelaskan bahwa *cluster* 1 berjumlah 11 bank sampah, *cluster* 2 berjumlah 17 bank sampah, *cluster* 3 berjumlah 15 bank sampah, *cluster* 4 berjumlah 9 bank sampah, *cluster* 5 berjumlah 14 bank sampah, dan *cluster* 6 berjumlah 5 bank sampah. *Within Cluster Sum of Squares* atau tingkat kemiripan anggota data dalam *cluster* yaitu 10,727273 pada *cluster* 1, 6,941176 pada *cluster* 2, 4,666667 pada *cluster* 3, 0,000000 pada *cluster* 4, 9,928571 pada *cluster* 5, dan 0,800000 pada *cluster* 6. Nilai ketepatan dalam membagi *cluster* atau nilai *Between Sum of Squares* dibagi *Total Sum of Squares* sebesar 97,2%.

Tabel 4. 6 Interpretasi hasil *clustering* dengan 6 *cluster*

| <i>Cluster</i>   | Jumlah Data | <i>Within Cluster Sum of Squares</i> | <i>Between Sum of Squares / Total Sum of Squares</i> |
|------------------|-------------|--------------------------------------|--|
| <i>Cluster 1</i> | 11 Data     | 10,727273                            | 97,2%  |
| <i>Cluster 2</i> | 17 Data     | 6,941176                             |  |
| <i>Cluster 3</i> | 15 Data     | 4,666667                             |  |
| <i>Cluster 4</i> | 9 Data      | 0,000000                             |  |
| <i>Cluster 5</i> | 14 Data     | 9,928571                             |  |
| <i>Cluster 6</i> | 5 Data      | 0,800000                             |  |

#### 4.3.2 Hasil *Model Evaluation*

*Model evaluation* atau evaluasi hasil *clustering* ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui seberapa baik kualitas dari hasil *clustering*. Pada penelitian ini, *model evaluation* yang digunakan adalah *Davies Bouldin Index*. Konsep perhitungan *Davies Bouldin Index* ini, dengan menghitung nilai *Sum of square within cluster* (SSW), *Sum of square between cluster* (SSB), dan *ratio* (rasio) terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai *Davies Bouldin Index*. Rumus untuk perhitungan *Davies Bouldin Index* seperti pada persamaan (2.2) untuk mencari nilai SSW, persamaan (2.3) untuk mencari nilai SSB, persamaan (2.4) untuk mencari nilai rasio, dan menggunakan persamaan (2.5) untuk menghitung DBI. Perhitungan *Davies Bouldin Index* ini dapat dilakukan menggunakan fungsi `pam()`. Fungsi `pam()` ini digunakan untuk melakukan pengelompokan, dengan menentukan jumlah *cluster* (k) sendiri. *Source code evaluasi hasil clustering menggunakan Davies Bouldin Index* ini yaitu,

```

```{r}
clus1 <- pam(df_clus, 2)
DBI1 <- print(index.DB(df_clus, clus1$clustering,
centrotypes="centroids"))
clus2 <- pam(df_clus, 3)
DBI2 <- print(index.DB(df_clus, clus2$clustering,
centrotypes="centroids"))
clus3 <- pam(df_clus, 4)

```

```

DBI3  <-  print(index.DB(df_clus,  clus3$clustering,
centrotypes="centroids"))
clus4 <- pam(df_clus, 5)
DBI4  <-  print(index.DB(df_clus,  clus4$clustering,
centrotypes="centroids"))
clus5 <- pam(df_clus, 6)
DBI5  <-  print(index.DB(df_clus,  clus5$clustering,
centrotypes="centroids"))
...

```

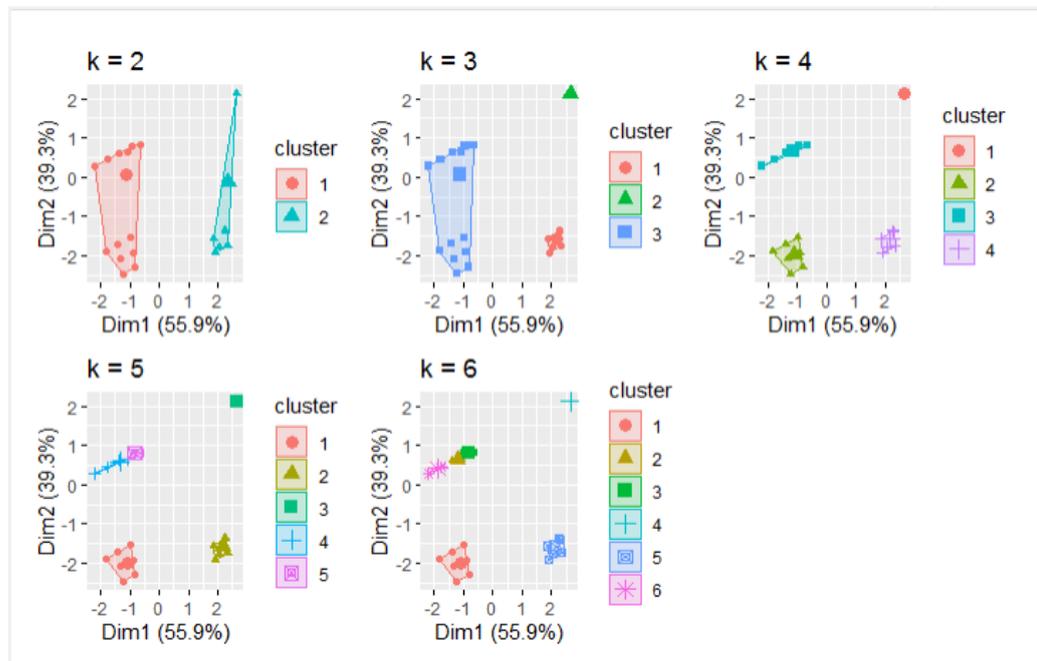
Perbandingan hasil model *evaluation* menggunakan *Davies Bouldin Index* dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Perbandingan hasil uji coba evaluasi *clustering*

Jumlah <i>Cluster</i>	<i>Davies Bouldin Index</i>
2 <i>Cluster</i>	0,5004795
3 <i>Cluster</i>	0,5014245
<b>4 <i>Cluster</i></b>	<b>0,3734035</b>
5 <i>Cluster</i>	0,4276834
6 <i>Cluster</i>	0,9084109

Berdasarkan Tabel 4.7 diketahui setiap percobaan memiliki nilai *Davies Bouldin Index* berbeda beda. Sesuai dengan prinsip *Davies Bouldin Index*, semakin kecil nilai yang diperoleh maka semakin baik *cluster* yang diperoleh dari pengelompokan menggunakan algoritma *K-Means clustering*. Pada studi kasus pengelompokan bank sampah berdasarkan penilaian kualitas pengelolaan dapat dilihat nilai terbaik *Davies Bouldin Index* yaitu 0,3734035 berada pada jumlah *cluster* sebanyak 4. 4 *cluster* dikatakan baik dikarenakan nilai *Davies Bouldin Index cluster* tersebut merupakan nilai terkecil dibandingkan hasil evaluasi *clustering* pada percobaan yang lain, maka jumlah *cluster* yang digunakan dalam penelitian ini adalah 4 *cluster*.

Untuk memudahkan melihat hasil *clustering* yang terbentuk dapat divisualisasikan menggunakan fungsi *fviz\_cluster*, dan hasil penggabungan plot visualisasinya dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Plot visualisasi hasil uji coba *clustering*

Berdasarkan plot visualisasi pada Gambar 4.7, dapat dilihat bahwa hasil *clustering* terbaik yaitu pengelompokan dengan jumlah *cluster* ( $k$ ) sebanyak 4. Pada bagian gambar  $k=4$  dapat terlihat bahwa *cluster* yang terbentuk memiliki kerapatan dalam artian tingkat kemiripan yang tinggi antar anggota dalam *cluster*, dan juga terlihat memiliki jarak antar *cluster* yang berjauhan dalam artian tingkat perbedaan yang tinggi antara *cluster* satu dengan *cluster* yang lain. Ciri – ciri yang dimiliki oleh *cluster* dengan jumlah *cluster* ( $k$ ) sebanyak 4, sesuai dengan prinsip *cluster* terbaik.

#### 4.3.3 Interpretasi Hasil

Berdasarkan Tabel 4.7 terkait hasil evaluasi *clustering* menggunakan *Davies Bouldin Index*, diketahui bahwa pengelompokan terbaik yaitu sebanyak 4 *cluster*. Deskripsi data hasil *clustering* 4 *cluster*, dapat dilihat pada Gambar 4.8.

Cluster	PENGLOLAAN.SAMPAH	FASILITAS.BANK.SAMPAH	TATA.KELOLA.BANK.SAMPAH	JUMLAH.NASABAH	INTENSITAS.MENABUNG
1	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2	3.454545	4.000000	5.000000	5.000000	5.000000
3	2.756757	1.000000	4.783784	1.000000	4.783784
4	1.214286	4.714286	1.071429	4.714286	1.071429

Gambar 4. 8 Deskripsi data hasil *clustering*

Untuk mengetahui anggota kelompok bank sampah setiap *clusternya* dengan mudah dapat dilakukan interpretasi hasil *clustering* dengan menggunakan tabel,

yang dapat dilihat pada Lampiran 4.11. Berdasarkan Lampiran 4.11 dapat diketahui bahwa *cluster* 1 terdiri dari 9 bank sampah, *cluster* 2 terdiri dari 11 bank sampah, *cluster* 3 terdiri dari 37 bank sampah, *cluster* 4 terdiri 14 dari bank sampah.

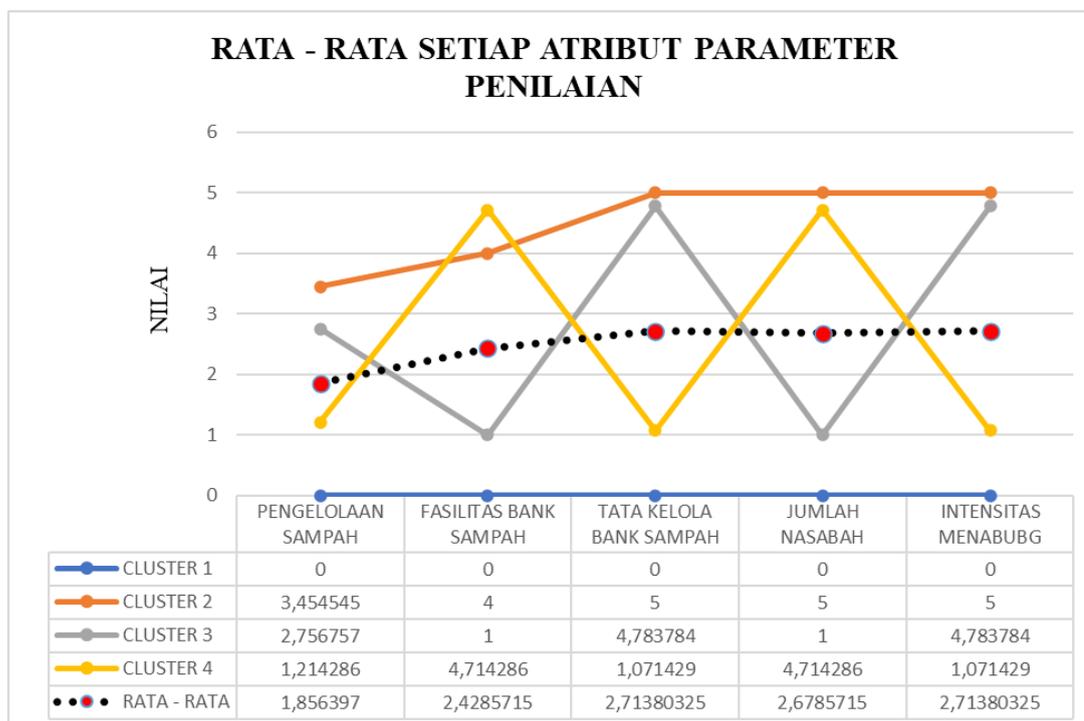
#### 4.3.4 Kategori Hasil *Clustering*

Pengklasteran bank sampah pada penelitian ini dikelompokkan menjadi 4 *cluster*, maka dalam melakukan interpretasi dengan pemberian nama hasil *clustering* diperlukan adanya kategori untuk membedakan karakteristik masing-masing kelompok hasil *clustering*. Adapun kategori untuk pernyataan setiap kelompok hasil *clustering*, seperti dibawah ini.

- a. *Cluster* yang memiliki nilai rata – rata setiap atribut penilaian bernilai tinggi, akan dikelompokkan sebagai *cluster* bank sampah berkategori **beroperasi dengan sangat baik** atau bank sampah layak mendapatkan insentif.
- b. *Cluster* yang memiliki nilai rata – rata setiap atribut penilaian bernilai lebih rendah dibandingkan *cluster* berkategori sangat baik namun lebih tinggi dibandingkan dua *cluster* lainnya, akan dikelompokkan sebagai *cluster* bank sampah berkategori **beroperasi dengan baik**.
- c. *Cluster* yang memiliki nilai rata – rata setiap atribut penilaian bernilai lebih rendah dibandingkan *cluster* berkategori sangat baik dan berkategori baik namun lebih tinggi dibandingkan satu *cluster* lainnya, akan dikelompokkan sebagai *cluster* bank sampah berkategori **beroperasi dengan cukup baik**.
- d. *Cluster* yang memiliki nilai rata – rata setiap atribut penilaian bernilai paling rendah dibandingkan keempat *cluster* lainnya, akan dikelompokkan sebagai *cluster* bank sampah berkategori **beroperasi dengan kurang baik**.

#### 4.3.5 Pemberian Nama *Clustering*

Berdasarkan hasil pengelompokan pada Gambar 4.8, dapat diketahui deskripsi hasil *clustering* terbaik yaitu pengelompokan dengan 4 *cluster*, maka tahap selanjutnya melakukan pemberian nama pada masing masing hasil *cluster* yang terbentuk. Tujuan pemberian nama ini untuk mengetahui karakteristik masing masing *cluster* yang terbentuk. Untuk mengetahui karakteristik tersebut, dapat dilakukan pemberian nama *cluster* dengan melihat nilai rata – rata setiap atribut penilaian pada Gambar 4.9 dan kategori hasil *clustering*.



Gambar 4. 9 Rata – rata setiap atribut parameter penilaian

a. *Cluster Satu* ( $C_1$ )

Bank sampah yang masuk dalam *cluster* satu ( $C_1$ ) berjumlah 9 bank sampah, dan memiliki nilai seluruh variabelnya berada dibawah rata – rata parameter penilaian. Hal ini dapat dilihat dari nilai rata – rata setiap atribut parameter penilaian pada garis hitam putus – putus yang terdapat di grafik Gambar 4.9. Berdasarkan hasil *clustering*, bank sampah yang masuk dalam *cluster* satu ( $C_1$ ) merupakan bank sampah berkategori beroperasi dengan kurang baik. Bank sampah dalam *cluster* ini juga mengindikasikan bank sampah tersebut tidak beroperasi sebab nilai seluruh variabelnya dibawah *range* parameter penilaian yaitu 0, sehingga memerlukan adanya peninjauan atau penanganan dari segi seluruh variabel penilaian. Anggota kelompok bank sampah yang masuk dalam *cluster* satu ( $C_1$ ) dapat dilihat pada Lampiran 4.13.

b. *Cluster Dua* ( $C_2$ )

Bank sampah yang masuk dalam *cluster* dua ( $C_2$ ) berjumlah 11 bank sampah, dan memiliki nilai seluruh variabelnya berada diatas rata – rata parameter penilaian. Hal ini dapat dilihat dari nilai rata – rata setiap atribut parameter penilaian pada garis hitam putus – putus yang terdapat di grafik Gambar 4.9. Berdasarkan hasil

*clustering*, bank sampah yang masuk dalam *cluster* dua ( $C_2$ ) merupakan bank sampah berkategori beroperasi dengan sangat baik. Bank sampah dalam *cluster* ini juga layak mendapatkan insentif sebagai bentuk apresiasi atau *reward* untuk meningkatkan minat masyarakat mengikuti program bank sampah. Anggota kelompok bank sampah yang masuk dalam *cluster* dua ( $C_2$ ) dapat dilihat pada Lampiran 4.14.

c. *Cluster* Tiga ( $C_3$ )

Bank sampah yang masuk dalam *cluster* tiga ( $C_3$ ) berjumlah 37 bank sampah, dan memiliki nilai pengelolaan sampah, tata kelola bank sampah, dan intensitas menabung berada diatas rata – rata parameter penilaian, namun nilai fasilitas bank sampah dan jumlah nasabah berada dibawah rata – rata parameter penilaian. Hal ini dapat dilihat dari nilai rata – rata setiap atribut parameter penilaian pada garis hitam putus – putus yang terdapat di grafik Gambar 4.9. Berdasarkan hasil *clustering*, bank sampah yang masuk dalam *cluster* tiga ( $C_3$ ) merupakan bank sampah berkategori beroperasi dengan baik. Bank sampah dalam *cluster* ini masih memerlukan adanya peninjauan atau penanganan dari segi fasilitas bank sampah dan keaktifan nasabah untuk ikut berpartisipasi. Anggota kelompok bank sampah yang masuk dalam *cluster* tiga ( $C_3$ ) dapat dilihat pada Lampiran 4.15.

d. *Cluster* Empat ( $C_4$ )

Bank sampah yang masuk dalam *cluster* empat ( $C_4$ ) berjumlah 14 bank sampah, dan memiliki nilai fasilitas bank sampah dan jumlah nasabah berada diatas rata – rata parameter penilaian, namun nilai pengelolaan sampah, tata kelola bank sampah, dan intensitas menabung berada dibawah rata – rata parameter penilaian. Hal ini dapat dilihat dari nilai rata – rata setiap atribut parameter penilaian pada garis hitam putus – putus yang terdapat di grafik Gambar 4.9. Berdasarkan hasil *clustering*, bank sampah yang masuk dalam *cluster* empat ( $C_4$ ) merupakan bank sampah berkategori beroperasi dengan cukup baik. Bank sampah dalam *cluster* ini masih memerlukan adanya peninjauan atau penanganan dari segi pengelolaan sampah, tata kelola bank sampah, dan peningkatan intensitas menabung agar dapat lebih konsisten. Anggota kelompok bank sampah yang masuk dalam *cluster* empat ( $C_4$ ) dapat dilihat pada Lampiran 4.16.

Berdasarkan hasil penelitian, algoritma *K-Means clustering* dapat diimplementasikan dalam pengklasteran bank sampah berdasarkan penilaian kualitas pengelolaan dengan *Davies Bouldin Index* sebagai evaluasi hasil *clustering*-nya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bank sampah dikelompokkan menjadi 4 *cluster* dengan tingkat kualitas pengelolaan berbeda – beda. Ada 14 bank sampah yang layak mendapatkan insentif atau bank sampah yang masuk pada *cluster* dua ( $C_2$ ) ini termasuk bank sampah berkategori beroperasi dengan sangat baik. Adapun bank sampah yang masuk pada *cluster* tiga ( $C_3$ ) dan *cluster* empat ( $C_4$ ) terdapat beberapa variabelnya masih memerlukan adanya peninjauan ataupun penanganan untuk lebih baik, dan bahkan terdapat 11 bank sampah yang masuk pada *cluster* satu ( $C_1$ ) memiliki nilai seluruh variabelnya dibawah rata – rata penilaian yaitu bernilai 0, sehingga dapat mengindikasikan bahwa bank sampah tersebut tidak beroperasi. Hasil penelitian pengklasteran bank sampah di Kabupaten Jember berdasarkan penilaian kualitas pengelolaan bank sampah ini dapat dijadikan sebagai gambaran oleh pihak terkait atau Dinas Lingkungan Hidup. Dinas Lingkungan Hidup dapat menjadikan penelitian ini sebagai gambaran dalam menentukan *cluster* bank sampah yang layak mendapatkan insentif dan peninjauan terhadap bank sampah yang masih memerlukan penanganan di beberapa aspek standar kualitas pengelolaan bank sampah.

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengelompokan bank sampah berdasarkan penilaian kualitas pengelolaan menggunakan algoritma *K-Means clustering* dan *Davies Bouldin Index* sebagai evaluasi hasil *clustering*, maka dapat disimpulkan beberapa hal berikut.

- a. Pengelompokan bank sampah berdasarkan penilaian kualitas pengelolaan dapat dilakukan dengan cara uji coba peng-*cluster*-an menggunakan algoritma *K-Means clustering* dan hasil *clustering* tersebut di evaluasi dengan *Davies Bouldin Index*. Konsep perhitungan *Davies Bouldin Index* yaitu dengan menghitung nilai SSW, SSB, dan rasio terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai *Davies Bouldin Index*. Nilai *Davies Bouldin Index* yang didapatkan dari uji coba dipilih yang terkecil, sebab nilai terkecil merupakan jumlah *cluster* terbaik.
- b. Hasil dari evaluasi *Davies Bouldin Index* menunjukkan jumlah *cluster* terbaik pada data penilaian kualitas pengelolaan bank sampah yaitu 4 *cluster*.
- c. Hasil pengelompokan menjadi 4 *cluster* yaitu diperoleh *cluster* pertama ( $C_1$ ) sebanyak 9 bank sampah dan berkategori tidak beroperasi, *cluster* kedua ( $C_2$ ) sebanyak 11 bank sampah dan berkategori beroperasi dengan sangat baik, *cluster* ketiga ( $C_3$ ) sebanyak 37 bank sampah dan beroperasi dengan baik, *cluster* keempat ( $C_4$ ) sebanyak 14 bank sampah dan beroperasi dengan cukup baik.

### 5.2 Saran

Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan penelitian dengan menggunakan algoritma *clustering* yang berbeda seperti algoritma *K-Medoids* ataupun algoritma *hierarchical clustering*. Penelitian selanjutnya juga dapat melakukan perbandingan atau penerapan metode evaluasi hasil *clustering* yang berbeda pula seperti *dunn index* ataupun *purity*, untuk memperoleh hasil evaluasi *clustering* yang lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, B., T. Ihsan, O. N. Tetra, Nofrita, F. Goembira, dan F. Adegustara. 2020. Pengelolaan Bank Sampah dalam Mendukung Go Green Concept di Desa Ulakan Tapakis Kabupaten Padang Pariaman. *Jurnal Hilirisasi IPTEKS*. 3(2): 161 – 170.
- Aryuni, M., E. D. Madyatmadja, dan E. Miranda. 2018. Penerapan K-Means dan K-Medoids *Clustering* Pada Data Internet Banking di Bank XYZ. *Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer*. 07(27): 349-356.
- Bhusare, B.B., dan S. M. Bansode. 2014. *Centroid initialization Journal of Advanced Research in Computer Engineering and Technology* 3(4): 1317 – 1322.
- Davies, D. L., dan D. W. Bouldin. 1979. *A Cluster Separation Measure. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. PAMI 1 (02). IEEE Publisher.*
- Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Pemukiman Dirjen Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum. 2011. *Materi Bidang Sampah 1 Diseminasi dan Sosialisasi Keteknikan Bidang PLP*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengembangan Penyehatan Lingkungan Pemukiman Dirjen Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum.
- Elbandiansyah. 2019. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Purwokerto: CV. IDRH.
- Han, J., dan Kamber, M. 2012. *Data Mining: Concept and Techniques Third Edition*. New York: Morgan Kaufmann Publishers.
- Hidayah, N. 2022. *Pengelolaan Bank Sampah di Kabupaten Jember*. Hasil Wawancara Pribadi: 26 April 2022. Dinas Lingkungan Hidup
- Intelligence Unit, The Economist. 2017. Safe Cities Index 2017. *The Economist Intelligence Unit*. <http://safecities.economist.com/safe-cities-index-2017>, diakses pada 28 April 2022.

- Jempolindo.id. 2021. *Bank Sampah Jember Bakalan Ada di Setiap Desa*. Jember. 6 Oktober. <https://jempolindo.id/bank-sampah-jember-bakalan-ada-di-setiap-desa/> diakses pada 28 April 2022.
- Kementerian Agama Republik Indonesia. 2022. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: CV. Jumanatul Ali.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2022. *Data Timbunan Sampah di Indonesia*. Retrieved from Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) [www.sipsn.menlhk.go.id](http://www.sipsn.menlhk.go.id). Diakses pada 28 April 2022.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2021. *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 14 Tahun 2021 tentang Pengelolaan Sampah pada Bank Sampah*. Jakarta.
- Kurniawan, A., I. D. Mumpuni, dan M. As'ad. 2017. *Pengklastran Bank Sampah Menggunakan Metode K-Means Pada Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Pasuruan*. Malang: STMIK PPKIA Pradnya Paramita.
- Larose, D. T., dan C. D. Larose. 2014. *Discovering Knowledge in Data : An Introduction to Data Mining, Second Edition*. Jhon Wiley and Sons Inc.
- Merliana, N. P. E., E., dan J. Santoso. 2015. *Analisa Penentuan Jumlah Cluster Terbaik Pada Metode K-Means Clustering. Prosiding Seminar Multi Disiplin Ilmu dan Call For Papers UNISBANK (SENDI\_U)*.
- News Indonesia. 2022. *Minimalisir Masalah Sampah, DLH Jember Targetkan Miliki Ratusan Bank Sampah Tahun Ini*. Jember. 23 Maret. <https://newsindonesia.co.id/read/berita-jember/minimalisir-masalah-sampah-dlh-jember-targetkan-miliki-ratusan-bank-sampah-tahun-ini/> diakses pada 28 April 2022.
- Pamulang, M. N. P., M. N. Aini, dan U. Enri3. 2021. *Komparasi Distance Measure Pada K-Medoids Clustering Untuk Pengelompokan Penyakit ISPA. Edumatic J. 5(1): 99-107.*

- Poteras, C.M., Mihaescu, M. C, dan M, Mocanu. 2014. An Optimized Version of The *K-Means clustering* Algorithm. *Proceedings of The 2014 Federated Conference on Computer Science and Information Systems*, pp. 695–699.
- Pratama, R. A., dan I. M. Ihsan. 2017. *The Oppurtunities to Strengthen the Role of Bank Sampah to Reduce Manicipal Waste (Case Studi: Bank Sampah Malang)*. Banten: Pusat Teknologi Lingkungan, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- Purwanti, I. 2021. *Konsep dan Implementasi Ekonomi Sirkular dalam Program Bank Sampah (Studi Kasus: Keberlanjutan Bank Sampah Tanjung)*. Pekalongan: IAIN Pekalongan.
- Ramadhani, R. D., dan AK, D. J. Evaluasi K-Means dan K-Medoids Pada Dataset Kecil. *Prosiding SNIA (Seminar Nasional Informatika dan Aplikasinya)*. 27 September 2017. *Jurusan Informatika, Universitas Jenderal Achmad Yani*: 20-24.
- Religia, Y., dan R. T. B. Jaya. 2020. Pengelompokan Menggunakan Algoritma K-Medoid Untuk Evaluasi Performa Siswa. *Jurnal Ilmiah, Arsitektur dan Lingkungan*. 15 (1): 49-55.
- Sitinjak, D. K., B. N. Sari, dan I. Maulana. 2022. *Clustering* Daerah Penyumbang Sampah Berdasarkan Provinsi di Indonesia Menggunakan Algoritma K-Means. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*. 8 (16): 137-146.
- Tendra, G., J.R.K. Putra, dan R. Johan. 2021. *Implementasi Algoritma K-Means clustering Pada Aplikasi Mobile Banking Bank Sampah Kelurahan Tuah Madani Kota Pekanbaru*. Pekanbaru: AMIK “Tri Dharma”.

## LAMPIRAN

### Lampiran 4. 1 Data penelitian



## PEMERINTAH KABUPATEN JEMBER DINAS LINGKUNGAN HIDUP

Jl. Supriyadi No. 52 ☎ 0331-540007

**J E M B E R 68118**

NAMA BSU	PENGELOLAAN SAMPAH	FASILITAS BANK SAMPAH	TATA KELOLA BANK SAMPAH	JUMLAH NASABAH	INTENSITAS MENABUNG
BSU ST. GREENNERS	3	1	5	1	5
BSU GRIYA AYU	3	5	5	5	5
BSU BUNGA NIRWANA	3	4	5	5	5
BSU ASRI BMP	4	5	5	5	5
BS. HANDAYANI	1	5	1	5	1
BS. SIDO MANDIRI	2	5	1	5	1
BS. DLUWANG ARTHO	0	0	0	0	0
BS. AMANAH SEJAHTERA	3	1	4	1	5
BS. SHINTA	3	1	5	1	4
BS. AKSI (Aktivis Kebersihan)	0	0	0	0	0
BS. TIRTO GUMITIR	0	0	0	0	0
BS. GERPAS	0	0	0	0	0
BSU BERSINAR BMP	4	4	5	5	5
BSU DAMA ASTER BMP	2	1	5	1	5
BSU MOBILE RAMBI	2	1	5	1	4
BS. SDN KEMUNING LOR 02	1	5	1	5	2
BSU SAHABAT IBU	3	1	5	1	5
BSU RUMAH RECYCLE	3	1	5	1	5
BSU KEMBANG SORE	2	1	5	1	4
BSU LARAHAN MAKMUR	3	1	5	1	5
BSU SUGIHARTO	5	3	5	5	5

NAMA BSU	PENGELOLAAN SAMPAH	FASILITAS BANK SAMPAH	TATA KELOLA BANK SAMPAH	JUMLAH NASABAH	INTENSITAS MENABUNG
BSU SOKA CYCLE	3	1	4	1	5
BSU MITRA IBU	3	3	5	5	5
BSU JAWA ASRI	3	4	5	5	5
BSU HARAPAN IBU	4	1	5	1	5
BSU AL MALIKA	2	1	4	1	5
BSU ANGGREK	2	1	5	1	4
BS. KARYA MANDIRI	0	0	0	0	0
BS. MAJU BERSAMA	3	1	5	1	5
BSU TEGAL GEDE	3	1	4	1	5
BSU MUKTISARI	3	1	5	1	4
BSU PMS	3	4	5	5	5
BSU RESIK BERDAYA	4	3	5	5	5
BSU BIKIN HEPI	3	4	5	5	5
BSU BPJS	2	1	5	1	5
BSU DW. FAK TEHNIK	4	1	5	1	5
BSU SRIKANDI	2	1	5	1	5
BSU JUBUNG	3	1	4	1	5
BSU MILENIAL	2	1	5	1	5
BS. DARMA ALAM	2	5	1	4	1
BS. PP MIFUL SUREN	0	0	0	0	0
BS. KAMPOENG PENGAMAT	0	0	0	0	0
BSU BUNCIS SERUT	2	1	5	1	5
BS. LESTARI BMP	1	5	1	4	1
BS. GO GREEN GO CLEAN BMP	1	4	1	5	1
BS. TIRTO AGUNG	3	1	5	1	5
BS. UIJ	4	1	5	1	5
BS. SOBUNG SARKA	5	1	5	1	5
BS. BERSERI	3	1	5	1	4
BS. TIRTO WANGI	2	1	5	1	5
BS. AMBULU SEJAHTERA	3	1	4	1	5
BS. SMPN 1 PANTI	2	5	1	5	1
BS. RENGGANIS	1	5	2	5	1
BS. BHAYANGKARI CABANG JEMBER	3	5	5	5	5
BS. TIRTO AGUNG	3	1	5	1	5
BS. UIJ	4	1	5	1	5
BS. SOBUNG SARKA	5	1	5	1	5
BS. BERSERI	3	1	5	1	4
BS. TIRTO WANGI	2	1	5	1	5
BS. AMBULU SEJAHTERA	3	1	4	1	5

NAMA BSU	PENGELOLAAN SAMPAH	FASILITAS BANK SAMPAH	TATA KELOLA BANK SAMPAH	JUMLAH NASABAH	INTENSITAS MENABUNG
BS. MAWAR PUTIH	2	1	5	1	4
BS. CIPTA MANDIRI	3	1	5	1	5
BS. GUNUNG MULIA	1	4	1	5	1
BS. ARUM JAYA MANDIRI	1	5	1	4	1
BS. SAUNG RELAWAN	0	0	0	0	0
BS. ANGGREK INDAH	2	1	4	1	5
BS. HARUM MELATI	3	1	5	1	4
BS. MAWAR ASRI	2	1	5	1	5
BS. TERATAI PUTIH	3	1	4	1	5
BS. MUHITA	1	5	1	4	1
BS. LPS SANENREJO	1	5	1	5	1
BS. REPUBLIK SEJAHTERA MANDIRI	1	4	1	5	1
BS. SUMBER LESTARI	0	0	0	0	0
BS. HARAPAN BARU	4	1	5	1	5
BS. STROWBERI	1	4	1	5	1
ADIRA FINANCE	2	1	5	1	5
BSU ANYELIR	2	1	5	1	5

#### Lampiran 4.2 Hasil uji coba *clustering* menggunakan 2 *cluster*

```

K-means clustering with 2 clusters of sizes 48, 23
Cluster means:
1  PENGELOLAAN.SAMPAH FASILITAS.BANK.SAMPAH TATA.KELOLA.BANK.SAMPAH JUMLAH.NASABAH INTENSITAS.MENABUNG
2  2.9166667 1.687500 4.8333333 1.916667 4.8333333
   0.7391304 2.869565 0.6521739 2.869565 0.6521739
Clustering vector:
   BSU ST. GREENNERS 1 BSU GRIYA AYU 1 BSU BUNGA NIRWANA 1
   BSU ASRI BMP 1 BS. HANDAYANI 2 BS. SIDO MANDIRI 1
   BS. DLUWANG ARTHO 1 BS. AMANAH SEJAHTERA 2 BS. SHINTA 2
   BS. AKSI (Aktivis Kebersihan) 2 BS. TIRTO GUMITIR 1 BS. GERPAS 1
   BSU BERSINAR BMP 2 BSU DAMA ASTER BMP 2 BSU MOBILE RAMBI 2
   BS. SDN KEMUNING LOR 02 1 BSU SAHABAT IBU 1 BSU RUMAH RECYCLE 1
   BSU KEMBANG SORE 2 BSU LARAHAN MAKMUR 1 BSU SUGIHARTO 1
   BSU SOKA CYCLE 1 BSU MITRA IBU 1 BSU JAWA ASRI 1
   BSU HARAPAN IBU 1 BSU AL MALIKA 1 BSU ANGGREK 1
   BS. KARYA MANDIRI 2 BS. MAJU BERSAMA 1 BSU TEGAL GEDE 1
   BSU MUKTISARI 1 BSU PMS 1 BSU RESIK BERDAYA 1
   BSU BIKIN HEPI 1 BSU BPJS 1 BSU DW. FAK TEHNIK 1
   BSU SRIKANDI 1 BSU JUBUNG 1 BSU MILENIAL 1
   BS. DARMA ALAM 2 BS. PP MIFUL SUREN 2 BS. KAMPOENG PENGAMAT 2
   BSU BUNCIS SERUT 2 BS. LESTARI BMP 2 BS. GO GREEN GO CLEAN BMP 2
   BS. TIRTO AGUNG 1 BS. UIJ 2 BS. SOBUNG SARKA 2
   BS. BERSERI 1 BS. TIRTO WANGI 1 BS. AMBULU SEJAHTERA 1
   BS. SMPN 1 PANTI 2 BS. RENGGANIS 2 BS. BHAYANGKARI CABANG JEMBER 1
   BS. MAWAR PUTIH 1 BS. CIPTA MANDIRI 2 BS. GUNUNG MULIA 1
   BS. ARUM JAYA MANDIRI 1 BS. SAUNG RELAWAN 2 BS. ANGGREK INDAH 2
   BS. HARUM MELATI 1 BS. MAWAR ASRI 1 BS. TERATAI PUTIH 1
   BS. MUHITA 2 BS. LPS SANENREJO 2 BS. REPUBLIK SEJAHTERA MANDIRI 1
   BS. SUMBER LESTARI 2 BS. HARAPAN BARU 2 BS. STROWBERI 2
   ADIRA FINANCE 1 BSU ANYELIR 1
within cluster sum of squares by cluster:
[1] 260.9792 274.0870
( (between_ss / total_ss = 55.0 %)
Available components:
[1] "cluster" "centers" "totss" "withinss" "tot.withinss" "betweenss" "size"
[8] "iter" "ifault"

```

### Lampiran 4.3 Hasil uji coba *clustering* menggunakan 3 *cluster*

```

K-means clustering with 3 clusters of sizes 14, 48, 9

Cluster means:
1  PENGELOLAAN.SAMPAH FASILITAS.BANK.SAMPAH TATA.KELOLA.BANK.SAMPAH JUMLAH.NASABAH INTENSITAS.MENABUNG
2  1.214286 4.714286 1.071429 4.714286 1.071429
3  2.916667 1.687500 4.833333 1.916667 4.833333
   0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000

Clustering vector:
   BSU ST. GREENNERS 2
   BSU ASRI BMP 2
   BS. DLUWANG ARTHO 2
   BS. AKSI (Aktivis Kebersihan) 3
   BSU BERSINAR BMP 3
   BS. SDN KEMUNING LOR 02 2
   BSU KEMBANG SORE 1
   BSU SOKA CYCLE 2
   BSU HARAPAN IBU 2
   BS. KARYA MANDIRI 2
   BSU MUKTISARI 3
   BSU BIKIN HEPTI 2
   BSU SRIKANDI 2
   BS. DARMA ALAM 2
   BSU BUNCIS SERUT 1
   BS. TIRTO AGUNG 2
   BS. BERSERI 2
   BS. SMPN 1 PANTI 2
   BS. MAWAR PUTIH 1
   BS. ARUM JAYA MANDIRI 2
   BS. HARUM MELATI 1
   BS. MUHITA 2
   BS. SUMBER LESTARI 1
   ADIRA FINANCE 3
   BSU GRIYA AYU 2
   BS. HANDAYANI 2
   BS. AMANAH SEJAHTERA 1
   BS. TIRTO GUMITIR 2
   BSU DAMA ASTER BMP 2
   BSU SAHABAT IBU 2
   BSU LARAHAN MAKMUR 2
   BSU MITRA IBU 2
   BSU AL MALIKA 2
   BS. MAJU BERSAMA 2
   BSU PMS 2
   BSU BPJS 2
   BSU JUBUNG 2
   BS. PP MIFUL SUREN 3
   BS. LESTARI BMP 1
   BS. UIJ 2
   BS. TIRTO WANGI 2
   BS. RENGGANIS 1
   BS. CIPTA MANDIRI 2
   BS. SAUNG RELAWAN 3
   BS. MAWAR ASRI 2
   BS. LPS SANENREJO 1
   BS. HARAPAN BARU 2
   BSU ANYELIR 2
   BSU BUNGA NIRWANA 2
   BS. SIDO MANDIRI 1
   BS. SHINTA 2
   BS. GERPAS 3
   BSU MOBILE RAMBI 2
   BSU RUMAH RECYCLE 2
   BSU SUGIHARTO 2
   BSU JAWA ASRI 2
   BSU ANGGREK 2
   BSU TEGAL GEDE 2
   BSU RESIK BERDAYA 2
   BSU DW. FAK TEHNIK 2
   BSU MILENIAL 2
   BS. KAMPOENG PENGAMAT 3
   BS. GO GREEN GO CLEAN BMP 1
   BS. SOBUNG SARKA 2
   BS. AMBULU SEJAHTERA 2
   BS. BHAYANGKARI CABANG JEMBER 2
   BS. GUNUNG MULIA 1
   BS. ANGGREK INDAH 2
   BS. TERATAI PUTIH 2
   BS. REPUBLIK SEJAHTERA MANDIRI 1
   BS. STROWBERI 1

```

within cluster sum of squares by cluster:  
[1] 9.928571 260.979167 0.000000  
(between\_ss / total\_ss = 77.2 %)

Available components:  
[1] "cluster" "centers" "totss" "withinss" "tot.withinss" "betweenss" "size"  
[8] "iter" "ifault"

### Lampiran 4. 4 Hasil uji coba *clustering* menggunakan 4 *cluster*

```

K-means clustering with 4 clusters of sizes 9, 11, 37, 14

Cluster means:
1  PENGELOLAAN.SAMPAH FASILITAS.BANK.SAMPAH TATA.KELOLA.BANK.SAMPAH JUMLAH.NASABAH INTENSITAS.MENABUNG
2  0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
3  3.454545 4.000000 5.000000 5.000000 5.000000 5.000000
4  2.756757 1.000000 4.783784 1.000000 4.783784 4.783784
4  1.214286 4.714286 1.071429 4.714286 1.071429 1.071429

Clustering vector:
BSU ST. GREENNERS 3 BSU GRIYA AYU 2 BSU BUNGA NIRWANA 2
BSU ASRI BMP 2 BS. HANDAYANI 4 BS. SIDO MANDIRI 2
BS. DLUWANG ARTHO 1 BS. AMANAH SEJAHTERA 3 BS. SHINTA 3
BS. AKSI (Aktivis Kebersihan) 1 BS. TIRTO GUMITIR 1 BS. GERPAS 1
BSU BERSINAR BMP 2 BSU DAMA ASTER BMP 3 BSU MOBILE RAMBI 3
BS. SDN KEMUNING LOR 02 4 BSU SAHABAT IBU 3 BSU RUMAH RECYCLE 3
BSU KEMBANG SORE 3 BSU LARAHAN MAKMUR 3 BSU SUGIHARTO 2
BSU SOKA CYCLE 3 BSU MITRA IBU 2 BSU JAWA ASRI 2
BSU HARAPAN IBU 3 BSU AL MALIKA 3 BSU ANGGREK 3
BS. KARYA MANDIRI 1 BS. MAJU BERSAMA 3 BSU TEGAL GEDE 3
BSU MUKTISARI 3 BSU PMS 3 BSU RESIK BERDAYA 2
BSU BIKIN HEPI 2 BSU BPJS 3 BSU DW. FAK TEHNIK 3
BSU SRIKANDI 3 BSU JUBUNG 3 BSU MILENIAL 3
BS. DARMA ALAM 4 BS. PP MIFUL SUREN 1 BS. KAMPOENG PENGAMAT 1
BSU BUNCIS SERUT 3 BS. LESTARI BMP 4 BS. GO GREEN GO CLEAN BMP 4
BS. TIRTO AGUNG 3 BS. UIJ 3 BS. SOBUNG SARKA 3
BS. BERSERI 3 BS. TIRTO WANGI 3 BS. AMBULU SEJAHTERA 3
BS. SMPN 1 PANTI 4 BS. RENGGANIS 3 BS. BHAYANGKARI CABANG JEMBER 2
BS. MAWAR PUTIH 3 BS. CIPTA MANDIRI 3 BS. GUNUNG MULIA 4
BS. ARUM JAYA MANDIRI 4 BS. SAUNG RELAWAN 1 BS. ANGGREK INDAH 3
BS. HARUM MELATI 3 BS. MAWAR ASRI 3 BS. TERATAI PUTIH 3
BS. MUHITA 4 BS. LPS SANENREJO 4 BS. REPUBLIK SEJAHTERA MANDIRI 4
BS. SUMBER LESTARI 1 BS. HARAPAN BARU 3 BS. STROWBERI 4
ADIRA FINANCE 3 BSU ANYELIR 3

```

Within cluster sum of squares by cluster:  
 [1] 0.000000 10.727273 33.351351 9.928571  
 (between\_ss / total\_ss = 95.5 %)

Available components:  
 [1] "cluster" "centers" "totss" "withinss" "tot.withinss" "betweenss" "size"  
 [8] "iter" "ifault"

### Lampiran 4. 5 Hasil uji coba *clustering* menggunakan 5 *cluster*

```

K-means clustering with 5 clusters of sizes 11, 14, 9, 22, 15

Cluster means:
1  PENGELOLAAN.SAMPAH FASILITAS.BANK.SAMPAH TATA.KELOLA.BANK.SAMPAH JUMLAH.NASABAH INTENSITAS.MENABUNG
   3.454545 4.000000 4.714286 5.000000 5.000000 5.000000
2  1.214286 4.714286 1.071429 4.714286 1.071429 1.071429
3  0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
4  3.272727 1.000000 4.727273 1.000000 4.818182 4.818182
5  2.000000 1.000000 4.866667 1.000000 4.733333 4.733333

Clustering vector:
BSU ST. GREENNERS 4 BSU GRIYA AYU 1 BSU BUNGA NIRWANA 1
BSU ASRI BMP 3 BS. HANDAYANI 2 BS. SIDO MANDIRI 2
BS. DLUWANG ARTHO 1 BS. AMANAH SEJAHTERA 2 BS. SHINTA 2
BS. AKSI (Aktivis Kebersihan) 3 BS. TIRTO GUMITIR 4 BS. GERPAS 4
BSU BERSINAR BMP 3 BSU DAMA ASTER BMP 3 BSU MOBILE RAMBI 3
BS. SDN KEMUNING LOR 02 1 BSU SAHABAT IBU 5 BSU RUMAH RECYCLE 5
BSU KEMBANG SORE 2 BSU LARAHAN MAKMUR 4 BSU SUGIHARTO 4
BSU SOKA CYCLE 4 BSU MITRA IBU 1 BSU JAWA ASRI 1
BSU HARAPAN IBU 4 BSU AL MALIKA 1 BSU ANGGREK 1
BS. KARYA MANDIRI 4 BS. MAJU BERSAMA 5 BSU TEGAL GEDE 5
BSU MUKTISARI 3 BSU PMS 4 BSU RESIK BERDAYA 4
BSU BIKIN HEPI 4 BSU BPJS 1 BSU DW. FAK TEHNIK 1
BSU SRIKANDI 1 BSU JUBUNG 5 BSU MILENIAL 4
BS. DARMA ALAM 5 BS. PP MIFUL SUREN 4 BS. KAMPOENG PENGAMAT 5
BSU BUNCIS SERUT 2 BS. LESTARI BMP 3 BS. GO GREEN GO CLEAN BMP 3
BS. TIRTO AGUNG 5 BS. UIJ 2 BS. SOBUNG SARKA 2
BS. BERSERI 4 BS. TIRTO WANGI 4 BS. AMBULU SEJAHTERA 4
BS. SMPN 1 PANTI 4 BS. RENGGANIS 5 BS. BHAYANGKARI CABANG JEMBER 4
BS. MAWAR PUTIH 2 BS. CIPTA MANDIRI 2 BS. GUNUNG MULIA 1
BS. ARUM JAYA MANDIRI 5 BS. SAUNG RELAWAN 4 BS. ANGGREK INDAH 2
BS. HARUM MELATI 2 BS. MAWAR ASRI 3 BS. TERATAI PUTIH 5
BS. MUHITA 4 BS. LPS SANENREJO 5 BS. REPUBLIK SEJAHTERA MANDIRI 4
BS. SUMBER LESTARI 2 BS. HARAPAN BARU 2 BS. STROWBERI 2
ADIRA FINANCE 3 BSU ANYELIR 4
5 5

```

within cluster sum of squares by cluster:  
[1] 10.727273 9.928571 0.000000 14.000000 4.666667  
( between\_ss / total\_ss = 96.7 %)

Available components:

```

[1] "cluster"      "centers"      "totss"        "withinss"     "tot.withinss" "betweenss"    "size"
[8] "iter"         "ifault"

```

### Lampiran 4. 6 Hasil uji coba *clustering* menggunakan 6 *cluster*

```

K-means clustering with 6 clusters of sizes 11, 17, 15, 9, 14, 5
Cluster means:
1  PENGELOLAAN.SAMPAH FASILITAS.BANK.SAMPAH TATA.KELOLA.BANK.SAMPAH JUMLAH.NASABAH INTENSITAS.MENABUNG
2  3.454545 4.000000 1.000000 5.000000 5.000000 5.000000
3  3.000000 1.000000 4.647059 4.866667 1.000000 4.764706
4  2.000000 1.000000 1.000000 0.000000 1.000000 4.733333
5  0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
6  1.214286 4.714286 1.071429 1.071429 4.714286 1.071429
7  4.200000 1.000000 5.000000 1.000000 5.000000 5.000000

Clustering vector:
BSU ST. GREENNERS 2 BSU GRIYA AYU 1 BSU BUNGA NIRWANA 6
BSU ASRI BMP 2 BS. HANDAYANI 5 BS. SIDO MANDIRI 2
BS. DLUWANG ARTHO 1 BS. AMANAH SEJAHTERA 5 BS. SHINTA 5
BS. AKSI (Aktivis Kebersihan) 4 BS. TIRTO GUMITIR 2 BS. GERPAS 2
BSU BERSINAR BMP 4 BSU DAMA ASTER BMP 4 BSU MOBILE RAMBI 4
BS. SDN KEMUNING LOR 02 1 BSU SAHABAT IBU 3 BSU RUMAH RECYCLE 3
BSU KEMBANG SORE 5 BSU LARAHAN MAKMUR 2 BSU SUGIHARTO 2
BSU SOKA CYCLE 3 BSU MITRA IBU 2 BSU JAWA ASRI 1
BSU HARAPAN IBU 2 BSU AL MALIKA 1 BSU ANGGREK 1
BS. KARYA MANDIRI 6 BS. MAJU BERSAMA 3 BSU TEGAL GEDE 3
BSU MUKTISARI 4 BSU PMS 2 BSU RESIK BERDAYA 2
BSU BIKIN HEPI 2 BSU BPJS 1 BSU DW. FAK TEHNIK 1
BSU SRIKANDI 1 BSU JUBUNG 3 BSU MILENIAL 6
BS. DARMA ALAM 3 BS. PP MIFUL SUREN 2 BS. KAMPOENG PENGAMAT 3
BSU BUNCIS SERUT 5 BS. LESTARI BMP 4 BS. GO GREEN GO CLEAN BMP 4
BS. TIRTO AGUNG 3 BS. UIJ 5 BS. SOBUNG SARKA 5
BS. BERSERI 2 BS. TIRTO WANGI 6 BS. AMBULU SEJAHTERA 6
BS. SMPN 1 PANTI 2 BS. RENGGANIS 3 BS. BHAYANGKARI CABANG JEMBER 2
BS. MAWAR PUTIH 5 BS. CIPTA MANDIRI 5 BS. GUNUNG MULIA 1
BS. ARUM JAYA MANDIRI 3 BS. SAUNG RELAWAN 2 BS. ANGGREK INDAH 5
BS. HARUM MELATI 5 BS. MAWAR ASRI 4 BS. TERATAI PUTIH 3
BS. MUHITA 2 BS. LPS SANENREJO 3 BS. REPUBLIK SEJAHTERA MANDIRI 2
BS. SUMBER LESTARI 5 BS. HARAPAN BARU 5 BS. STROWBERI 5
ADIRA FINANCE 4 BSU ANYELIR 6
3

```

within cluster sum of squares by cluster:  
[1] 10.727273 6.941176 4.666667 0.000000 9.928571 0.800000  
( (between\_ss / total\_ss = 97.2 %) )

Available components:

```

[1] "cluster"      "centers"      "totss"        "withinss"     "tot.withinss" "betweenss"    "size"
[8] "iter"         "ifault"

```

**Lampiran 4. 7** Hasil perhitungan *Davies Bouldin Index 2 cluster*

```

$DB
[1] 0.8923455

$r
[1] 0.8923455 0.8923455

$R
      [,1]      [,2]
[1,]      Inf 0.8923455
[2,] 0.8923455      Inf

$d
      1      2
1 0.000000 6.481601
2 6.481601 0.000000

$s
[1] 2.331752 3.452075

$centers
      [,1]      [,2]      [,3]      [,4]      [,5]
[1,] 2.9166667 1.687500 4.8333333 1.9166667 4.8333333
[2,] 0.7391304 2.869565 0.6521739 2.869565 0.6521739

```

**Lampiran 4. 8** Hasil perhitungan *Davies Bouldin Index 3 cluster*

```

$DB
[1] 0.4037143

$r
[1] 0.4572061 0.4572061 0.2967306

$R
      [,1]      [,2]      [,3]
[1,]      Inf 0.4572061 0.2967306
[2,] 0.4572061      Inf 0.1212742
[3,] 0.2967306 0.1212742      NaN

$d
      1      2      3
1 0.000000 6.941906 7.858144
2 6.941906 0.000000 6.944018
3 7.858144 6.944018 0.000000

$s
[1] 2.3317517 0.8421304 0.0000000

$centers
      [,1]      [,2]      [,3]      [,4]      [,5]
[1,] 2.9166667 1.687500 4.8333333 1.9166667 4.8333333
[2,] 1.214286 4.714286 1.071429 4.714286 1.071429
[3,] 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000

```

**Lampiran 4. 9** Hasil perhitungan *Davies Bouldin Index 4 cluster*

```

$DB
[1] 0.2991165

$r
[1] 0.3829680 0.3829680 0.3029383 0.1275919

$R
      [,1]      [,2]      [,3]      [,4]
[1,]      Inf 0.38296795 0.2361917 0.12759186
[2,] 0.3829680      Inf 0.3029383 0.09733502
[3,] 0.2361917 0.30293833      Inf 0.12127423
[4,] 0.1275919 0.09733502 0.1212742      NaN

$d
      1      2      3      4
1 0.000000 5.057708 7.585131 7.441027
2 5.057708 0.000000 6.039698 10.145634
3 7.585131 6.039698 0.000000 6.944018
4 7.441027 10.145634 6.944018 0.000000

$s
[1] 0.9494145 0.9875255 0.8421304 0.0000000

$centers
      [,1]      [,2]      [,3]      [,4]      [,5]
[1,] 2.756757 1.000000 4.783784 1.000000 4.783784
[2,] 3.454545 4.000000 5.000000 5.000000 5.000000
[3,] 1.214286 4.714286 1.071429 4.714286 1.071429
[4,] 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000

```

**Lampiran 4. 10** Hasil perhitungan *Davies Bouldin Index 5 cluster*

```

$DB
[1] 0.5786069

$r
[1] 1.0563856 0.3560508 0.3029383 0.1212742 1.0563856

$R
      [,1]      [,2]      [,3]      [,4]      [,5]
[1,]      Inf 0.35605084 0.2130717 0.10450089 1.05638562
[2,] 0.3560508      Inf 0.3029383 0.09733502 0.29627252
[3,] 0.2130717 0.30293833      Inf 0.12127423 0.18703234
[4,] 0.1045009 0.09733502 0.1212742      NaN 0.07728322
[5,] 1.0563856 0.29627252 0.1870323 0.07728322      Inf

$d
      1      2      3      4      5
1 0.000000 5.014030 7.696257 7.633658 1.283146
2 5.014030 0.000000 6.039698 10.145634 5.215802
3 7.696257 6.039698 0.000000 6.944018 7.484822
4 7.633658 10.145634 6.944018 0.000000 7.217263
5 1.283146 5.215802 7.484822 7.217263 0.000000

$s
[1] 0.7977240 0.9875255 0.8421304 0.0000000 0.5577734

$centers
      [,1]      [,2]      [,3]      [,4]      [,5]
[1,] 3.272727 1.000000 4.727273 1.000000 4.818182
[2,] 3.454545 4.000000 5.000000 5.000000 5.000000
[3,] 1.214286 4.714286 1.071429 4.714286 1.071429
[4,] 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
[5,] 2.000000 1.000000 4.866667 1.000000 4.733333

```

**Lampiran 4. 11** Hasil perhitungan *Davies Bouldin Index 6 cluster*

```

$DB
[1] 0.597871

$Rr
[1] 0.9726795 0.3449326 0.3029383 0.1212742 0.9726795 0.8727219

$R
      [,1]      [,2]      [,3]      [,4]      [,5]      [,6]
[1,]      Inf 0.34493260 0.2021341 0.09472095 0.97267950 0.87272190
[2,] 0.34493260      Inf 0.3029383 0.09733502 0.27596856 0.27779235
[3,] 0.20213407 0.30293833      Inf 0.12127423 0.17358857 0.17304956
[4,] 0.09472095 0.09733502 0.1212742      NaN 0.06089566 0.06338657
[5,] 0.97267950 0.27596856 0.1735886 0.06089566      Inf 0.69489799
[6,] 0.87272190 0.27779235 0.1730496 0.06338657 0.69489799      Inf

$d
      1      2      3      4      5      6
1 0.000000 5.006878 7.824710 7.807248 1.205456 1.376210
2 5.006878 0.000000 6.039698 10.145634 5.147464 5.216357
3 7.824710 6.039698 0.000000 6.944018 7.345778 7.533500
4 7.807248 10.145634 6.944018 0.000000 7.110731 7.281329
5 1.205456 5.147464 7.345778 7.110731 0.000000 1.287313
6 1.376210 5.216357 7.533500 7.281329 1.287313 0.000000

$s
[1] 0.7395100 0.9875255 0.8421304 0.0000000 0.4330127 0.4615385

$centers
      [,1]      [,2]      [,3]      [,4]      [,5]
[1,] 3.375000 1.000000 5.000000 1.000000 4.750000
[2,] 3.454545 4.000000 5.000000 5.000000 5.000000
[3,] 1.214286 4.714286 1.071429 4.714286 1.071429
[4,] 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
[5,] 2.750000 1.000000 4.000000 1.000000 5.000000
[6,] 2.000000 1.000000 5.000000 1.000000 4.692308

```

#### Lampiran 4. 12 Interpretasi hasil *clustering* menggunakan tabel

	PENGLOLAAN.SAMPAH	FASILITAS.BANK.SAMPAH	TATA.KELOLA.BANK.SAMPAH	JUMLAH.NASABAH	INTENSITAS.MENABUNG	final.cluster
BSU ST. GREENNERS	0.6185125	-0.5922713	0.7529140	-0.6189026	0.7529140	1
BS. AMANAH SEJAHTERA	0.6185125	-0.5922713	0.2579428	-0.6189026	0.7529140	1
BS. SHINTA	0.6185125	-0.5922713	0.7529140	-0.6189026	0.2579428	1
BSU DAMA ASTER BMP	-0.1656730	-0.5922713	0.7529140	-0.6189026	0.7529140	1
BSU MOBILE RAMBI	-0.1656730	-0.5922713	0.7529140	-0.6189026	0.2579428	1
BSU SAHABAT IBU	0.6185125	-0.5922713	0.7529140	-0.6189026	0.7529140	1
BSU RUMAH RECYCLE	0.6185125	-0.5922713	0.7529140	-0.6189026	0.7529140	1
BSU KEMBANG SORE	-0.1656730	-0.5922713	0.7529140	-0.6189026	0.2579428	1
BSU LARAHAN MAKMUR	0.6185125	-0.5922713	0.7529140	-0.6189026	0.7529140	1
BSU SOKA CYCLE	0.6185125	-0.5922713	0.2579428	-0.6189026	0.7529140	1
BSU HARAPAN IBU	1.4026979	-0.5922713	0.7529140	-0.6189026	0.7529140	1
BSU AL MALIKA	-0.1656730	-0.5922713	0.2579428	-0.6189026	0.7529140	1
BSU ANGGREK	-0.1656730	-0.5922713	0.7529140	-0.6189026	0.2579428	1
BS. MAJU BERSAMA	0.6185125	-0.5922713	0.7529140	-0.6189026	0.7529140	1
BSU TEGAL GEDE	0.6185125	-0.5922713	0.2579428	-0.6189026	0.7529140	1
BSU MUKTISARI	0.6185125	-0.5922713	0.7529140	-0.6189026	0.2579428	1
BSU BPJS	-0.1656730	-0.5922713	0.7529140	-0.6189026	0.7529140	1
BSU DVL. FAK TEHNIK	1.4026979	-0.5922713	0.7529140	-0.6189026	0.7529140	1

	PENGLOLAAN.SAMPAH	FASILITAS.BANK.SAMPAH	TATA.KELOLA.BANK.SAMPAH	JUMLAH.NASABAH	INTENSITAS.MENABUNG	final.cluster
BSU SRIKANDI	-0.1656730	-0.5922713	0.7529140	-0.6189026	0.7529140	1
BSU JUBUNG	0.6185125	-0.5922713	0.2579428	-0.6189026	0.7529140	1
BSU MILENIAL	-0.1656730	-0.5922713	0.7529140	-0.6189026	0.7529140	1
BSU BUNCIS SERUT	-0.1656730	-0.5922713	0.7529140	-0.6189026	0.7529140	1
BS. TIRTO AGUNG	0.6185125	-0.5922713	0.7529140	-0.6189026	0.7529140	1
BS. UIJ	1.4026979	-0.5922713	0.7529140	-0.6189026	0.7529140	1
BS. SOBUNG SARKA	2.1868833	-0.5922713	0.7529140	-0.6189026	0.7529140	1
BS. BERSERI	0.6185125	-0.5922713	0.7529140	-0.6189026	0.2579428	1
BS. TIRTO WANGI	-0.1656730	-0.5922713	0.7529140	-0.6189026	0.7529140	1
BS. AMBULU SEJAHTERA	0.6185125	-0.5922713	0.2579428	-0.6189026	0.7529140	1
BS. MAWAR PUTIH	-0.1656730	-0.5922713	0.7529140	-0.6189026	0.2579428	1
BS. CIPTA MANDIRI	0.6185125	-0.5922713	0.7529140	-0.6189026	0.7529140	1
BS. ANGGREK INDAH	-0.1656730	-0.5922713	0.2579428	-0.6189026	0.7529140	1
BS. HARUM MELATI	0.6185125	-0.5922713	0.7529140	-0.6189026	0.2579428	1
BS. MAWAR ASRI	-0.1656730	-0.5922713	0.7529140	-0.6189026	0.7529140	1
BS. TERATAI PUTIH	0.6185125	-0.5922713	0.2579428	-0.6189026	0.7529140	1
BS. HARAPAN BARU	1.4026979	-0.5922713	0.7529140	-0.6189026	0.7529140	1
ADIRA FINANCE	-0.1656730	-0.5922713	0.7529140	-0.6189026	0.7529140	1

	PENGLOLAAN.SAMPAH	FASILITAS.BANK.SAMPAH	TATA.KELOLA.BANK.SAMPAH	JUMLAH.NASABAH	INTENSITAS.MENABUNG	final.cluster
BSU ANYELIR	-0.1656730	-0.5922713	0.7529140	-0.6189026	0.7529140	1
BS. HANDAYANI	-0.9498584	1.6209530	-1.2269710	1.4014232	-1.2269710	2
BS. SIDO MANDIRI	-0.1656730	1.6209530	-1.2269710	1.4014232	-1.2269710	2
BS. SDN KEMUNING LOR 02	-0.9498584	1.6209530	-1.2269710	1.4014232	-0.7319998	2
BS. DARMA ALAM	-0.1656730	1.6209530	-1.2269710	0.8963417	-1.2269710	2
BS. LESTARI BMP	-0.9498584	1.6209530	-1.2269710	0.8963417	-1.2269710	2
BS. GO GREEN GO CLEAN BMP	-0.9498584	1.0676469	-1.2269710	1.4014232	-1.2269710	2
BS. SMPN 1 PANTI	-0.1656730	1.6209530	-1.2269710	1.4014232	-1.2269710	2
BS. RENGGANIS	-0.9498584	1.6209530	-0.7319998	1.4014232	-1.2269710	2
BS. GUNUNG MULIA	-0.9498584	1.0676469	-1.2269710	1.4014232	-1.2269710	2
BS. ARUM JAYA MANDIRI	-0.9498584	1.6209530	-1.2269710	0.8963417	-1.2269710	2
BS. MUHITA	-0.9498584	1.6209530	-1.2269710	0.8963417	-1.2269710	2
BS. LPS SANENREJO	-0.9498584	1.6209530	-1.2269710	1.4014232	-1.2269710	2
BS. REPUBLIK SEJAHTERA MANDIRI	-0.9498584	1.0676469	-1.2269710	1.4014232	-1.2269710	2
BS. STROWBERI	-0.9498584	1.0676469	-1.2269710	1.4014232	-1.2269710	2
BSU GRIYA AYU	0.6185125	1.6209530	0.7529140	1.4014232	0.7529140	3
BSU BUNGA NIRVANA	0.6185125	1.0676469	0.7529140	1.4014232	0.7529140	3
BSU ASRI BMP	1.4026979	1.6209530	0.7529140	1.4014232	0.7529140	3

	PENGLOLAAN.SAMPAH	FASILITAS.BANK.SAMPAH	TATA.KELOLA.BANK.SAMPAH	JUMLAH.NASABAH	INTENSITAS.MENABUNG	final.cluster
BSU BERSINAR BMP	1.4026979	1.0676469	0.7529140	1.4014232	0.7529140	3
BSU SUGIHARTO	2.1868833	0.5143408	0.7529140	1.4014232	0.7529140	3
BSU MITRA IBU	0.6185125	0.5143408	0.7529140	1.4014232	0.7529140	3
BSU JAWA ASRI	0.6185125	1.0676469	0.7529140	1.4014232	0.7529140	3
BSU PMS	0.6185125	1.0676469	0.7529140	1.4014232	0.7529140	3
BSU RESIK BERDAYA	1.4026979	0.5143408	0.7529140	1.4014232	0.7529140	3
BSU BIKIN HEPI	0.6185125	1.0676469	0.7529140	1.4014232	0.7529140	3
BS. BHAYANGKARI CABANG JEMBER	0.6185125	1.6209530	0.7529140	1.4014232	0.7529140	3
BS. DLUWANG ARTHO	-1.7340438	-1.1455773	-1.7219423	-1.1239841	-1.7219423	4
BS. AKSI (Aktivis Kebersihan)	-1.7340438	-1.1455773	-1.7219423	-1.1239841	-1.7219423	4
BS. TIRTO GUMITIR	-1.7340438	-1.1455773	-1.7219423	-1.1239841	-1.7219423	4
BS. GERPAS	-1.7340438	-1.1455773	-1.7219423	-1.1239841	-1.7219423	4
BS. KARYA MANDIRI	-1.7340438	-1.1455773	-1.7219423	-1.1239841	-1.7219423	4
BS. PP MIFUL SUREN	-1.7340438	-1.1455773	-1.7219423	-1.1239841	-1.7219423	4
BS. KAMPOENG PENGAMAT	-1.7340438	-1.1455773	-1.7219423	-1.1239841	-1.7219423	4
BS. SAUNG RELAWAN	-1.7340438	-1.1455773	-1.7219423	-1.1239841	-1.7219423	4
BS. SUMBER LESTARI	-1.7340438	-1.1455773	-1.7219423	-1.1239841	-1.7219423	4

**Lampiran 4. 13** Tabel pengelompokan bank sampah *cluster* satu (C<sub>1</sub>)

NAMA BSU	PENGELOLAAN SAMPAH	FASILITAS BANK Sampah	TATA KELOLA BANK Sampah	JUMLAH NASABAH	INTENSITAS MENABUNG
BS. DLUWANG ARTHO	0	0	0	0	0
BS. AKSI (Aktivis Kebersihan)	0	0	0	0	0
BS. TIRTO GUMITIR	0	0	0	0	0
BS. GERPAS	0	0	0	0	0
BS. KARYA MANDIRI	0	0	0	0	0
BS. PP MIFUL SUREN	0	0	0	0	0
BS. KAMPOENG PENGAMAT	0	0	0	0	0
BS. SAUNG RELAWAN	0	0	0	0	0
BS. SUMBER LESTARI	0	0	0	0	0

**Lampiran 4. 14** Tabel pengelompokan bank sampah *cluster* dua (C<sub>2</sub>)

NAMA BSU	PENGELOLAAN SAMPAH	FASILITAS BANK SAMPAH	TATA KELOLA BANK Sampah	JUMLAH NASABAH	INTENSITAS MENABUNG
BSU GRIYA AYU	3	5	5	5	5
BSU BUNGA NIRWANA	3	4	5	5	5
BSU ASRI BMP	4	5	5	5	5
BSU BERSINAR BMP	4	4	5	5	5
BSU SUGIHARTO	5	3	5	5	5
BSU MITRA IBU	3	3	5	5	5
BSU JAWA ASRI	3	4	5	5	5
BSU PMS	3	4	5	5	5
BSU RESIK BERDAYA	4	3	5	5	5
BSU BIKIN HEPI	3	4	5	5	5
BS. BHAYANGKARI CABANG JEMBER	3	5	5	5	5

**Lampiran 4. 15** Tabel pengelompokan bank sampah *cluster* tiga (C<sub>3</sub>)

NAMA BSU	PENGELOLAAN SAMPAH	FASILITAS BANK SAMPAH	TATA KELOLA BANK SAMPAH	JUMLAH NASABAH	INTENSITAS MENABUNG
BSU ST. GREENNERS	3	1	5	1	5
BS. AMANAH SEJAHTERA	3	1	4	1	5
BS. SHINTA	3	1	5	1	4
BSU DAMA ASTER BMP	2	1	5	1	5
BSU MOBILE RAMBI	2	1	5	1	4
BSU SAHABAT IBU	3	1	5	1	5
BSU RUMAH RECYCLE	3	1	5	1	5
BSU KEMBANG SORE	2	1	5	1	4
BSU LARAHAN MAKMUR	3	1	5	1	5
BSU SOKA CYCLE	3	1	4	1	5
BSU HARAPAN IBU	4	1	5	1	5
BSU AL MALIKA	2	1	4	1	5
BSU ANGGREK	2	1	5	1	4
BS. MAJU BERSAMA	3	1	5	1	5
BSU TEGAL GEDE	3	1	4	1	5
BSU MUKTISARI	3	1	5	1	4
BSU BPJS	2	1	5	1	5
BSU DW. FAK TEHNIK	4	1	5	1	5
BSU SRIKANDI	2	1	5	1	5
BSU JUBUNG	3	1	4	1	5
BSU MILENIAL	2	1	5	1	5
BSU BUNCIS SERUT	2	1	5	1	5
BS. TIRTO AGUNG	3	1	5	1	5
BS. UIJ	4	1	5	1	5
BS. SOBUNG SARKA	5	1	5	1	5
BS. BERSERI	3	1	5	1	4
BS. TIRTO WANGI	2	1	5	1	5
BS. AMBULU SEJAHTERA	3	1	4	1	5
BS. MAWAR PUTIH	2	1	5	1	4
BS. CIPTA MANDIRI	3	1	5	1	5
BS. ANGGREK INDAH	2	1	4	1	5
BS. HARUM MELATI	3	1	5	1	4
BS. MAWAR ASRI	2	1	5	1	5
BS. TERATAI PUTIH	3	1	4	1	5
BS. HARAPAN BARU	4	1	5	1	5
ADIRA FINANCE	2	1	5	1	5
BSU ANYELIR	2	1	5	1	5

**Lampiran 4. 16** Tabel pengelompokan bank sampah *cluster* empat (C<sub>4</sub>)

NAMA BSU	PENGELOLAAN SAMPAH	FASILITAS BANK SAMPAH	TATA KELOLA BANK SAMPAH	JUMLAH NASABAH	INTENSITAS MENABUNG
BS. HANDAYANI	1	5	1	5	1
BS. SIDO MANDIRI	2	5	1	5	1
BS. SDN KEMUNING LOR 02	1	5	1	5	2
BS. DARMA ALAM	2	5	1	4	1
BS. LESTARI BMP	1	5	1	4	1
BS. GO GREEN GO CLEAN BMP	1	4	1	5	1
BS. SMPN 1 PANTI	2	5	1	5	1
BS. RENGGANIS	1	5	2	5	1
BS. GUNUNG MULIA	1	4	1	5	1
BS. ARUM JAYA MANDIRI	1	5	1	4	1
BS. MUHITA	1	5	1	4	1
BS. LPS SANENREJO	1	5	1	5	1
BS. REPUBLIK SEJAHTERA MANDIRI	1	4	1	5	1
BS. STROWBERI	1	4	1	5	1