

**IMPLEMENTASI *AGGLOMERATIVE HIERARCHICAL CLUSTERING*  
DALAM MENGKLASTER KABUPATEN/KOTA DI INDONESIA  
BERDASARKAN CAPAIAN KINERJA PENGELOLAAN SAMPAH**

**SKRIPSI**



**UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh  
**NABILAH KHAIRUNNISA' HAKIM**  
**H72217054**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL  
SURABAYA**

**2023**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Nabilah Khairunnisa' Hakim

NIM : H72217054

Program Studi : Matematika

Angkatan : 2017

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul " IMPLEMENTASI *AGGLOMERATIVE HIERARCHICAL CLUSTERING* DALAM MENKLASTER KABUPATEN/KOTA DI INDONESIA BERDASARKAN CAPAIAN KINERJA PENGELOLAAN SAMPAH ". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 12 Juli 2023

Yang menyatakan,



Nabilah Khairunnisa' Hakim

NIM. H72217054

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

Nama : Nabilah Khairunnisa' Hakim  
NIM : H72217054  
Judul Skripsi : IMPLEMENTASI *AGGLOMERATIVE HIERARCHICAL CLUSTERING* DALAM MENGKLASTER KABUPATEN/KOTA DI INDONESIA BERDASARKAN CAPAIAN KINERJA PENGELOLAAN SAMPAH

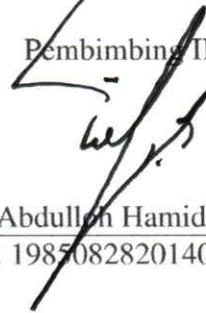
telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Pembimbing I



Yuniar Farida, M.T  
NIP. 197905272014032002

Pembimbing II



Dr. Abdullah Hamid, M.Pd  
NIP. 198508282014031003

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Matematika  
UIN Sunan Ampel Surabaya



Yuniar Farida, M.T  
NIP. 197905272014032002

## PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh

Nama : Nabilah Khairunnisa' Hakim  
NIM : H72217054  
Judul Skripsi : IMPLEMENTASI *AGGLOMERATIVE HIERARCHICAL CLUSTERING* DALAM MENGKLASTER KABUPATEN/KOTA DI INDONESIA BERDASARKAN CAPAIAN KINERJA PENGELOLAAN SAMPAH

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji  
pada tanggal 12 Juli 2023

Mengesahkan,  
Tim Penguji

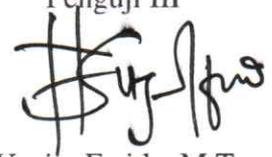
Penguji I

  
Aris Fanani, M.Kom  
NIP. 198701272014031002

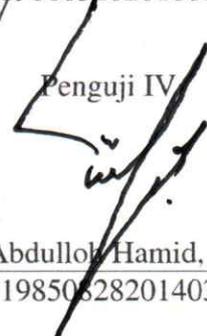
Penguji II

  
Putroue Keumala Intan, M.Si  
NIP. 198805282018012001

Penguji III

  
Yuniar Farida, M.T  
NIP. 197905272014032002

Penguji IV

  
Dr. Abdulloh Hamid, M.Pd  
NIP. 198503282014031003

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Ampel Surabaya



  
Dr. A. Saepul Hamdani, M.Pd  
NIP. 196507312000031002



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA  
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300  
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Nabilah Khairunnisa' Hakim  
NIM : H72217054  
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Matematika  
E-mail address : h72217054@uinsby.ac.id

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Skripsi  Tesis  Disertasi  Lain-lain (.....)  
yang berjudul :

IMPLEMENTASI AGGLOMERATIVE HIERARCHICAL CLUSTERING

DALAM MENGLKASTER KABUPATEN/KOTA DI INDONESIA

BERDASARKAN KINERJA PENGELOLAAN SAMPAH

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 20 Juli 2023

Penulis

(Nabilah Khairunnisa' Hakim)

*nama terang dan tanda tangan*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING</b>	<b>ii</b>
<b>PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN</b>	<b>iv</b>
<b>MOTTO</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xiv</b>
<b>I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	7
1.3. Tujuan Penelitian	8
1.4. Manfaat Penelitian	8
1.5. Batasan Masalah	8
1.6. Sistematika Penulisan	9
<b>II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>11</b>
2.1. Sampah	11
2.1.1. Indikator Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah	11
2.2. <i>Preprocessing Data</i>	15
2.3. Klustering	18
2.4. <i>Hierarchical Clustering</i>	19
2.5. <i>Agglomerative Hierarchical Clustering</i>	22
2.6. Evaluasi Klustering	26

2.7. Integrasi Keislaman . . . . .	29
<b>III METODE PENELITIAN . . . . .</b>	<b>36</b>
3.1. Jenis Penelitian . . . . .	36
3.2. Jenis dan Sumber Data . . . . .	36
3.3. Kerangka Penelitian . . . . .	37
<b>IV HASIL DAN PEMBAHASAN . . . . .</b>	<b>41</b>
4.1. Deskripsi Data . . . . .	41
4.2. <i>Preprocessing Data</i> . . . . .	43
4.3. <i>Agglomerative Hierarchical Clustering(AHC)</i> . . . . .	45
4.3.1. klastering . . . . .	47
4.4. Evaluasi Klastering . . . . .	56
4.5. Interpretasi Klaster Terbaik . . . . .	67
4.6. Integrasi Keislaman . . . . .	70
<b>V PENUTUP . . . . .</b>	<b>75</b>
5.1. Simpulan . . . . .	75
5.2. Saran . . . . .	76
<b>A Data Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah 2021 . . . . .</b>	<b>84</b>
<b>B Hasil Perhitungan Z-Score . . . . .</b>	<b>91</b>
<b>C Hasil Perhitungan Matriks Jarak <i>Euclidean Distance</i> . . . . .</b>	<b>99</b>
<b>D Hasil Perhitungan <i>Silhouette Coefficient</i> Pada 4 Klaster <i>Average Linkage</i> . . . . .</b>	<b>101</b>

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR TABEL

2.1	Faktor Estimasi Timbulan Sampah/Kapita berdasarkan Klasifikasi Kota . . . . .	13
2.2	Kriteria pengukuran <i>Silhouette Coefficient</i> . . . . .	29
4.1	Data Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah Tahun 2021 . . . . .	42
4.2	<i>mean</i> , varian, dan standar deviasi Variabel data . . . . .	44
4.3	Hasil Nilai <i>Z-Score</i> . . . . .	45
4.4	Matriks Jarak Antar Kabupaten/Kota . . . . .	46
4.5	Matriks Jarak Antar 5 Klaster Kabupaten/Kota . . . . .	47
4.6	Matriks Jarak Antar 4 Klaster Kabupaten/Kota dengan Metode <i>Single Linkage</i> . . . . .	50
4.7	Matriks Jarak Antar 3 Klaster Kabupaten/Kota . . . . .	52
4.8	Keanggotaan Klaster Kabupaten/Kota Metode <i>Average Linkage</i> . . . . .	57
4.9	Nilai <i>A</i> , <i>B</i> , dan <i>s</i> Pada Setiap Kabupaten/Kota . . . . .	64
4.10	Nilai <i>Silhouette Coefficient</i> AHC . . . . .	65
4.11	Rata-rata Nilai Variabel Tiap Klaster . . . . .	67

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR GAMBAR

2.1	Prinsip kerja Hierarchical Clustering agglomerative dan divisive dengan data $X=A,B,C,D,E$ . Sumber:(Lee and Yang, 2009) . . . . .	20
3.1	Diagram Alir Penelitian . . . . .	38
4.1	Penggabungan Kab. Pidie ke kab. Jayapura menjadi 1 klaster . . . . .	48
4.2	Penggabungan Kota Adm. Jakarta Pusat ke Kabupaten Sidoarjo menjadi 1 klaster . . . . .	51
4.3	Penggabungan Kota Medan ke Kota Adm. Jakarta Pusat-Kab. Sidoarjo menjadi 1 klaster . . . . .	53
4.4	Penggabungan Kabupaten/Kota menjadi 1 klaster . . . . .	53
4.5	Hasil Klastering AHC dengan Metode <i>Single Linkage</i> . . . . .	54
4.6	Hasil Klastering AHC dengan Metode <i>Complete Linkage</i> . . . . .	55
4.7	Hasil Klastering AHC dengan Metode <i>Average Linkage</i> . . . . .	56
4.8	Dendogram AHC <i>Average Linkage</i> 4 Klaster . . . . .	66

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## ABSTRAK

### IMPLEMENTASI *AGGLOMERATIVE HIERARCHICAL CLUSTERING* DALAM MENGKLASTER KABUPATEN/KOTA DI INDONESIA BERDASARKAN CAPAIAN KINERJA PENGELOLAAN SAMPAH

Diperkirakan timbulan sampah selalu meningkat setiap tahunnya seiring pertumbuhan populasi manusia, revolusi industri, dan konsumsi sumber daya alam yang tinggi. Timbulan sampah jika tidak diatasi dengan baik akan berdampak buruk bagi sektor kehidupan. Indonesia telah menjelaskan dan mengatur mengenai pengelolaan sampah dalam Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun 2012 namun masih terdapat beberapa Kab/Kota yang masih belum melakukan pengelolaan sampah dengan baik. Penelitian ini bertujuan melakukan klastering Kab/Kota menggunakan *Agglomerative Hierarchical Clustering (AHC)* untuk mengetahui klaster Kab/Kota sesuai dengan kinerja pengelolaan sampah dengan variabel yang digunakan yaitu jumlah timbulan sampah, jumlah pengurangan sampah, jumlah penanganan sampah, dan jumlah sampah terkelola dari 248 Kab/Kota. Hasil penelitian menunjukkan dari 3 metode yang digunakan, hasil klaster terbaik menggunakan metode *Average Linkage* dengan hasil klaster terbaik sebanyak 4 klaster nilai *silhouette coefficient* sebesar 0,735 dengan 4 klaster Kab/Kota yang terbentuk dengan kinerja pengelolaan sampah kategori terbaik sebanyak 4 kota, kategori baik sebanyak 6 kota, kategori cukup baik sebanyak 1 kabupaten dan kategori kurang sebanyak 238 kab/kota. Diharapkan dari penelitian ini pemerintah dapat membuat kebijakan yang menyesuaikan dengan kinerja pengelolaan sampah di kab/kota.

**Kata kunci:** Pengelolaan Sampah, *Agglomerative Hierarchical Clustering*, *Silhouette Coefficient*, Klaster.

## ABSTRACT

### IMPLEMENTATION OF AGGLOMERATIVE HIERARCHICAL CLUSTERING IN REGENCY/CITIES CLUSTERING IN INDONESIA BASED ON WASTE MANAGEMENT PERFORMANCE

It is estimated that waste generation always increases every year along with the increase in human population, industrial revolution, and high consumption of natural resources. Waste generation if not handled properly will have a negative impact on the life sector. Indonesia has explained and regulated waste management in Government Regulation Number 81 of 2012, but there are still several districts/cities that have not managed their waste properly. This study aims to cluster districts/cities using Agglomerative Hierarchical Clustering (AHC) to determine district/city clusters according to the performance of waste management with the variables used, namely the amount of waste generation, the amount of waste reduction, the amount of waste handling, and the amount of managed waste from 248 districts /City. The results showed that of the 3 methods used, the best cluster results used the Average Linkage method with the best cluster results of 4 clusters with a silhouette coefficient value of 0.735 with 4 Regency/City clusters formed with the best category of waste management performance in 4 cities, 6 good categories, 1 district is quite good category and 238 districts/city poor category. It is hoped that from this research the government can make policies that adapt to the performance of waste management in districts/cities.

**Keywords:** Waste Management, Agglomerative Hierarchical Clustering, Silhouette Coefficient, Clusters

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Terdapat beberapa permasalahan utama yang dihadapi negara-negara di dunia salah satunya adalah sampah, karena setiap aktifitas manusia menghasilkan sampah yang apabila dikumpulkan menjadi satu akan berdampak bagi lingkungan dan kesehatan masyarakat. Diperkirakan setiap tahunnya timbulan sampah akan selalu meningkat seiring pertumbuhan populasi manusia, revolusi industri, dan konsumsi sumber daya alam yang tinggi (Letcher and Vallero, 2019). Pada tahun 2020 *World Bank* menyatakan, dunia diperkirakan menghasilkan 2,24 miliar ton timbulan sampah dengan setiap orang 0,79 kg sampah per hari. Ditambah dengan tingkat pertumbuhan penduduk dan urbanisasi yang sangat cepat, diperkirakan timbulan sampah tahunan dunia akan meningkat hingga 73% dari tahun 2020 menjadi sekitar 3,88 miliar ton pada tahun 2050 (The World Bank Group, 2022).

Timbulan sampah apabila tidak segera diatasi dengan cara yang baik memiliki banyak dampak yang sangat buruk di berbagai sektor untuk kehidupan. Pada sektor lingkungan, timbulan sampah dapat menghasilkan emisi gas berbahaya antara lain karbon dioksida, metana, dan dinitrogen oksida yang dapat menyebabkan penipisan lapisan ozon, kemudian air lindi yang dihasilkan dari timbulan sampah merembes ke dalam tanah dapat mencemari air tanah. Kemudian pada sektor ekonomi, biaya operasional penanganan sampah yang tentu tidaklah murah karena membutuhkan banyak proses pengolahan dan pendaurulangan

sampah. Pada sektor Kesehatan juga akan berdampak terutama bagi masyarakat yang bermukim dekat dengan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) atau tempat lain dimana banyak terdapat timbulan sampah, akan mudah terjangkit berbagai penyakit seperti kolera, malaria, demam dan diare (Chicago Metropolitan Agency for Planning, 2013; Omang et al., 2021).

Allah telah berfirman dalam surah Ar-Rum ayat 41 yang berbunyi.

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي  
عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

*Artinya : “Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan perbuatan tangan manusia. (Melalui hal itu) Allah membuat mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka agar mereka kembali (ke jalan yang benar)” (Q.S Ar-Rum : 41)*

Berdasarkan ayat tersebut akibat dari keserakahan dan tabiat buruk manusia, yang tidak bertanggung jawab, lingkungan menjadi rusak dan semua makhluk hidup juga yang menanggung akibatnya sehingga berdampak pada lingkungan dan kesehatan bahkan ekonomi. Dikarenakan banyaknya kemudharatan yang ditimbulkan oleh sampah, Islam juga mengajarkan untuk menghilangkan dan melarang melakukan segala sesuatu yang menimbulkan bahaya (Siroj et al., 2019).

Rasulullah bersabda dalam Hadist yang diriwayatkan oleh Ibnu Majah untuk tidak melakukan perbuatan yang menimbulkan bahaya dan menyulitkan orang lain.

حَدَّثَنَا مُحَمَّدُ بْنُ رُمْحٍ أَنبَأَنَا اللَّيْثُ بْنُ سَعْدٍ عَنْ يَحْيَى بْنِ سَعِيدٍ عَنْ  
 مُحَمَّدِ بْنِ يَحْيَى بْنِ حَبَّانَ عَنْ لَوْلُؤَةَ عَنْ أَبِي صِرْمَةَ عَنْ رَسُولِ اللَّهِ  
 صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ مَنْ ضَارَّ أَضَرَ اللَّهُ بِهِ وَمَنْ شَاقَّ شَقَّ اللَّهُ  
 عَلَيْهِ

*Artinya : Telah menceritakan kepada kami Muhammad bin Rumh, ia berkata, telah memberitakan kepada kami Al Laits bin Sa'ad dari Yahya bin Sa'id dari Muhammad bin Yahya bin Habban dari Lulu'ah dari Abu Shirmah dari Rasulullah saw, beliau bersabda, "Barang siapa yang berbuat kemudaratan, maka Allah akan memberinya mudarat. Dan barang siapa yang mempersulit orang lain, maka Allah akan memberinya kesulitan." (HR. Ibnu Majah : 2333).*

Membuang sampah sembarangan tentu akan membuat orang lain dan lingkungan sekitar merasa tidak nyaman. Kemudian membiarkan sampah tanpa melakukan upaya untuk mengatasinya juga akan berdampak buruk. Padahal sesuai dengan hadist sebelumnya kaidah fikih juga menerangkan bahwa segala sesuatu yang menimbulkan bahaya harus dihindari (Siroj et al., 2019).

الضَّرَرُ يُزَالُ  
 UIN SUNAN AMPEI  
 SURABAYA

*Artinya: "Bahaya itu (harus) dihilangkan".*

Akibat banyaknya permasalahan sampah yang memiliki banyak dampak di berbagai sektor kehidupan juga anjuran untuk menghindari kerusakan yang lebih parah lagi dari dampak sampah, maka berbagai upaya pengelolaan sampah dilakukan. Di negara maju sistem pengelolaan sampah memiliki beberapa strategi, diantaranya mengurangi produksi sampah dari sumber atau produsennya, adanya proses daur ulang dan *reuse*, mengelola sampah menjadi sumber energi, dan

meminimalkan pembuangan sampah ke TPA. Mengurangi produksi sampah dari sumbernya dilakukan dengan upaya perusahaan lebih meminimalkan kemasan dan memengaruhi konsumen untuk membeli produk yang ramah lingkungan, salah satu negara yang telah menerapkan strategi ini adalah Singapura dimana pada tahun 2020 produksi sampah turun hingga sekitar 24% dibandingkan tahun 2018 (National Environment Agency Singapore, 2022). Proses daur ulang dan reuse dilakukan dengan memilah sampah dan membuangnya ke tempat sampah yang berbeda-beda sesuai peraturan pemerintah setempat, salah satu negara yang menerapkan adalah Korea Selatan dimana dapat mendaur ulang sampah hingga 57,3% (Cho and Lee, 2016).

Indonesia juga telah mengatur pengelolaan sampah yang tertuang dalam undang-undang negara. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun 2012 tentang pengelolaan sampah rumah tangga dan sampah sejenis rumah tangga, pada bab ketiga terkait penyelenggaraan pengelolaan sampah dijelaskan bahwa sampah yang dihasilkan akan dilakukan proses pemilahan kemudian sampah dikumpulkan sementara di TPS (Tempat Penampungan Sementara), TPS 3R atau alat pengumpul lainnya. Setelah dikumpulkan kemudian akan diangkut oleh petugas untuk dilakukan pengolahan sampah ke tempat fasilitas pengolahan sampah seperti TPS 3R, SPA (Stasiun Peralihan), TPA (Tempat Pembuangan Akhir) ataupun di TPST (Tempat Pengolahan Sampah Terpadu). Kemudian tahap akhir dari sampah yaitu pemrosesan akhir sampah di TPA (Pemerintah Pusat, 2012). Namun pada kenyataannya akses pengelola sampah yang tersedia hanya ada 86,7%, hanya 60% sampah dari rumah tangga yang terangkut, dan 81,2 sampah yang tidak dipilah (Windraswara and Prihastuti, 2017). Berdasarkan hal ini terlihat bahwa sistem yang digunakan belum dapat dilakukan dengan baik di beberapa kabupaten/kota

Indonesia. Oleh karena itu diperlukan kebijakan di tiap daerah sesuai dengan kondisi kinerja pengelolaan sampahnya dengan cara mengelompokkan wilayahnya dengan berdasarkan capaian kinerja pengelolaan sampah di setiap kabupaten/kota seperti jumlah timbulan sampah, pengurangan sampah, penanganan sampah dan sampah terkelola serta yang bersumber dari SIPSN. Data yang diperoleh untuk pengelompokkan wilayah ini akan dilakukan proses yaitu klastering.

Klastering memiliki tujuan yaitu mengelompokkan beberapa data menjadi beberapa kelompok (klaster) (Farida et al., 2022). Sehingga data-data yang tergabung dalam satu klaster akan memiliki tingkat kemiripan yang tinggi sedangkan untuk data-data dengan klaster yang berbeda akan memiliki tingkat kemiripan yang kecil. Salah satu dari metode klastering yaitu *Agglomerative Hierarchical Clustering* (AHC). Metode AHC digunakan untuk pengelompokkan data-data ke dalam hirarki kelompok yang disebut dendogram dengan menggunakan strategi *bottom-up* (Alpiana and Anifah, 2019). Penelitian menggunakan AHC pernah dilakukan oleh Mulyaningrum untuk menganalisis pertumbuhan ekonomi di Sulawesi Selatan. Data yang digunakan pada penelitian tersebut adalah 24 wilayah kabupaten/kota yang di Sulawesi Selatan dengan variabel PDRB Atas Dasar Harga Berlaku (ADHB) dan Atas Dasar Harga Konstan (ADHK) pada tahun 2018 hingga 2019. Metode AHC yang digunakan untuk mengelompokkan menjadi 3 klaster menggunakan beberapa metode *agglomerative* yaitu *average linkage*, *ward linkage*, dan *centroid linkage*. Setelah itu akan dipilih metode terbaik menggunakan rasio simpangan baku. Berdasarkan hasil yang diperoleh, rasio simpangan baku terbaik adalah menggunakan metode *ward linkage* dengan nilai rasio terkecil yaitu sebesar 0,5052 (Mulyaningrum et al., 2018).

Penelitian lain yang juga menggunakan metode AHC pernah dilakukan oleh Pratikto dan Damastuti untuk mengklaster wilayah di provinsi Jawa Timur yang terdampak banjir. Data diambil dari BMKG dari tahun 2014 hingga 2018 mengenai data curah hujan, data kepadatan penduduk bersumber dari BPS, dan data dari BNPB yaitu dengan variabel jumlah kejadian banjir, rumah terendam, dan jumlah korban terdampak dan mengungsi. Data akan dibagi menjadi 3 kluster, dimana metode *agglomerative* yang digunakan adalah *complete linkage*, *single linkage*, dan *average linkage*. Setelah di kluster, selanjutnya adalah pengujian, yang mana menggunakan metode *coefficient cophenetic correlation*. Hasil yang diperoleh *complete linkage* sebesar 0,805725, sedangkan untuk *single linkage* sebesar 0,905201, lalu untuk *average linkage* sebesar 0,9248882. Berdasarkan dari hasil tersebut dari 3 metode yang digunakan didapatkan bahwa metode *average linkage* adalah terbaik dari yang lainnya, karena nilainya mendekati 1 (Pratikto and Damastuti, 2021).

Kemudian Tahap selanjutnya yang dilakukan dalam penelitian ini merupakan evaluasi klustering. Tahap evaluasi klustering dilakukan untuk mengevaluasi kinerja dari tahap yang dilakukan sebelumnya. Pada penelitian ini evaluasi klustering akan menggunakan metode *silhouette coefficient*. Metode tersebut adalah salah satu dari beberapa metode evaluasi yang menggabungkan antara 2 metode yaitu metode *cohesion* dan metode *separation* (Farida et al., 2022; Wira et al., 2019). Beberapa penelitian terkait metode tersebut pernah digunakan oleh Paembonan dan Abduh untuk mengevaluasi klustering obat. Data yang digunakan pada penelitian tersebut diperoleh dari apotek Rs. Grestelina Makassar, kemudian diklaster menggunakan metode *K-Means*. Uji coba yang dilakukan dengan jumlah kluster  $k = 2$  hingga  $k = 10$ . Hasil yang diperoleh

menunjukkan metode *K-Means* klustering dengan jumlah  $k = 2$  klaster merupakan jumlah klaster yang ideal menggunakan *silhouette coefficient* dengan nilai 0,4854 (Paembonan and Abduh, 2021). Penelitian lainnya pernah dilakukan oleh Simanjuntak dan Khaira untuk mengelompokkan titik api di Provinsi Jambi dengan AHC. Data yang digunakan merupakan data titik api yang berada di Provinsi Jambi pada tanggal 1 Januari hingga 31 Desember di tahun 2019 dari situs resmi NASA yang berjumlah 6.658 data. Dari 28 variabel yang ada, pada penelitian tersebut hanya menggunakan 3 variabel yaitu *confidence*, *brightness*, dan FRP. Data tersebut dikelompokkan menjadi 2 hingga 10 klaster yang nantinya akan dievaluasi menggunakan *silhouette coefficient*. Hasil *silhouette coefficient* terbaik yang diperoleh dengan 2 klaster sebesar 0,5856441 dan nilai terendah diperoleh dengan 8 klaster sebesar 0,3786495 (Simanjuntak and Khaira, 2021).

Berdasarkan dari pemaparan masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, sehingga penelitian ini akan mengimplementasikan metode AHC untuk mengklaster kabupaten/kota di Indonesia berdasarkan data capaian kinerja pengelolaan sampah, antara lain timbulan sampah tahunan, pengurangan sampah tahunan, penanganan sampah tahunan, dan sampah terkelola tahunan. Hasil klustering ini diharapkan dapat membantu pemerintah atau pihak terkait untuk mengembangkan kebijakan yang efektif untuk menerapkan pengelolaan sampah yang baik dan aman untuk dapat menciptakan lingkungan yang nyaman, bersih dan sehat.

## 1.2. Rumusan Masalah

Terdapat beberapa rumusan masalah dari latar belakang yang telah dipaparkan yaitu:

1. Bagaimana hasil klaster kinerja pengelolaan sampah untuk kabupaten/kota di Indonesia menggunakan metode AHC?
2. Bagaimana hasil evaluasi *silhouette coefficient* dari hasil setiap klaster yang terbentuk?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan dari rumusan masalah yang telah didapatkan diperoleh tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui hasil klaster kinerja pengelolaan sampah untuk kabupaten/kota di Indonesia menggunakan metode AHC.
2. Mengetahui hasil evaluasi *silhouette coefficient* dari hasil setiap klaster yang terbentuk.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Dalam penelitian yang dilakukan diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai salah satu acuan penelitian terhadap pengelompokkan capaian kinerja pengelolaan sampah diantaranya.

1. Diharapkan dapat membuka dan memberikan wawasan baru serta dapat mengamalkan ilmu yang telah diperoleh bagi penulis.
2. Diharapkan dapat membantu pemerintah dalam memberikan kebijakan dan pengelolaan yang tepat, sehingga timbulan sampah dapat segera diatasi

### **1.5. Batasan Masalah**

Dalam penelitian memiliki beberapa batasan masalah, yaitu antara lain.

1. Pada Tahap evaluasi klastering menggunakan *Silhouette Coefficient*
2. Jumlah klaster yang dilakukan evaluasi klastering berjumlah 4 hingga 10 klaster.

### **1.6. Sistematika Penulisan**

Pada penelitian ini memiliki sistematika penyusunan diantaranya:

#### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Pendahuluan berisi penjelasan ringkas mengenai latar belakang dari permasalahan penelitian yang dilakukan, rumusan masalah dalam penelitian, tujuan dari penelitian dilakukan, manfaat penelitian, dan sistematika penyusunan.

#### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Tinjauan pustaka berisi pemaparan landasan teori tentang sampah, pengelolaan sampah, normalisasi *Z-Score*, AHC, dan *silhouette coefficient*.

#### **BAB 3 METODE PENELITIAN**

Pada bagian metode penelitian ini berisi pemaparan mengenai jenis penelitian yang akan dilakukan, jenis serta sumber data yang digunakan dalam penelitian, serta kerangka pada penelitian ini.

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

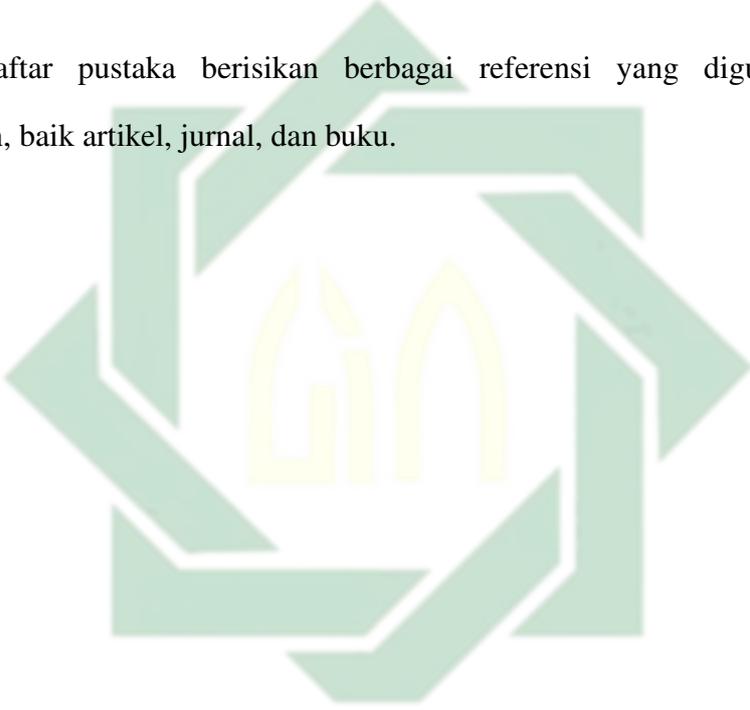
Hasil dan pembahasan menjelaskan tentang deskripsi dari hasil observasi yaitu hasil dari penerapan klastering dengan menerapkan metode AHC, dan evaluasi dengan menerapkan metode *silhouette coefficient*.

## **BAB 5 PENUTUP**

Pada bagian penutup berisikan kesimpulan dan saran hasil penelitian yang telah dilakukan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Daftar pustaka berisikan berbagai referensi yang digunakan dalam penelitian, baik artikel, jurnal, dan buku.



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Sampah**

Sampah adalah hal yang tidak bisa dipisahkan dari makhluk hidup, terutama manusia. Sampah didefinisikan sebagai benda yang dibuang atau tidak diinginkan, terlepas dari apakah benda tersebut dapat diolah kembali atau tidak (European Commission, 2022; United States Environmental Protection Agency, 2022). Menurut Tchobanoglous, sampah memiliki definisi bahan buangan dalam bentuk padat atau semi padat yang dihasilkan dari aktifitas manusia atau hewan yang dibuang karena tidak diinginkan atau digunakan lagi (Bolton and Rousta, 2019). Sedangkan berdasarkan UU RI Nomor 18 Tahun 2008 dan PP RI Nomor 81 Tahun 2012, sampah memiliki definisi sebagai sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat (Pemerintah Pusat, 2008, 2012). Oleh karena itu, sampah pada dasarnya adalah sisa dari aktivitas manusia atau sisa dari proses alam yang dibuang dan tidak memiliki nilai ekonomis. Bahkan mungkin memiliki nilai ekonomi yang negatif karena memerlukan pembuangan atau memiliki biaya pembersihan yang relatif tinggi (Zulkifli, 2017). Sampah dapat timbul dari kegiatan perindustrian, peternakan, pertanian, pertambangan, rumah tangga, transportasi, perdagangan, dan kegiatan manusia lainnya (Manik, 2018).

##### **2.1.1. Indikator Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah**

Berdasarkan UU No.18 Tahun 2008 tentang pengelolaan sampah dan Peraturan Pemerintah No. 81 Tahun 2012 tentang pengelolaan sampah rumah

tangga dan sampah sejenis sampah rumah tangga menjelaskan bahwa pengelolaan sampah adalah kegiatan yang sistematis, menyeluruh, dan berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan sampah (Pemerintah Pusat, 2008, 2012). Dalam pasal 5 PERPRES RI No. 97 Tahun 2017 tentang kebijakan dan strategi nasional pengelolaan sampah rumah tangga dan sampah sejenis rumah tangga, Presiden menetapkan target untuk pengurangan sampah dan penanganan sampah untuk beberapa tahun mendatang. Berdasarkan dari proyeksi pemerintah terhadap timbulan sampah di tahun 2025 yang sebesar 70,8 juta ton, ditargetkan pengurangan sampah mencapai 30% sedangkan untuk target penanganan sampah sebesar 70% dari total timbulan sampah di tahun 2025 mendatang (Presiden Republik Indonesia, 2017).

Berdasarkan SIPSN, indikator-indikator yang digunakan untuk perhitungan capaian kinerja pengelolaan sampah baik skala nasional maupun per kabupaten/kota antara lain:

#### 1. Timbulan Sampah

Timbulan sampah merupakan banyaknya sampah yang timbul dari masyarakat dalam satuan volume maupun berat per kapita per hari. Timbulan sampah dapat bersumber dari (Badan Standarisasi Nasional, 2002):

- a. Fasilitas umum, seperti sampah tanaman, daun kering, maupun kemasan produk yang dibuang di jalan raya atau tempat rekreasi.
- b. Pemukiman. Sampah pemukiman biasanya bisa disebut sampah rumah tangga, seperti sisa makanan, kardus, plastik, maupun perkakas bekas rumah tangga.

- c. Daerah komersial, meliputi perindustrian, pertokoan, dan hotel. Sampah yang biasa timbul seperti kertas, logam, plastik, kaca, maupun limbah berbahaya dan beracun.

Dalam Peraturan Menteri lingkungan hidup dan kehutanan No. 6 Tahun 2022 tentang Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional, potensi timbulan sampah dihitung berdasarkan jumlah penduduk dan faktor estimasi timbulan sampahnya. Dimana faktor estimasi timbulan sampahnya dibagi lagi berdasarkan klasifikasi kotanya. Keterangan mengenai faktor estimasi timbulan sampah dapat dilihat pada Tabel 2.1 (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2022b).

**Tabel 2.1 Faktor Estimasi Timbulan Sampah/Kapita berdasarkan Klasifikasi Kota**

Klasifikasi Kota	Jumlah Penduduk (Orang)	Nilai Faktor (kg/Orang/Hari)
Kota Metropolitan	$> 1.000.000$ jiwa	0,7
Kota Besar	$500.001 < p \leq 1.000.000$ jiwa	0,6
Kota Sedang	$100.001 < p < 500.000$ jiwa	0,5
Kota Kecil	$20.000 < p < 100.000$ jiwa	0,4

## 2. Pengurangan Sampah

Dalam UU No. 18 Tahun 2008 Pasal 20 dan PERMEN Kementerian Lingkungan Hidup No. 75 Tahun 2019 Pasal 6 menjelaskan bahwa kegiatan pengurangan sampah meliputi kegiatan pembatasan timbulan sampah, pendaur ulang sampah dan pemanfaatan kembali sampah yaitu dengan cara menggunakan bahan-bahan yang dapat digunakan ulang, dapat didaur ulang, dan/atau mudah diurai melalui proses alam serta mengumpulkan dan menyerahkan kembali sampah dari produk dan kemasan yang sudah digunakan. Pengurangan sampah dilakukan pada produk/kemasan yang sulit diurai melalui proses alam, tidak dapat didaur ulang, dan tidak dapat

digunakan kembali seperti plastik, kaleng aluminium, kaca, dan kertas (Pemerintah Pusat, 2008; Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2019).

### 3. Penanganan Sampah

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 03/PRT/M/2013 menjelaskan secara rinci kegiatan-kegiatan dalam proses penanganan sampah meliputi beberapa tahapan yaitu antara lain (Kementrian Pekerjaan Umum, 2013):

- a. **Pemilahan**, Pemilahan adalah kegiatan mengelompokkan dan memisahkan sampah sesuai dengan jenisnya. Sarana pemilahan dibagi menjadi 2, yaitu individual berupa tong sampah atau sejenisnya, dan komunal berupa TPS.
- b. **Pengumpulan**, Pengumpulan merupakan kegiatan yang meliputi mengambil dan memindahkan sampah dari sumbernya ke TPS maupun ke tempat pengolahan sampah dengan prinsip 3R yang disebut dengan TPS3R (*reduce, reuse, dan recycle*).
- c. **Pengangkutan**, Pengangkutan merupakan kegiatan membawa sampah dari sumber atau TPS menuju ke TPST atau tempat pengolahan sampah lainnya maupun ke tempat pemrosesan akhir dengan menggunakan kendaraan yang telah didesain khusus untuk mengangkut sampah seperti *dump truck, amroll truck*, dll.
- d. **Pengolahan**, Pengolahan adalah kegiatan dengan tujuan adalah untuk mengubah komposisi, karakteristik, dan/atau jumlah sampah. Kegiatan pengolahan sampah sendiri meliputi beberapa macam antara lain: pemadatan, daur ulang materi, pengomposan, serta mengubah sampah

menjadi sumber energi. Fasilitas untuk melakukan pengolahan sampah antara lain TPS3R, Stasiun Peralihan Antara (SPA), TPA, dan TPST.

- e. Pemrosesan akhir sampah, Pemrosesan Akhir Sampah merupakan proses pengembalian sampah dan/atau residu hasil pengolahan sampah sebelumnya ke media lingkungan secara aman. Pemrosesan akhir sampah dilakukan di TPA dengan meliputi kegiatan penimbunan/pemadatan, penutupan tanah, pengolahan lindi, dan penagangan gas.

#### 4. Sampah Terkelola

Sampah terkelola merupakan sampah yang telah mengalami proses pengelolaan baik melalui proses pengurangan sampah dan/atau proses penanganan sampah sehingga menjadi sampah yang telah dikelola. Pemerintah pusat dan pemerintah daerah memiliki wewenang untuk menetapkan standar, prosedur dan kriteria untuk pengelolaan sampah dan wajib untuk membangun dan memberikan fasilitas dan sarana untuk kegiatan pengelolaan sampah (Pemerintah Pusat, 2008).

### 2.2. *Preprocessing Data*

Dalam *Machine learning* untuk algoritma pembelajaran klasifikasi, Klustering maupun regresi, data akan diinput kemudian akan diproses oleh *decision-making*. Namun seringkali data yang digunakan tidak lengkap (tidak memiliki nilai atribut atau atribut tertentu yang menarik, atau hanya berisi data agregat), tidak akurat (mengandung kesalahan, atau memiliki nilai yang menyimpang dari yang diharapkan), serta tidak konsisten (seperti mengandung perbedaan dalam kode kelompok yang digunakan untuk mengklasifikasikan objek) (Han et al., 2012).

Dalam kebanyakan algoritma pembelajaran, kompleksitas didasarkan pada jumlah dimensi input, serta pada ukuran sampel data. Data kemudian perlu dilakukan *preprocessing data* untuk mengurangi kompleksitas algoritma pembelajaran selama pengujian. Sehingga data dapat dideskripsikan dengan dimensi yang lebih sedikit tanpa kehilangan informasi, data dapat diplot dan dianalisis secara visual untuk struktur dan *outlier* (Subasi, 2020).

Terdapat beberapa *preprocessing data*, yaitu antara lain (Han et al., 2012):

1. *Data Cleaning* dapat diterapkan untuk menghilangkan *noise* (kesalahan acak pada data) dan memperbaiki inkonsistensi dalam data.
2. *Data Reduction* dapat diterapkan untuk mengurangi ukuran data dengan misalnya menggabungkan data, menghapus fungsi yang tidak perlu dalam data ataupun mengelompokkan data.
3. *Data Transformation* seperti normalisasi menggunakan *Z-Score* dapat diterapkan yang bertujuan untuk menskalakan data ke interval yang lebih kecil untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi algoritma yang terkait dengan pengukuran jarak.

Normalisasi *Z-Score* merupakan salah satu metode normalisasi data ketika rentang data tidak diketahui secara pasti, sehingga perlu dilakukan perhitungan rentang menggunakan nilai *mean* (rata-rata) serta standar deviasi dari datanya (Goyal et al., 2014).

Apabila nilai *Z-Score* di atas *mean* akan bernilai positif, sedangkan jika nilai *Z-Score* di bawah *mean* akan bernilai negatif. Semakin besar deviasi atau simpangan *Z-Score* dari nol (dalam arah positif atau negatif), maka semakin besar juga deviasi dari *mean*. Selain itu apabila didapati nilai *Z-Score* kurang dari -3 atau

lebih dari +3, maka termasuk nilai ekstrim yang biasa disebut juga sebagai *outlier* (Curtis et al., 2016; Chubb and Simpson, 2012).

Langkah-langkah perhitungan normalisasi Z-Score yaitu (Imron and Prasetyo, 2020):

Langkah pertama yaitu menghitung nilai mean dari setiap atribut numerik.

Rumus *mean*:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2.1)$$

Dengan keterangan:

$\bar{x}$  = *mean* dari sampel/data

$n$  = jumlah banyaknya sampel/data

$x_i$  = nilai data ke- $i$

Setelah mendapatkan nilai *mean*, kemudian mencari varian dari nilai atribut numerik. Varian digunakan untuk mengetahui seberapa jauh data menyebar dari mean. Apabila varian rendah menunjukkan bahwa data berkerumun sangat dekat di sekitar *mean* dan sebaliknya. Varian diperoleh dengan rumus:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1} \quad (2.2)$$

Dengan keterangan:

$s^2$  = varian

Setelah ditemukan nilai varian data, langkah selanjutnya adalah mencari nilai standar deviasi. Nilai standar deviasi dapat ditemukan dengan menghitung

akar kuadrat dari nilai varian data. Untuk mencari nilai standar deviasi dapat menggunakan rumus:

$$s = \sqrt{s^2} \quad (2.3)$$

Dengan keterangan:

$s$  = standar deviasi

Kemudian langkah terakhir adalah menghitung nilai normalisasi *Z-Score* dengan rumus:

$$z = \frac{x_i - \bar{x}}{s} \quad (2.4)$$

Dengan keterangan:

$z$  = nilai *Z-Score*

### 2.3. Klustering

*Machine learning* dapat dikelompokkan kedalam 2 kategori berdasarkan algoritma yang dipakai yaitu *Supervised Learning* dan *Unsupervised Learning* (Sharma et al., 2020). Pada *Unsupervised Learning* menggunakan data yang tidak berlabel, tidak terklasifikasi, dan tidak dikategorikan. Tujuan utama dari *unsupervised learning* adalah untuk menemukan pola yang tersembunyi dan unik dalam data yang tidak berlabel. Tidak seperti *Supervised Learning*, *Unsupervised Learning* tidak dapat langsung diterapkan pada regresi ataupun klasifikasi karena tidak diketahui nilai untuk outputnya. Klustering adalah algoritma *Unsupervised Learning* paling umum yang digunakan untuk mengeksplorasi analisis data untuk menemukan pola atau pengelompokan tersembunyi dalam data (El Bouchefry and de Souza, 2020).

Klustering merupakan suatu pembagian atau partisi suatu kumpulan objek data menjadi beberapa himpunan bagian yang biasa disebut dengan kelompok atau

grup (klaster). Unit data yang berada dalam satu klaster akan memiliki kesamaan karakteristik antar satu data dengan lainnya dan akan memiliki karakteristik berbeda dengan klaster yang lainnya (Irwansyah, E., & Faisal, 2019).

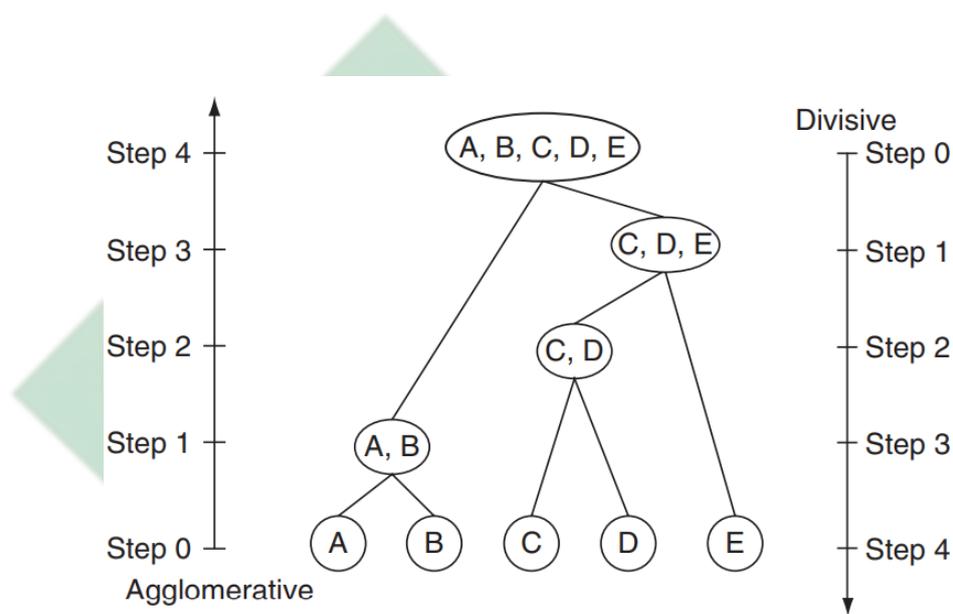
klastering bertujuan untuk menemukan sejumlah klaster yang bermakna dalam data. Suatu klaster bermakna jika objek-objek data dalam klaster itu serupa satu sama lain dan berbeda dengan objek data di klaster lainnya. Konsep kesamaan atau ketidaksamaan antar unit data mudah dipahami dan dapat menilai apakah dua objek data tersebut serupa atau berbeda. Klastering dilakukan untuk mengidentifikasi klaster pada suatu set data dengan syarat setiap klaster harus berisi setidaknya 1 objek data, dan setiap objek data hanya memiliki 1 klaster (Giordani et al., 2020).

Menurut (Fahad et al., 2014) klastering juga dapat dibagi berdasarkan dari pendekatan algoritma yang digunakan untuk menentukan klaster dalam suatu himpunan data. Algoritma klastering berbeda berdasarkan hubungannya antara objek data, yaitu antara lain *Partitioning-based*, *Hierarchical-based*, *Density-based*, *Grid-based*, dan *Model-based*. Pada penelitian ini, algoritma klastering yang akan digunakan adalah *hierarchical-based*, sehingga bisa juga disebut dengan *hierarchical clustering*.

#### **2.4. Hierarchical Clustering**

*Hierarchical Clustering* (HC) adalah proses di mana hirarki klaster dibuat berdasarkan jarak antar titik data. *Output* dari HC adalah dendogram (diagram pohon). Terdapat dua pendekatan untuk membuat HC yaitu *agglomerative* dan *divisive* yang dapat dilihat pada Gambar 2.1. Pendekatan *agglomerative* (*bottom-up*) adalah di mana setiap objek data dianggap sebagai klaster, dan klaster

digabungkan untuk akhirnya membentuk satu kluster besar. Pendekatan *divisive* (*top-down*) adalah di mana dataset dianggap satu kluster dan secara rekursif yaitu perulangan dengan memanggil dirinya sendiri menjadi sub-kluster yang berbeda sampai objek data individu didefinisikan sebagai kluster yang terpisah. Pengelompokan hirarki berguna ketika ukuran data terbatas (Kotu and Deshpande, 2019).



**Gambar 2.1** Prinsip kerja Hierarchical Clustering agglomerative dan divisive dengan data  $X=A,B,C,D,E$ .

Sumber:(Lee and Yang, 2009)

Ketidaksamaan kluster (*dissimilarity cluster*) untuk memutuskan kluster mana yang harus digabungkan (*agglomerative*), atau di mana kluster harus dipecah (*divisive*), diperlukan ukuran ketidakmiripan antara objek data. Dalam sebagian besar metode HC dihitung dengan menggunakan metrik yang sesuai (ukuran jarak antar objek data). Pilihan metrik yang tepat akan mempengaruhi bentuk kluster, karena beberapa objek data mungkin dekat satu sama lain menurut satu jarak dan lebih jauh menurut yang lain (Sasirekha and Baby, 2013).

Jarak Euclidean atau *Euclidean distance* merupakan pengukuran untuk

mencari nilai jarak terpendek antara dua titik atau vektor dalam ruang 1 dimensi maupun multi dimensi (Panda et al., 2021). Persamaan rumus *Euclidean distance* adalah sebagai berikut.

$$d(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad (2.5)$$

Dengan keterangan:

$d(x_i, x_j)$  = nilai jarak vektor euclidean antara titik  $x_i$  dan titik  $x_j$

$x_i, x_j$  = dua titik yang berada di ruang-n Euclidean

$n$  = ruang-n dimensi/variabel

Agar  $d$  menjadi ukuran jarak yang dapat diterapkan pada kumpulan data  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , kondisi berikut harus berlaku untuk indeks:

- (i)  $d(x_i, x_j) = d(x_j, x_i)$
- (ii)  $d(x_i, x_j) \geq 0$
- (iii)  $d(x_i, x_k) \leq d(x_i, x_j) + d(x_j, x_k)$
- (iv)  $d(x_i, x_j) = 0$  jika dan hanya jika  $x_i = x_j$

Kondisi (i) adalah simetri, yaitu jarak antara dua benda akan tetap sama tidak peduli dalam urutan apa pengukuran dilakukan. Kondisi (ii) mensyaratkan bahwa semua jarak tidak bernilai negatif. Kondisi (iii) menggambarkan pertidaksamaan segitiga. Sedangkan kondisi (iv) menyatakan bahwa jarak antara suatu objek dan dirinya sendiri selalu bernilai 0 (Akman et al., 2019).

Dari 2 pendekatan umum yang ada pada HC, pendekatan *agglomerative* yang akan digunakan dalam penelitian ini dengan *Euclidean distance* untuk

menentukan jarak antar klasternya.

### **2.5. Agglomerative Hierarchical Clustering**

Dalam pendekatan *agglomerative (bottom-up)*, dapat dilihat pada Gambar 2.1 dimana setiap titik data di  $X$  merupakan klaster yang berbeda di awal. kemudian akan terus menggabungkan dua klaster yang paling mirip sampai semua titik milik klaster yang sama. AHC pertama menggabungkan pasangan klaster yang paling mirip (dalam contoh ini A dan B), dan terus menggabungkan sampai kelima titik yaitu A, B, C, D, dan E hingga termasuk kedalam klaster 1 yang sama (Lee and Yang, 2009).

Contoh klasik penggunaan AHC adalah taksonomi spesies. AHC dimulai dengan setiap objek tunggal (gen atau sampel) dalam satu klaster. Kemudian, pada setiap iterasi yang berurutan, mengaglomerasi (menggabungkan) pasangan klaster terdekat dengan memenuhi beberapa kriteria kesamaan, hingga semua data berada dalam satu klaster. Keuntungan AHC dapat menghasilkan urutan objek yang informatif untuk tampilan data, klaster yang dihasilkan lebih kecil yang mungkin berguna untuk penemuan, dan menentukan kesamaan antara prototipe dan titik data (Sasirekha and Baby, 2013).

Dalam AHC untuk menggabungkan dua atau lebih objek menjadi satu klaster menggunakan ukuran ketidakmiripan, dimana semakin tidak mirip antar dua objek data yang diukur maka semakin rendah peluang untuk dikelompokkan dalam satu klaster. Terdapat beberapa metode linkage dalam ukuran ketidakmiripan pada AHC yaitu *single linkage*, *complete linkage*, dan *average linkage* (Fahrudin et al., 2021).

#### **1. Single Linkage**

Pada *single linkage* menggunakan jarak terdekat antar klasternya (*nearest neighbours*), metode *single linkage* dapat bekerja secara baik terhadap objek-objek data yang terpisah dengan baik dan klaster yang memiliki *centroid* sama. Namun terdapat kekurangannya juga yaitu jika terdapat data yang memiliki pola *noise*, maka akan menghasilkan klaster yang tidak beraturan dan biasanya akan membentuk dendogram hirarki yang miring. Perhitungan *Single Linkage* yaitu terdapat suatu klaster terbentuk yaitu  $C_{(ij)}$  dimana anggotanya  $C_i$ , dan  $C_j$ , kemudian akan dicari jarak terdekat dari anggota  $C_{(ij)}$  ke anggota klaster  $C_k$  (Fahrudin et al., 2021). Sehingga dapat rumuskan menjadi:

$$D_S(C_{(ij)}, C_k) = \min\{d(C_i, C_k), d(C_j, C_k)\} \quad (2.6)$$

Dengan keterangan:

$D_S(C_{(ij)}, C_k)$  = nilai jarak dengan metode *single linkage* antara klaster  $C_{i,j}$  ke klaster  $C_j$

$d(C_i, C_k)$  = nilai jarak antara klaster  $C_i$  ke klaster  $C_j$

$d(C_j, C_k)$  = nilai jarak antara klaster  $C_j$  ke klaster  $C_j$

## 2. Complete Linkage

*Complete linkage* merupakan kebalikan dari *Single linkage*, *Complete linkage* menggunakan jarak terjauh antar klasternya (*furthest neighbours*). *Complete linkage* dapat bekerja secara baik terhadap data yang memiliki *outlier* dan pada klaster yang padat. Kekurangan pada *complete linkage* ini kurang cocok untuk klaster yang memiliki *centroid* yang sama. Perhitungan

*complete linkage* yaitu terdapat suatu kluster terbentuk yaitu  $C_{(ij)}$  dimana anggotanya  $C_i$  dan  $C_j$ , kemudian akan dicari jarak terjauh dari anggota  $C_{(ij)}$  ke anggota kluster  $C_k$  (Fahrudin et al., 2021). Sehingga dapat rumuskan menjadi:

$$D_C(C_{(ij)}, C_k) = \max\{d(C_i, C_k), d(C_j, C_k)\} \quad (2.7)$$

Dengan keterangan:

$D_C(C_{(ij)}, C_k)$  = nilai jarak dengan metode *complete linkage* antara kluster  $C_{i,j}$  ke kluster  $C_j$

### 3. Average Linkage

Pada *Average linkage* menggunakan *mean* jarak antar klasternya, *average linkage* dapat bekerja secara baik terhadap data yang saling berdekatan. *Average linkage* merupakan metode yang relatif memiliki akurasi yang lebih baik daripada *single linkage* ataupun *complete linkage*. Perhitungan *average linkage* yaitu terdapat suatu kluster terbentuk yaitu  $C_{(ij)}$  dimana anggotanya  $C_i$  dan  $C_j$ , kemudian akan dicari rata-rata jarak dari anggota  $C_{(ij)}$  ke anggota kluster  $C_k$  (Fahrudin et al., 2021). Sehingga dapat rumuskan menjadi:

$$D_{Avg}(C_{(ij)}, C_k) = \frac{d(C_i, C_k) + d(C_j, C_k)}{2} \quad (2.8)$$

Dengan keterangan:

$D_{Avg}(C_{(ij)}, C_k)$  = nilai jarak dengan metode *complete linkage* antara kluster  $C_{i,j}$  ke kluster  $C_j$

Cara untuk melakukan AHC adalah mengikuti langkah-langkah sebagai

berikut (Bouguettaya et al., 2014).

Langkah pertama yaitu menghitung jarak untuk melakukan kluster awal, matriks jarak menggunakan rumus *Euclidean distance*.

$$D(x) = \begin{bmatrix} d(x_i, x_i) & \cdots & d(x_i, x_j) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ d(x_j, x_i) & \cdots & d(x_j, x_j) \end{bmatrix} \quad (2.9)$$

Dengan keterangan:

$D(x)$  = matriks jarak data berukuran  $n \times n$

Langkah kedua, setelah terbentuk matriks jarak, kemudian mencari jarak terkecil antar 2 objek data (kluster) dalam matriks jarak tersebut.

$$d_{min}(x) = \min_{i,j=1 \sim j} d(x_i, x_j) \quad (2.10)$$

Dengan keterangan:

$d_{min}(x)$  = Matriks jarak data berukuran  $n \times n$

$\min_{i,j=1 \sim j} d(x_i, x_j)$  = Nilai jarak terkecil dari  $d(x_i, x_i)$  hingga  $d(x_j, x_j)$

Langkah ketiga selanjutnya adalah menggabungkan dua kluster yang memiliki jarak paling minimal.

Langkah keempat yaitu menghitung ulang matriks jarak dengan menghitung jarak antara kluster baru dengan kluster lainnya berdasarkan metode linkagennya, pada penelitian ini 3 metode yang digunakan, yaitu: *average linkage*, *complete linkage*, dan *single linkage*.

Mengulangi langkah dua hingga empat sebelumnya hingga menjadi satu kluster yang tersisa.

## 2.6. Evaluasi Klustering

Evaluasi klustering dilakukan agar dapat menentukan algoritma klustering mana yang paling efisien dan berapa banyak jumlah kluster yang optimal yang dihitung dan ditentukan dari besarnya derajat atau nilai pemisahan untuk menunjukkan apakah jarak dari sampel data ke kluster cukup jauh atau dekat (Wang and Xu, 2019).

Salah satu metode untuk evaluasi klustering adalah *Silhouette Coefficient*. *Silhouette Coefficient* merupakan metode *internal index* untuk mengukur kesamaan seberapa dekat objek tertentu dengan klusternya sendiri dibandingkan dengan kluster lain. Hal ini dapat dilihat sebagai ukuran konsistensi untuk analisis klustering. *Silhouette Coefficient* memperhitungkan kedekatan dalam kluster dan pemisahan antar kluster pada klustering yang diberikan. Perhitungan mencari nilai *Silhouette Coefficient* mengikuti Langkah-langkah sebagai berikut (Duarte et al., 2021).

Langkah pertama yaitu mengambil 1 objek data yaitu  $x_i$  yang merupakan anggota dari kluster  $G_i$ , dari perhitungan jarak sebelumnya. Hitung jarak dari  $x_i$  objek tersebut ke tiap anggota kluster lainnya yang termasuk dalam sesama kluster  $G_i$  juga menggunakan *Euclidean distance*. Kemudian hitung rata-rata dari jarak tersebut, sehingga dapat dirumuskan menjadi:

$$A(x_i) = \frac{1}{n_i - 1} \sum_{x,y \in G_i, y \neq x} d(x_i, y_i) \quad (2.11)$$

Dengan keterangan:

$A(x_i)$  = Rata-rata jarak antar  $x_i$  ke tiap anggota klasternya  $G_i$

$n_i$  = Jumlah banyaknya anggota klaster di  $G_i$

$d(x_i, y_i)$  = Jarak eulidean dari  $x_i$  ke  $y_i$

Langkah kedua, setelah mencari rata-rata jarak  $x_i$  ke anggota klasternya sendiri di  $G_i$ , sama seperti Langkah pertama, kemudian mencari rata-rata jarak  $x_i$  ke anggota klaster lainnya dimisalkan  $G_j$ . Sehingga dapat dirumuskan menjadi:

$$\bar{d}(x_i, G_j) = \frac{1}{n_j} \sum_{x \in G_i, y \in G_j} d(x_i, y_j) \quad (2.12)$$

Dengan keterangan:

$\bar{d}(x_i, G_j)$  = rata-rata jarak antar  $x_i$  ke tiap anggota klaster lain  $G_j$

$n_j$  = jumlah banyaknya anggota klaster di  $G_j$

$d(x_i, y_j)$  = jarak antar objek data  $x_i$  ke anggota klaster lain  $y_j$

Langkah berikutnya setelah didapatkan rata-rata jarak  $x_i$  ke setiap klaster yang ada. Kemudian pada Langkah ketiga dari semua nilai rata-rata jarak  $x_i$  ke klaster-klaster yang lain dicari nilai terkecilnya, sehingga dapat dirumuskan menjadi.

$$B(x_i) = \min \bar{d}(x_i, G_j) \quad (2.13)$$

Dengan keterangan:

$B(x_i)$  = rata-rata jarak antar  $x_i$  ke tiap anggota klaster-klaster lain

Setelah didapatkan nilai  $A(x_i)$  dan  $B(x_i)$ . Langkah keempat adalah

menghitung nilai *silhouttenya* dengan rumus sebagai berikut.

$$s(x_i) = \frac{B(x_i) - A(x_i)}{\max\{A(x_i), B(x_i)\}} \quad (2.14)$$

Dengan keterangan:

$s(x_i)$  = nilai *silhoutte coefficient* dari  $x_i$

Nilai *silhouette* untuk objek data  $x_i$  sudah didapatkan, kemudian hitung nilai *silhouette* untuk semua data yang ada. Apabila semua objek data telah didapatkan hasil *silhouttenya*. Langkah terakhir menghitung rata-rata dari semua nilai *silhouette* dari tiap objek data.

$$SI = \frac{\sum_{i=1}^n s(x_i)}{n} \quad (2.15)$$

Dengan keterangan:

$SI$  = nilai rata-rata *silhoutte coefficient*

Apabila didapati bahwa nilai *Silhouette Coefficient* berkisar dari -1 hingga 1, jika didapatkan *Silhouette Coefficient* bernilai positif yang mendekati 1 berarti termasuk dalam klaster yang sangat baik yang berjauhan dengan klaster lainnya (Duarte et al., 2021). Sedangkan untuk kriteria subjektif pengukuran klastering secara umum dengan menggunakan *Silhouette Coefficient* (SC) menurut Kauffman dan Roesseeuw (1990) dapat dilihat pada Tabel 2.2 (Dewi and Pramita, 2019).

Tabel 2.2 Kriteria pengukuran *Silhouette Coefficient*

Nilai SC	Kriteria
0,71–1,00	Struktur Kuat
0,51–0,70	Struktur Baik
0,26–0,50	Struktur Lemah
≤ 0,25	Struktur Buruk

## 2.7. Integrasi Keislaman

Terdapat beberapa masalah utama yang selalu dihadapi seluruh kota di Indonesia salah satunya adalah sampah, terutama di daerah padat penduduk tentu timbulan sampah juga lebih banyak. Setiap pemerintah kabupaten/kota pasti akan melakukan berbagai upaya untuk mengatasi masalah ini. Allah Swt menciptakan manusia sebagai khalifah untuk bumi ini seperti yang terdapat dalam surat Al-Baqarah ayat 30 (Latuconsina and Rusydi, 2017).

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلٰٓئِكَةِ اِنِّيْ جَاعِلٌ فِى الْاَرْضِ خَلِيْفَةًۭۙ قَالُوْۤا اَنْجَعِلْ فِیْهَاۙ مِّنْ یُّفْسِدُ فِیْهَاۙ وَیَسْفِكُ الدِّمَآءَ وَنَحْسُۙ نُسِۙحٍۙ بِحَمْدِكَۙ وَتُقَدِّسُ لَكَۙ قَالَ اِنِّیْۤ اَعْلَمُۙ مَا لَا تَعْلَمُوْنَۙ

Artinya :*(Ingatlah) ketika Tuhanmu berfirman kepada para malaikat, “Aku hendak menjadikan khalifah di bumi.” Mereka berkata, “Apakah Engkau hendak menjadikan orang yang merusak dan menumpahkan darah di sana, sedangkan kami bertasbih memuji-Mu dan menyucikan nama-Mu?” Dia berfirman, “Sesungguhnya Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui.” (Q.S Al-Baqarah : 30)*

Makna dari Khalifah dalam Surat Al-Baqarah ayat 30 tersebut adalah pengganti, pemimpin, penguasa atau pemimpin alam semesta. Dalam tafsir Al-Misbah yang ditulis oleh Quraish Shihab, kata khalifah dalam ayat tersebut berarti menggantikan Allah dalam melaksanakan kehendak-Nya dan

ketetapan-Nya dengan maksud untuk menguji manusia. Maka makna dari kekhalifahan ini yaitu mensyaratkan bahwa makhluk yang diberikan tanggung jawab untuk melaksanakan tugas dan wewenang sesuai dengan petunjuk Allah, apabila kebijaksanaan bertentangan dengan kehendak-Nya merupakan bentuk pelanggaran terhadap tugas dan makna dari kekhalifahan (Shihab, 2003).

Salah satu dari tugas dari diutusnya khalifah terdapat pada surat Hud ayat 61, yang berbunyi:

وَإِلَىٰ نَمُودَ أَخَاهُمْ صَالِحًا قَالَ يَا قَوْمِ أَعْبُدُوا اللَّهَ مَا لَكُمْ مِن إِلَهِ غَيْرُهُ ۗ هُوَ أَنشَأَكُمْ مِنَ الْأَرْضِ وَاسْتَعْمَرَكُمْ فِيهَا فَاسْتَغْفِرُوا لَهُ ثُمَّ تَوْبُوا إِلَيْهِ ۚ إِنَّ رَبِّي قَرِيبٌ مُّجِيبٌ

*Artinya : Kepada (kaum) Samud (Kami utus) saudara mereka, Saleh. Dia berkata, “Wahai kaumku, sembahlah Allah! Sekali-kali tidak ada tuhan bagimu selain Dia. Dia telah menciptakanmu dari bumi (tanah) dan menjadikanmu pemakmurnya. Oleh karena itu, mohonlah ampunan kepada-Nya, kemudian bertobatlah kepada-Nya. Sesungguhnya Tuhanku sangat dekat lagi Maha Memperkenankan (doa hamba-Nya).” (Q.S Hud : 61)*

Dalam surat Hud ayat 61 menjelaskan tugas khalifah adalah menyejahterakan alam. Dalam tafsir Al-Misbah Bagian 6, ayat ini dapat diartikan bahwa bumi adalah tempat yang bermanfaat untuk bercocok tanam dan Allah memberikan potensi berupa kemampuan khalifah untuk mengolah dan mengembangkan alam sehingga digunakan untuk keuntungan dan untuk kelangsungan hidup makhluk hidup (Shihab, 2002a).

Bumi ciptaan Allah Swt dengan segala isinya merupakan tempat yang ideal bagi kelangsungan hidup bagi seluruh makhluk hidup terutamanya manusia sebagai

khalifah untuk bumi ini. Dalam Al-Qur'an surah Al-Qashash ayat 77, manusia diminta dan diharuskan untuk mengupayakan tidak berbuat kerusakan kerusakan serata menjaga dan berbuat kebaikan terhadap sesamanya (Siroj et al., 2019).

وَأَتَّبِعْ فِي مَآءِآتِكَ اللَّهُ الدَّارَ الْآخِرَةَ وَلَا تَنْسَ نَصِيبَكَ مِنَ الدُّنْيَا وَأَحْسِنَ كَمَا  
أَحْسَنَ اللَّهُ إِلَيْكَ وَلَا تَبْغِ الْفُسَادَ فِي الْأَرْضِ إِنَّ اللَّهَ لَا يُحِبُّ الْمُفْسِدِينَ

*Artinya : Dan, carilah pada apa yang telah dianugerahkan Allah kepadamu (pahala) negeri akhirat, tetapi janganlah kamu lupakan bagianmu di dunia. Berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah telah berbuat baik kepadamu dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan (Q.S Al-Qasas: 77)*

Tafsir Al-Misbah menjelaskan ayat bahwa melarang berbuat kejahatan setelah sebelumnya diperintahkan berbuat baik merupakan peringatan agar tidak mencampuradukkan kebaikan dengan kejahatan, karena berbuat kejahatan dan berbuat jahat bertentangan dengan kebaikan. Penegasan ini diperlukan karena sumber kebaikan dan kejahatan sangat banyak, karena manusia bisa saja berbuat baik, tetapi juga menghancurkan, melukai dan berbuat jahat tanpa disadari. Perusakan yang dimaksud dapat mencakup banyak hal seperti keengganan untuk menerima kebenaran dan mengorbankan nilai-nilai agama seperti pemborosan, pemborosan dan kerusakan terhadap kelestarian lingkungan (Shihab, 2002b).

Berdasarkan dari penjelasan tafsir tersebut maka membuang sampah sembarangan, membiarkan sampah menumpuk hingga mengganggu dan menimbulkan bencana, tidak mengolah sampah sehingga menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan dan makhluk hidup merupakan hal yang melanggar syariat agama Islam (Siroj et al., 2019).

Kesadaran untuk membuang sampah pada tempatnya saja tidak dapat menyelesaikan masalah sampah yang akan terus meningkat. Oleh karena itu, salah satu langkah untuk mengendalikan adalah dengan meningkatkan kesadaran untuk melakukan pengelolaan sampah yang baik. Salah satu dasar teologis dalam Islam dalam pengelolaan sampah adalah Hadis Nabi Muhammad sebagai acuan praktik pengelolaan sampah yang baik yang menjelaskan tentang pemanfaatan kulit bangkai kambing (Siroj et al., 2019).

و حَدَّثَنَا يَحْيَى بْنُ يَحْيَى وَأَبُو بَكْرِ بْنُ أَبِي شَيْبَةَ وَعَمْرُو النَّاقِدِ وَابْنُ أَبِي عُمَرَ جَمِيعًا عَنْ ابْنِ عُيَيْنَةَ قَالَ يَحْيَى أَخْبَرَنَا سُفْيَانُ بْنُ عُيَيْنَةَ عَنْ الزُّهْرِيِّ عَنْ عُبَيْدِ اللَّهِ بْنِ عَبْدِ اللَّهِ عَنْ ابْنِ عَبَّاسٍ قَالَ تَصَدَّقَ عَلَى مَوْلَاةٍ لِمَيْمُونَةَ بِشَاةٍ فَمَاتَتْ فَمَرَّ بِهَا رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ فَقَالَ هَلَّا أَخَذْتُمْ إِهَابَهَا فَدَبَعْتُمُوهُ فَانْتَفَعْتُمْ بِهِ فَقَالُوا إِنَّهَا مَيْتَةٌ فَقَالَ إِنَّمَا حَرَمَ أَكْلُهَا قَالَ أَبُو بَكْرٍ وَابْنُ أَبِي عُمَرَ فِي حَدِيثِهِمَا عَنْ مَيْمُونَةَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهَا

*Artinya : Dan telah menceritakan kepada kami Yahya bin Yahya, Abu bakar bin Abi Syaibah, Amru An-Naqid dan Ibnu Abi Umar, semuanya meriwayatkan dari Ibnu Uyainah. Yahya berkata, telah mengabarkan kepada kami Sufyan bin Uyainah dari Az-Zuhri dari Ubaidullah bin Abdillah dari Ibnu Abbas,"Pernah suatu ketika hamba sahaya milik Maimunah RA diberi sedekah berupa seekor kambing yang mana kemudian kambing tersebut mati. Ketika Rasulullah SAW lewat dan melihatnya, beliau Bersabda, "Mengapa kalian tak ambil kulitnya, kemudian kalian samak sehingga kalian dapat memanfaatkannya?" Mereka berkata,'Ia telah menjadi bangkai.' Beliau menjawab: "Sesungguhnya yang*

*dilarang itu adalah memakannya.” Abu Bakar dan Ibnu Abi Umar berkata dalam hadis keduanya dari Maimunah RA. (HR. Muslim: 542)*

Dalam hadis tersebut Nabi Muhammad menganjurkan memanfaatkan kulit bangkai kambing dengan cara disamak yaitu proses mengolah kulit binatang agar tahan lama dan halus. Maka jika bangkai kambing tersebut dikontekskan sebagai sampah, sampah tersebut harus diolah terlebih dahulu agar dapat diambil nilai gunanya agar bermanfaat bagi kehidupan manusia dan lingkungan (Siroj et al., 2019).

Hadis lain yang juga membahas mengenai pengolahan sampah telah disampaikan oleh Rasulullah dalam hadis yang diriwayatkan oleh Abu Daud:

حَدَّثَنَا مُوسَى بْنُ إِسْمَاعِيلَ حَدَّثَنَا حَمَّادٌ عَنْ ثَابِتٍ عَنْ أَنَسِ بْنِ مَالِكٍ أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ كَانَ إِذَا أَكَلَ طَعَامًا لَعِقَ أَصَابِعَهُ الثَّلَاثَ وَقَالَ إِذَا سَقَطَتْ لُقْمَةٌ أَحَدِكُمْ فَلْيُمِطْ عَنْهَا الْأَذَى وَلْيَأْكُلْهَا وَلَا يَدْعُهَا لِلشَّيْطَانِ وَأَمَرْنَا أَنْ نَسَلَّتِ الصَّحْفَةَ وَقَالَ إِنَّ أَحَدَكُمْ لَا يَدْرِي فِي أَيِّ طَعَامِهِ يُبَارِكُ لَهُ

*Artinya: Telah menceritakan kepada kami Musa bin Isma'il, telah menceritakan kepada kami Hammad dari Tsabit dari Anas bin Malik bahwa rasulullah SAW jika makan makanan, beliau menjilat jari-jarinya sebanyak tiga kali, beliau bersabda, "Jika suapan salah seorang dari kalian jatuh, maka hendaknya ia membersihkannya dari kotoran dan memakannya, dan janganlah ia membiarkannya untuk setan!" Dan beliau memerintahkan kami agar mengusap piring. Beliau bersabda, "Sesungguhnya tidak seorangpun di antara kalian mengetahui dibagian makanan manakah ia diberi berkah." (HR. Abu Daud:3347)*

Dalam permasalahan makanan Allah dan Rasul-Nya telah mengatur untuk tidak menyia-nyiakan makanan, maka dalam konteks pengolahan sampah tentu harus dilakukan hal serupa, melakukan berbagai upaya seperti tidak menyia-nyiakan sesuatu yang masih bisa berguna dan memanfaatkan kembali yang masih layak untuk digunakan atau diolah untuk yang lainnya (Latuconsina and Rusydi, 2017).

Rasulullah telah memberikan beberapa contoh dalam pemanfaatan kembali barang yang sekiranya dinilai sudah tidak lagi bermanfaat agar dicari kembali nilai gunanya yang masih bermanfaat. Timbulan sampah merupakan salah satu bentuk dari barang yang sudah tidak bermanfaat yang akan dapat menimbulkan dampak buruk/mudharat. Terdapat kaidah fikih mengenai menghindari kemudharatan.

دَرْءُ الْمَفَاسِدِ مُقَدَّمٌ عَلَى جَلْبِ الْمَصَالِحِ

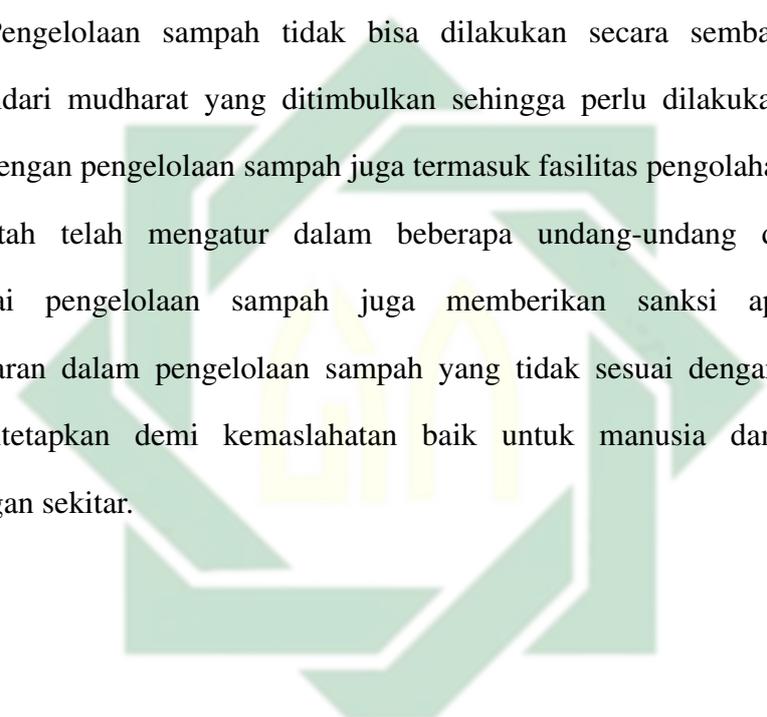
*Artinya: "Menghindarkan mafsadat/kemudharatan (kerusakan) didahulukan atas mendatangkan maslahat."*

Dalam kaidah fikih tersebut Imam Al-Ghazali menjelaskan bahwa maslahat adalah mengambil manfaat dan menolak mudharat. Apabila saat kemudharatan memiliki kedudukan yang sama atau memiliki dampak yang setara dengan maslahat, maka perlu diperhitungkan terlebih dahulu posisi mana yang lebih dominan. setelah diketahui posisi yang dominan maka hal tersebut yang lebih diutamakan (Sarif and Ahmad, 2017)

Dalam pengelolaan sampah juga perlu diperhitungkan dampak dari proses dan hasil pengelolaan sampah. Aktivitas penanganan sampah tentu akan meninggalkan sisa/residu dari hasil pengolahan sampah tersebut, jika residu

tersebut memiliki banyak dampak buruk seperti mencemari lingkungan sekitar, menimbulkan penyakit dan lainnya, maka lebih baik diutamakan untuk mengurangi timbulan sampah yang dihasilkan seperti mengurangi pemakaian barang sekali pakai, menggunakan kembali barang yang masih dapat digunakan/dimanfaatkan, dan juga mendaur ulang.

Pengelolaan sampah tidak bisa dilakukan secara sembarangan untuk menghindari mudharat yang ditimbulkan sehingga perlu dilakukan standarisasi terkait dengan pengelolaan sampah juga termasuk fasilitas pengolahan sampahnya. Pemerintah telah mengatur dalam beberapa undang-undang dan peraturan mengenai pengelolaan sampah juga memberikan sanksi apabila terjadi pelanggaran dalam pengelolaan sampah yang tidak sesuai dengan aturan yang telah ditetapkan demi kemaslahatan baik untuk manusia dan juga untuk lingkungan sekitar.



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Jenis Penelitian**

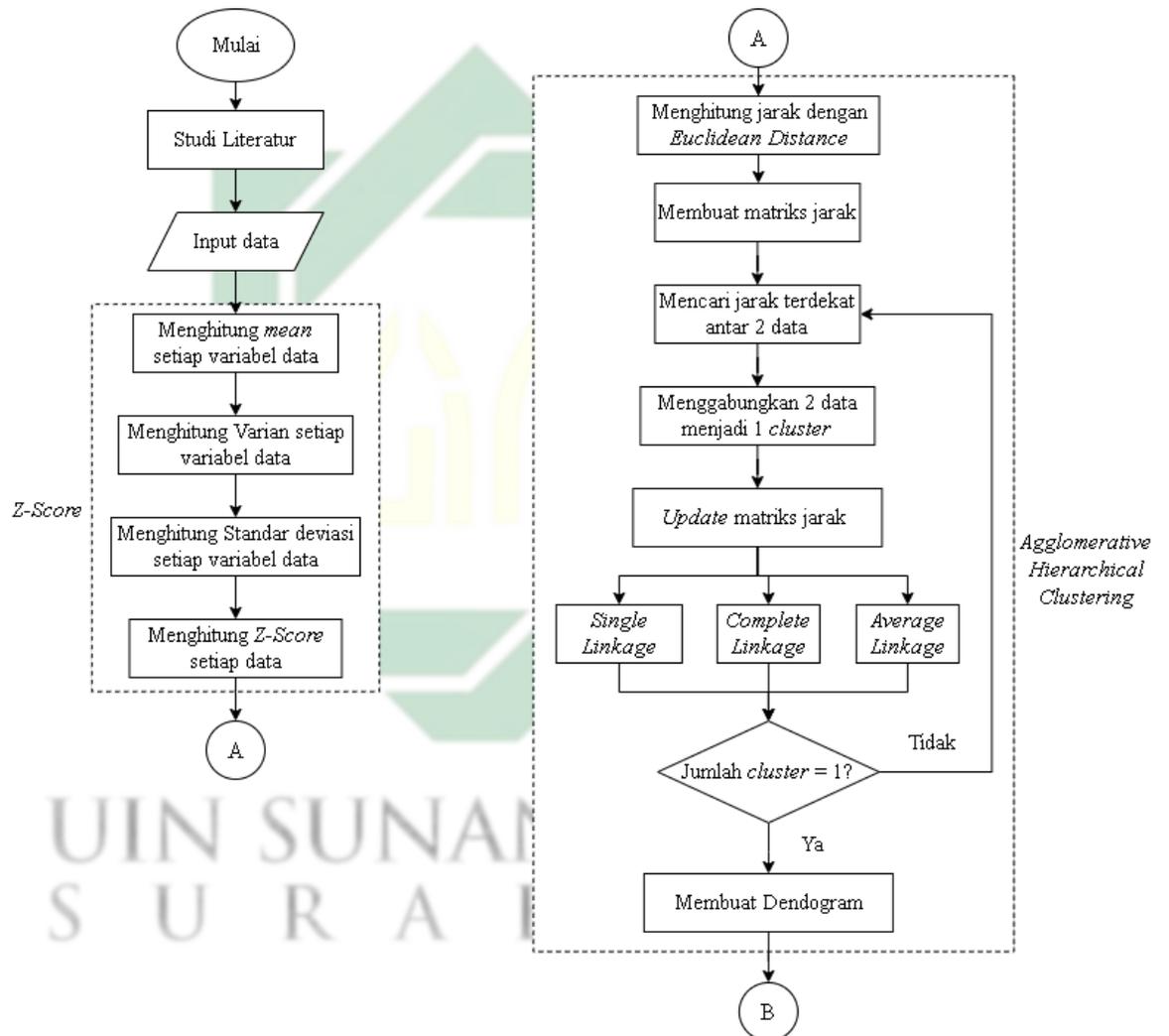
Diharapkan penelitian ini adalah dapat mengelompokkan wilayah berdasarkan pengelolaan sampah Indonesia dengan metode AHC. Penelitian ini menggunakan penelitian kuantitatif karena data yang digunakan bersifat numerik sehingga jenis penelitian ini dapat menekan analisis angka yang ada (McKim, 2017). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan hasil yang optimal sehingga dapat membantu pemerintah menerapkan kebijakan pengelolaan yang efektif untuk menciptakan lingkungan yang nyaman, bersih dan sehat.

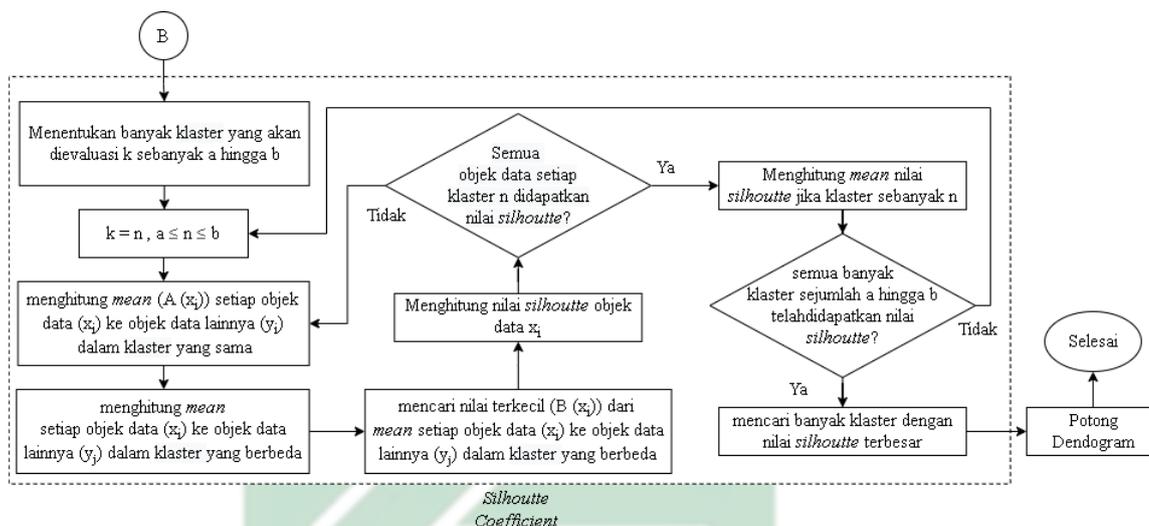
#### **3.2. Jenis dan Sumber Data**

Dalam penelitian ini, jenis dan sumber informasi yang dibutuhkan oleh penulis adalah data sekunder. Data sekunder merupakan teknik pengumpulan data tanpa penelitian langsung, akan tetapi datanya bersumber dari suatu instansi atau lembaga. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbulan sampah tahunan (ton/tahun), pengurangan sampah tahunan (ton/tahun), pengolahan sampah tahunan (ton/tahun), dan pengelolaan sampah tahunan (ton/tahun) dari 248 kabupaten/kota di seluruh Indonesia yang berasal dari data SIPSAN milik Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional, 2022).

### 3.3. Kerangka Penelitian

Penelitian ini dibuat berdasarkan langkah-langkah seperti pada Gambar 3.1. Penjelasan ini terdiri dari berbagai tahapan seperti tahap *preprocessing data*, klustering, dan evaluasi klustering.





**Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian**

Berdasarkan diagram alir seperti pada Gambar 3.1, proses klustering kinerja pengelolaan sampah ini dapat dilakukan sebagai berikut.

1. *Input Data*. Menyiapkan data yang akan dibutuhkan dalam string. Penelitian ini menggunakan data numerik yang berasal dari SIPSN untuk digunakan dalam tahapan klustering.
2. *Preprocessing Data*. Data yang telah didapat, selanjutnya akan dilakukan tahapan *Preprocessing* dengan tujuan mempermudah proses klustering selanjutnya. Pada penelitian ini data melakukan *transformation* data diproses menggunakan *z-score*.
  - a. Menghitung *mean* setiap variabel data dengan menggunakan rumus 2.1.
  - b. Setelah didapatkan *mean*, kemudian menghitung varian dari setiap variabel data dengan menggunakan rumus 2.2.
  - c. Dari nilai varian tersebut dapat menghitung standar deviasi dari setiap variabel data dengan menggunakan rumus 2.3.

- d. Setelah didapatkan nilai standar deviasi setiap variabel, kemudian menghitung nilai normalisasi *Z-Score* setiap datanya dengan menggunakan rumus 2.4.

### 3. Klustering

- a. Setelah didapatkan nilai normalisasi *Z-Score*, kemudian nilai tersebut akan dilakukan perhitungan jarak antar datanya menggunakan *Euclidean distance* dengan menggunakan rumus 2.5 kemudian diolah menjadi matriks jarak dengan rumus 2.9.
- b. Kemudian dilakukan tahap klustering, dengan menggabungkan antar 2 data menjadi 1 kluster dengan melihat nilai jarak paling terdekatnya dengan rumus 2.10.
- c. Setelah pembentukan kluster baru, dilakukan perhitungan jarak kembali antara data yang telah masuk menjadi kluster dengan data lainnya menggunakan metode *single linkage* dengan rumus 2.6, *complete linkage* dengan rumus 2.7, dan *average linkage* dengan rumus 2.8.
- d. Langkah b dan c akan terus diulangi dan proses klustering akan berhenti jika telah didapatkan jumlah kluster hanya berjumlah 1 ( $k = 1$ ).
- e. Setelah jumlah kluster sama dengan 1, kemudian membuat dendrogram dari hirarki kluster-kluster yang telah terbentuk.

### 4. Evaluasi klustering

- a. Setelah melakukan perhitungan AHC, kemudian dilakukan evaluasi beberapa jumlah kluster untuk menentukan hasil jumlah kluster yang paling baik.
- b. Dalam menentukan beberapa jumlah kluster yang paling baik, yaitu mengambil jumlah kluster yang ditentukan.

- c. Kemudian dari jumlah klaster yang sudah ditentukan selanjutnya dilakukan perhitungan *mean* jarak dari 1 data yang terdapat di klaster tersebut terhadap semua anggota data yang berada di klaster yang sama dengan menggunakan rumus 2.11.
- d. Setelah mendapat *mean* jarak di klaster yang sama, dilakukan perhitungan *mean* jarak 1 data tersebut terhadap setiap anggota klaster yang berbeda dengan menggunakan rumus 2.12.
- e. Setelah didapatkan *mean* jarak-jarak terhadap klaster yang berbeda-beda, kemudian mencari nilai terkecil dari *mean* jarak tersebut dengan rumus 2.13.
- f. Setelah didapatkan 2 nilai *mean* dalam klaster yang sama dan klaster yang berbeda, dilakukan perhitungan nilai silhouette untuk 1 data tersebut dengan rumus 2.14.
- g. Langkah c hingga e akan terus diulang hingga semua objek data memiliki nilai *mean* jarak antar anggota klaster yang sama dan *mean* antar anggota klaster yang berbeda.
- h. Setelah setiap data didapatkan nilai silhouettenya, kemudian dilakukan perhitungan rata-rata dari nilai-nilai *silhouette* tersebut untuk menentukan *silhouette coefficient* dari jumlah klaster yang ditentukan dengan rumus 2.15.
- i. Kembali dan ulangi dari Langkah b hingga g untuk menghitung *silhouette coefficient* dari jumlah-jumlah klaster yang dilakukan evaluasi.
- j. Dari beberapa jumlah klaster tersebut, didapatkan *silhouette coefficient* yang berbeda, kemudian dicari nilai *silhouette* terbesarnya, maka jumlah klaster tersebut merupakan banyak klaster yang paling baik.
- k. Setelah didapatkan banyak klaster yang paling baik, potong dendogram dari AHC sesuai dengan banyak klasternya.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Deskripsi Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diambil langsung dari laman SIPSN pada bagian Data pengelolaan sampah dan RTH (Ruang Terbuka Hijau) tentang capaian kinerja pengelolaan sampah di 248 kabupaten/kota pada tahun 2021. Data diambil pada tanggal 9 Oktober 2022. Terdapat beberapa variabel untuk capaian kinerja pengelolaan sampah antara lain timbulan sampah, pengurangan sampah, penanganan sampah, dan sampah terkelola dengan setiap variabel satuannya adalah ton. Timbulan sampah adalah total sampah yang dihasilkan dan diakumulasikan dalam setahun. Pengurangan sampah adalah total sampah yang didaur ulang dan/atau digunakan kembali dan diakumulasikan dalam setahun. Penanganan sampah adalah total sampah yang telah dilakukan pengolahan di tempat/fasilitas pengolahan sampah dan diakumulasikan dalam setahun. Sampah terkelola merupakan penjumlahan dari pengurangan sampah dan penanganan sampah. Pada Tabel 4.1 merupakan tampilan sajian data dari SIPSN dan juga merupakan data yang digunakan untuk penelitian ini. (Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional, 2022).

**Tabel 4.1 Data Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah Tahun 2021**

Kabupaten/Kota	Timbulan Sampah (ton/tahun) (A)	Pengurangan Sampah (ton/tahun) (B)	Penanganan Sampah (ton/tahun) (C)	Sampah Terkelola (ton/tahun) (B+C)
Kab. Aceh Barat	36.605, 67	2.044, 00	20.363, 35	22.407, 35
Kab. Pidie	59.243, 73	0	5.114, 74	5.114, 74
Kab. Gayo Lues	14.757, 24	1.278, 83	8.405, 95	9.684, 78
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Kab. Manokwari	58.405, 66	0	40.540, 55	40.540, 55
Kab. Sorong Selatan	8.167, 39	0, 43	1.277, 50	1.277, 93

DKI Jakarta ternyata bukanlah yang memiliki timbulan sampah terbanyak, melainkan Kota Bekasi dengan total timbulan sampah 867.236,75 ton. Kemudian kabupaten/kota dengan timbulan sampah terendah adalah Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu dengan total timbulan sampah sebesar 6.429,48 ton.

Pada Pengurangan sampah, kabupaten/kota dengan pengurangan sampah tertinggi adalah Kota Administrasi Jakarta Timur dengan total 203.529,27 ton, dan untuk pengurangan sampah terkecil adalah Kabupaten Pulang Pisau dari Provinsi Kalimantan Tengah dengan total 0,10 ton.

Kabupaten/kota dengan penanganan sampah tertinggi adalah Kota Administrasi Jakarta Timur dengan total sebesar 620.870,08 ton dan untuk penanganan sampah terendah adalah Kabupaten Sorong Selatan dari Provinsi Papua Barat dengan total sebesar 1.277 ton. Kemudian untuk sampah terkelola terbanyak tentu berasal dari Kota Administrasi Jakarta Timur karena jumlah pengurangan sampah dan penanganan sampah di kota tersebut adalah yang paling banyak di Indonesia, sedangkan untuk sampah terkelola paling sedikit adalah Kabupaten Sorong Selatan karena pada pengurangan sampahnya bernilai 0,43 ton dan total penanganan sampahnya terendah di Indonesia berdasarkan data di SIPSN.

Data capaian kinerja pengelolaan sampah tersebut selanjutnya akan dilakukan preprocessing data terlebih dahulu dengan menggunakan normalisasi *Z-Score*, kemudian membuat matriks jarak untuk dilakukan perhitungan klustering dengan 3 metode AHC yaitu *single linkage*, *complete linkage*, dan *average linkage*. Setelah 3 metode tersebut telah terbentuk dendogram, langkah terakhir adalah menentukan metode dan jumlah kluster terbaik dengan menggunakan silhouette coefficient. Pada penelitian ini akan membatasi perhitungan dengan pembulatan 3 tempat desimal, yaitu bilangan angka akan dibulatkan hingga menjadi 3 angka setelah/dibelakang koma. Pembulatan ini dilakukan untuk mempermudah perhitungan dan penulisan dalam penelitian ini.

#### 4.2. Preprocessing Data

Tahapan awal pada penelitian ini adalah dengan melakukan preprocessing data, yaitu dengan data transformation menggunakan normalisasi *Z-Score*. Normalisasi *Z-Score* ini digunakan agar rentang data diskalakan ke interval yang lebih kecil agar dapat meningkatkan akurasi dan efisiensi untuk perhitungan selanjutnya serta untuk melihat karakteristik dari setiap kluster yang akan terbentuk nanti (Han et al., 2012).

Langkah pertama adalah menghitung *mean* dengan menggunakan rumus 2.1, akan dilakukan perhitungan untuk variabel data timbulan sampah.

$$\bar{x} = \frac{Kab.AcehBarat + Kab.Pidie + \dots + Kab.SorongSelatan}{248}$$

$$\bar{x} = \frac{36.605,67 + 59.243,73 + \dots + 8.167,39}{248} = 124.523,400$$

Kemudian, setelah didapatkan *mean*, dilanjutkan dengan mencari variannya dengan menggunakan rumus 2.2.

$$s^2 = \frac{(Kab.AcehBarat - \bar{x})^2 + \dots + (Kab.SorongSelatan - \bar{x})^2}{248 - 1}$$

$$s^2 = \frac{(36.605,67 - 124.523,40)^2 + \dots + (8,167.39 - 124.523,40)^2}{248 - 1} = 20.728.434.479,069$$

Kemudian, mencari standar deviasi dengan rumus 2.3.

$$s = \sqrt{20.728.434.479,07} = 143.973,728$$

Perhitungan mencari standar deviasi dilanjutkan untuk variabel-variabel lainnya, sehingga akan didapatkan masing masing nilai *mean*, varian, dan standar deviasi dari setiap variabel data yang dapat dilihat pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2 mean, varian, dan standar deviasi Variabel data**

	Timbulan Sampah (ton/tahun) (A)	Pengurangan Sampah (ton/tahun) (B)	Penanganan Sampah (ton/tahun) (C)	Sampah Terkelola (ton/tahun) (B+C)
Total	30.881.803,170	4.773.628,550	14.900.932,940	19.674.561,570
mean	124.523,400	19.248,502	60.084,407	79.332,910
Varian	20.728.434.479,069	928.768.769,667	8.588.410.110,011	13.707.005.452,914
Standar Deviasi	143.973,728	30.475,708	92.673,675	117.076,921

Setelah didapatkan nilai standar deviasi dari setiap variabel data seperti pada Tabel 4.2, kemudian menghitung *Z-Score* untuk setiap datanya di setiap variabel data. Pada kali ini akan menghitung nilai *Z-Score* dengan rumus 2.4 untuk Kabupaten Aceh Barat di setiap variabelnya.

$$Z_A = \frac{36.605,67 - 124.523,40}{143.973,728} = -0,611$$

$$Z_B = \frac{2.044 - 19.248,50}{30.475,708} = -0,556$$

$$Z_C = \frac{20.363,35 - 60.084,41}{92.673,675} = -0,429$$

$$Z_{B+C} = \frac{22.407,35 - 79.332,91}{117.076,921} = -0,486$$

Nilai *Z-Score* Kabupaten Aceh Barat untuk setiap variabelnya telah didapatkan, dilanjutkan perhitungan *Z-Score* untuk kabupaten/kota selanjutnya hingga ke Kabupaten Sorong Selatan yaitu kabupaten ke-248 sehingga didapatkan nilai *Z-Score* seperti pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3 Hasil Nilai *Z-Score***

No.	Kabupaten/Kota	Timbulan Sampah Tahunan	Pengurangan Sampah Tahunan	Penanganan Sampah Tahunan	Sampah Terkelola Tahunan
1.	Kab. Aceh Barat	-0,611	-0,565	-0,429	-0,486
2.	Kab. Pidie	-0,453	-0,632	-0,593	-0,634
3.	Kab. Gayo Lues	-0,762	-0,590	-0,558	-0,595
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
247.	Kab. Manokwari	-0,459	-0,632	-0,211	-0,331
248.	Kab. Sorong Selatan	-0,808	-0,632	-0,635	-0,667

#### 4.3. *Agglomerative Hierarchical Clustering*(AHC)

Pada AHC semua objek data pada awalnya dianggap sebagai klaster-klaster tersendiri kemudian akan diklasterkan menjadi 1 klaster berdasarkan jarak terdekatnya. Tahapan awal untuk melakukan klastering adalah menghitung jarak antar objek datanya. Perhitungan jarak ini menggunakan *Euclidean Distance*. Perhitungan jarak dilakukan untuk mengetahui kedekatan antar objek datanya.

Data hasil normalisasi *Z-Score* selanjutnya akan dilakukan perhitungan jarak dengan menggunakan rumus 2.5. Pada contoh perhitungan ini adalah menghitung

jarak Kabupaten Aceh Barat ke Kabupaten Pidie.

$$d(AcehBarat, Pidie) = \sqrt{((-0,611) - 0,453)^2 + ((-0,565) - 0,632)^2 +$$

$$\sqrt{((-0,429) - 0,593)^2 + ((-0,486) - 0,634)^2} = 0,279$$

Setelah didapatkan nilai jaraknya, masukkan kedalam matriks jarak persegi berukuran  $248 \times 248$  seperti pada persamaan rumus 2.9. Bentuk dari matriks jarak dapat dilihat pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4 Matriks Jarak Antar Kabupaten/Kota**

	Kab. Aceh Barat	Kab. Pidie	...	Kab. Sorong Selatan
Kab. Aceh Barat	0	0,28	...	0,34
Kab. Pidie	0,28	0	...	0.36
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Kab. Sorong Selatan	0.34	0.36	...	0

Dapat dilihat pada Tabel 4.4 bahwa jarak kab. Aceh Barat ke dirinya sendiri bernilai 0, maka jarak kabupaten/kota manapun ke dirinya sendiri akan bernilai 0 sesuai dengan kondisi (iv). Sedangkan nilai jarak Kab. Aceh barat ke Kab. Pidie nilainya sama dengan Kab. Pidie ke Kab. Aceh Barat yang sesuai dengan kondisi (i) sehingga jarak antar 2 kota akan selalu bernilai sama.

Setelah dibuat matriks jaraknya, kemudian dilakukan klustering menggunakan AHC dengan 3 metode yaitu *single linkage*, *complete linkage*, dan *average linkage*. Pada penjelasan metode ini akan mengambil 5 kabupaten/kota yang berarti terdapat 5 kluster awal yaitu Kabupaten Pidie ( $C_1$ ), Kota Medan ( $C_2$ ), Kota Administrasi Jakarta Pusat ( $C_3$ ), Kabupaten Sidoarjo ( $C_4$ ), Kabupaten Jayapura ( $C_5$ ). Kemudian dari 5 kabupaten/kota tersebut dibuat matriks jaraknya dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Matriks Jarak Antar 5 Klaster Kabupaten/Kota

	Kab. Pidie	Kota Medan	Kota Adm. Jakarta Pusat	Kab. Sidoarjo	Kab. Jayapura
Kab. Pidie	0	6,662	4,667	4,014	0,264
Kota Medan	6,662	0	2,664	2,785	6,663
Kota Adm. Jakarta Pusat	4,667	2,664	0	1,962	4,591
Kab. Sidoarjo	4,014	2,785	1,962	0	4,032
Kab. Jayapura	0,264	6,663	4,591	4,032	0

#### 4.3.1. klastering

Proses klastering dengan metode *Single linkage* pada AHC adalah dengan mencari nilai jarak terkecil antar klaster/objek data pada saat proses *update* matriks jarak. Rumus pada *Single linkage* dapat dilihat pada persamaan rumus 2.6. Sedangkan metode *Complete linkage* dengan mencari nilai jarak terbesar antar klaster/objek data pada saat proses *update* matriks jarak. Rumus pada *Complete linkage* dapat dilihat pada persamaan 2.7. Kemudian metode *Average linkage* pada AHC adalah dengan mencari nilai rata-rata jarak antar klaster/objek data pada saat proses *update* matriks jarak. Rumus pada *Average Linkage* dapat dilihat pada persamaan 2.8.

Langkah pertama yaitu menggabungkan jarak antar 2 klaster terdekat dengan rumus 2.10.

$$D_{min}(x_i, x_j) = \min \{d(x_1, x_1), d(x_1, x_2), d(x_1, x_3), \dots, d(x_5, x_5)\}$$

$$D_{min}(x_i, x_j) = \min \{0; 6,662; 4,667; \dots ; 0\} = d(x_1, x_5), d(x_5, x_1) = 0,264$$

Dari Tabel 4.5 dapat dilihat nilai terkecil yaitu 0,264 yaitu jarak dari Kab. Jayapura ke Kab. Pidie maupun Kab. Pidie ke kab. Jayapura, maka 2 kabupaten tersebut akan dilakukan penggabungan menjadi 1 kluster yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1 Penggabungan Kab. Pidie ke kab. Jayapura menjadi 1 kluster**

Setelah Kab. Pidie dan Kab. Jayapura digabungkan menjadi 1 kluster maka pada iterasi pertama ini menghasilkan 4 kluster yaitu Kab.Pidie-Kab. Jayapura, Kota Adm. Jakarta Pusat, Kab. Sidoarjo, dan Kota Medan. Penggabungan 2 kabupaten tersebut akan membuat matriks jarak berubah sehingga diperlukan menghitung kembali untuk jarak kabupaten/kota lain terhadap kluster kab. Pidie-kab. Jayapura.

Perhitungan dengan pendekatan *Single linkage* menggunakan rumus 2.6. Sehingga untuk mencari nilai matriks jarak yang baru dengan metode *Single linkage* adalah sebagai berikut.

$$D_S(x_{(1,5)}, x_2) = \min \{d(x_1, x_2), d(x_5, x_2)\} = \min \{6, 662; 6, 663\} = 6, 662$$

$$D_S(x_{(1,5)}, x_3) = \min \{d(x_1, x_3), d(x_5, x_3)\} = \min \{4, 667; 4, 591\} = 4, 591$$

$$D_S(x_{(1,5)}, x_4) = \min \{d(x_1, x_4), d(x_5, x_4)\} = \min \{4, 014; 4, 032\} = 4, 014$$

Perhitungan dengan pendekatan *Complete linkage* menggunakan rumus 2.7. Sehingga untuk mencari nilai matriks jarak yang baru dengan metode *Complete linkage* adalah sebagai berikut.

$$D_C(x_{(1,5)}, x_2) = \max \{d(x_1, x_2), d(x_5, x_2)\} = \min \{6, 662; 6, 663\} = 6, 663$$

$$D_C(x_{(1,5)}, x_3) = \max \{d(x_1, x_3), d(x_5, x_3)\} = \min \{4, 667; 4, 591\} = 4, 667$$

$$D_C(x_{(1,5)}, x_4) = \max \{d(x_1, x_4), d(x_5, x_4)\} = \min \{4, 014; 4, 032\} = 4, 032$$

Perhitungan dengan pendekatan *Average linkage* menggunakan rumus 2.8. Sehingga untuk mencari nilai matriks jarak yang baru dengan metode *Average linkage* adalah sebagai berikut.

$$D_{Avg}(x_{(1,5)}, x_2) = \frac{d(x_1, x_2) + d(x_5, x_2)}{2} = \frac{6, 662 + 6, 663}{2} = 6, 663$$

$$D_{Avg}(x_{(1,5)}, x_3) = \frac{d(x_1, x_3) + d(x_5, x_3)}{2} = \frac{4, 667 + 4, 591}{2} = 4, 629$$

$$D_{Avg}(x_{(1,5)}, x_4) = \frac{d(x_1, x_4) + d(x_5, x_4)}{2} = \frac{4, 014 + 4, 032}{2} = 4, 023$$

Setelah didapatkan semua nilai jarak antar kabupaten/kota setelah iterasi 1, buat kembali matriks jaraknya sehingga menjadi seperti pada Tabel 4.6.

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

Tabel 4.6 Matriks Jarak Antar 4 Klaster Kabupaten/Kota dengan Metode *Single Linkage*

	Kab. Pidie-Kab. Jayapura	Kota Medan	Kota Adm. Jakarta Pusat	Kab. Sidoarjo
Kab. Pidie-Kab. Jayapura	0	6,662 ( <i>Single</i> ) 6,663 ( <i>Complete</i> ) 6,663 ( <i>Average</i> )	4,591 ( <i>Single</i> ) 4,667 ( <i>Complete</i> ) 4,629 ( <i>Average</i> )	4,014 ( <i>Single</i> ) 4,032 ( <i>Complete</i> ) 4,023 ( <i>Average</i> )
Kota Medan	6,662 ( <i>Single</i> ) 6,663 ( <i>Complete</i> ) 6,663 ( <i>Average</i> )	0	2,664	2,785
Kota Adm. Jakarta Pusat	4,591 ( <i>Single</i> ) 4,667 ( <i>Complete</i> ) 4,629 ( <i>Average</i> )	2,664	0	1,962
Kab. Sidoarjo	4,014 ( <i>Single</i> ) 4,032 ( <i>Complete</i> ) 4,023 ( <i>Average</i> )	2,785	1,962	0

Setelah didapatkan matriks jarak baru pada Tabel 4.6 kemudian kembali lagi seperti langkah pertama, yaitu menggabungkan 2 kabupaten/kota dengan jarak terdekat dengan rumus 2.10.

$$D_{min}(x_i, x_j) = \min \{d(x_{(1,5)}, x_{(1,5)}), d(x_{(1,5)}, x_2), d(x_{(1,5)}, x_3), \dots, d(x_4, x_4)\}$$

$$D_{min}(x_i, x_j) = \min \{0; 6,662; 4,591; \dots; 0\} = d(x_4, x_3), d(x_3, x_4) = 1,962$$

Kabupaten/kota yang akan digabungkan selanjutnya adalah Kota Administrasi Jakarta Pusat dengan Kabupaten Sidoarjo, sehingga dendogramnya akan terbentuk menjadi seperti pada gambar 4.2.



**Gambar 4.2 Penggabungan Kota Adm. Jakarta Pusat ke Kabupaten Sidoarjo menjadi 1 kluster**

Setelah Kota Administrasi Jakarta Pusat dan Kabupaten Sidoarjo digabungkan seperti pada Gambar 4.2 maka pada iterasi kedua ini kluster yang terbentuk sebanyak 3 kluster yaitu Kab.Pidie-Kab. Jayapura, Kota Adm. Jakarta Pusat-Kab. Sidoarjo, dan Kota Medan. Matriks jarak perlu diubah kembali dengan menghitung kembali untuk jarak terkecil kabupaten/kota lain terhadap kluster Kota Adm. Jakarta Pusat-Kab. Sidoarjo.

Perhitungan dengan pendekatan *Single linkage* menggunakan rumus 2.6. Sehingga untuk mencari nilai matriks jarak yang baru untuk iterasi kedua dengan metode *Single linkage* adalah sebagai berikut.

$$D_S(x_{(3,4)}, x_{(1,5)}) = \min \{d(x_3, x_{(1,5)}), d(x_4, x_{(1,5)})\} = \min \{4, 591; 4, 014\} = 4, 014$$

$$D_S(x_{(3,4)}, x_2) = \min \{d(x_3, x_2), d(x_4, x_2)\} = \min \{2, 664; 2, 785\} = 2, 664$$

Perhitungan dengan pendekatan *Complete linkage* menggunakan rumus 2.7. Sehingga untuk mencari nilai matriks jarak yang baru untuk iterasi kedua dengan metode *Complete linkage* adalah sebagai berikut.

$$D_C(x_{(3,4)}, x_{(1,5)}) = \max \{d(x_3, x_{(1,5)}), d(x_4, x_{(1,5)})\} = \max \{4, 667; 4, 032\} = 4, 667$$

$$D_C(x_{(3,4)}, x_2) = \max \{d(x_3, x_2), d(x_4, x_2)\} = \min \{2, 664; 2, 785\} = 2, 785$$

Perhitungan dengan pendekatan *Average linkage* menggunakan rumus 2.8.

Sehingga untuk mencari nilai matriks jarak yang baru untuk iterasi kedua dengan metode *Average linkage* adalah sebagai berikut.

$$D_{Avg}(x_{(3,4)}, x_{(1,5)}) = \frac{d(x_3, x_{(1,5)}) + d(x_4, x_{(1,5)})}{2} = \frac{4,6329 + 4,023}{2} = 4,326$$

$$D_{Avg}(x_{(3,4)}, x_2) = \frac{d(x_3, x_2) + d(x_4, x_2)}{2} = \frac{2,664 + 2,785}{2} = 2,725$$

Setelah didapatkan nilai jaraknya, masukkan kembali ke dalam matriks jarak seperti pada Tabel

**Tabel 4.7 Matriks Jarak Antar 3 Klaster Kabupaten/Kota**

	Kab. Pidie-Kab. Jayapura	Kota Medan	Kota Adm. Jakarta Pusat-Kab. Sidoarjo
Kab. Pidie-Kab. Jayapura	0	6,662 ( <i>Single</i> ) 6,663 ( <i>Complete</i> ) 6,663 ( <i>Average</i> )	4,014 ( <i>Single</i> ) 4,667 ( <i>Complete</i> ) 4,336 ( <i>Average</i> )
Kota Medan	6,662 ( <i>Single</i> ) 6,663 ( <i>Complete</i> ) 6,663 ( <i>Average</i> )	0	2,664 ( <i>Single</i> ) 2,785 ( <i>Complete</i> ) 2,725 ( <i>Average</i> )
Kota Adm. Jakarta Pusat-Kab. Sidoarjo	4,041 ( <i>Single</i> ) 4,667 ( <i>Complete</i> ) 4,339 ( <i>Average</i> )	2,664 ( <i>Single</i> ) 2,785 ( <i>Complete</i> ) 2,725 ( <i>Average</i> )	0

Setelah terbentuk matriks jarak baru yaitu Tabel 4.7 maka dilanjutkan ke iterasi ketiga mencari jarak terkecil untuk menggabungkan kluster-kluster yang tersisa.

$$D_{min}(x_i, x_j) = \min \{d(x_{(1,5)}, x_{(1,5)}), d(x_{(1,5)}, x_2), d(x_{(1,5)}, x_{(3,4)}), \dots, d(x_{(3,4)}, x_2)\}$$

$$= \min \{0; 6,662; 4,014; \dots; 0\} = d(x_2, x_{(3,4)}), d(x_{(3,4)}, x_2)$$

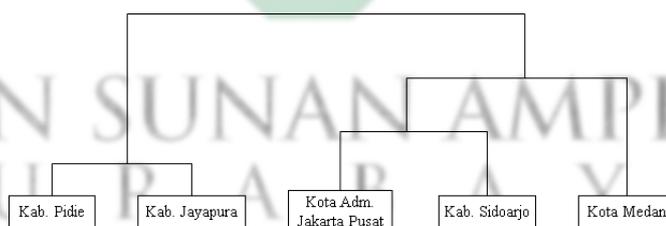
$$= 2,664(\textit{Single}), 2,785(\textit{Complete}), 2,725(\textit{Average})$$

Diketahui bahwa jarak terkecil baik dari metode *Single Linkage*, *Complete Linkage*, maupun *Average Linkage* adalah jarak dari Kota Medan ke kluster Kota Adm. Jakarta Pusat-Kab. Sidoarjo, maka Kota Medan akan digabungkan kedalam kluster Kota Adm. Jakarta Pusat-Kab. Sidoarjo, sehingga dendogramnya akan berbentuk sepertipada Gambar 4.3.



**Gambar 4.3 Penggabungan Kota Medan ke Kota Adm. Jakarta Pusat-Kab. Sidoarjo menjadi 1 kluster**

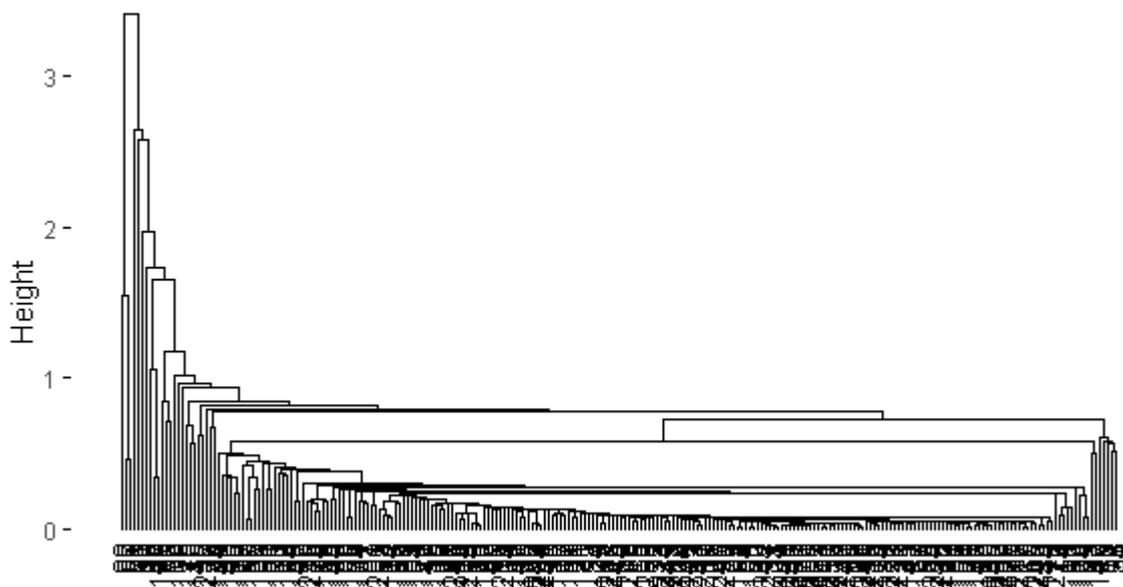
Pada iterasi ketiga ini menghasilkan 2 kluster yaitu Kab.Pidie-Kab. Jayapura, dan Kota Adm. Jakarta Pusat-Kab. Sidoarjo-Kota Medan. AHC mengharuskan bentuk akhir adalah menjadi 1 kluster, maka pada iterasi keempat langsung menggabungkan 2 kluster tersebut sehingga bentuk akhir dendogram AHC dapat dilihat pada Gambar 4.4.



**Gambar 4.4 Penggabungan Kabupaten/Kota menjadi 1 kluster**

Sehingga untuk bentuk dendogram dari 248 kabupaten/kota dari AHC dengan menggunakan metode *single linkage* dapat dilihat pada Gambar 4.5.

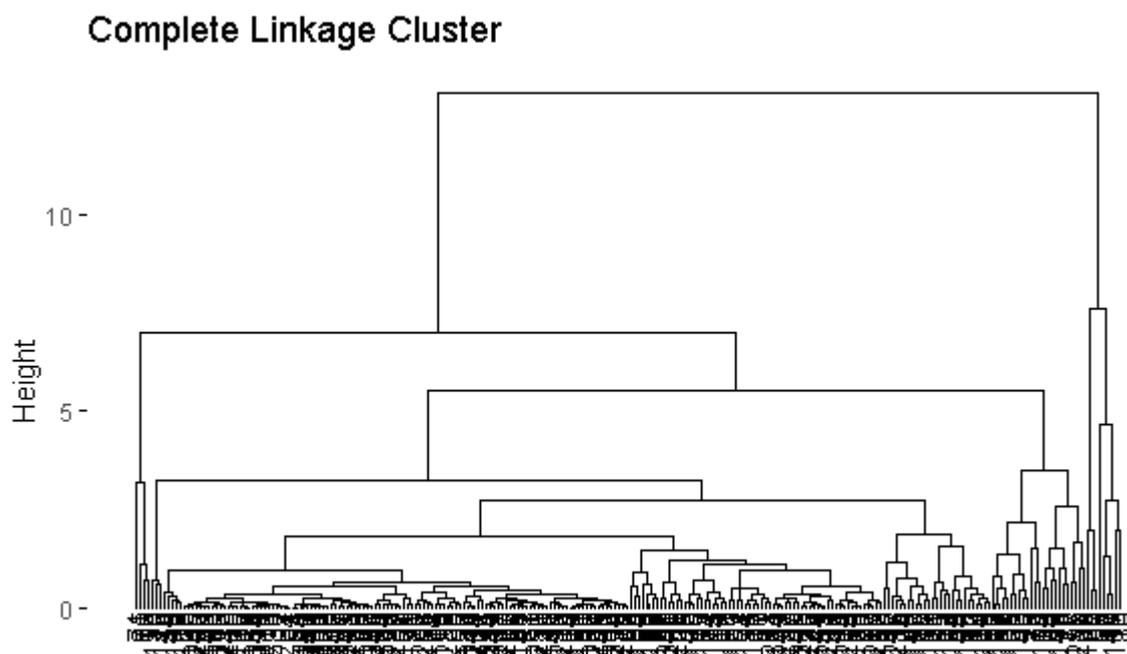
### Single Linkage Cluster



Gambar 4.5 Hasil Klastering AHC dengan Metode *Single Linkage*

Sedangkan untuk bentuk akhir dendrogram dari 248 kabupaten/kota dengan metode *Complete linkage* dapat dilihat pada Gambar 4.6.

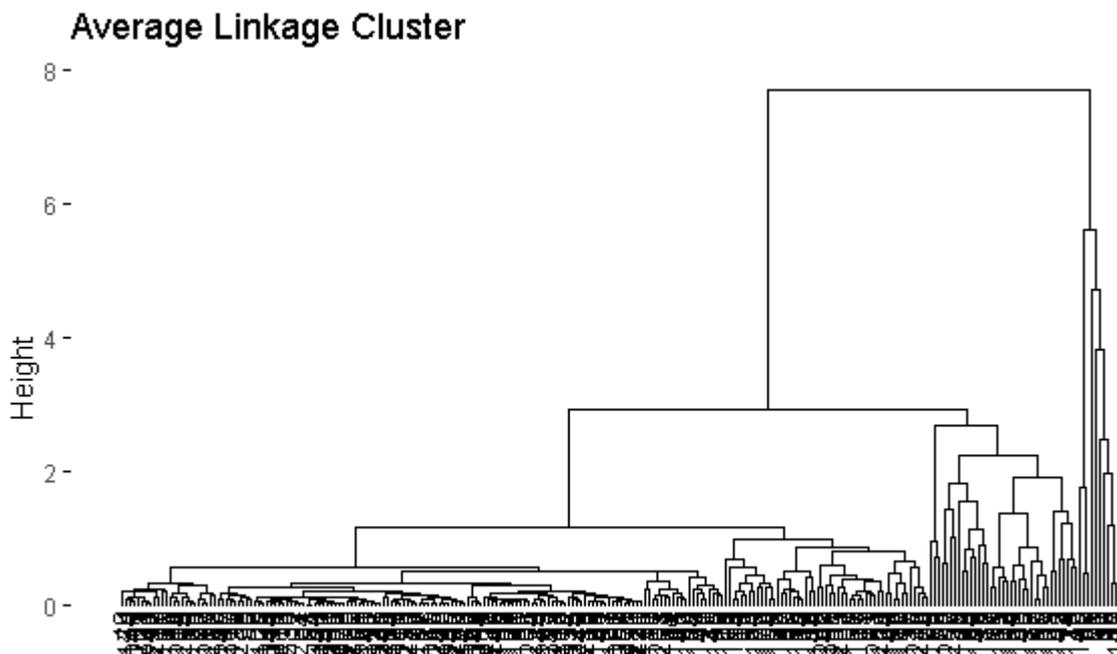
UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A



**Gambar 4.6 Hasil Klastering AHC dengan Metode *Complete Linkage***

Kemudian dendogram dari 248 kabupaten/kota dengan metode *Average linkage* seperti pada Gambar 4.7.

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A



**Gambar 4.7 Hasil Klastering AHC dengan Metode *Average Linkage***

#### 4.4. Evaluasi Klastering

Untuk menganalisis hasil dari proses AHC dengan 3 metode yang berbeda maka diperlukan evaluasi klastering untuk mengetahui metode dan jumlah klaster dengan struktur terbaik berdasarkan *silhouette coefficient*-nya. Pada evaluasi klastering ini jumlah klaster paling sedikit adalah 4 untuk mengetahui klaster-klaster dengan kabupaten/kota dengan pengelolaan sampah baik, cukup baik, buruk dan sangat buruk atau untuk mengetahui karakteristik klasternya berdasarkan dari nilai *Z-Score*, dan jumlah maksimal klaster untuk evaluasi adalah 10.

Pada contoh perhitungan *silhouette coefficient* ini adalah menghitung nilai *silhouette coefficient* dari metode *Average linkage* dengan jumlah klaster sebanyak 4 klaster.

Pertama yaitu menentukan keanggotaan dari masing-masing klaster dengan memotong dendogram pada bagian 4 klaster. anggota dari setiap klaster dapat dilihat pada Tabel 4.8.

**Tabel 4.8 Keanggotaan Klaster Kabupaten/Kota Metode *Average Linkage***

Klaster	Jumlah Kab/Kota	Kabupaten/Kota
1	3	Kota Adm. Jakarta Barat, Kota Adm. Jakarta Selatan, Kota Adm. Jakarta Timur
2	1	Kab. Bandung
3	6	Kota Medan, Kota Palembang, Kota Adm. Jakarta Utara, Kota Bandung, Kota Bekasi, Kota Semarang
4	238	Kab. Aceh Barat, Kab. Pidie, Kab. Gayo Lues, Kab. Aceh Jaya, Kota Banda Aceh, Kota Langsa, Kota Subulussalam, Kab. Tapanuli Tengah, Kab. Tapanuli Utara, Kab. Langkat, Kab. Karo, Kab. Deli Serdang, Kab. Simalungun, Kab. Asahan, Kab. Dairi, Kab. Toba, Kab. Samosir, Kota Pematang Siantar, Kota Tebing Tinggi, Kab. Pesisir Selatan, Kab. Sijunjung, Kab. Tanah Datar, Kab. Agam, Kab. Lima Puluh Kota, Kab. Pasaman, Kab. Dharmasraya, Kab. Solok Selatan, Kota Padang, Kota Solok, Kota Sawahlunto, Kota Padang Panjang, Kota Payakumbuh, Kab. Kampar, Kab. Bengkalis, Kab. Indragiri Hilir, Kab. Siak, Kota Pekanbaru, Kota Dumai, Kab. Merangin, Kab. Bungo, Kota Jambi, Kab. Ogan Komering Ulu, Kab. Muara Enim, Kab. Lahat, Kab. Musi Banyuasin, Kota Prabumulih, Kab. Seluma, Kab. Kepahiang, Kota Payakumbuh, Kab. Kampar, Kab. Bengkalis,

Klaster	Jumlah Kab/Kota	Kabupaten/Kota
		Kab. Indragiri Hilir, Kab. Siak, Kota Pekanbaru, Kota Dumai, Kab. Merangin, Kab. Bungo, Kota Jambi, Kab. Ogan Komering Ulu, Kab. Muara Enim, Kab. Lahat, Kab. Musi Banyuasin, Kota Prabumulih, Kab. Seluma, Kab. Kepahiang, Kab. Lampung Tengah, Kab. Tanggamus, Kab. Way Kanan, Kab. Pesawaran, Kab. Pringsewu, Kota Bandar Lampung, Kota Metro, Kab. Bangka, Kab. Belitung, Kab. Bangka Selatan, Kab. Belitung Timur, Kota Pangkal Pinang, Kota Tanjung Pinang, Kab. Adm. Kep. Seribu, Kota Adm. Jakarta Pusat, Kab. Sukabumi, Kab. Garut, Kab. Ciamis, Kab. Kuningan, Kab. Cirebon, Kab. Sumedang, Kab. Indramayu, Kota Bogor, Kota Sukabumi, Kota Cirebon, Kota Cimahi, Kab. Cilacap, Kab. Banyumas, Kab. Purbalingga, Kab. Purworejo, Kab. Wonosobo, Kab. Magelang, Kab. Boyolali, Kab. Klaten, Kab. Sukoharjo, Kab. Wonogiri, Kab. Karanganyar, Kab. Sragen, Kab. Grobogan, Kab. Blora, Kab. Rembang, Kab. Pati, Kab. Kudus, Kab. Jepara, Kab. Demak, Kab. Semarang, Kab. Temanggung, Kab. Kendal, Kab. Batang, Kab. Pekalongan, Kab. Pemalang, Kab. Tegal, Kab. Brebes, Kota Magelang, Kota Salatiga, Kota Tegal, Kab. Kulon Progo, Kab. Gunungkidul, Kab. Sleman, Kota Yogyakarta, Kab. Pacitan, Kab. Ponorogo, Kab. Trenggalek, Kab. Blitar, Kab. Kediri, Kab. Malang, Kab. Lumajang, Kab. Banyuwangi, Kab. Situbondo, Kab. Sidoarjo, Kab. Jombang, Kab. Nganjuk, Kab. Magetan, Kab. Ngawi, Kab. Bojonegoro, Kab. Tuban,

Klaster	Jumlah Kab/Kota	Kabupaten/Kota
		Kab. Lamongan, Kab. Pamekasan, Kab. Sumenep, Kota Kediri, Kota Blitar, Kota Malang, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, Kota Madiun, Kota Batu, Kab. Serang, Kota Serang, Kota Tangerang Selatan, Kab. Jembrana, Kab. Tabanan, Kab. Badung, Kab. Gianyar, Kab. Bangli, Kab. Buleleng, Kota Denpasar, Kab. Lombok Timur, Kab. Lombok Utara, Kota Mataram, Kab. Alor, Kab. Manggarai Barat, Kab. Sumba Tengah, Kab. Sumbawa, Kab. Mempawah, Kab. Sanggau, Kab. Melawi, Kota Pontianak, Kota Singkawang, Kab. Kapuas, Kab. Barito Utara, Kab. Gunung Mas, Kab. Pulang Pisau, Kab. Murung Raya, Kab. Barito Timur, Kota Palangkaraya, Kab. Tanah Laut, Kab. Kotabaru, Kab. Banjar, Kab. Barito Kuala, Kab. Tapin, Kab. Hulu Sungai Selatan, Kab. Hulu Sungai Tengah, Kab. Hulu Sungai Utara, Kab. Tabalong, Kab. Tanah Bumbu, Kab. Balangan, Kota Banjarmasin, Kota Banjarbaru, Kab. Paser, Kab. Kutai Kartanegara, Kab. Kutai Timur, Kab. Penajam Paser Utara, Kota Balikpapan, Kota Samarinda, Kota Bontang, Kab. Nunukan, Kab. Minahasa, Kab. Minahasa Selatan, Kab. Minahasa Utara, Kab. Minahasa Tenggara, Kab. Bolaang Mongondow Utara, Kab. Kep. Siau Tagulandang Biaro, Kab. Bolaang Mongondow Selatan, Kota Manado, Kota Bitung, Kota Tomohon, Kota Kotamobagu, Kab. Donggala, Kab. Parigi Moutong, Kab. Banggai Laut, Kota Palu, Kab. Kepulauan Selayar, Kab. Bulukumba, Kab. Bantaeng, Kab. Jeneponto,

Klaster	Jumlah Kab/Kota	Kabupaten/Kota
		Kab. Sinjai, Kab. Bone, Kab. Maros, Kab. Pangkajene Kepulauan, Kab. Barru, Kab. Soppeng, Kab. Wajo, Kab. Sidenreng Rappang, Kab. Pinrang, Kab. Enrekang, Kab. Luwu, Kab. Luwu Timur, Kota Makassar, Kota Pare Pare, Kota Palopo, Kab. Kolaka Utara, Kota Kendari, Kab. Pohuwato, Kota Gorontalo, Kab. Mamuju, Kab. Majene, Kab. Mamuju Tengah, Kota Tual, Kab. Halmahera Utara, Kota Tidore Kepulauan, Kab. Jayapura, Kab. Nabire, Kab. Biak Numfor, Kab. Keerom, Kab. Asmat, Kab. Lanny Jaya, Kota Jayapura, Kab. Manokwari, dan Kab. Sorong Selatan

Pada langkah pertama *silhouette coefficient* yaitu mencari nilai  $A(x_i)$  yang merupakan nilai rata-rata jarak kedekatan dalam klaster yang sama yang dapat dilihat dari Tabel 4.8. Pada contoh perhitungan ini menghitung nilai  $A(x_i)$  untuk objek data pada klaster pertama dengan rumus 2.11.

$$A(\text{Jakbar}) = \frac{d(\text{Jakbar}, \text{Jaksel}) + d(\text{Jakbar}, \text{Jaktim})}{3 - 1}$$

$$A(\text{Jakbar}) = \frac{0,458 + 1,549}{3 - 1} = 1,004$$

$$A(\text{Jaksel}) = \frac{d(\text{Jaksel}, \text{Jakbar}) + d(\text{Jaksel}, \text{Jaktim})}{3 - 1}$$

$$A(\text{Jaksel}) = \frac{0,458 + 1,964}{3 - 1} = 1,211$$

$$A(\text{Jaktim}) = \frac{d(\text{Jaktim}, \text{Jakbar}) + d(\text{Jaktim}, \text{Jaksel})}{3 - 1}$$

$$A(Jaktim) = \frac{1,549 + 1,964}{3 - 1} = 1,757$$

Setelah semua objek data pada kluster pertama mendapat nilai  $A$ , selanjutnya adalah mencari rata-rata jarak tiap data pada kluster pertama ke kluster lain dengan rumus 2.12. Berikut ini adalah perhitungan rata-rata jarak ke kluster kedua ( $K_2$ ).

$$\bar{d}(Jakbar, K_2) = \frac{d(Jakbar, Kab.Bandung)}{1} = 6,251$$

$$\bar{d}(Jaksel, K_2) = \frac{d(Jaksel, Kab.Bandung)}{1} = 5,990$$

$$\bar{d}(Jaktim, K_2) = \frac{d(Jaktim, Kab.Bandung)}{1} = 7,659$$

Setelah didapatkan rata-rata jarak ke kluster kedua, dilanjutkan dengan menghitung rata-rata jarak ke kluster 3 ( $K_3$ ).

$$\bar{d}(Jakbar, K_3) = \frac{d(Jakbar, Medan) + \dots + d(Jakbar, Semarang)}{6}$$

$$\bar{d}(Jakbar, K_3) = \frac{5,35 + 5,12 + 3,84 + 4,92 + 6,53 + 4,90}{6} = 5,111$$

$$\bar{d}(Jaksel, K_3) = \frac{d(Jaksel, Medan) + \dots + d(Jaksel, Semarang)}{6}$$

$$\bar{d}(Jaksel, K_3) = \frac{4,92 + 4,69 + 3,42 + 4,47 + 6,14 + 4,48}{6} = 4,686$$

$$\bar{d}(Jaktim, K_3) = \frac{d(Jaktim, Medan) + \dots + d(Jaktim, Semarang)}{6}$$

$$\bar{d}(Jaktim, K_3) = \frac{6,77 + 6,65 + 5,38 + 6,20 + 7,59 + 6,44}{6} = 4,504$$

Rata-rata jarak ke kluster 3 telah didapatkan, kemudian menghitung rata-rata jarak terhadap kluster 4.

$$\bar{d}(\text{Jakbar}, K_4) = \frac{d(\text{Jakbar}, \text{AcehBarat}) + \dots + d(\text{Jakbar}, \text{SorongSelatan})}{238}$$

$$\bar{d}(\text{Jakbar}, K_4) = \frac{11,25 + 11,38 + \dots + 11,03 + 11,57}{238} = 10,528$$

$$\bar{d}(\text{Jaksel}, K_4) = \frac{d(\text{Jaksel}, \text{AcehBarat}) + \dots + d(\text{Jaksel}, \text{SorongSelatan})}{238}$$

$$\bar{d}(\text{Jaksel}, K_4) = \frac{10,83 + 10,96 + \dots + 10,60 + 11,15}{238} = 10,109$$

$$\bar{d}(\text{Jaktim}, K_4) = \frac{d(\text{Jaktim}, \text{AcehBarat}) + \dots + d(\text{Jaktim}, \text{SorongSelatan})}{238}$$

$$\bar{d}(\text{Jaktim}, K_4) = \frac{12,79 + 12,92 + \dots + 12,57 + 13,11}{238} = 12,066$$

Setelah mencari semua rata-rata jarak ke setiap kluster. Kemudian mencari nilai  $B$ , dengan mencari nilai terkecil diantara rata-rata jarak antar kluster tersebut dengan rumus 2.14.

$$B(\text{Jakbar}) = \min \{ \bar{d}(\text{Jakbar}, K_2); \bar{d}(\text{Jakbar}, K_3); \bar{d}(\text{Jakbar}, K_4) \}$$

$$B(\text{Jakbar}) = \min \{ 6,251; 5,111; 10,528 \} = 5,111$$

$$B(\text{Jaksel}) = \min \{ \bar{d}(\text{Jaksel}, K_2); \bar{d}(\text{Jaksel}, K_3); \bar{d}(\text{Jaksel}, K_4) \}$$

$$B(\text{Jaksel}) = \min \{ 5,990; 4,686; 10,109 \} = 4,686$$

$$B(\text{Jaktim}) = \min \{ \bar{d}(\text{Jaktim}, K_2); \bar{d}(\text{Jaktim}, K_3); \bar{d}(\text{Jaktim}, K_4) \}$$

$$B(\text{Jaktim}) = \min \{ 7,659; 6,504; 12,066 \} = 6,504$$

Setelah mendapat nilai  $B$ , selanjutnya mencari nilai  $s(x_i)$  untuk Kota Jakarta Barat,

Jakarta Selatan, dan Jakarta Timur dengan menggunakan rumus 2.15.

$$s(\text{Jakbar}) = \frac{B(\text{Jakbar}) - A(\text{Jakbar})}{\max\{A(\text{Jakbar}); B(\text{Jakbar})\}}$$

$$s(\text{Jakbar}) = \frac{5,111 - 1,004}{\max\{1,004; 5,111\}} = \frac{5,111 - 1,004}{5,111} = 0,804$$

$$s(\text{Jaksel}) = \frac{B(\text{Jaksel}) - A(\text{Jaksel})}{\max\{A(\text{Jaksel}); B(\text{Jaksel})\}}$$

$$s(\text{Jaksel}) = \frac{4,686 - 1,211}{\max\{1,211; 4,686\}} = \frac{4,686 - 1,211}{4,686} = 0,742$$

$$s(\text{Jaktim}) = \frac{B(\text{Jaktim}) - A(\text{Jaktim})}{\max\{A(\text{Jaktim}); B(\text{Jaktim})\}}$$

$$s(\text{Jaktim}) = \frac{6,504 - 1,757}{\max\{1,757; 6,504\}} = \frac{6,504 - 1,757}{6,504} = 0,730$$

Setelah nilai  $s$  untuk anggota kluster pertama didapatkan. Kemudian dilanjutkan untuk mencari nilai  $A$  dan  $B$  untuk objek data di kluster lainnya seperti pada perhitungan yang sudah dijelaskan. Namun ketika anggota kluster hanya terdapat 1 seperti pada kluster kedua maka dalam mencari nilai  $A$  adalah mencari jarak dari nilai  $Z$ -Score setiap variabel data ke 0 seperti pada kluster kedua yang hanya memiliki anggota Kab. Bandung.

$$A(\text{Kab. Bandung}) = \frac{\sqrt{(Z_A - 0)^2 + (Z_B - 0)^2 + (Z_C - 0)^2 + (Z_{B+C} - 0)^2}}{1}$$

$$A(\text{Kab. Bandung}) = \frac{\sqrt{(2,351)^2 + (4,998)^2 + (0,598)^2 + (1,774)^2}}{1} = 5,832$$

Hasil perhitungan nilai  $A$ ,  $B$  dan  $Silhouette$  dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Nilai  $A$ ,  $B$ , dan  $s$  Pada Setiap Kabupaten/Kota

Kabupaten/Kota	$A(x_i)$	$D(i, 1)$	$D(i, 2)$	$D(i, 3)$	$D(i, 4)$	$B(x_i)$	$S(x_i)$
Kota Adm. Jakarta Barat	1,004	-	6,251	5,111	10,528	5,111	0,804
Kota Adm. Jakarta Selatan	1,211	-	5,990	4,686	10,109	4,686	0,742
Kota Adm. Jakarta Timur	1,757	-	7,659	6,504	12,066	6,504	0,730
Kab. Bandung	5,832	6,633	-	4,707	6,134	4,707	-0,193
Kota Medan	2,143	5,680	4,453	-	5,896	4,453	0,519
Kota Palembang	2,054	5,484	3,606	-	5,464	3,606	0,430
Kota Adm. Jakarta Utara	2,388	4,215	3,645	-	6,703	3,645	0,345
Kota Bandung	2,487	5,195	5,937	-	6,990	5,195	0,521
Kota Bekasi	3,817	6,753	7,217	-	7,587	6,753	0,435
Kota Semarang	2,127	5,276	3,387	-	5,651	3,387	0,372
Kab. Aceh Barat	0,950	11,620	6,773	7,042	-	6,773	0,860
Kab. Pidie	1,044	11,752	6,839	7,152	-	6,839	0,847
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	-	⋮	⋮
Kab. Manokwari	0,976	11,398	6,684	6,790	-	6,684	0,854
Kab. Sorong Selatan	1,161	11,942	7,010	7,373	-	7,010	0,834

Setelah didapatkan Nilai  $A$ ,  $B$ , dan  $s$  dari seluruh kabupaten/kota seperti pada Tabel 4.9 kemudian langkah terakhir adalah mencari nilai rata-rata silhoutte nya untuk mengetahui nilai *silhoutte coefficient*-nya dengan menggunakan rumus 2.15.

$$SI = \frac{s(Jakbar) + s(Jaksel) + \dots + s(SorongSelatan)}{248}$$

$$SI = \frac{0,804 + 0,742 + \dots + 0,854 + 0,834}{248} = \frac{182,285}{248} = 0,735$$

Sehingga didapatkan hasil Nilai *silhoutte coefficient* untuk metode *single linkage*, *complete linkage*, dan *average linkage* untuk klaster 4 hingga 10 pada Tabel 4.10.

**Tabel 4.10 Nilai Silhoutte Coefficient AHC**

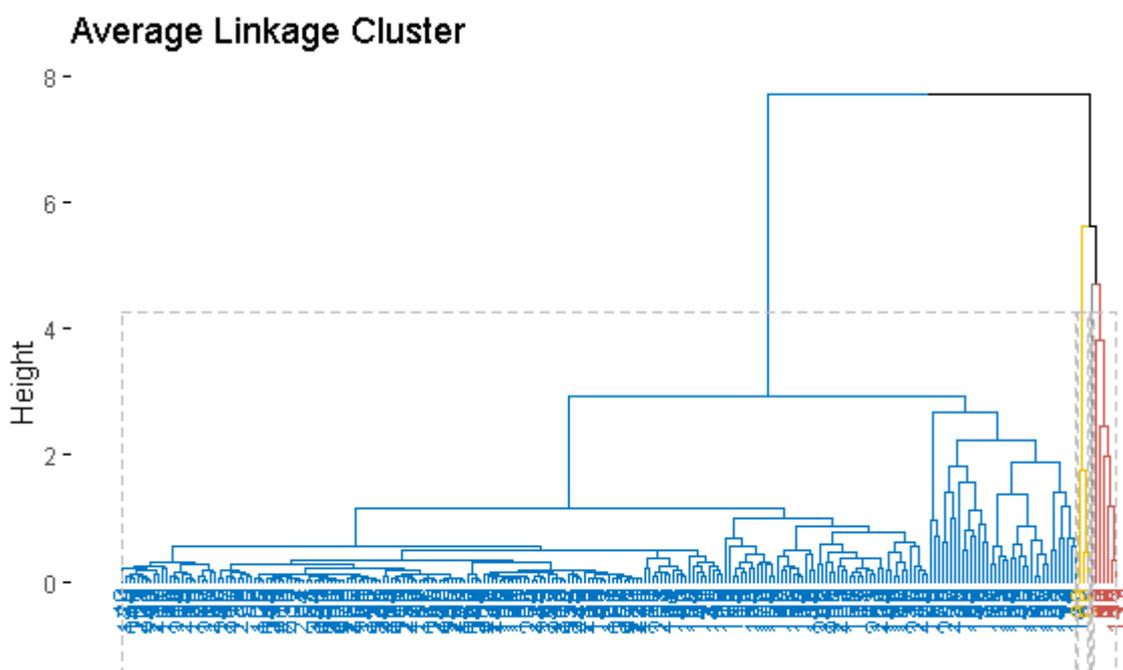
Jumlah Klaster	<i>Complete Linkage</i>	<i>Single Linkage</i>	<i>Average Linkage</i>
4	0,661	0,710	0,735
5	0,669	0,709	0,727
6	0,667	0,693	0,648
7	0,591	0,714	0,644
8	0,583	0,711	0,641
9	0,585	0,594	0,591
10	0,503	0,591	0,591

Dari Tabel 4.10 diatas dapat diketahui bahwa AHC dengan metode *Single linkage* jumlah klaster terbaiknya adalah sebanyak 5 dengan nilai *silhouette coefficient*-nya yaitu 0,669 yang berarti bahwa struktur dari 5 klaster dengan metode *Single linkage* memiliki struktur yang baik. AHC dengan metode *Complete linkage* jumlah klaster terbaiknya yaitu sebanyak 7 klaster dengan *Silhouette Coefficient*nya sebesar 0,714 sehingga 7 klaster dengan metode *Complete linkage* tersebut memiliki struktur yang kuat. Sedangkan untuk AHC dengan *Average linkage* hasil klaster terbaiknya adalah 4 klaster dengan nilai

*silhouette coefficient*-nya adalah 0,735 sehingga termasuk dalam kluster yang memiliki struktur kuat.

Dari 3 metode tersebut telah memiliki struktur yang baik artinya penempatan dari kluster-kluster tersebut sudah tepat. Namun dari 3 metode tersebut nilai *silhouette coefficient* paling besar adalah *Average linkage* sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil dari 4 kluster dengan *Average linkage* adalah yang paling tepat dibandingkan dengan 5 kluster dengan metode *Single linkage* maupun 7 kluster dengan metode *Complete linkage*.

hasil dendogram dari 4 kluster dengan *Average linkage* dapat dilihat pada Gambar 4.8 dengan anggota setiap kluster adalah seperti pada Tabel 4.8.



**Gambar 4.8 Dendogram AHC *Average Linkage* 4 Kluster**

#### 4.5. Interpretasi Kluster Terbaik

Berdasarkan dari nilai *silhouette coefficient* paling besar adalah klustering dengan metode *Average linkage*. Kemudian dilakukan perhitungan rata-rata dari setiap variabel kluster agar dapat diketahui karakteristik setiap kluster seperti pada Tabel 4.11.

**Tabel 4.11 Rata-rata Nilai Variabel Tiap Kluster**

Variabel	Klaster 1	Klaster 2	Klaster 3	Klaster 4	Indonesia
Timbulan Sampah	757.751,78	462.939,17	574.920,93	124.523,40	143.672,57
Pengurangan Sampah	185.988,96	171.554,50	71.905,09	19.248,50	23.002,25
Penanganan Sampah	565.977,59	115.496,95	374.037,95	60.084,41	73.482,91
Sampah Terkelola	751.966,55	287.051,45	445.943,03	79.332,91	96.485,16
Presentase Pengelolaan sampah	99,237	62,006	77,566	63,709	67,156

Pada kluster 1 apabila diamati pada Tabel 4.11 bahwa nilai rata-rata setiap variabelnya diatas rata-rata Indonesia, sekaligus dengan nilai rata-rata tertinggi dibanding dengan kluster yang lain bahkan untuk persentase pengelolaan sampah pada kluster 1 mencapai 99,237% yang artinya hampir sampah yang ditimbulkan dapat dilakukan pengurangan maupun penanganan di fasilitas pengolahan sampah. Sehingga kluster 1 merupakan kluster dengan kota dengan capaian kinerja pengelolaan sampah yang terbaik di Indonesia.

Pada Tabel 4.11 dapat dilihat bahwa kluster 2 memiliki pada pengurangan sampah memiliki nilai rata-rata tertinggi kedua setelah kluster 1, sedangkan untuk timbulan sampah, penanganan sampah, dan sampah terkelola berada di urutan ketiga setelah kluster 1 dan kluster 3. Hal ini menandakan bahwa dalam pengurangan sampah tergolong baik dibanding dengan kluster 3 dan kluster 4, namun untuk penanganan sampah masih tergolong masih rendah dibanding dengan

dengan klaster 3. Persentase pengelolaan sampah di klaster 2 hanya 62,006% yang berarti perlu ditingkatkan lagi pengelolaan sampahnya terutama dalam penanganan sampahnya. Sehingga klaster 2 merupakan klaster dengan capaian kinerja pengelolaan sampah yang cukup baik di Indonesia.

Pada klaster 3 dapat dilihat dari Tabel 4.11 bahwa memiliki timbulan sampah terbanyak kedua setelah klaster 1, sedangkan pengurangan sampahnya masih kurang dibandingkan dengan klaster 2. Namun penanganan sampah lebih tinggi dari klaster 2 sedangkan untuk persentase pengelolaan sampahnya mencapai 77,566%. Maka pada klaster 3 ini dalam hal pengurangan sampah masih tergolong cukup baik namun masih perlu ditingkatkan lagi sedangkan untuk penanganan sampah sudah terbilang baik, sehingga klaster 3 merupakan capaian kinerja pengelolaan sampah yang baik di Indonesia.

Pada Tabel 4.11 dapat dilihat bahwa klaster 4 pada setiap rata-rata variabelnya masih dibawah rata-rata Indonesia sekaligus dengan nilai rata-rata variabel terendah dibandingkan dengan 3 klaster lainnya. Hal ini menandakan bahwa baik dari segi pengurangan sampah dan penanganan sampah pada klaster 4 masih kurang, persentase dari pengelolaan sampah pada klaster 4 adalah sebesar 63,709%. Maka pada klaster 4 memiliki capaian kinerja pengelolaan sampah yang masih kurang di Indonesia.

Berdasarkan dari karakteristik setiap klaster kabupaten/kota yang telah didapatkan, maka diperlukan rencana strategis untuk meningkatkan kinerja pengelolaan sampah di kabupaten/kota yang masih masuk dalam kategori kurang. Kementerian Lingkungan Hidup memiliki beberapa sasaran kegiatan antara lain meningkatnya jumlah pengurangan dan penanganan sampah dalam 5 tahun terakhir dengan indikator kinerja dari kegiatan tersebut salah satunya adalah

Adipura (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2022a).

Adipura merupakan program kerja yang dilakukan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan sebagai penilaian kinerja daerah dalam pengelolaan sampah. Pelaksanaan program Adipura dalam pengelolaan sampah difokuskan agar dapat mencapai target pengurangan dan penanganan sampah yang tertuang dalam PERPRES No. 97/2017 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga (JAKSTRANAS) yang kemudian ditindaklanjuti dengan penyusunan Kebijakan dan Strategi Daerah Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga (JAKSTRADA) oleh Pemerintah daerah yang menjadi salah satu dari beberapa penilaian utama dari program Adipura (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2021).

Pemantauan program Adipura Tahun 2019 dilaksanakan pada bulan Oktober 2019 hingga Januari 2020 dengan jumlah kabupaten/kota yang dipantau sebanyak 232 namun hanya 182 kabupaten/kota yang masuk dalam kategori baik (nilai Adipura  $> 71$ ). Namun dikarenakan Pandemi COVID-19 pengumuman penghargaan Adipura tahun 2019 yang seharusnya dilaksanakan pada Tahun 2020 ditunda hingga waktu yang akan ditentukan (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2021).

Maka pada tahun 2021 rencana peningkatan kinerja pengelolaan sampah di daerah akan tetap dilakukan pemantauan dan pembinaan agar dapat mencapai target kinerja pengelolaan sampah. Target Rencana kerja Tahun 2021 mengenai capaian pengelolaan sampah diantaranya terdapat pengurangan sampah berdasarkan JAKSTRANAS sebesar 250 ton telah tercapai, sedangkan Pengelolaan sampah menjadi bahan baku dan/atau sumber energi yang ditarget 90

ton hanya mampu terealisasi 60,2 ton (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2022a).

Target mengenai Jumlah kabupaten/kota yang memenuhi target pengurangan dan penanganan sampah berdasarkan JAKSTRANAS telah memenuhi target yaitu sebanyak 35 kabupaten/kota, namun untuk kabupaten/kota yang memiliki indeks kualitas lingkungan hidup perkotaan/kebersihan masuk dalam kategori baik adalah sebanyak 310 kabupaten/kota namun yang jumlah kabupaten/kota yang tercapai masih 130. Beberapa kabupaten/kota masih ditemukan masalah dalam penyusunan JAKSTRADA dikarenakan belum memiliki data konkrit mengenai perhitungan perencanaan upaya pengurangan dan penanganan sampah, peraturan kepala daerah yang sesuai dengan Kementerian Lingkungan Hidup, dan terdapat kegiatan yang belum detail dan rinci terkait strategi program kegiatannya sehingga Kementerian Lingkungan hidup melakukan pendampingan kepada pemerintah daerah dalam menyusun JAKSTRADA (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2022a).

#### **4.6. Integrasi Keislaman**

Berdasarkan dari hasil penelitian ini, didapatkan hasil 4 klaster dengan capaian kinerja pengelolaan sampah yang telah dicapai setiap klaster kabupaten/kotanya berbeda-beda. Pemerintah juga telah membuat beberapa upaya agar pengelolaan sampah di seluruh kabupaten/kota dapat terlaksana dengan baik walaupun secara bertahap. Kabupaten/kota yang telah memiliki kinerja pengelolaan sampah dengan baik diharapkan dapat mempertahankan dan meningkatkan kinerjanya, Allah telah berfirman dalam surah Al-A'raf ayat 56 yang berbunyi.

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ ٥٦

*Artinya: "Artinya: Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik."(Al-A'raf:56)*

Berdasarkan firman tersebut, Allah melarang untuk melakukan kerusakan setelah dilakukan perbaikan, hal ini dikarenakan dikhawatirkan dapat memperburuk kerusakan yang terjadi. Apabila kabupaten/kota yang dapat menangani pengelolaan sampahnya dengan baik kemudian terjadi penurunan kinerja pengelolaan sampah tentu akan menambah permasalahan negara dan akan memunculkan banyak dampak terhadap sektor kegiatan lainnya akibat dari penurunan kinerja pengelolaan sampah tersebut. Sehingga menjaga lingkungan tetap bersih merupakan salah satu hal yang penting dalam agama Islam sehingga setiap muslim harus menjaga kebersihan seperti dalam hadis yang diriwayatkan oleh Darimi.

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

أَخْبَرَنَا مُسْلِمُ بْنُ إِبْرَاهِيمَ حَدَّثَنَا أَبَانُ هُوَ ابْنُ يَزِيدَ حَدَّثَنَا يَحْيَى بْنُ أَبِي  
 كَثِيرٍ عَنْ زَيْدٍ عَنْ أَبِي سَلَامٍ عَنْ أَبِي مَالِكٍ الْأَشْعَرِيِّ أَنَّ نَبِيَّ اللَّهِ صَلَّى  
 اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ الطُّهُورُ شَطْرُ الْإِيمَانِ وَالْحَمْدُ لِلَّهِ يَمْلَأُ الْمِيزَانَ وَلَا  
 إِلَهَ إِلَّا اللَّهُ وَاللَّهُ أَكْبَرُ يَمْلَأَنَّ مَا بَيْنَ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَالصَّلَاةُ نُورٌ  
 وَالصَّدَقَةُ بُرْهَانٌ وَالْوُضُوءُ ضِيَاءٌ وَالْقُرْآنُ حُجَّةٌ لَكَ أَوْ عَلَيْكَ وَكُلُّ  
 النَّاسِ يَغْدُو فَبَائِعٌ نَفْسَهُ فَمُعْتِقُهَا أَوْ مُوْبِقُهَا

*Telah mengabarkan kepada kami Muslim bin Ibrahim, telah menceritakan kepada kami Aban Ibnu Yazid, telah menceritakan kepada kami Yahya bin Abu Katsir dari Zaid dari Abu Salam dari Abu Malik Al Asy'ari Nabi bersabda, "Kebersihan adalah setengah keimanan, dan (ucapan) ALHAMDULILLAH memenuhi timbangan, dan (kalimat) LAA ILAAHA ILLALLAHU WA ALLAHU AKBAR keduanya memenuhi langit dan bumi, salat adalah cahaya, sedekah bukti, wudu itu sinar, dan Al-Qur'an dapat menjadi hujjah yang membelamu atau hujjah yang menuntutmu, seluruh manusia berpagi hari, lantas menjual dirinya, hingga ia memerdekakan dirinya atau membinasakannya". (HR. Darimi:651)*

Menjaga sesama muslim dan lingkungan dari dampak buruk yang ditimbulkan oleh timbulan sampah maupun pengolahan sampah adalah hal yang harus dilaksanakan. Namun, bukan hanya perseorangan atau kelompok saja yang diharuskan menjaga kebersihan namun juga pemimpin yaitu pemerintah serta kementerian yang berkaitan pengelolaan sampah menetapkan peraturan dan kebijakan bertujuan agar dapat mewujudkan lingkungan yang aman dan layak untuk kelangsungan hidup sesuai dengan kaidah fikih berikut.

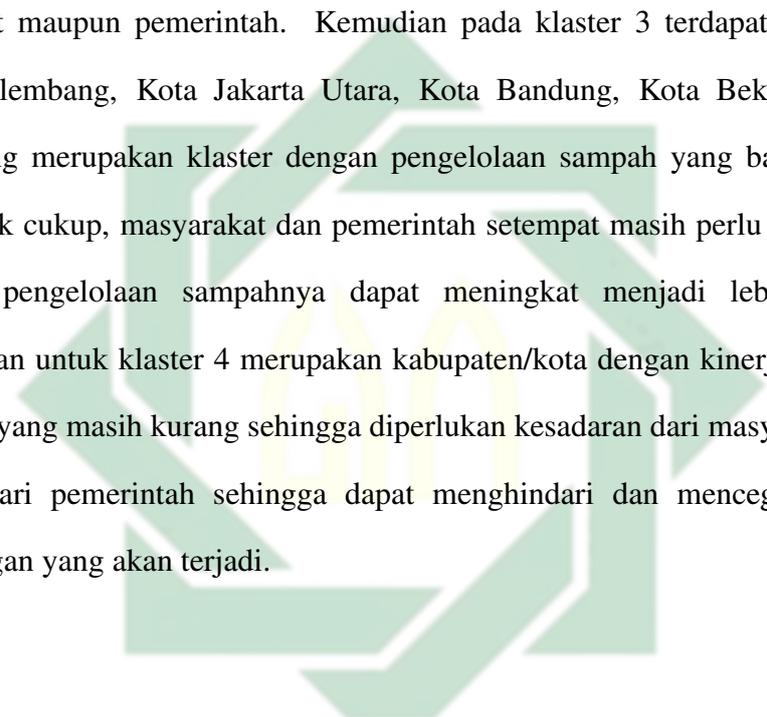
## تَصَرُّفُ الْإِمَامِ عَلَى الرَّعِيَّةِ مَنْوُطٌ بِالْمَصْلَحَةِ

*Artinya: "Kebijakan imam (pemerintah) terhadap rakyatnya didasarkan pada kemaslahatan."*

Fikih lingkungan (*Fiqh Al- Bi'ah*) merupakan fikih yang menjelaskan dan mengatur tentang kelestarian lingkungan, salah satu buku yang ditulis oleh (Siroj et al., 2019) menjelaskan tentang fikih penanggulangan sampah plastik dan yang memiliki kewajiban dalam menanggulangi sampah plastik yaitu pribadi masing-masing. Namun dikarenakan kemampuan seorang individu terbatas maka negara sebagai penguasa harus dapat mengatasi permasalahan pengelolaan sampah tersebut. Peraturan dan kebijakan mengenai pengelolaan sampah harus dilaksanakan dengan baik, bagi kabupaten/kota yang masih kurang dalam kinerja pengelolaan sampahnya akan mendapat pembinaan dan bimbingan dari pemerintah pusat agar dapat meningkatkan kualitas kinerja pengelolaan sampahnya. selain itu, MUI juga mengeluarkan fatwa yaitu Fatwa MUI No. 41 Tahun 2014 tentang pengelolaan sampah untuk mencegah kerusakan lingkungan yang menyatakan bahwa setiap muslim wajib menjaga kebersihan dan memanfaatkan kembali barang demi kemaslahatan bersama, membuang sampah sembarangan dan membuang barang yang masih dapat dimanfaatkan hukumnya haram, kemudian mendaur ulang sampah hukumnya wajib kifayah yaitu kewajiban yang akan gugur apabila telah dilaksanakan oleh sebagian orang muslim.

Dikarenakan setiap muslim khususnya diharuskan untuk peduli terhadap pengelolaan sampah sehingga solusi pada setiap klaster kabupaten/kota yang didapatkan dalam penelitian ini disesuaikan dengan urgensinya masing-masing.

Pada klaster 1 dengan pengelolaan sampah terbaik yaitu Kota Jakarta Barat, Kota Jakarta Selatan, dan Kota Jakarta Timur sehingga dapat menjadi acuan atau percontohan untuk kabupaten/kota lainnya. Klaster 2 terdapat Kabupaten Bandung dimana pengelolaan sampah cukup baik namun pada penanganan sampah masih diperlukan peningkatan lagi yang menjadi kewajiban baik dari masyarakat setempat maupun pemerintah. Kemudian pada klaster 3 terdapat Kota Medan, Kota Palembang, Kota Jakarta Utara, Kota Bandung, Kota Bekasi, dan Kota Semarang merupakan klaster dengan pengelolaan sampah yang baik tetapi baik saja tidak cukup, masyarakat dan pemerintah setempat masih perlu berupaya agar kinerja pengelolaan sampahnya dapat meningkat menjadi lebih baik lagi. Sedangkan untuk klaster 4 merupakan kabupaten/kota dengan kinerja pengelolaan sampah yang masih kurang sehingga diperlukan kesadaran dari masyarakatnya dan solusi dari pemerintah sehingga dapat menghindari dan mencegah kerusakan lingkungan yang akan terjadi.



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1. Simpulan

Kesimpulan yang didapatkan penulis dari penelitian mengenai AHC dalam mengklaster kabupaten/kota di Indonesia berdasarkan kinerja pengelolaan sampah antara lain sebagai berikut.

1. Dari 3 metode yang digunakan yaitu *single linkage*, *complete linkage*, dan *average linkage*. Didapatkan bahwa untuk *single linkage* jumlah klaster terbaiknya adalah sebanyak 5 dengan nilai *Silhouette Coefficient*nya yaitu 0,669 dengan struktur klaster baik. *Complete linkage* jumlah klaster terbaiknya yaitu sebanyak 7 klaster dengan *Silhouette Coefficient*nya sebesar 0,714 dan *average linkage* hasil klaster terbaiknya adalah 4 klaster dengan nilai *Silhouette Coefficient*nya adalah 0,735 dengan struktur klaster dari 3 metode tersebut adalah kuat.
2. Metode *average linkage* adalah metode terbaik yang digunakan dalam penelitian ini karena memiliki nilai *silhouette* terbesar. Dengan karakteristik capaian kinerja pengelolaan sampah pada Kota klaster 1 adalah yang terbaik, kemudian pada kabupaten/kota dalam klaster 3 capaian kinerja pengelolaan sampah adalah baik, pada Kota Klaster 2 capaian kinerja pengelolaan sampah cukup baik, dan pada klaster 4 capaian kinerja pengelolaan sampah masih kurang.

## 5.2. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan penulis untuk penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Setelah mengetahui hasil klaster dari capaian kinerja pengelolaan sampah, diharapkan pemerintah dapat membantu dan memfasilitasi di kabupaten/kota yang kinerja pengelolaan sampahnya masih belum maksimal sehingga pengelolaan sampah di kabupaten/kota tersebut dapat meningkat.
2. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan metode AHC lainnya seperti *ward linkage*, *centroid linkage* dan metode klastering lain.
3. Diharapkan variabel yang digunakan dapat lebih banyak lagi dan data yang digunakan lebih terbaru sehingga penelitian selanjutnya diharapkan mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik.

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR PUSTAKA

- Akman, O., Comar, T., Hrozencik, D., and Gonzales, J. (2019). Data Clustering and Self-Organizing Maps in Biology. In *Algebraic and Combinatorial Computational Biology*, chapter 11, pages 351–374. Elsevier Inc.
- Alpiana, I. and Anifah, L. (2019). Penerapan Metode KnA (Kombinasi K-Means dan Agglomerative Hierarchical Clustering) dengan Pendekatan Single Linkage untuk Menentukan Status Gizi pada Balita. *Indonesian Journal of Engineering and Technology (INAJET)*, 1(2):2464–2623.
- Badan Standarisasi Nasional (2002). SNI 19-2454-2002 :Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan. Technical Report ICS 27.180, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Bolton, K. and Rousta, K. (2019). *Solid Waste Management Toward Zero Landfill: A Swedish Model*. Elsevier B.V.
- Bouguettaya, A., Yu, Q., Liu, X., Zhou, X., and Song, A. (2014). Efficient agglomerative hierarchical clustering. *Expert Systems with Applications*, 42(5):2785–2797.
- Chicago Metropolitan Agency for Planning (2013). Impacts of Municipal Solid Waste - CMAP.
- Cho, P.-K. and Lee, S.-U. (2016). Waste Resources Management and Utilization Policies of Korea. Technical report, Ministry of Strategy and Finance Republic of Korea, Seoul.

- Chubb, H. and Simpson, J. M. (2012). The use of Z-scores in paediatric cardiology. *Annals of Pediatric Cardiology*, 5(2):179–184.
- Curtis, A. E., Smith, T. A., Ziganshin, B. A., and Elefteriades, J. A. (2016). The Mystery of the Z-Score. 4(4):124–130.
- Dewi, D. A. I. C. and Pramita, D. A. K. (2019). Analisis Perbandingan Metode Elbow dan Silhouette pada Algoritma Clustering K-Medoids dalam Pengelompokan Produksi Kerajinan Bali. *Matrix : Jurnal Manajemen Teknologi dan Informatika*, 9(3):102–109.
- Duarte, J., Vieira, L. W., Marques, A. D., Schneider, P. S., Pumi, G., and Prass, T. S. (2021). Increasing power plant efficiency with clustering methods and Variable Importance Index assessment. *Energy and AI*, 5.
- El Bouchefry, K. and de Souza, R. S. (2020). Learning in Big Data: Introduction to Machine Learning. In *Knowledge Discovery in Big Data from Astronomy and Earth Observation: Astrogeoinformatics*, chapter 12, pages 225–249. Elsevier Inc.
- European Commission (2022). Waste Framework Directive.
- Fahad, A., Alshatri, N., Tari, Z., Alamri, A., Khalil, I., Zomaya, A. Y., Fofou, S., and Bouras, A. (2014). A survey of clustering algorithms for big data: Taxonomy and empirical analysis. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*, 2(3):267–279.
- Fahrudin, T. M., Riyantoko, P. A., Hindrayani, K. M., and Swari, M. H. P. (2021). Cluster Analysis of Hospital Inpatient Service Efficiency Based on BOR,

- BTO, TOI, AvLOS Indicators using Agglomerative Hierarchical Clustering. *Telematika*, 18(2):194.
- Farida, Y., Khariri, A. F., Yuliati, D., and Khaulasari, H. (2022). Clustering Couples of Childbearing Age to Get Family Planning Counseling using K-Means Method. *Matrik: Jurnal Manajemen, Teknik Informatika, dan Rekayasa Komputer*, 22(1):191–202.
- Giordani, P., Ferraro, M. B., and Martella, F. (2020). *Behaviormetrics : An Introduction to Clustering with R*. Springer, Roma, i edition.
- Goyal, H., Venu, S. D., Pokuri, R. R., Kathula, S., and Battula, N. (2014). Normalization of Data in Data Mining. *International Journal of Software and Web Sciences ( IJSWS )*, pages 32–33.
- Han, J., Kamber, M., and Pei, J. (2012). Data Preprocessing. In *Data Mining: Concepts and techniques*, pages 83–124. Elsevier Inc.
- Imron, M. A. and Prasetyo, B. (2020). Improving Algorithm Accuracy K-Nearest Neighbor Using Z-Score Normalization and Particle Swarm Optimization to Predict Customer Churn. *Journal of Soft Computing Exploration*, 1(1):56–62.
- Irwansyah, E., & Faisal, M. (2019). *Advanced Clustering : Teori dan Aplikasi*. Deepublish, Yogyakarta.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2019). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.75/MENLHK/SETJEN/KUM.1/10/2019.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2021). *Rencana Kerja*

- Pengelolaan Sampah Tahun 2021*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Jakarta.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2022a). *Laporan Kinerja Direktorat Pengelolaan Sampah*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Jakarta.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2022b). SISTEM INFORMASI PENGELOLAN SAMPAH NASIONAL.
- Kementerian Pekerjaan Umum (2013). Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga.
- Kotu, V. and Deshpande, B. (2019). Clustering. In *Data Science*, chapter 7, pages 221–261. Elsevier Inc., 2 edition.
- Latuconsina, M. M. S. and Rusydi, B. U. (2017). Potensi Ekonomi Melalui Pengolahan Sampah Dalam Perspektif Islam. *Iqtisaduna*, 3(2):187–204.
- Lee, I. and Yang, J. (2009). Common Clustering Algorithms. *Comprehensive Chemometrics*, 2:577–618.
- Letcher, T. M. and Vallero, D. A. (2019). *Waste: A handbook for Management*. Academic Press, United Kingdom, second edi edition.
- Manik, K. E. S. (2018). *Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Kencana, Jakarta, pertama edition.
- McKim, C. A. (2017). The Value of Mixed Methods Research: A Mixed Methods Study. *Journal of Mixed Methods Research*, 11(2):202–222.

- Mulyaningrum, D., Nusrang, M., and Sudarmin (2018). Analisis Cluster Pendekatan Metode Hierarchical Clustering Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Di Provinsi Sulawesi Selatan. *UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR*, pages 1–9.
- National Environment Agency Singapore (2022). Waste Statistics and Overall Recycling.
- Omang, D. I., John, G. E., Inah, S. A., and Bisong, J. O. (2021). Public health implication of solid waste generated by households in bekwarra local government area. *African Health Sciences*, 21(3):1467–1473.
- Paembonan, S. and Abduh, H. (2021). Penerapan Metode Silhouette Coefficient untuk Evaluasi Clustering Obat. *PENA TEKNIK: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 6(2):48.
- Panda, A., Pachori, R. B., and Sinnappah-Kang, N. D. (2021). Classification of chronic myeloid leukemia neutrophils by hyperspectral imaging using Euclidean and Mahalanobis distances. *Biomedical Signal Processing and Control*, 70(August):103025.
- Pemerintah Pusat (2008). PENGELOLAAN SAMPAH.
- Pemerintah Pusat (2012). PENGELOLAAN SAMPAH RUMAH TANGGA DAN SAMPAH SEJENIS SAMPAH RUMAH TANGGA.
- Pratikto, R. O. and Damastuti, N. (2021). Klasterisasi Menggunakan Agglomerative Hierarchical Clustering Untuk Memodelkan Wilayah Banjir. *JOINTECS (Journal of Information Technology and Computer Science)*, 6(1):13–20.
- Presiden Republik Indonesia (2017). Kebijakan Dan Strategi Daerah Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga.

- Sarif, A. and Ahmad, R. (2017). Konsep Maslahat dan Mafsadah menurut Imam al-Ghazali. *Tsaqafah*, 13(2):353.
- Sasirekha, K. and Baby, P. (2013). Agglomerative Hierarchical Clustering Algorithm-A Review. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 3(1):2250–3153.
- Sharma, R., Sharma, K., and Khanna, A. (2020). Study of Supervised Learning and Unsupervised Learning. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 8(6):588–593.
- Shihab, M. Q. (2002a). *Tafsir Al-Misbah*, volume 6. Lentera Hati, Jakarta, 6 edition.
- Shihab, M. Q. (2002b). *Tafsir Al-Mishbah*. Lentera Hati, Jakarta, 10 edition.
- Shihab, M. Q. (2003). *Tafsir AL-Mishbah*, volume 1. Lentera Hati, Jakarta.
- Simanjuntak, K. P. and Khaira, U. (2021). Pengelompokan Titik Api di Provinsi Jambi dengan Algoritma Agglomerative Hierarchical Clustering. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 1(1):7–16.
- Siroj, K. H. S. A., PBNU, L. B. M., and PBNU, L. (2019). *Fiqih Penanggulangan Sampah Plastik*. PBNU, Jakarta.
- Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (2022). CAPAIAN KINERJA PENGELOLAAN SAMPAH.
- Subasi, A. (2020). Data Preprocessing. In *Practical Machine Learning for Data Analysis Using Python*, chapter 2. Academic Press.
- The World Bank Group (2022). Solid Waste Management.

United States Environmental Protection Agency (2022). Criteria for The Definition of Solid Waste and Solid and Hazardous Waste Exclusions.

Wang, X. and Xu, Y. (2019). An improved index for clustering validation based on Silhouette index and Calinski-Harabasz index. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 569(5).

Windraswara, R. and Prihastuti, D. A. B. (2017). Analisis Potensi Reduksi Sampah Rumah Tangga Untuk Peningkatan Kualitas Kesehatan Lingkungan. *Unnes Journal of Public Health*, 6(2):123.

Wira, B., Budianto, A. E., and Wiguna, A. S. (2019). Implementasi Metode K-Medoids Clustering Untuk Mengetahui Pola Pemilihan Program Studi Mahasiswa Baru Tahun 2018 Di Universitas Kanjuruhan Malang. *RAINSTEK : Jurnal Terapan Sains & Teknologi*, 1(3):53–68.

Zulkifli, A. (2017). *Pandangan Islam Terhadap Lingkungan*. Ecobook, Yogyakarta.

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A