

**PENGELOMPOKAN USAHA MIKRO, KECIL, DAN MENENGAH  
(UMKM) BERDASARKAN KESIAPAN SERTIFIKASI HALAL  
MENGUNAKAN METODE CLUSTERING TERBOBOT**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1  
Program Studi Teknik Industri - Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia**



Nama : Husen Fadholi  
No. Mahasiswa : 20522276

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2024**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mengakui bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang seluruhnya sudah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 20 Agustus 2024



Handwritten signature of Husen Fadholi.

(Husen Fadholi)

NIM. 20522276

## SURAT BUKTI PENELITIAN



FAKULTAS  
TEKNOLOGI INDUSTRI

Gedung KH. Mas Mansur  
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia  
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584  
T. (0274) 898444 ext. 4100, 4101  
F. (0274) 895007  
E. fti@uii.ac.id  
W. fti.uui.ac.id

### SURAT KETERANGAN PENELITIAN

Nomor: 010/Ka.Lab.Datmin/70/Lab.Datmin/VIII/2024

#### ***Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh***

Kami yang bertanda tangan dibawah ini, menerangkan bahwa mahasiswa dengan keterangan sebagai berikut :

Nama : Husen Fadholi  
No. Mhs : 20522276  
Dosen Pembimbing : Dr. Harwati S.T., M.T.

Telah selesai melaksanakan penelitian yang berjudul "Pengelompokan Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) berdasarkan Kesiapan Sertifikasi Halal menggunakan Metode *Clustering Terbobot*" di Laboratorium Data Mining, Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia tercatat mulai tanggal 01 Maret 2024 sampai dengan tanggal 31 Mei 2024.

Demikian surat keterangan kami keluarkan, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

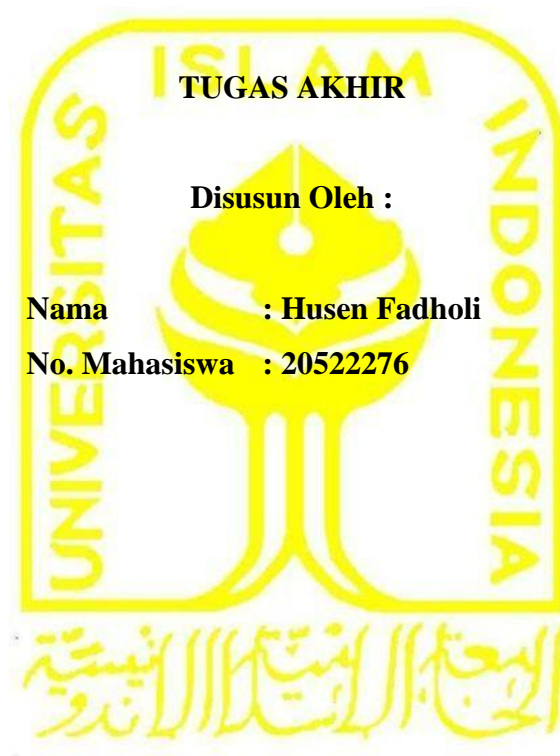
#### ***Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh***

Yogyakarta, 06 Agustus 2024

Kepala Laboratorium  
Data Mining

Annisa Uswatun Khasanah, ST., M.B.A., M.Sc.

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**  
**PENGELOMPOKAN USAHA MIKRO, KECIL, DAN MENENGAH (UMKM)**  
**BERDASARKAN KESIAPAN SERTIFIKASI HALAL MENGGUNAKAN METODE**  
**CLUSTERING TERBOBOT**



**Yogyakarta, 20 Agustus 2024**

**Dosen Pembimbing**

**(Dr. Harwati, S.T., M.T.)**

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI**  
**PENGELOMPOKAN USAHA MIKRO, KECIL, DAN MENENGAH (UMKM)**  
**BERDASARKAN KESIAPAN SERTIFIKASI HALAL MENGGUNAKAN METODE**  
**CLUSTERING TERBOBOT**

**TUGAS AKHIR**

**Disusun Oleh :**

**Nama : Husen Fadholi**

**No. Mahasiswa : 20522276**

Telah dipertahankan di depan sidang pengujian sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 20 - Agustus - 2024

**Tim Penguji**

Dr. Harwati, S.T., M.T.

Ketua

Danang Setiawan, S.T., M.T.

Anggota I

Chancard Basumerda, S.T., M.Sc.

Anggota II

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana**  
**Fakultas Teknologi Industri**  
**Universitas Islam Indonesia**

**Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM.**  
**NIK. 015220101**

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Dengan tulus ikhlas dan penuh rasa cinta, rasa syukur, serta penghormatan yang setinggi tingginya, skripsi ini saya persembahkan kepada kedua orang tua tercinta, Ibu Sudirah, Bapak Yunantoro, Kakak Hasna Sabila, dan Adik Hasan Diamahatma. Kehadiran, dukungan tanpa henti, kasih sayang, serta dorongan Ibu dan Bapak telah memberikan cahaya dan arahan dalam setiap langkah perjalanan hidup saya. Tak lupa, penghargaan dan ucapan terima kasih yang tak terhingga juga saya sampaikan kepada saudara-saudara serta teman-teman terdekat yang senantiasa memberikan semangat, dukungan, dan doa-doa tulus.

**MOTTO**

“Bekerjalah kamu, maka Allah akan melihat pekerjaanmu, begitu juga Rasul-Nya dan orang-orang mukmin, dan kamu akan dikembalikan kepada (Allah) Yang Mengetahui yang gaib dan yang nyata, lalu diberitakan-Nya kepada kamu apa yang telah kamu kerjakan.”

**(QS. at-Taubah: 105)**

*“To do a great right do a little wrong.”*

**(William Shakespeare)**

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrohmanirrohiim,  
Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

*Alhamdulillahirabbil'alamin*, segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis senantiasa dalam keadaan sehat dan dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Pengelompokan Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) Berdasarkan Kesiapan Sertifikasi Halal menggunakan Metode *Clustering* Terbobot Sebagai Usulan Strategi Penerapan Sertifikasi Halal”. Tak lupa penulis mengucapkan shalawat serta salam yang dipersembahkan kepada Nabi besar Muhammad SAW, utusan Allah yang telah membawa cahaya petunjuk bagi seluruh umat manusia.

Tugas Akhir merupakan salah satu prasyarat kelulusan untuk menyelesaikan program studi S-1, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Penyusunan Tugas Akhir ini tidaklah berjalan tanpa rintangan, namun di balik setiap tantangan tersebut, penulis merasakan dukungan yang luar biasa dari berbagai pihak. Penulis ingin mengungkapkan rasa terima kasih yang tulus kepada mereka yang telah turut berperan serta dalam perjalanan ini, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

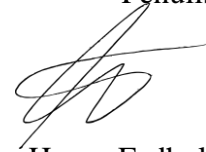
1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo M.T., IPU, ASEAN.Eng. selaku dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Dr. Harwati, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbingan kepada penulis dalam penyelesaian tugas akhir.
4. Bapak Yunantoro dan Ibu Sudirah selaku orang tua penulis yang menjadi motivasi terbesar dan selalu memberikan doa hingga motivasi demi kelancaran proses pengerjaan tugas akhir serta dukungan berupa moril dan materiil hingga saat ini.
5. Kakak Hasna Sabila dan Adik Hasan Diamahatma selaku saudara kandung penulis yang turut memberikan motivasi, semangat, dan doa.
6. Aria, Viona, Jacob, dan Fauzan selaku teman setia yang selalu memberikan dukungan, doa, motivasi, dan semangat kepada penulis dalam penyelesaian tugas akhir.
7. Kepala Laboratorium, Laboran, dan Teman-Teman Asisten Laboratorium *Data Mining* periode 2018, 2019, 2020, 2021, dan 2022 yang memberikan semangat, dukungan, dan doa.
8. Teman-teman Teknik Industri UII Angkatan 2020 yang telah membantu dan memberikan semangat hingga motivasi dalam pelaksanaan tugas akhir.
9. Pemilik UMKM pangan di Yogyakarta dan *Expert* di bidang sertifikasi halal yang telah berperan penting dalam pelaksanaan tugas akhir.

Penulis sadar bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, tetapi telah memberi manfaat bagi Penulis. Proses penyusunan tidak luput dari hambatan dan tantangan yang menjadikan perjalanan ini sebagai proses pembelajaran berharga. Penulis berharap tugas akhir ini bermanfaat bagi semua pembaca. Kritik dan saran yang bertujuan menyempurnakan tugas akhir ini sangat diterima oleh Penulis.

*Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Yogyakarta, 20 Agustus 2024

Penulis



Husen Fadholi

## ABSTRAK

Pertumbuhan kesadaran konsumen terhadap kehalalan produk telah mendorong pemilik Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) untuk memperoleh sertifikasi halal. Tidak hanya pemilik UMKM, pemerintah juga mulai mengantisipasi kejadian tersebut dengan memperbarui serta memperketat peraturan tentang sertifikasi halal untuk memastikan bahwa produk-produk yang dikonsumsi oleh masyarakat memenuhi standar kehalalan yang ditetapkan oleh agama dan kebijakan pemerintah. Namun, usaha kecil dan menengah (UMKM) sering mengalami kesulitan dalam memahami dan mematuhi peraturan tersebut, sementara masih dihadapkan pada tantangan dalam memperoleh dan mempertahankan sertifikasi halal. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi strategi-strategi efektif dalam penerapan sertifikasi halal di kalangan UMKM, dengan memperhatikan juga dampak peraturan pemerintah yang berkaitan. Data pada penelitian ini adalah data hasil kuesioner yang berisi pertanyaan mengenai demografi UMKM dan yang menjalankannya serta kesiapan UMKM di D.I. Yogyakarta dalam mempersiapkan sertifikasi halal pada usahanya. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *clustering* terbobot dengan pembobotan data menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan pengelompokannya menggunakan *Clustering Analysis* algoritma *K-Means*.

Kata Kunci: AHP, *K-Means*, Sertifikasi Halal, UMKM, *Weighted Clustering*

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN .....	iii
SURAT BUKTI PENELITIAN .....	iv
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....	v
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI .....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vii
MOTTO .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
ABSTRAK .....	xi
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Batasan Penelitian .....	6
1.6 Sistematika Penelitian .....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	8
2.1 Kajian Literatur .....	8
2.1.1 <i>Analytical Hierarchy Process (AHP)</i> .....	8
2.1.2 <i>Clustering</i> .....	11
2.1.3 <i>T-Test</i> .....	14
2.1.4 <i>Weighted Clustering</i> .....	15
2.1.5 Tabel Kajian Induktif .....	18
2.2 Landasan Teori .....	24
2.2.1 Sertifikasi Halal .....	24
2.2.2 UMKM .....	25
2.2.3 <i>Weighted Clustering</i> .....	26
2.2.4 <i>Data Mining</i> .....	26
2.2.5 <i>Analytical Hierarchy Process</i> .....	27
2.2.6 <i>Cluster</i> .....	28
2.2.7 Algoritma <i>K-Means</i> .....	30
2.2.8 Metode <i>Elbow</i> .....	31
2.2.9 <i>Silhouette Score</i> .....	31
2.2.10 <i>Python</i> .....	31
BAB III METODE PENELITIAN .....	34
3.1 Objek Penelitian .....	34
3.2 Jenis Data .....	34
3.3 Metode Pengumpulan Data .....	35
3.4 Alur Penelitian .....	39
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....	42
4.1 Pengumpulan Data .....	42

4.2	<i>Pre-Processing</i> .....	42
4.2.1	<i>Pre-Processing Analytical Hierarchy Process</i> .....	42
4.2.2	<i>Pre-Processing Clustering</i> .....	43
4.3	Transformasi Data .....	43
4.3.1	Transformasi Data <i>Analytical Hierarchy Process</i> .....	43
4.3.2	Transformasi Data <i>Clustering</i> .....	44
4.4	Pengolahan Data <i>Analytical Hierarchy Process</i> .....	45
4.4.1	<i>Geometric Mean Theory</i> .....	45
4.4.2	Uji Konsistensi.....	46
4.4.3	Hasil Pembobotan.....	47
4.5	Pengolahan Data <i>Clustering</i> .....	48
4.5.1	Standardisasi Data .....	48
4.5.2	Penentuan Nilai Optimal <i>Cluster</i> .....	49
4.5.3	Hasil <i>Clustering</i> menggunakan Nilai Optimal <i>Cluster</i> .....	51
4.5.4	Visualisasi <i>Cluster</i> .....	53
4.5.5	Penentuan Nilai <i>Centroid</i> dan <i>Final Cluster Center</i> .....	54
4.5.6	Profilisasi <i>Cluster</i> .....	56
4.6	Perbandingan K-Means Clustering dan K-Means Clustering Terbobot.....	58
4.6.1	<i>Data</i> .....	58
4.6.2	Hasil Perbandingan Uji T .....	59
BAB V PEMBAHASAN .....		61
5.1	Perbandingan Hasil K-Means Clustering dan K-Means Clustering Terbobot .	61
5.2	Hasil Pembobotan.....	61
5.3	Profilisasi <i>Cluster</i> .....	62
5.4	Strategi Pengembangan UMKM Berbasis Sertifikasi Halal.....	64
5.5	Limitasi Penelitian .....	66
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		68
6.1	Kesimpulan .....	68
6.2	Saran .....	69
DAFTAR PUSTAKA.....		70
LAMPIRAN .....		A-1

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kajian Induktif .....	18
Tabel 3. 1 Variabel Penelitian .....	35
Tabel 4. 1 Data Hasil Transformasi.....	44
Tabel 4. 2 Keterangan Data Transformasi.....	45
Tabel 4. 3 <i>Random Index</i> .....	47
Tabel 4. 4 Hasil Pembobotan .....	48
Tabel 4. 5 Jumlah Anggota <i>K-Means Clustering</i> .....	53
Tabel 4. 6 Jumlah Anggota <i>K-Means Clustering</i> Terbobot .....	53
Tabel 4. 7 Nilai <i>Centroid K-Means Clustering</i> .....	55
Tabel 4. 8 Nilai <i>Centroid K-Means Clustering</i> Tebobot.....	55
Tabel 4. 9 Nilai <i>Final Cluster Centers K-Means Clustering</i> .....	56
Tabel 4. 10 Nilai <i>Final Cluster Centers K-Means Clustering</i> Tebobot.....	56
Tabel 4. 11 Pembulatan Nilai Profilisasi <i>K-Means Clustering</i> .....	57
Tabel 4. 12 Transformasi Nilai Profilisasi <i>K-Means Clustering</i> .....	57
Tabel 4. 13 Pembulatan Nilai Profilisasi <i>K-Means Clustering</i> Terbobot.....	57
Tabel 4. 14 Transformasi Nilai Profilisasi <i>K-Means Clustering</i> Terbobot .....	58
Tabel 4. 15 Data Hasil <i>K-Means Clustering</i> .....	59
Tabel 4. 16 Data Hasil <i>K-Means Clustering</i> Terbobot.....	59
Tabel 4. 17 Hasil Perbandingan Uji T .....	60
Tabel 5. 1 Hasil Profilisasi <i>K-Means Clustering</i> Terbobot .....	62
Tabel 5. 2 Strategi Sertifikasi Halal .....	64

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....	39
Gambar 4. 1 Perbandingan Berpasangan <i>Expert 1</i> .....	43
Gambar 4. 2 Perbandingan Berpasangan <i>Expert 2</i> .....	44
Gambar 4. 3 Perbandingan Berpasangan <i>Expert 3</i> .....	44
Gambar 4. 4 <i>Geometric Mean Theory</i> Perbandingan Berpasangan.....	46
Gambar 4. 5 Normalisasi Data AHP.....	46
Gambar 4. 6 Hasil Uji Konsistensi.....	47
Gambar 4. 7 Standardisasi Data <i>K-Means Clustering</i> .....	48
Gambar 4. 8 Standardisasi Data <i>K-Means Clustering</i> Terbobot.....	49
Gambar 4. 9 Grafik <i>Elbow K-Means Clustering</i> .....	49
Gambar 4. 10 Grafik <i>Elbow K-Means Clustering</i> Terbobot.....	49
Gambar 4. 11 Grafik <i>Silhouette K-Means Clustering</i> .....	50
Gambar 4. 12 Grafik <i>Silhouette K-Means Clustering</i> Terbobot.....	50
Gambar 4. 13 Visualisasi <i>K-Means Clustering</i> .....	54
Gambar 4. 14 Visualisasi <i>K-Means Clustering</i> Terbobot.....	54

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) merupakan tulang punggung perekonomian Indonesia. Berdasarkan data dari Kementerian Koperasi dan Usaha Kecil dan Menengah (Kemenkop UKM), UMKM menyumbang lebih dari 60% terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia dan menyediakan lapangan kerja bagi lebih dari 90% angkatan kerja nasional (Jamil *et al.*, 2022). Dengan kontribusi yang begitu besar, UMKM memiliki peran strategis dalam mendorong pertumbuhan ekonomi, mengurangi pengangguran, dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Namun, UMKM sering kali menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan akses permodalan, rendahnya adopsi teknologi, dan keterbatasan dalam mengakses pasar yang lebih luas.

Salah satu aspek penting yang dapat meningkatkan daya saing UMKM khususnya di bidang makanan adalah sertifikasi halal. Sertifikasi halal menjadi semakin relevan di tengah meningkatnya kesadaran konsumen Muslim akan pentingnya produk yang sesuai dengan syariat Islam. Selain itu, sertifikasi halal juga memiliki potensi besar untuk meningkatkan penetrasi pasar UMKM makanan di tingkat global, mengingat besarnya permintaan terhadap produk halal di pasar internasional (Maulana & Zulfahmi, 2022). Sertifikasi halal tidak hanya memastikan bahwa produk yang dihasilkan sesuai dengan standar halal, tetapi juga meningkatkan kepercayaan konsumen dan membuka peluang ekspor ke negara-negara dengan mayoritas penduduk Muslim.

Di samping hal tersebut, saat ini jumlah UMKM yang telah memperoleh sertifikasi halal masih jauh dari target. Berdasarkan data Kementerian Koperasi dan UKM yang juga di sampaikan oleh Tenaga Ahli Menkeu Bidang Keuangan dan Keuangan Syariah menjelaskan bahwa saat ini tercatat dari total 65 juta pemilik UMKM di seluruh Indonesia, hanya 3,8 juta UMKM yang telah bersertifikat halal, yang setara dengan sekitar 5,8% dari total UMKM (Qomariyah, 2023). Target pemerintah adalah sebanyak 10 juta pelaku UMKM di Indonesia harus memiliki sertifikasi halal. Pemerintah telah mengeluarkan Peraturan Pemerintah No. 31 Tahun 2019 tentang Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 33 Tahun 2014 tentang Jaminan Produk Halal, yang mewajibkan seluruh pelaku usaha makanan dan minuman, termasuk UMKM, untuk memiliki sertifikasi halal paling lambat akhir tahun 2024 (Shofiyah &

Qadariyah, 2022). Pemberlakuan produk wajib halal dilakukan secara bertahap yang dimulai dari produk makanan dan minuman pada tanggal 17 Oktober 2019 hingga 17 Oktober 2024 sesuai dengan Peraturan Menteri Agama (PMA) Nomor 26 Tahun 2019 (Gunawan *et al.*, 2021). Peraturan ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh produk yang beredar di pasar domestik memenuhi standar halal, yang tidak hanya penting bagi konsumen Muslim di Indonesia, tetapi juga meningkatkan daya saing produk Indonesia di pasar global. Implementasi peraturan ini menjadi tantangan besar bagi banyak UMKM, terutama mereka yang belum siap dari segi administratif, teknis, maupun dalam pemahaman mengenai prosedur sertifikasi halal. Banyak UMKM yang masih belum memahami sepenuhnya persyaratan dan proses yang harus dilalui untuk mendapatkan sertifikasi halal (Lubis *et al.*, 2022). Kesulitan ini menghambat UMKM untuk memperoleh sertifikasi halal dan memanfaatkan peluang yang ditawarkan oleh pasar halal global.

Meskipun demikian, proses mendapatkan sertifikasi halal sering kali menjadi tantangan bagi UMKM makanan. Proses ini melibatkan berbagai aspek administratif, teknis, dan pemahaman yang mendalam mengenai prosedur sertifikasi. Banyak UMKM makanan yang belum siap dari segi dokumen pendukung, sistem produksi yang sesuai standar halal, serta pengetahuan dan pemahaman mengenai persyaratan sertifikasi halal (Warto & Samsuri, 2020). Kesulitan ini menghambat UMKM makanan untuk memperoleh sertifikasi halal dan memanfaatkan peluang yang ditawarkan oleh pasar halal global.

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan UMKM di bidang makanan berdasarkan kesiapan mereka dalam memperoleh sertifikasi halal. Pengelompokan UMKM ini sangat penting agar intervensi, bantuan, dan pendampingan dapat diberikan secara tepat sesuai dengan kebutuhan masing-masing kelompok UMKM. Untuk mencapai tujuan tersebut, penelitian ini menggunakan metode *clustering* terbobot yang menggabungkan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk membobotkan variabel dan *Clustering* untuk mengelompokkan UMKM berdasarkan kesamaan karakteristiknya.

*Analytical Hierarchy Process* (AHP) adalah metode yang digunakan untuk menentukan bobot dari berbagai variabel yang mempengaruhi kesiapan UMKM dalam memperoleh sertifikasi halal (Suhaeri & Yunita, 2023). Pada penelitian ini, AHP digunakan untuk mengetahui bobot dari setiap atribut atau variabel yang memengaruhi hasil akhir penelitian. Penentuan bobot dari masing-masing variabel pada penelitian ini akan ditentukan oleh beberapa

*expert* atau orang yang ahli dalam bidang UMKM dan sertifikasi halal. Variabel-variabel yang dipertimbangkan dalam penelitian ini meliputi lama UMKM berdiri, pendidikan terakhir pemilik UMKM, penghasilan per bulan, pengetahuan (*knowledge*), sikap, kesadaran (*awareness*), dan kesiapan teknologi. Menurut (Prabowo, 2014) hampir semua kelompok menempatkan isu kurangnya pengetahuan (*knowledge*) dan kesadaran (*awareness*) sebagai isu terpenting sebagai faktor dalam institusi yang menghambat upaya mereka untuk memenuhi standar halal. Selain itu, dalam jurnal berjudul “*Imposition of Administrative Sanctions on Government Officials Who Do Not Implement Decision of the State Administrative Court*” juga menyebutkan bahwa *the voluntary execution* yang didasari oleh kesadaran pejabat TUN sangat berperan dalam kinerja putusan pengadilan (Maksudi & Suhartono, 2023). Jika hal tersebut dikaitkan dengan penelitian ini maka dapat disimpulkan jika pendaftaran sertifikasi halal UMKM sangat dipengaruhi oleh kesadaran pemilik UMKM sendiri. Selanjutnya, faktor yang juga mempengaruhi keputusan pemilik UMKM dalam memiliki sertifikasi halal tidak terlepas dari karakter yang dimiliki oleh individu pemilik UMKM. Karakter tersebut berhubungan dengan sikap yang dimiliki oleh wirausaha dalam menjalankan dan mengembangkan usahanya (Qomariyah, 2023). Menurut (Wahyuni, 2021), kesiapan teknologi berpengaruh signifikan terhadap keberhasilan proses sertifikasi halal. UMKM dengan kesiapan teknologi yang lebih baik lebih mudah memenuhi persyaratan sertifikasi halal. Menurut (Akbar & Rohman, 2023), usaha yang telah berdiri lebih lama cenderung memiliki pengalaman, reputasi, dan kapasitas finansial yang lebih baik, yang dapat memudahkan proses sertifikasi halal dan menunjukkan komitmen yang lebih kuat terhadap kualitas produk halal. Pada jurnal yang berjudul “*Attitudes and Perceptions of University Students on Climate Change: Evidences from an International Study*”, disebutkan bahwa individu dengan tingkat pendidikan yang lebih tinggi cenderung memiliki pemahaman yang lebih baik tentang perubahan iklim dan sikap yang lebih proaktif terhadap isu tersebut, dibandingkan dengan individu yang memiliki tingkat pendidikan yang lebih rendah. Hal tersebut menunjukkan bahwa pendidikan memainkan peran penting dalam membentuk persepsi dan sikap dari setiap individu (Wall & Shiel, 2021). Menurut (Puspitasari & Urumsah, 2022), UMKM dengan penghasilan yang lebih tinggi cenderung lebih mampu untuk memenuhi biaya dan persyaratan sertifikasi halal, sementara UMKM dengan penghasilan yang rendah mungkin menghadapi kesulitan dalam memperoleh sertifikasi halal karena keterbatasan finansial.

Setelah itu, metode *clustering* diterapkan untuk mengelompokkan UMKM berdasarkan tingkat kesiapan mereka dalam memperoleh sertifikasi halal. Dalam hal ini, *K-Means Clustering* digunakan sebagai metode yang efektif untuk mengidentifikasi kelompok-kelompok dengan karakteristik serupa berdasarkan data yang tersedia (Nagari & Inayati, 2020). Dengan menggunakan bobot yang telah ditentukan oleh AHP, *K-Means Clustering* dapat menghasilkan pengelompokan UMKM yang lebih akurat dan sesuai dengan kondisi nyata di lapangan.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam upaya peningkatan daya saing UMKM di bidang makanan melalui sertifikasi halal. Dengan mengetahui kelompok-kelompok UMKM berdasarkan kesiapan mereka, pemerintah, lembaga sertifikasi, dan berbagai pihak terkait dapat merumuskan strategi pendampingan dan pemberdayaan yang lebih tepat sasaran. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat menjadi acuan dalam pengembangan kebijakan yang lebih mendukung UMKM dalam proses sertifikasi halal, sehingga meningkatkan akses mereka ke pasar yang lebih luas dan berkontribusi pada pertumbuhan ekonomi yang inklusif dan berkelanjutan.

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk mengelompokkan UMKM berdasarkan kesiapan sertifikasi halal, tetapi juga memberikan solusi praktis dan strategis untuk memperkuat sektor UMKM di Indonesia. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu *Clustering* Terbobot dengan kombinasi *Analytical Hierarchy Process* dan *K-Means Clustering*, diharapkan dapat memberikan hasil yang valid dan dapat diandalkan untuk pengembangan strategi peningkatan kesiapan sertifikasi halal bagi UMKM.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berikut merupakan rumusan masalah pada penelitian ini:

1. Berapa hasil pembobotan data kuesioner berjudul “Pengelompokan UMKM Berdasarkan Kesiapan Dalam Sertifikasi Halal di Daerah Istimewa Yogyakarta” menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process*?
2. Bagaimana karakteristik setiap *cluster* UMKM makanan dari hasil clustering terbobot?
3. Bagaimana strategi yang tepat agar UMKM makanan memiliki sertifikasi halal?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berikut merupakan tujuan pada penelitian ini:

1. Mengetahui hasil pembobotan data kuesioner berjudul “Pengelompokan UMKM Berdasarkan Kesiapan Dalam Sertifikasi Halal di Daerah Istimewa Yogyakarta” menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process*.
2. Mengetahui karakteristik setiap *cluster* UMKM makanan dari hasil clustering terbobot.
3. Mengetahui strategi yang tepat agar UMKM makanan memiliki sertifikasi halal.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Bagi Pemerintah

Penelitian ini memberikan solusi bagi pemerintah untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi dalam meningkatkan jumlah UMKM yang memiliki sertifikasi halal. Penggunaan metode *Clustering* Terbobot dapat membantu pemerintah dalam menentukan strategi untuk memberikan pemahaman sertifikasi halal kepada masyarakat dengan memperhatikan bobot setiap strategi yang akan digunakan. Dengan penelitian ini, pemerintah dapat merancang kebijakan yang lebih efektif, meningkatkan kepatuhan UMKM terhadap regulasi, memberdayakan UMKM melalui program pelatihan, dan meningkatkan kompetitivitas industri halal secara keseluruhan.

2. Bagi Masyarakat

Penelitian ini memberikan manfaat bagi pelaku UMKM dengan membantu mereka memperoleh sertifikasi halal, yang dapat meningkatkan kepercayaan konsumen, memperluas pangsa pasar, dan meningkatkan daya saing produk mereka. Bagi masyarakat, keberadaan UMKM dengan sertifikasi halal dapat memberikan akses lebih besar terhadap produk halal yang berkualitas, meningkatkan kepercayaan konsumen, dan meningkatkan kesadaran akan pentingnya konsumsi produk halal.

3. Bagi Peneliti

Penelitian ini berkontribusi dalam memperkaya literatur akademis dan praktis mengenai metode *Clustering* Terbobot menggunakan *Analytical Hierarchy Process* dan *K-Means Clustering* dalam konteks pengelompokan UMKM. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi pembaca atau peneliti yang tertarik dengan topik ini, sehingga dapat membantu mereka dalam mengembangkan solusi-solusi menggunakan metode ini.

## 1.5 Batasan Penelitian

Berikut merupakan batasan masalah dari penelitian ini:

1. Penelitian ini dilakukan di Daerah Istimewa Yogyakarta pada bulan Maret hingga Mei.
2. Objek penelitian ini adalah hasil kuesioner yang diisi oleh pelaku UMKM di D.I. Yogyakarta yang belum memiliki sertifikasi halal.
3. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Clustering* Terbobot menggunakan *Analytical Hierarchy Process* dan *K-Means Clustering*.
4. Hasil analisis yang akan diberikan adalah usulan strategi guna meningkatkan UMKM agar memiliki sertifikasi halal.

## 1.6 Sistematika Penelitian

Berikut merupakan sistematika penyusunan penelitian ini:

### **BAB I**

#### **PENDAHULUAN**

Berisi tentang deskripsi pendahuluan kegiatan penelitian, mengenai latar belakang permasalahan, perumusan masalah, tujuan yang ingin dicapai, manfaat penelitian, batasan penelitian, serta sistematika penulisan.

### **BAB II**

#### **KAJIAN PUSTAKA**

Berisi tentang uraian teori-teori dari referensi buku maupun jurnal serta hasil penelitian terdahulu berkaitan dengan masalah penelitian yang digunakan sebagai acuan penyelesaian masalah.

### **BAB III**

#### **METODOLOGI PENELITIAN**

Berisi tentang uraian kerangka dan alur penelitian, objek penelitian yang akan diteliti dan juga metode yang digunakan dalam penelitian.

### **BAB IV**

#### **HASIL DAN PENGOLAHAN DATA**

Berisi tentang data yang diperoleh selama penelitian dan bagaimana menganalisa data tersebut. Hasil pengolahan data ditampilkan baik dalam bentuk tabel maupun grafik.

Yang dimaksud dengan pengolahan data juga termasuk analisis yang dilakukan terhadap hasil yang diperoleh. Pada sub bab ini merupakan acuan untuk pembahasan hasil yang akan ditulis pada bab V.

## **BAB V**

### **PEMBAHASAN**

Berisi tentang pembahasan hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan dalam penelitian. Kesesuaian hasil dengan tujuan penelitian sehingga menghasilkan sebuah rekomendasi.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Berisi tentang kesimpulan terhadap analisis yang dibuat dan rekomendasi atau saran-saran atas hasil yang dicapai dalam permasalahan yang ditemukan selama penelitian, sehingga perlu dilakukan rekomendasi untuk dikaji pada penelitian selanjutnya.

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kajian Literatur

##### 2.1.1 *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Pada penelitian berjudul “*Assessing Digital Bank Preferences in the Philippines: An Application of Analytic Hierarchy Process*” yang disusun oleh (Ballo *et al.*, 2024). Penelitian ini menerapkan AHP untuk menentukan faktor-faktor yang paling signifikan memengaruhi preferensi pengguna bank digital di Filipina. Data pada penelitian ini didapatkan melalui survei *online* menggunakan *Google Forms* dan terkumpul sebanyak 150 responden. Hasil yang didapatkan menggunakan metode AHP menunjukkan bahwa *usefulness*, *usability*, dan *security* merupakan kriteria yang paling penting, sedangkan *health and safety* dan *risk* menunjukkan hasil yang paling tidak penting. Berdasarkan preferensi pengguna, *Rizal Commercial Banking* (RCBC) menjadi bank digital paling disukai, sedangkan Komo menjadi paling tidak disukai.

Pada penelitian berjudul “*Selecting Indicators of Acupuncture Service Quality Using Analytic Hierarchy Process*” yang disusun oleh (Wu *et al.*, 2024). Penelitian ini bertujuan untuk memilih indikator utama kualitas layanan akupunktur untuk membantu pengembangan strategi yang relevan untuk memandu manajemen layanan di klinik TCM. Penelitian ini menggunakan proses hierarki analitik (AHP) untuk mengidentifikasi indikator kunci kualitas layanan akupunktur. Arsitektur hierarki yang terdiri dari empat kriteria utama dan dua belas sub kriteria didirikan berdasarkan landasan teori yang kuat. Selanjutnya, penilaian para ahli dalam perbandingan berpasangan digunakan untuk menghitung bobot setiap kriteria dan menentukan kriteria kritis kualitas layanan akupunktur. Selanjutnya, *fuzzy* AHP digunakan untuk memvalidasi efektivitas AHP. Setelah dilakukannya pengolahan data, didapatkan kriteria *outcome quality* sebagai kriteria yang paling penting, diikuti oleh *interaction quality*. Diantara 12 sub kriteria, *patient satisfaction* dianggap yang paling penting, kemudian *expertise* dan *waiting time* masing-masing berada di peringkat keempat dan kelima. Berdasarkan hasil yang telah didapatkan maka dapat disimpulkan bahwa *outcome quality*, *interaction quality*, dan 5 sub kriteria merupakan indikator yang paling berpengaruh dalam kualitas layanan akupunktur. Pada penelitian ini, peneliti merekomendasikan strategi penghematan waktu untuk prosedur operasi dan kebijakan sumber daya manusia harus dikembangkan untuk meningkatkan layanan akupunktur.

Pada penelitian berjudul “*Assessment of Flexibility Options in Electric Power Systems Based on Maturity, Environmental Impact and Barriers using Fuzzy Logic Method and Analytic Hierarchy Process*” yang disusun oleh (Alexopoulos *et al.*, 2023). Integrasi yang cepat dari sumber energi terbarukan variabel bersamaan dengan pengurangan pembangkit listrik tenaga batu bara meningkatkan kebutuhan akan fleksibilitas dalam sistem tenaga listrik. Pada penelitian ini, *Flexibility Option* (FO) yang sama dinilai berdasarkan tingkat kematangannya, dampak lingkungannya dan hambatan teknis, ekonomi, sosial dan politik/peraturan yang mereka hadapi dalam penerapannya di Yunani, dengan menggunakan metode *Fuzzy Logic* (FL) dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Data mengenai tingkat kematangan dan dampak lingkungan diperoleh melalui kajian literatur, sedangkan data mengenai hambatan dikumpulkan melalui survei pendapat para ahli energi. Pada kedua metode (FL dan AHP), *Demand Response from Large Industrial Plants* (DRLIP) menempati peringkat 1 di antara opsi fleksibilitas yang memiliki FSI 0,745 dan GPV 0,483 sedangkan variabel Pembangkit Listrik Energi Terbarukan dan Pembangkit Listrik Tenaga Biogas berada di peringkat ke-2 dan ke-3 masing-masing. Sebaliknya *Power to Gas* (PtG) menduduki peringkat ke-23 (peringkat terendah) dengan metode FL dan peringkat ke-22 dengan metode AHP. Hasil penelitian ini sangat penting bagi para pembuat kebijakan karena mereka dapat mengidentifikasi sektor mana yang harus mengambil tindakan untuk mendorong opsi fleksibilitas spesifik sesuai dengan kebijakan mereka.

Pada penelitian berjudul “*Pengendalian Kualitas Produk Tahu dengan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)*” yang disusun oleh (Chandra & Ratnamurni, 2022). Penelitian ini dilakukan di UD tahu bernama Tahu Berkah yang bertujuan untuk mengetahui bobot prioritas dalam pengendalian kualitas produk tahu. Tahu merupakan salah satu hasil industri makanan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat karena dianggap makanan murah meriah tapi sangat bergizi. Oleh karena itu perlu diperhatikan kualitas produknya dan penting diketahui prioritas kriteria tahu yang berkualitas. Metode yang digunakan untuk mengendalikan kualitas tahu pada penelitian ini yaitu AHP. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif, sebagai informan data diperoleh dari para pengelola usaha UD Tahu Berkah dan responden *reseller* yang dianggap paham mengenai kualitas produk. Hasil penelitian dan hasil perhitungan AHP, kriteria tekstur, sub kriteria meningkatkan kualitas dan alternatif pelatihan SDM mendominasi dan memiliki nilai hitung yang tinggi dibandingkan dengan yang lain. Berdasarkan hasil, peneliti memberikan rekomendasi kepada pemilik Tahu Berkah untuk

memberikan pelatihan kepada SDM akan berpengaruh terhadap hasil produksi karena dengan adanya pelatihan akan menambah pengetahuan karyawan, keahlian dan keterampilan untuk menjalankan pekerjaan sesuai dengan keinginan perusahaan serta mencapai hasil kerjanya.

Pada penelitian berjudul “*Analysing Dimensions and Indicators to Design Energy Education Framework in Malaysia Using the Analytic Hierarchy Process (AHP)*” yang disusun oleh (Ilham *et al.*, 2022). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan kriteria penting yang mempengaruhi rantai pasokan pangan dalam kondisi ketidakpastian. Peneliti menggunakan metode *Delphi* untuk memilih kriteria utama yang dikelompokkan ke dalam empat kelompok yaitu Ketahanan dan Fleksibilitas, Transparansi, Komunikasi dan Kolaborasi, serta Regulasi dan Standardisasi. Selanjutnya peneliti menggunakan metode *fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP)* untuk memprioritaskan kriteria yang dipilih berdasarkan signifikansinya. Hasil dari penelitian ini menunjukkan investasi dalam penelitian dan pengembangan, transparansi, pembagian risiko dan kolaborasi antar pemangku kepentingan, merupakan kriteria utama keamanan dan keselamatan rantai pasokan pangan. Temuan-temuan ini berkontribusi pada perumusan dan pengembangan strategi efektif untuk mengamankan rantai pasokan pangan.

Pada penelitian berjudul “*Assessing the Impact of COVID-19 Pandemic on the Performance Indicators of Safety Management Using the Analytic Hierarchy Process (AHP) in an Electricity Industry*” yang disusun oleh (Esmaeili *et al.*, 2023). Penelitian ini menggunakan studi deskriptif-analitis *cross-sectional* ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh wabah *COVID-19* terhadap kinerja keselamatan untuk merevisi indeks keselamatan industri pada perusahaan distribusi listrik dengan menggunakan metode pengambilan keputusan multi-kriteria sebelum dan sesudah epidemi penyakit dalam tiga tahap. Pada bagian pertama, indikator keselamatan diidentifikasi berdasarkan indikator keselamatan komprehensif yang tersedia di industri dan pendapat para ahli. Pada bagian kedua, indikator keselamatan diberi peringkat, bobot, dan prioritas menggunakan *Analytic Hierarchy Process (AHP)*. Pada bagian ketiga, indikator-indikator tersebut dihitung dan dibandingkan pada periode sebelum dan sesudah merebaknya *COVID-19*. Dua kriteria utama, yaitu “kriteria efektivitas” dan “kriteria penerapan/perhitungan”, diidentifikasi untuk evaluasi dan perbandingan berpasangan indikator kinerja. Di antara kedua kriteria ini, kriteria penerapan/perhitungan mempunyai prioritas dan kepentingan lebih tinggi dalam evaluasi indikator. Perbandingan berpasangan dari indikator-indikator tersebut menunjukkan bahwa indikator “tingkat frekuensi kecelakaan” dan “faktor T

aman” (dengan bobot masing-masing 0,238 dan 0,023) memiliki prioritas tertinggi dan terendah, untuk penilaian kinerja keselamatan organisasi di antara SPI. Berdasarkan perhitungan indikator-indikator dan analisisnya sebelum dan sesudah merebaknya *COVID-19*, status kinerja keselamatan unit saat ini tidak terpengaruh secara signifikan oleh pandemi ini. Namun, investigasi yang dilakukan saat mengumpulkan data yang diperlukan untuk menghitung indikator dan mengevaluasi kinerja unit ini menunjukkan bahwa beberapa indikator tidak dipertimbangkan secara memadai dalam industri ketenagalistrikan yang diteliti. Karena melakukan evaluasi kinerja secara berkala sangat berdampak pada pencapaian prestasi secara terus menerus.

### 2.1.2 *Clustering*

Pada penelitian berjudul “Penerapan Algoritma *Association Rules* Dalam Penentuan Pola Pembelian Berdasarkan Hasil *Clustering*” yang disusun oleh (Octavia *et al.*, 2023). Penelitian ini dilakukan pada Toko Buku Zanafa menggunakan data transaksi bulan Januari hingga Desember 2022. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi terkait penempatan tata letak buku yang tepat agar strategi penjualan lebih efektif menggunakan *FP-Growth* dan *K-Medoids*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan terbentuk 6 kluster dengan nilai DBI sebesar 0.639 dan 7 kluster pada data bulan juli dengan nilai DBI sebesar 0.349. pada metode AR-MBA menggunakan *rules 30% support* dan *70% confidence*.

Pada Penelitian berjudul “*RFM Analysis Using K-means Clustering to Improve Revenue and Customer Retention*” yang disusun oleh (Dawane *et al.*, 2021). Pada penelitian ini, peneliti melakukan segmentasi pelanggan menggunakan metode *RFM Analysis*, yang merupakan salah satu metode kunci dalam analisis pemasaran, untuk membagi pelanggan berdasarkan kriteria perilaku yang mereka tunjukkan sebelumnya. RFM merupakan singkatan dari *Recency*, *Frequency*, dan *Monetary*. Dengan semakin banyaknya data transaksi masa lalu yang tersedia, analisis RFM dapat digunakan secara efektif untuk membagi pelanggan dan mengambil tindakan bisnis selanjutnya. Penelitian ini melakukan segmentasi pelanggan berdasarkan data transaksi masa lalu menggunakan algoritma *clustering K-means* dalam bahasa pemrograman *Python*, dan berdasarkan segmen yang terbentuk, saran tindakan bisnis yang direkomendasikan disampaikan.

Pada penelitian berjudul “Perancangan Segmentasi Pelanggan dengan Metode *Clustering K-Means* dan Model RFM pada Klinik Kecantikan Seoul Secret” yang disusun oleh

(Setiawan *et al.*, 2021). Pada penelitian ini, peneliti mempelajari segmentasi pelanggan Seoul Secret, sebuah klinik kecantikan yang terletak di Jakarta Selatan. Seoul Secret berkomitmen untuk memberikan pelayanan dan perawatan yang optimal guna memenuhi kebutuhan pelanggan. Pada awal tahun 2018, Seoul Secret memperkenalkan program paket *treatment*. Namun, pendapatan dari pengguna paket mengalami fluktuasi pada tahun 2019 dan 2020, bahkan tidak mencapai target yang ditetapkan. Meskipun jumlah pelanggan meningkat, tidak sebanding dengan jumlah pelanggan yang tetap setia. Selama tiga tahun terakhir, jumlah pelanggan yang hilang lebih tinggi daripada jumlah pelanggan yang tetap setia. Oleh karena itu, pihak Seoul Secret menyadari pentingnya mengelola data pelanggan guna memberikan informasi yang lebih baik tentang para pelanggan. Tujuan penelitian ini adalah melakukan segmentasi terhadap pelanggan yang menggunakan paket *treatment* dan memberikan usulan strategi pemasaran yang tepat. Penelitian ini menggunakan metode *Clustering K-means* dan menerapkan model RFM. Metode *Clustering K-means* digunakan untuk mengelompokkan pelanggan berdasarkan karakteristik yang serupa ke dalam sejumlah K atau *cluster* yang telah ditentukan. Sementara itu, model RFM digunakan untuk mengelompokkan data berdasarkan atribut *Recency*, *Frequency*, dan *Monetary*. Dengan menggabungkan model RFM dan metode *Clustering K-means*, penelitian ini dapat menggambarkan segmentasi pelanggan berdasarkan perilaku mereka. Selain itu, penelitian ini juga menghasilkan strategi pemasaran yang dapat diterapkan oleh Seoul Secret, antara lain memberikan *cashback*, memberikan *voucher*, menyediakan program keanggotaan, menerapkan sistem poin, menawarkan paket *treatment* dengan layanan pijat gratis, memberikan bonus *treatment*, menggunakan sistem *appointment*, menambah jumlah dokter kecantikan, dan menyediakan layanan prioritas.

Pada penelitian berjudul “Sistem Rekomendasi Penawaran Produk Pada *Online Shop* Menggunakan *K-Means Clustering*” yang disusun oleh (Naufal *et al.*, 2022). Pada penelitian ini, peneliti akan membuat sistem rekomendasi penawaran produk pada *online shop* menggunakan algoritma *K-Means*. Dalam penelitian ini, data transaksi selama satu tahun dijadikan dasar untuk mengelompokkan pelanggan ke dalam tiga *cluster* yang berbeda. Hasil *clustering* tersebut mengungkap karakteristik masing-masing *cluster* penjualan, di mana *cluster* 1 menunjukkan tingkat penjualan yang sedang dengan rentang usia pembeli antara 36 hingga 50 tahun, *cluster* 2 menunjukkan penjualan paling tinggi dengan rentang usia pembeli antara 18 hingga 26 tahun, dan *cluster* 3 menunjukkan penjualan yang lebih rendah dengan rentang usia pembeli antara 27 hingga 35 tahun. Berdasarkan temuan ini, peneliti merekomendasikan untuk

menawarkan produk terpopuler dari setiap *cluster* tersebut kepada pelanggan guna meningkatkan efisiensi dan efektivitas rekomendasi produk pada *platform online shop*.

Pada penelitian berjudul “*Cluster Analysis Applied to Obtaining Reference Models for Building Thermal Performance Studies*” yang disusun oleh (Schaefer *et al.*, 2024). Analisis *cluster* sudah sering digunakan untuk mendapatkan model referensi. Namun, penggunaan metode yang berbeda pada setiap langkah analisis dapat memberikan hasil yang berbeda. Selain itu, validasi hasil sering kali diabaikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode analisis kluster untuk memperoleh model referensi untuk digunakan dalam studi kinerja termal bangunan dari konfigurasi kluster yang berbeda. Prosedur yang diusulkan terdiri dari enam langkah: (1) komposisi awal *database*, (2) pembentukan matriks data, (3) analisis *cluster*, (4) penentuan model referensi, (5) validasi metode dan (6) interpretasi hasil. Perlakuan data yang berbeda, ukuran kesamaan dan algoritma partisi digabungkan dalam analisis cluster untuk menentukan metode dengan pembentukan cluster terbaik. Faktor pembobotan merupakan perlakuan data yang paling berkontribusi dalam memperoleh solusi clustering yang sesuai. Ukuran kesamaan *City-block*, *Euclidean Distance*, dan *Squared Euclidean Distance* menghasilkan formasi yang sesuai serta algoritma *Complete Linkage*, *Ward*, dan *K-means*. Dua kluster diperoleh dari metodologi kluster, dimana dua model referensi ditentukan. Uji hipotesis menunjukkan bahwa kluster berbeda untuk sebagian besar indikator kinerja. Disimpulkan bahwa prosedur yang diusulkan dapat mengidentifikasi kombinasi metode yang menghasilkan penerapan analisis kluster terbaik. Kontribusi utama dari makalah ini adalah memperkenalkan prosedur untuk memvalidasi kluster. Prosedur ini merupakan teknik yang dapat diterapkan untuk mendapatkan model referensi.

Pada penelitian berjudul “*Partitioning of Wind Pressure Coefficients on a Tall Building Under Interference Effect: a Cluster Analysis Approach*” yang disusun oleh (Wang & Shu, 2024). Penelitian ini mengusulkan pendekatan berbasis analisis *cluster* untuk memartisi tekanan angin pada gedung-gedung tinggi di kawasan padat, dengan mempertimbangkan efek interferensi. Dengan memanfaatkan algoritma *cluster* GK yang dimodifikasi dan memanfaatkan posisi koordinat tiap tekanan serta koefisien tekanan angin (WPC) yang sesuai, penelitian ini bertujuan untuk membedakan berbagai bagian permukaan bangunan yang menunjukkan karakteristik beban angin yang bervariasi. Penerapan indeks validasi *cluster* (CVI) memungkinkan penentuan jumlah *cluster* yang optimal, meningkatkan akurasi dan keandalan proses partisi. *Cluster* yang dihasilkan secara efektif menangkap distribusi tekanan angin,

memberikan wawasan berharga untuk pertimbangan desain tahan angin. Secara keseluruhan, pendekatan yang diusulkan menunjukkan potensi yang menjanjikan dalam memfasilitasi desain dan analisis gedung-gedung tinggi yang terkena beban angin kompleks di lingkungan perkotaan.

Pada penelitian berjudul “*Analyzing Daily Change Patterns of Indoor Temperature in District Heating Systems: A Clustering and Regression Approach*” yang disusun oleh (Wang & Shu, 2024). Mengukur suhu dalam ruangan di ruang gedung adalah pendekatan untuk mengevaluasi kenyamanan termal dan memberikan kontrol umpan balik untuk gardu induk di sistem pemanas distrik (DHS) di Tiongkok. Penelitian ini menggunakan metode pengelompokan untuk menganalisis data suhu dalam ruangan dari DHS aktual di Tiongkok Timur Laut. Pertama, vektor observasi 24 jam dibuat menggunakan deviasi antara nilai aktual dan target untuk mewakili pola suhu harian. Kedua, metode *kmeans* diterapkan pada nilai-nilai *cluster*, dan distribusi kuantitas serta karakteristik khas masing-masing *cluster* dianalisis. Terakhir, model regresi logistik *multi-nominal* digunakan untuk menganalisis pengaruh berbagai faktor pada setiap *cluster*. Hasil perbandingan dengan keempat algoritma *clustering* representatif menunjukkan bahwa *k-means* merupakan model yang optimal dan jumlah *cluster* yang optimal adalah 4. Tren setiap *cluster* kurang lebih sama, dengan perbedaan utama adalah amplitudo fluktuasi dan jarak dari target. nilai. Perbedaan di antara *cluster-cluster* tersebut terkait dengan berbagai fitur yang mempengaruhi, dengan tekanan imbalan primer pada hari kerja dan tekanan imbalan sekunder pada hari libur merupakan yang paling signifikan. Studi ini mengidentifikasi pola variasi harian optimal suhu dalam ruangan dan menganalisis fitur penting yang memengaruhi pola ini, yang bermanfaat untuk meningkatkan efisiensi pengaturan DHS.

### 2.1.3 *T-Test*

Pada penelitian berjudul “*Analisa Perbandingan Rumus Haversine dan Rumus Euclidean Menggunakan Metode Independent Sample t-Test*” yang disusun oleh (Palupi *et al.*, 2021). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan hasil pengukuran menggunakan rumus *haversine* dan rumus *euclidean* apakah terdapat perbedaan yang signifikan terhadap jarak yang diukur berdasarkan sistem informasi geografis. Penelitian ini menggunakan metode *Independent Sample t-Test* untuk menganalisis perbedaan signifikan antara kedua rumus tersebut. Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari pengukuran jarak antara beberapa titik geografis beberapa kantor bank di Solo. Hasil dari analisis metode *Independent*

*Sample t-Test* pada penelitian ini menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada pengukuran jarak menggunakan rumus *Haversine* dan rumus *Euclidean*, yang artinya varian dari kedua rumus tersebut sama.

Pada penelitian berjudul “*The Impact of Video Game: “Age of Empires II” Toward Students Reading Comprehension of Narrative Text*” yang disusun oleh (Amin & Wahyudin, 2022). Penelitian ini menginvestigasi pengaruh bermain permainan video “*Age of Empires II*” terhadap kemampuan pemahaman bacaan naratif siswa. Dengan menggunakan metode eksperimen, penelitian ini membagi siswa menjadi dua kelompok: kelompok eksperimen yang bermain permainan tersebut dan kelompok kontrol yang tidak bermain. Data pemahaman bacaan naratif diukur sebelum dan sesudah periode intervensi untuk kedua kelompok, dan hasilnya dianalisis menggunakan *Independent Sample t-Test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa yang terlibat dalam bermain “*Age of Empires II*” menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam pemahaman bacaan naratif dibandingkan dengan kelompok kontrol. Temuan ini mengindikasikan bahwa permainan video tertentu, seperti “*Age of Empires II*”, dapat memainkan peran positif dalam meningkatkan kemampuan siswa dalam memahami teks naratif.

#### 2.1.4 *Weighted Clustering*

Pada penelitian berjudul “*Weighted K-Means for Density-Biased Clustering*” yang disusun oleh (Kerdprasop *et al.*, 2005). Penelitian ini berisi tentang pengembangan metode *K-Means* yang dimodifikasi dengan pemberian bobot untuk mengatasi bias kepadatan data dalam *clustering*. Penelitian ini berfokus pada data dengan variasi kepadatan, di mana metode *clustering* standar seperti *K-Means* cenderung bias terhadap area dengan kepadatan tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengusulkan dan menguji metode *Weighted K-Means* yang mampu memberikan hasil *clustering* lebih akurat dalam berbagai distribusi data. Metode ini melibatkan modifikasi fungsi jarak dalam algoritma *K-Means*, di mana setiap titik data diberi bobot berdasarkan kepadatan lokalnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *Weighted K-Means* lebih efektif dalam menangani bias kepadatan dibandingkan *K-Means* standar, menghasilkan *clustering* yang lebih representatif pada data dengan variasi kepadatan signifikan.

Pada penelitian berjudul “*A risk assessment approach for road collapse along tunnels based on an improved entropy weight method and K-means cluster algorithm*” yang disusun oleh (Junjie *et al.*, 2024). Penelitian ini menggunakan pendekatan penilaian risiko untuk

kejadian runtuhnya jalan di sepanjang terowongan. Fokus penelitian ini adalah untuk mengembangkan metode penilaian risiko yang lebih akurat dengan menggabungkan metode bobot entropi yang telah diperbaiki dan *algoritma clustering K-Means*. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan daerah-daerah yang berisiko tinggi terhadap keruntuhan jalan, dengan mempertimbangkan berbagai faktor risiko seperti kondisi geologi, struktur tanah, dan parameter lingkungan lainnya. Metode penelitian melibatkan penggunaan metode bobot entropi untuk menentukan bobot relatif dari setiap faktor risiko, yang kemudian digunakan dalam algoritma *K-Means* untuk mengelompokkan daerah berdasarkan tingkat risikonya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan ini efektif dalam mengidentifikasi area dengan risiko tinggi, memberikan dasar yang kuat untuk pengambilan keputusan terkait mitigasi risiko di area terowongan.

Pada penelitian berjudul “*Prioruty Analysis of Small Dams Construction Using Cluster Analysis, AHP and Weighted Average Method: Small Dams in Semarang District*” yang disusun oleh (Anjasmoro *et al.*, 2017). Penelitian ini berfokus pada analisis prioritas pembangunan bendungan kecil di Kabupaten Semarang. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan prioritas pembangunan bendungan kecil dengan menggunakan kombinasi metode *Cluster Analysis*, *Analytic Hierarchy Process (AHP)*, dan *Weighted Average Method*. Objek penelitian adalah lokasi-lokasi di Kabupaten Semarang yang potensial untuk pembangunan bendungan kecil. Metode penelitian melibatkan pengelompokan lokasi berdasarkan karakteristiknya melalui *Cluster Analysis*, kemudian prioritas pembangunan ditentukan menggunakan AHP yang mempertimbangkan berbagai kriteria seperti kebutuhan air, dampak lingkungan, dan manfaat ekonomi. Bobot dari setiap kriteria ini kemudian dihitung menggunakan *Weighted Average Method*. Hasil penelitian menunjukkan urutan prioritas pembangunan bendungan kecil di berbagai lokasi, memberikan panduan yang dapat digunakan oleh pemerintah daerah dalam merencanakan pembangunan infrastruktur air di Kabupaten Semarang.

Pada penelitian berjudul “*An Integrated MCDM Technique Combined with DEMATEL for a Novel Cluster-Weighted with ANP Method*” yang disusun oleh (Yang & Tzeng, 2011). Penelitian ini membahas pengembangan metode baru dalam pengambilan keputusan multi-kriteria (MCDM). Fokus penelitian ini adalah mengintegrasikan teknik MCDM dengan metode DEMATEL (*Decision Making Trial and Evaluation Laboratory*) dan ANP (*Analytic Network Process*) untuk menghasilkan metode *Cluster-Weighted* yang lebih efektif dalam menangani masalah keputusan yang kompleks. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk memperkenalkan

pendekatan baru yang dapat mengatasi ketergantungan dan umpan balik antar kriteria dalam proses pengambilan keputusan. Metode ini melibatkan penggunaan DEMATEL untuk menentukan hubungan antar kriteria, yang kemudian digunakan dalam ANP untuk menghitung bobot yang diperoleh dari pengelompokan kriteria. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Cluster-Weighted yang dikembangkan dapat memberikan hasil yang lebih akurat dan dapat diandalkan dalam situasi pengambilan keputusan yang melibatkan banyak faktor dan interaksi kompleks. Pendekatan ini terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas keputusan dengan mempertimbangkan interaksi dinamis antar kriteria.

Pada penelitian berjudul “*Research on the Development Level of Rural E-Commerce in China Based on Analytic Hierarchy and Systematic Clustering Method*” yang disusun oleh (Li, 2022). Penelitian ini mengeksplorasi tingkat perkembangan e-commerce pedesaan di China. Fokus penelitian ini adalah untuk menganalisis dan mengukur perkembangan *e-commerce* di daerah pedesaan menggunakan kombinasi metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dan *Systematic Clustering*. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang mendalam tentang faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan *e-commerce* pedesaan serta untuk mengelompokkan wilayah berdasarkan tingkat perkembangan *e-commerce* mereka. Metode penelitian melibatkan penggunaan AHP untuk menentukan bobot penting dari berbagai faktor seperti infrastruktur, kebijakan pemerintah, dan adaptasi teknologi oleh masyarakat pedesaan. Setelah itu, metode *Systematic Clustering* digunakan untuk mengelompokkan wilayah berdasarkan tingkat kemajuan *e-commerce*. Hasil penelitian menunjukkan adanya variasi signifikan dalam perkembangan *e-commerce* di berbagai daerah pedesaan di China, serta mengidentifikasi faktor-faktor kunci yang mendorong atau menghambat perkembangan ini. Temuan ini memberikan wawasan berharga bagi pemerintah dan pembuat kebijakan dalam merancang strategi untuk memajukan *e-commerce* di wilayah pedesaan.

Pada penelitian berjudul “*Weighted Clustering*” yang disusun oleh (Ackerman *et al.*, 2012). Penelitian ini berisi pengembangan metode *clustering* yang mempertimbangkan bobot pada data untuk meningkatkan kualitas hasil *clustering*. Penelitian ini bertujuan untuk memperkenalkan dan mengevaluasi teknik *Weighted Clustering*, yang mengintegrasikan bobot pada titik data untuk mengatasi masalah ketidakakuratan yang sering muncul dalam *clustering* tradisional. Metode penelitian melibatkan pengembangan algoritma baru dan penerapannya pada berbagai set data untuk menilai kinerjanya dibandingkan dengan metode *clustering* konvensional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *Weighted Clustering* dapat

menghasilkan hasil yang lebih akurat dan representatif, terutama dalam situasi di mana data memiliki bobot yang bervariasi, memberikan kontribusi penting dalam meningkatkan efektivitas *clustering* dalam berbagai aplikasi praktis.

### 2.1.5 Tabel Kajian Induktif

Tabel 2. 1 Kajian Induktif

No.	Penulis	Topik	Objek	Metode	Hasil Penelitian
1	(Ballo <i>et al.</i> , 2024)	Preferensi Bank Digital	Bank digital Filipina	AHP	Kriteria utama: <i>usefulness, usability, security</i> . RCBC disukai paling tinggi, Komo paling tidak disukai. Prioritas kriteria untuk pemilihan bank digital teridentifikasi.
2	(Wu <i>et al.</i> , 2024)	Kualitas Layanan Akupunktur	Klinik akupunktur	AHP dan Fuzzy AHP	Kriteria utama: <i>outcome quality, interaction quality</i> . Disarankan peningkatan pelatihan SDM untuk efisiensi.
3	(Alexopoulos <i>et al.</i> , 2023)	Fleksibilitas Sistem Tenaga	Sistem tenaga listrik Yunani	Fuzzy Logic (FL) dan AHP	DRLIP dinilai paling fleksibel, PtG paling rendah. Rekomendasi strategi yang mendukung fleksibilitas sistem tenaga.

No.	Penulis	Topik	Objek	Metode	Hasil Penelitian
4	(Chandra & Ratnamurni, 2022)	Kualitas Produk Tahu	UD Tahu Berkah	AHP	Kriteria prioritas: tekstur, peningkatan kualitas, pelatihan SDM. Disarankan pelatihan SDM untuk meningkatkan hasil produksi.
5	(Ilham <i>et al.</i> , 2022)	Keamanan Rantai Pasokan Pangan	Rantai pasokan pangan	<i>Delphi</i> dan <i>Fuzzy AHP</i>	Kriteria utama: investasi R&D, transparansi, pembagian risiko, kolaborasi. Strategi pengembangan untuk keamanan rantai pasokan pangan.
6	(Esmaeili <i>et al.</i> , 2023)	Kinerja Keselamatan Industri	Industri listrik	AHP	Kriteria utama: efektivitas dan penerapan/perhitungan. Kinerja keselamatan HSE tidak terpengaruh signifikan oleh pandemi.
7	(Octavia <i>et al.</i> , 2023)	Tata Letak Toko Buku dan Penjualan	Toko Buku Zanafa	<i>FP-Growth</i> , <i>K-Medoids</i> , AR-MBA	6 kluster dengan DBI 0,639 dan 7 kluster dengan DBI 0,349. Aturan AR-MBA dengan 30% <i>support</i> dan 70% <i>confidence</i> menghasilkan pola

No.	Penulis	Topik	Objek	Metode	Hasil Penelitian
					pembelian teridentifikasi.
8	(Dawane <i>et al.</i> , 2021)	Segmentasi Pelanggan	Data transaksi pelanggan	RFM <i>Analysis</i> dan <i>K-means</i>	Segmentasi pelanggan berdasarkan <i>Recency</i> , <i>Frequency</i> , dan <i>Monetary</i> . Rekomendasi tindakan bisnis berdasarkan segmen.
9	(Setiawan <i>et al.</i> , 2021)	Segmentasi Pelanggan Klinik	Klinik kecantikan Seoul Secret	<i>Clustering K-means</i> dan Model RFM	Segmentasi pelanggan dan strategi pemasaran seperti <i>cashback</i> , <i>voucher</i> , keanggotaan.
10	(Naufal <i>et al.</i> , 2022)	Rekomendasi Produk Online Shop	Platform online shop	<i>K-Means Clustering</i>	3 klaster berdasarkan data transaksi. Rekomendasi produk populer untuk meningkatkan efisiensi rekomendasi produk.
11	(Schaefer <i>et al.</i> , 2024)	Kinerja Termal Bangunan	Kinerja termal bangunan	Analisis <i>Cluster</i>	Prosedur enam langkah untuk analisis klaster. Metode terbaik: <i>City-block</i> , <i>Euclidean Distance</i> , dan algoritma <i>Complete Linkage</i> , <i>Ward</i> , <i>K-means</i> .
12	(Wang & Shu, 2024)	Tekanan Angin pada	Gedung tinggi di	Analisis <i>Cluster</i>	Algoritma GK dimodifikasi dan CVI

No.	Penulis	Topik	Objek	Metode	Hasil Penelitian
		Gedung Tinggi	kawasan padat	(GK) dan CVI	digunakan untuk menentukan jumlah <i>cluster</i> optimal. Distribusi tekanan angin efektif untuk desain tahan angin.
13	(Wang & Shu, 2024)	Pola Suhu dalam Ruangan	Sistem pemanas distrik di Tiongkok	<i>K-Means Clustering</i> dan Regresi Logistik	<i>K-means</i> menghasilkan 4 <i>cluster</i> optimal. Tren suhu harian serupa dengan perbedaan amplitudo fluktuasi.
14	(Palupi <i>et al.</i> , 2021)	Perbandingan Rumus Jarak	Kantor bank di Solo	<i>Independen t Sample t-Test</i>	Perbedaan signifikan dalam pengukuran jarak antara rumus <i>Haversine</i> dan <i>Euclidean</i> .
15	(Amin & Wahyudin, 2022)	Pengaruh Video Game pada Pemahaman Bacaan	Siswa yang bermain "Age of Empires II"	Eksperimen dan <i>Independen t Sample t-Test</i>	Peningkatan signifikan dalam pemahaman bacaan naratif pada siswa yang bermain <i>game</i> dibandingkan kelompok kontrol.
16	(Kerdpraso p <i>et al.</i> , 2005)	Pengembangan metode <i>Weighted K-Means</i> untuk mengatasi bias	Data dengan <i>density variations</i>	<i>K-Means</i> dengan bobot	Metode <i>Weighted K-Means</i> lebih akurat dalam menangani bias kepadatan dibandingkan dengan <i>K-Means</i> standar.

No.	Penulis	Topik	Objek	Metode	Hasil Penelitian
		kepadatan data dalam <i>clustering</i>			
17	(Junjie <i>et al.</i> , 2024)	Penilaian risiko keruntuhan jalan di terowongan menggunakan metode bobot entropi dan clustering K-Means	Lokasi terowongan dengan risiko keruntuhan jalan di Kunshan	Bobot entropi, <i>clustering</i> <i>K-Means</i>	Metode ini berhasil mengidentifikasi area dengan risiko tinggi dan mendukung mitigasi risiko secara efektif.
18	(Anjasmoro <i>et al.</i> , 2017)	Analisis prioritas pembangunan bendungan kecil di Kabupaten Semarang menggunakan analisis MCDM	Lokasi potensial untuk bendungan kecil di Semarang	<i>Cluster Analysis</i> , AHP, <i>Weighted Average Method</i>	Menghasilkan urutan prioritas pembangunan bendungan kecil berdasarkan kriteria yang relevan.
19	(Yang & Tzeng, 2011)	Pengembangan teknik MCDM yang terintegrasi dengan DEMATEL	Perusahaan manufaktur di Taiwan	DEMATEL, ANP, <i>Cluster-Weighted</i>	Metode <i>Cluster-Weighted</i> memberikan hasil yang lebih akurat dalam pengambilan keputusan yang kompleks.

No.	Penulis	Topik	Objek	Metode	Hasil Penelitian
		dan ANP untuk metode <i>Cluster- Weighted</i>			
20	(Ackerman <i>et al.</i> , 2012)	Pengembang an teknik <i>clustering</i> berbobot untuk meningkatka n akurasi hasil <i>clustering</i>	Data dengan bobot variabel	<i>Weighted Clustering</i>	Menunjukkan hasil <i>clustering</i> yang lebih akurat dan representatif dibandingkan dengan metode <i>clustering</i> tradisional.
21	(Li, 2022)	Penilaian tingkat perkembang an <i>e- commerce</i> pedesaan di China menggunaka n metode AHP dan <i>clustering</i> sistematis	Wilayah pedesaan di China	AHP, <i>Clustering</i>	Menyediakan wawasan tentang variasi dalam perkembangan <i>e- commerce</i> pedesaan dan faktor-faktor kunci yang mempengaruhi.

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Sertifikasi Halal

Sertifikasi halal adalah suatu proses untuk memperoleh sertifikat halal melalui beberapa tahap untuk membuktikan bahwa bahan, proses produksi dan Sistem Jaminan Halal (SJH) memenuhi standar LPPOM MUI. Pasca Implementasi Undang-undang Jaminan Produk Halal Nomor 33 tahun 2014, Sertifikasi halal didefinisikan sebagai pengakuan kehalalan suatu produk yang dikeluarkan oleh BPJPH berdasarkan fatwa tertulis yang dikeluarkan oleh Majelis Ulama Indonesia. Di Indonesia lembaga yang otoritatif melaksanakan Sertifikasi Halal sebelum berlakunya UU JPH yang dilaksanakan secara *voluntary* adalah Majelis Ulama Indonesia (MUI) yang secara teknis ditangani oleh Lembaga Pengkajian Pangan Obat-obatan, dan Kosmetika (LPPOM) (Warto & Samsuri, 2020).

Labelisasi halal adalah pencantuman tulisan atau pernyataan halal pada kemasan produk untuk menunjukkan bahwa produk yang dimaksud berstatus sebagai produk halal. Kegiatan labelisasi halal dikelola oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (Badan POM). Undang-Undang No. 7 Tahun 1996 tentang Pangan yang merupakan ketentuan payung tentang pangan memuat kewajiban pencantuman label pada pangan yang dikemas minimal enam unsur, dimana unsur yang satunya adalah keterangan tentang halal (Warto & Samsuri, 2020). Keterangan atau label halal pada suatu produk dapat menjadi acuan bagi konsumen Muslim untuk memilih dan membeli produk tersebut.

Sertifikasi produk halal merupakan serangkaian proses yang harus dilalui pelaku usaha baik perseorangan ataupun badan usaha berbentuk badan hukum atau bukan badan hukum untuk mendapatkan sertifikat halal. Sertifikat halal diperoleh melalui beberapa tahapan pemeriksaan untuk membuktikan bahwa bahan baku, proses produksi, dan sistem jaminan halal produk pada suatu perusahaan sudah sesuai dengan standar yang ditetapkan LPPOM MUI. Sertifikasi dilakukan dengan melakukan serangkaian pemeriksaan yang dilakukan oleh auditor yang kompeten dibidangnya untuk kemudian ditetapkan status kehalalannya. Apabila syarat-syarat halal terpenuhi, maka produsen bisa mendapatkan sertifikat halal untuk produknya. Sertifikat halal ini kemudian digunakan oleh produsen sebagai syarat untuk dapat mencantumkan label halal dan nomor registrasi halal pada kemasan produk. Label halal inilah yang biasanya digunakan oleh pelaku usaha dalam rangka memenuhi kewajiban mereka untuk memberikan informasi kepada konsumen mengenai kehalalan produknya. Label ini berfungsi untuk menunjukkan kepada konsumen bahwa produk tersebut merupakan produk berstatus halal.

Tujuan sertifikasi halal pada hakikatnya untuk melindungi hak-hak konsumen terutama konsumen muslim. Hal ini untuk menentukan layak atau tidaknya suatu produk mendapatkan sertifikasi halal. Manfaat sertifikat halal pada dasarnya memiliki urgensi diantaranya kepentingan konsumen itu sendiri, pelaku usaha dan juga kepentingan pemerintah (Nadya *et al.*, 2023). Selain menghilangkan keraguan konsumen terhadap kehalalan produk tersebut disisi lain menjamin penggunaan bahan baku produk agar tidak menyalahgunakan bahan baku yang akan merugikan konsumen dan tentunya produk itu sendiri. Selaras dengan peningkatan ekonomi kreatif dan pengembangan potensi desa melalui penerapan wajib sertifikasi halal bagi para pelaku UMKM bertujuan untuk menjamin kualitas produk dan perluasan distribusi ke pasar bebas ASEAN.

### 2.2.2 UMKM

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia No. 20 Tahun 2008 tentang UMKM. Pasal 1, dinyatakan usaha mikro adalah usaha produktif milik orang perorangan dan/atau badan usaha perorangan yang memiliki kriteria usaha mikro sebagaimana diatur dalam UU tersebut (Pardiansyah *et al.*, 2022). Usaha kecil merupakan suatu usaha ekonomi produktif yang berdiri sendiri, yang dilakukan oleh orang perorangan atau badan usaha yang bukan merupakan anak perusahaan atau bukan anak cabang yang dimiliki, dikuasai atau menjadi bagian, baik langsung maupun tidak langsung, dari usaha menengah atau usaha besar yang memenuhi kriteria usaha kecil sebagaimana dimaksud dalam UU tersebut.

Beberapa kriteria yang digunakan dalam Undang-undang tersebut untuk mendefinisikan UMKM yang tercantum di dalam Pasal 6 adalah nilai kekayaan bersih atau nilai aset tidak termasuk tanah dan bangunan tempat usaha, atau hasil penjualan tahunan (Al Farisi *et al.*, 2022). Dengan kriteria sebagai berikut:

- a. Usaha mikro adalah unit usaha yang memiliki aset paling banyak Rp.50 juta dan tidak termasuk di dalamnya tanah dan bangunan tempat usaha dengan hasil penjualan per tahun paling besar Rp.300 juta.
- b. Usaha kecil dengan nilai aset lebih dari Rp.50 juta sampai dengan paling banyak Rp.500 juta tidak termasuk tanah dan bangunan tempat usaha memiliki hasil penjualan per tahun lebih dari Rp.300 juta hingga maksimum Rp.2,5 milyar.

- c. Usaha menengah adalah suatu perusahaan yang nilai kekayaan bersihnya lebih dari Rp.500 juta dan paling banyak mencapai Rp.100 milyar dan hasil penjualannya per tahun mencapai di atas Rp.2,5 milyar dan paling tinggi mencapai Rp.50 milyar.

Untuk menentukan di samping nilai moneter yang digunakan sebagai kriteria, beberapa lembaga pemerintah seperti Departemen Perindustrian dan Badan Pusat Statistik (BPS), selama ini jumlah pekerja yang dipakai sebagai ukuran untuk mengklasifikasikan suatu usaha masuk sebagai usaha mikro, usaha kecil, usaha menengah dan usaha besar (Ridwansyah *et al.*, 2021).

### 2.2.3 *Weighted Clustering*

*Clustering* terbobot adalah metode klasterisasi yang memberikan bobot berbeda pada setiap fitur dalam dataset untuk mengutamakan fitur-fitur yang lebih penting dalam proses pengelompokan. Dengan memberikan bobot yang lebih tinggi pada fitur-fitur tertentu, metode ini membantu memastikan bahwa fitur-fitur yang lebih relevan memiliki pengaruh lebih besar dalam menentukan jarak antar data poin dan pembentukan *cluster* (Zhang, 2022). Teknik ini sangat berguna ketika terdapat ketidakseimbangan pentingnya fitur, sehingga dapat menghasilkan klasterisasi yang lebih akurat dan sesuai dengan kebutuhan analisis. Selain itu, *clustering* terbobot memberikan fleksibilitas lebih tinggi, memungkinkan penyesuaian bobot untuk menyoroti fitur yang lebih kritis dalam konteks tertentu, misalnya dalam pengelompokan pelanggan atau analisis medis. Dalam prosesnya, bobot digunakan untuk mengalikan nilai fitur, sehingga mempengaruhi hasil akhir pembentukan *cluster*, seperti pada *Weighted K-Means*. *Weighted clustering* biasanya diterapkan saat fitur-fitur memiliki pengaruh yang berbeda terhadap hasil analisis, seperti dalam kasus manajemen risiko atau analisis perilaku pelanggan, di mana fitur utama harus lebih diperhatikan dibandingkan yang lain. Hasil akhirnya adalah *cluster* yang lebih representatif dan relevan dengan tujuan analisis.

### 2.2.4 *Data Mining*

*Data Mining* dikenal sebagai proses menganalisis data untuk mengekstrak pola dan pengetahuan yang menarik (Setiyani *et al.*, 2020). *Data mining* merupakan analisis dari peninjauan kumpulan data untuk menemukan hubungan yang tidak diduga dan meringkas data dengan cara berbeda dengan cara yang berbeda dengan sebelumnya, yang mudah dipahami. *Data mining* digunakan untuk tujuan analisis untuk menganalisis berbagai jenis data dengan menggunakan peralatan *data mining* yang tersedia. Informasi ini saat ini digunakan untuk

berbagai aplikasi seperti retensi pelanggan, sistem pendidikan, pengendalian produksi, perawatan kesehatan, analisis keranjang pasar, teknik manufaktur, penemuan dan keputusan ilmiah pembuatan dan lain-lain. Istilah *data mining* memiliki beberapa pandangan, seperti *knowledge discovery* ataupun *pattern recognition*. Istilah *knowledge discovery* atau penemuan pengetahuan tepat digunakan karena tujuan utama dari *data mining* memang untuk mendapatkan pengetahuan yang masih tersembunyi di dalam bongkahan data (Nabila *et al.*, 2021). Sedangkan istilah untuk *pattern recognition* atau pengenalan pola tepat untuk digunakan karena guna menemukan pola yang tersembunyi di dalam bongkahan data

*Data mining* adalah suatu rangkaian proses yang dibagi menjadi beberapa tahap antara lain (Marlina & Bakri, 2021):

- a. Pembersihan data untuk membuang data yang tidak konsisten dan *noise*.
- b. Integrasi data untuk menggabungkan data dari beberapa sumber.
- c. Transformasi data untuk mengubah data menjadi bentuk yang sesuai untuk di *mining*.
- d. Aplikasi teknik *data mining*.
- e. Evaluasi pola yang ditemukan untuk menemukan informasi yang menarik atau pun bernilai.
- f. Presentasi pengetahuan dengan teknik visualisasi.

### 2.2.5 Analytical Hierarchy Process

*Analytical Hierarchy Process* (AHP) merupakan suatu model pendukung keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. Dalam proses ini pembuat keputusan menggunakan *pairwise comparasion* yang digunakan untuk membentuk seluruh prioritas untuk mengetahui peringkat dari alternatif (Suhaeri & Yunita, 2023). Model pendukung keputusan ini akan menguraikan masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hierarki (Chandra & Ratnamurni, 2022). Hierarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur *multi level* dimana *level* pertama adalah tujuan, yang diikuti *level* faktor, kriteria, sub kriteria, dan seterusnya ke bawah hingga *level* terakhir dari alternatif. Dengan hierarki, suatu masalah yang kompleks dapat diuraikan ke dalam kelompok-kelompoknya yang kemudian diatur menjadi suatu bentuk hierarki sehingga permasalahan akan tampak lebih terstruktur dan sistematis.

AHP didasarkan atas 3 prinsip dasar yaitu (Royal, 2022):

1. Dekomposisi

Dengan prinsip ini struktur masalah yang kompleks dibagi menjadi bagian-bagian secara hierarki. Tujuan didefinisikan dari yang umum sampai khusus. Dalam bentuk yang paling sederhana struktur akan dibandingkan tujuan, kriteria dan *level* alternatif. Tiap himpunan alternatif mungkin akan dibagi lebih jauh menjadi tingkatan yang lebih detail, mencakup lebih banyak kriteria yang lain. *Level* paling atas dari hierarki merupakan tujuan yang terdiri atas satu elemen. *Level* berikutnya mungkin mengandung beberapa elemen, di mana elemen-elemen tersebut bisa dibandingkan, memiliki kepentingan yang hampir sama dan tidak memiliki perbedaan yang terlalu mencolok. Jika perbedaan terlalu besar harus dibuatkan *level* yang baru.

2. Perbandingan penilaian/pertimbangan (*comparative judgments*)

Dengan prinsip ini akan dibangun perbandingan berpasangan dari semua elemen yang ada dengan tujuan menghasilkan skala kepentingan relatif dari elemen. Penilaian menghasilkan skala penilaian yang berupa angka. Perbandingan berpasangan dalam bentuk matriks jika dikombinasikan akan menghasilkan prioritas.

3. Sintesa Prioritas

Sintesa prioritas dilakukan dengan mengalikan prioritas lokal dengan prioritas dari kriteria bersangkutan di *level* atasnya dan menambahkannya ke tiap elemen dalam *level* yang dipengaruhi kriteria. Hasilnya berupa gabungan atau dikenal dengan prioritas global yang kemudian digunakan untuk membobot prioritas lokal dari elemen di *level* terendah sesuai dengan kriterianya.

#### 2.2.6 Cluster

Analisis *cluster* adalah teknik *multivariate* dimana proses analisisnya menggunakan *clustering* algoritma daripada dilakukan oleh manusia, dengan tujuan utama dari analisis ini adalah untuk menyortir data berdasarkan karakteristiknya sehingga data tersebut yang memiliki kemiripan paling dekat dengan data lainnya adalah dikelompokkan menjadi satu *cluster*. Dengan kata lain, ini analisis berguna dalam mengarahkan temuan kelompok yang sebelumnya tidak diketahui oleh data (Nagari & Inayati, 2020). Jumlah *cluster* yang diidentifikasi tergantung pada banyak dan variasi data objek. Hasil analisis *cluster* seharusnya menunjukkan kehomogenan objek-objek yang tinggi dalam *cluster* dan keheterogenan yang tinggi antar *cluster*. Tujuan dari

analisis *cluster* adalah untuk mengelompokkan objek pengamatan menjadi beberapa kelompok yang lebih sederhana berdasarkan tingkat kehomogenan objek pengamatan. Untuk melakukan *clustering*, jumlah minimal variabel yang dapat digunakan adalah dua variabel untuk keperluan plot yang akan menampilkan grafik hasil pengelompokan, dan diset agar dapat memunculkan kontur dalam format dua dimensi (Syoyer & Wahyudin, 2021).

Analisis *cluster* adalah salah satu arah penelitian yang paling penting di bidang *data mining*. Dibandingkan dengan metode *data mining* lainnya, pengelompokan dapat menyelesaikan klasifikasi data tanpa pengetahuan sebelumnya. Algoritma *clustering* dapat dibagi menjadi beberapa jenis berdasarkan partisi, kepadatan, dan model. Proses membagi objek fisik atau abstrak menjadi kumpulan objek serupa disebut juga algoritma *clustering*.

Langkah yang digunakan dalam analisis *cluster* (Noor *et al.*, 2021):

1. Sampel yang diambil harus benar-benar bisa mewakili populasi.
2. Pengujian Multikolinieritas

Uji multikolinieritas digunakan untuk mengetahui ada tidaknya variabel independen yang memiliki kemiripan dengan variabel independen lain.

3. Transformasi Data

Jika terdapat perbedaan nilai yang besar antar variabel yang dapat menyebabkan bias dalam analisis *cluster* maka data asli perlu ditransformasi. Misalnya, ada yang dalam satuan juta dan ada yang satuan puluhan atau bahkan lebih kecil. Perbedaan data yang besar akan menyebabkan perhitungan jarak menjadi tidak valid.

4. Pengujian Data *Outlier*

Data *outlier* adalah data yang secara nyata berbeda dengan data-data yang lain. *Outliers* adalah obyek-obyek dengan profil-profil yang berbeda atau *value* yang berbeda dalam satu sampel atau variabel. Deteksi terhadap *univariate outlier* dapat dilakukan dengan menentukan nilai batas yang akan dikategorikan sebagai data *outlier* yaitu dengan cara mengonversi nilai data ke dalam skor *standardized* atau yang biasa disebut *z-score*.

5. Analisis *Cluster*

Metode yang digunakan adalah metode hierarki (*average linkage*) dengan teknik *agglomerative* dan ukuran jarak *euclidean*. Langkah-langkah pengelompokan dalam analisis *cluster* dengan metode hierarki mencakup tiga hal, yaitu:

- a. Mengukur kesamaan jarak

Hal yang penting dalam penggerombolan adalah bagaimana menguantifikasi ukuran kemiripan antar objek. Pendekatan yang biasa digunakan ialah mengukur kemiripan dinyatakan dalam jarak (*distance*) antara pasangan obyek. Makin besar nilai ukuran kemiripan atau jarak antar dua buah objek, makin besar pula perbedaan antara dua objek tersebut, sehingga makin cenderung untuk tidak menganggapnya ke dalam kelompok yang sama.

b. Membentuk *cluster* secara hierarki

Dalam metode ini menggunakan aglomerasi. Dalam metode aglomerasi tiap observasi pada mulanya dianggap sebagai *cluster* tersendiri sehingga terdapat cluster sebanyak jumlah observasi. Kemudian dua *cluster* yang terdekat kesamaannya digabung menjadi suatu *cluster* baru, sehingga jumlah *cluster* berkurang satu pada tiap tahap.

c. Melakukan interpretasi terhadap *cluster* yang terbentuk

Tahap akhir dari analisis *cluster* adalah menginterpretasikan dari *cluster-cluster* yang terbentuk.

### 2.2.7 Algoritma *K-Means*

*K-means clustering* merupakan salah satu metode data *clustering* non-hierarki yang mengelompokkan data dalam bentuk satu atau lebih *cluster*/kelompok. Data-data yang memiliki karakteristik yang sama dikelompokkan dalam satu *cluster*/kelompok dan data yang memiliki karakteristik yang berbeda dikelompokkan dengan *cluster*/kelompok yang lain sehingga data yang berada dalam satu *cluster*/kelompok memiliki tingkat variasi yang kecil (Sulistiyawati & Supriyanto, 2021).

Algoritma *K-means* termasuk dalam kategori pembelajaran tanpa pengawasan (*unsupervised learning*) dan digunakan untuk mengelompokkan data ke dalam beberapa kelompok dengan pendekatan partisi. Algoritma ini menggunakan *square error* dan kriteria *error* sebagai dasar untuk meminimalkan indeks kinerja *cluster*. Dalam mencari hasil optimal, algoritma ini mencoba menemukan pembagian K yang memenuhi suatu kriteria tertentu (Syahfitri *et al.*, 2023). Algoritma *K-means* sendiri merupakan algoritma yang sederhana dan efektif untuk menemukan kelompok atau *cluster* dalam data. Tujuan pengelompokan data adalah mengoptimalkan fungsi objektif yang ditetapkan dalam proses pengelompokan, dengan fokus pada pengurangan variasi dalam kelompok yang sama dan peningkatan variasi antara kelompok (Sulistiyawati & Supriyanto, 2021).

Untuk mengatasi masalah pada algoritma *K-Means* saat menentukan jumlah *cluster* yang tepat berdasarkan data yang digunakan, maka digunakan indeks validitas yang merupakan metode untuk mengevaluasi hasil algoritma *clustering* dengan tujuan mendapatkan jumlah *cluster* terbaik (Sekar Setyaningtyas *et al.*, 2022).

### 2.2.8 Metode *Elbow*

Metode siku (*Elbow method*) adalah sebuah metode yang digunakan untuk menghasilkan informasi dalam menentukan jumlah *cluster* terbaik dengan melihat persentase perbandingan antara jumlah *cluster* yang akan membentuk siku pada suatu titik (Abrar *et al.*, 2023). Pada awalnya, penambahan *cluster* baru cenderung mengurangi nilai SSE (*Sum of Squared Errors*) secara signifikan, tetapi pada suatu titik, penurunan SSE akan menjadi lebih lambat dan menghasilkan sudut tajam pada grafik *elbow* (Syahfitri *et al.*, 2023). Titik di mana penurunan SSE menjadi lambat adalah titik di mana "*elbow*" terbentuk, dan itulah titik yang digunakan untuk memilih jumlah *cluster* yang optimal. *Sum of Square Error* (SSE) adalah formula yang digunakan untuk mengukur perbedaan antara data yang diperoleh oleh model prediksi yang telah dilakukan sebelumnya (Abrar *et al.*, 2023).

### 2.2.9 *Silhouette Score*

Analisis *Silhouette Score* digunakan untuk mempelajari dan memahami jarak pemisahan antara *cluster* yang dihasilkan, dengan mengukur seberapa dekat setiap objek dalam satu *cluster* terhadap objek lain dalam *cluster* lain (Hendrastuty, 2024). Nilai skor *Silhouette* berkisar antara -1 hingga +1, nilai tersebut dapat diinterpretasikan sebagai berikut (Punhani *et al.*, 2022):

1. *Silhouette Score* dengan nilai mendekati +1 menunjukkan bahwa titik data berada dalam *cluster* yang benar.
2. *Silhouette Score* dengan nilai mendekati 0 menunjukkan bahwa titik data mungkin seharusnya berada dalam *cluster* lain.
3. *Silhouette Score* dengan nilai mendekati -1 menunjukkan bahwa titik data berada dalam *cluster* yang salah.

### 2.2.10 *Python*

*Python* adalah bahasa pemrograman yang dijalankan dengan cara menginterpretasikan baris per baris kode, dengan sintaks yang mudah dimengerti dan sering diibaratkan sebagai *pseudokode*

yang bisa langsung dieksekusi (Muhammad Romzi & Kurniawan, 2020). Bahasa ini dikembangkan oleh Guido van Rossum pada awal tahun 1990-an.

Alasan penggunaan *python* menurut (Rahman *et al.*, 2023), sebagai berikut:

- a. Lebih Sedikit Kode dengan Tingkat Keterbacaan Tinggi *Python* melibatkan penggunaan kode yang sangat sedikit dalam hal baris kode dibandingkan dengan banyak bahasa pemrograman lain, yang dapat digunakan untuk mengembangkan banyak aplikasi. Fitur ini memungkinkan pengujian yang mudah sehingga para pengembang dapat lebih fokus pada pemrograman sebenarnya. *Python* menggunakan hingga 1/5 kode dari bahasa OOP (*Object-Oriented Programming*) lainnya untuk mengimplementasikan logika yang sama.
- b. Portabilitas dan Fleksibilitas *Python* yang fleksibel menawarkan pilihan bagi pengembang untuk memilih menggunakan pendekatan OOP atau melakukan *scripting*. Oleh karena itu *python* cocok untuk pengembang untuk banyak tujuan. *Python* dapat digunakan untuk menghubungkan berbagai struktur data dan bisa digunakan sebagai bahasa backend. Sebagian besar kodenya diperiksa dalam IDE (*Integrated Development Environment*). Ini sangat membantu pengembang dalam menulis berbagai algoritma di berbagai domain seperti AI, jaringan saraf, deep learning, dan algoritma jaringan komputer.
- c. *Platform Independen Python* memberikan fleksibilitas kepada pengembang untuk menyediakan API dari bahasa pemrograman saat ini yang ternyata sangat fleksibel bagi para pengembang *Python* baru. Pengembang dapat mengubah kode sumber (*source code*) proyek mereka dengan cara yang mudah untuk menjalankan proyek mereka di OS yang berbeda, sehingga menghemat banyak waktu dan pekerjaan.
- d. *Python* memiliki kemampuan untuk menyeimbangkan pemrograman level tinggi dengan level rendah. Ini adalah salah satu fitur paling penting dalam *Python*. Ini memberikan kinerja tinggi pada objek level lebih tinggi seperti *arrays* dan matriks. Salah satu contohnya adalah vektorisasi dalam algoritma. Ini membuatnya memungkinkan untuk bekerja dengan seluruh *array* daripada angka tunggal.
- e. Kontinuitas *Python* hampir menjadi kandidat ideal sebagai bahasa pemrograman pertama. Manfaat lainnya adalah fakta bahwa itu tidak hanya dibuat untuk tujuan pendidikan tetapi juga untuk digunakan dalam kehidupan profesional mereka di masa depan. Ini digunakan misalnya dalam administrasi jaringan, pengembangan web, pemrograman permainan komputer, dan banyak program memiliki dukungan terintegrasi untuk skrip *Python*.

- f. Struktur Data *Python* memiliki set, daftar, kamus, *tuple*, antrian yang aman dari *thread*, *string*, dan lain-lain. Penting bagi seorang pengembang untuk menggunakan struktur data yang tepat untuk suatu algoritma. Hal ini diperlukan terutama dalam bidang pengembangan kode yang berorientasi pada penelitian. Ketidakhadiran fitur-fitur tersebut membuat seorang pengembang tidak dapat mempelajari dan menggunakan pola desain yang baik.
- g. Tersedia *library Open Source*, *libraries* yang didedikasikan membantu menghemat waktu pengembang dari kode algoritma dasar. Selain itu, ada komunitas pengembang *Python* yang besar yang bersedia membantu pengembang *Python* lain dalam berbagai tahap siklus pengembangan mereka. Salah satu keunggulan dari bahasa pemrograman *Python* adalah menyediakan perpustakaan (*library*) yang kaya dengan modul dan paket-paket untuk digunakan dalam komputasi ilmiah dan pembelajaran mesin.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Objek Penelitian**

Objek pada penelitian ini adalah data hasil kuesioner kesiapan UMKM makanan dalam sertifikasi halal di D. I. Yogyakarta. Kuesioner diisi oleh pemilik UMKM yang belum memiliki sertifikat halal di Yogyakarta selama bulan Maret hingga Mei. Metode pengolahan data yang akan digunakan adalah *Clustering* Terbobot menggunakan *Analytical Hierarchy Process* dan *K-Means Clustering*.

#### **3.2 Jenis Data**

Terdapat 2 jenis data yang digunakan pada penelitian ini, yaitu:

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh oleh peneliti dari sumber pertamanya untuk tujuan penelitian tertentu. Pada penelitian ini, data primer merujuk pada informasi yang diperoleh langsung oleh peneliti melalui proses wawancara. Proses wawancara dengan pemilik UMKM dan *expert* di bidang UMKM Halal menjadi sumber informasi yang penting dalam penelitian ini, dan data primer yang dihasilkan dari wawancara tersebut digunakan sebagai landasan utama untuk menganalisis dan mendukung temuan dalam penelitian.

2. Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh melalui pengumpulan informasi yang telah dilakukan oleh pihak lain dari sumber-sumber yang telah ada sebelumnya. Sumber data sekunder utama adalah data hasil kuesioner kesiapan UMKM dalam sertifikasi halal. Selain itu, data sekunder juga diperoleh dari referensi jurnal dan buku yang relevan dengan topik penelitian. Data sekunder tersebut merupakan sumber informasi tambahan yang digunakan untuk mendukung analisis dan temuan dalam penelitian ini.

### 3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah sebagai berikut:

#### 1. Kajian Literatur

Sumber yang digunakan untuk referensi pada penelitian ini merupakan jurnal-jurnal terdahulu yang memiliki topik penelitian serupa dengan penelitian yang sedang dilakukan. Variabel yang digunakan pada penelitian ini juga dipilih berdasarkan pertimbangan dari kajian induktif atau penelitian terdahulu mengenai faktor yang mempengaruhi perilaku masyarakat. Penggunaan studi literatur membantu menentukan beberapa variabel yang digunakan pada kuesioner untuk metode *Analytical Hierarchy Process* dan *K-Means Clustering*. Terdapat beberapa variabel yang merupakan usulan dari peneliti untuk memperkaya hasil penelitian. Berikut merupakan variabel yang digunakan dalam penelitian:

Tabel 3. 1 Variabel Penelitian

No.	Judul dan Penulis	Variabel	Keterangan
1.	<i>Revealing Factors Hindering Halal Certification in East Kalimantan Indonesia</i> (Prabowo, 2014)	Pengetahuan ( <i>Knowledge</i> )	Pemahaman pemilik UMKM tentang konsep, persyaratan, dan implikasi sertifikasi halal, termasuk prinsip-prinsip halal, proses sertifikasi, serta peraturan dan standar yang terkait. Pengetahuan yang baik memungkinkan mereka untuk memenuhi standar halal, menerapkan praktik-produksi halal, dan menjaga kepatuhan terhadap persyaratan sertifikasi. Hampir semua kelompok menempatkan isu kurangnya pengetahuan sebagai isu terpenting yang menghambat upaya mereka untuk memenuhi standar halal.
2.	<i>Imposition of Administrative Sanctions</i>	Kesadaran ( <i>Awareness</i> )	Pemahaman dan pengetahuan pemilik UMKM tentang pentingnya sertifikasi

No.	Judul dan Penulis	Variabel	Keterangan
	<p><i>on Government Officials Who Do Not Implement Decision of the State Administrative Court</i> (Maksudi &amp; Suhartono, 2023)</p>		<p>halal, termasuk kebutuhan pasar, proses sertifikasi, dan manfaatnya bagi bisnis. Kesadaran yang baik mendorong pemilik UMKM untuk memprioritaskan pemenuhan standar halal dalam bisnis mereka, meningkatkan kepercayaan konsumen, dan memperluas pangsa pasar. Kesadaran pejabat TUN sangat berperan dalam kinerja putusan pengadilan, yang juga dapat mempengaruhi pendaftaran sertifikasi halal UMKM.</p>
3.	<p>Persepsi Pelaku UMKM Terhadap Kepemilikan Sertifikasi Halal Untuk Meningkatkan Daya Saing Produk UMKM Madura (Qomariyah, 2023)</p>	Sikap	<p>Mentalitas, motivasi, dan kesiapan pemilik UMKM untuk mengikuti proses dan mematuhi persyaratan sertifikasi halal. Sikap yang positif, seperti kesediaan untuk belajar dan komitmen terhadap kualitas produk halal, sangat penting dalam memperoleh dan mempertahankan sertifikasi halal. Karakter individu pemilik UMKM yang berhubungan dengan sikap dalam menjalankan dan mengembangkan usaha mempengaruhi keputusan memiliki sertifikasi halal.</p>
4.	<p><i>Analysis of Readiness toward Halal Certification in Sumatera</i></p>	Kesiapan Teknologi	<p>Sejauh mana UMKM menggunakan teknologi untuk memenuhi persyaratan sertifikasi halal, termasuk</p>

No.	Judul dan Penulis	Variabel	Keterangan
	<i>Utara (A Case study in Food Manufacturer)</i> (Wahyuni, 2021)		sistem informasi dan perangkat lunak untuk melacak, mengelola, dan mendokumentasikan proses produksi dan distribusi produk halal. Kesiapan teknologi berpengaruh signifikan terhadap keberhasilan proses sertifikasi halal pada UMKM.
5.	<i>Analysis of the Impact of Halal Certificate on the Performance of Micro and Small Enterprises (SMEs) with the Propensity Score Matching (PSM) Method</i> (Akbar & Rohman, 2023)	Lama Usaha	Pengalaman beroperasi UMKM dalam industri tertentu, yang dapat memengaruhi kemampuan mereka untuk memahami, menerapkan, dan mematuhi persyaratan sertifikasi halal. Usaha yang telah berdiri lebih lama cenderung memiliki pengalaman, reputasi, dan kapasitas finansial yang lebih baik, yang dapat memudahkan proses sertifikasi halal.
6.	<i>Attitudes and Perceptions of University Students on Climate Change: Evidences from an International Study</i> (Wall & Shiel, 2021)	Pendidikan	Tingkat pendidikan formal yang telah diselesaikan oleh pemilik UMKM. Tingkat pendidikan ini memengaruhi pemahaman dan keterampilan dalam manajemen serta kepatuhan terhadap persyaratan sertifikasi halal. Pendidikan memainkan peran penting dalam membentuk persepsi dan sikap individu, di mana individu dengan tingkat pendidikan lebih tinggi cenderung lebih proaktif terhadap isu tertentu.

No.	Judul dan Penulis	Variabel	Keterangan
7.	<i>The Influence of Income on Halal Certification for Small and Medium Enterprises (SMEs) in Indonesia</i> (Puspitasari & Urumsah, 2022)	Pendapatan	Jumlah uang yang diterima oleh pemilik UMKM dari hasil penjualan dalam satu bulan. Tingkat pendapatan ini memengaruhi kemampuan pemilik UMKM untuk mengalokasikan sumber daya dalam memperoleh dan mempertahankan sertifikasi halal. UMKM dengan penghasilan yang lebih tinggi cenderung lebih mampu untuk memenuhi biaya dan persyaratan sertifikasi halal.

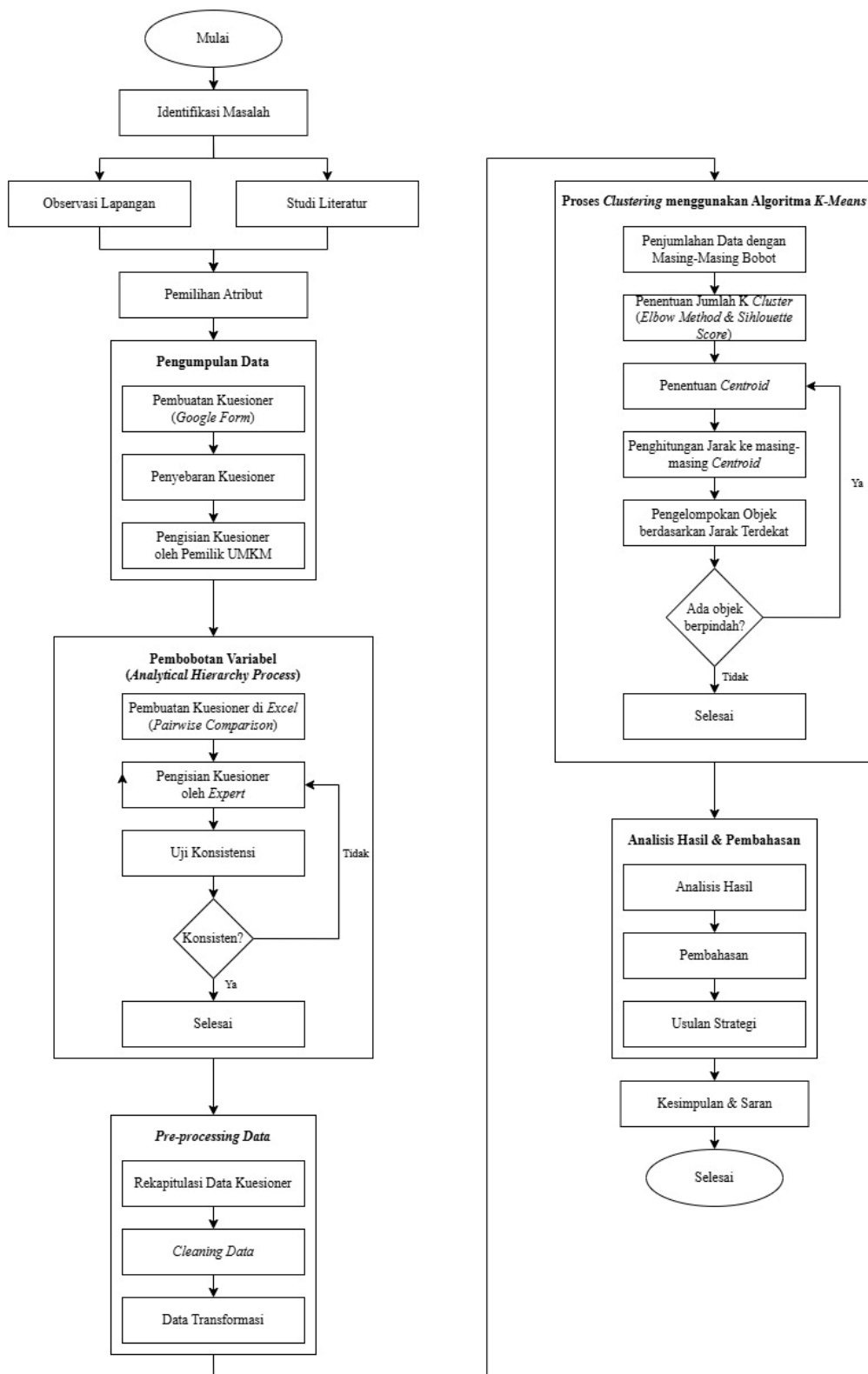
## 2. Data Hasil Kuesioner

Data hasil kuesioner pada penelitian ini adalah data yang berasal dari kuesioner tentang kesiapan UMKM dalam sertifikasi halal. Kuesioner tersebut diisi menggunakan media *google formulir* oleh pemilik UMKM di Yogyakarta yang belum memiliki sertifikat halal selama 3 bulan yaitu bulan Maret 2024 – Mei 2024. Hasil yang didapatkan sebanyak 108 responden dengan 2 responden tidak valid sehingga tersisa 106 data responden yang valid.

## 3. Wawancara

Wawancara dilakukan peneliti sebagai data pendukung dari hasil data atau dapat menjadi pendukung latar belakang dari penelitian yang dilakukan. Wawancara disini dilakukan oleh peneliti langsung kepada pemilik UMKM.

### 3.4 Alur Penelitian



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

Berikut merupakan penjelasan dari gambar alur penelitian di atas:

1. Mulai

2. Identifikasi Masalah

Tahapan identifikasi masalah dilakukan untuk mencari dasar permasalahan dari penelitian yang dilakukan. Berdasarkan rumusan masalah dapat ditetapkan tujuan dan batasan pada penelitian. Pada penelitian ini peneliti mengidentifikasi permasalahan tentang sertifikasi halal dan alasan UMKM di Yogyakarta belum memiliki sertifikasi halal. Permasalahan yang ditemukan dapat dilanjutkan untuk dilakukan analisis dan ditemukan solusinya.

3. Observasi Lapangan

Pada tahap observasi lapangan, peneliti secara langsung mengamati dan memperhatikan kondisi di mana penelitian dilakukan. Dengan melakukan observasi, peneliti dapat memperoleh informasi secara detail mengenai beberapa aspek yang relevan dengan penelitian, seperti tempat penelitian, lingkungan sekitar, dan praktik-praktik yang dilakukan oleh subjek penelitian.

4. Studi Literatur

Studi literatur memainkan peran penting dalam proses penelitian. Melalui studi literatur, peneliti mengumpulkan referensi dan teori-teori yang relevan dengan topik penelitian, memperoleh pemahaman mendalam tentang isu-isu yang terkait, konsep-konsep teoritis yang terkait, dan penelitian terdahulu yang telah dilakukan. Referensi dan teori-teori ini menjadi fondasi yang kokoh dan mendukung penelitian, membantu dalam pembahasan dan analisis selanjutnya. Dalam penelitian ini, peneliti akan menggunakan metode *clustering* terbobot yaitu AHP (*Analytical Hierarchy Process*) untuk melakukan pembobotan dan *clustering* dengan algoritma *K-means* untuk mengelompokkan UMKM berdasarkan kesamaan karakteristik.

5. Pemilihan Atribut

Pada tahap penentuan variabel, peneliti menentukan indikator-indikator yang dapat memengaruhi permasalahan yang dihadapi. Variabel yang digunakan yaitu pengetahuan, kesadaran, sikap, kesiapan teknologi, lama usaha, Pendidikan, dan penghasilan.

6. Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data, peneliti menyebarkan kuesioner yang telah dibuat kepada pelaku UMKM yang belum memiliki sertifikasi halal. Pada saat pengisian kuesioner,

peneliti mendampingi responden untuk meminimalisir terjadinya kesalahpahaman informasi yang ada pada kuesioner.

#### 7. Pembobotan menggunakan metode AHP

Pada tahap ini, pembobotan variabel dilakukan oleh *expert*. Dalam penelitian ini *expert* yang mengisi bobot setiap variabel adalah orang yang ahli dalam bidang kehalalan suatu produk serta mengetahui aturan tentang sertifikasi halal. *Expert* yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 3 *expert*.

#### 8. *Pre-processing data*

*Pre-processing data* pada penelitian ini memiliki peran penting agar data yang telah diperoleh melalui kuesioner dapat melalui proses pengolahan data yang akan dilakukan menggunakan bahasa pemrograman. Data hasil kuesioner akan melalui *pre-processing data* yaitu untuk menghilangkan data yang tidak sesuai atau tidak dibutuhkan dalam penelitian. Selain itu data yang telah didapatkan juga harus melalui proses normalisasi data agar bobot dari setiap variabel sama.

#### 9. Pengelompokan menggunakan metode *K-Means Clustering*

Pada tahapan ini, peneliti menggunakan algoritma *K-means* untuk mengelompokkan data ke dalam kelompok-kelompok homogen berdasarkan kemiripan karakteristiknya. Pada tahap ini, peneliti menggunakan *software Jupyter Notebook* dengan menggunakan bahasa pemrograman *Python*. Hasil dari proses *clustering* ini akan digunakan untuk analisis lebih lanjut, seperti pembuatan aturan asosiasi yang relevan dalam penelitian skripsi.

#### 10. Analisis Hasil dan Pembahasan

Peneliti menganalisis data yang telah diproses menggunakan metode *clustering* terbobot, untuk mengelompokkan variabel ke dalam kelompok-kelompok yang homogen. Hasil *clustering* terbobot ini digunakan untuk menentukan strategi dan menggambarkan karakteristik setiap kelompok secara rinci. Selanjutnya, tahap usulan strategi, peneliti memberikan usulan strategi yang tepat kepada pihak yang menangani sertifikasi halal untuk meningkatkan persentase UMKM memiliki sertifikasi halal berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang dilakukan pada metode sebelumnya.

#### 11. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini, kesimpulan dibuat untuk menentukan solusi dari permasalahan yang didapat dan memberikan saran untuk penelitian selanjutnya.

#### 12. Selesai

## **BAB IV**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

#### **4.1 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data adalah proses mengumpulkan informasi atau data dari berbagai sumber untuk dianalisis dan digunakan dalam suatu studi atau penelitian. Tujuan dari pengumpulan data yaitu untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang fenomena yang diteliti, menganalisis hubungan antara variabel, dan mendukung pembuatan kesimpulan yang valid. Pada penelitian ini, pengumpulan data dilakukan di Yogyakarta sebagai fokus penelitiannya. Penelitian ini menggunakan 2 tipe data, yaitu data hasil kuesioner yang diisi oleh pemilik UMKM makanan dan data hasil kuesioner perbandingan berpasangan yang diisi oleh *expert* di bidang UMKM dan sertifikasi halal.

Pengumpulan data kuesioner yang berjudul “Pengelompokan UMKM Berdasarkan Kesiapan dalam Sertifikasi Halal di Daerah Istimewa Yogyakarta” dilakukan melalui media *google form* yang dibagikan kepada UMKM makanan di Yogyakarta. Terdapat 5 kriteria pada kuesioner yaitu Demografi, Pengetahuan, Kesadaran, Sikap, dan Kesiapan Teknologi. Demografi dibagi menjadi 3 indikator pertanyaan yang dijadikan sebagai kriteria, sehingga jumlah kriteria yang digunakan pada penelitian ini yaitu 7 kriteria. Data kedua yaitu data perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) yang diisi oleh *expert* melalui kuesioner. Pengisian kuesioner dilakukan menggunakan *software Microsoft Excel*. Variabel yang digunakan pada perbandingan berpasangan sebanyak 7 variabel yaitu Pengetahuan, Kesadaran, Sikap, Kesiapan Teknologi, Lama Usaha, Pendidikan Terakhir Pemilik UMKM, dan Penghasilan UMKM Per bulan.

#### **4.2 Pre-Processing**

##### **4.2.1 Pre-Processing Analytical Hierarchy Process**

AHP (*Analytical Hierarchy Process*) tidak memerlukan *pre-processing* data yang formal karena sifatnya yang kualitatif dan subjektif, menggunakan skala penilaian standar (1-9) untuk perbandingan berpasangan, serta berfokus pada struktur hierarki sederhana yang mencakup tujuan, kriteria, dan alternatif. Penilaian langsung dimasukkan ke dalam matriks perbandingan berpasangan, dan konsistensi penilaian diperiksa melalui rasio konsistensi (CR), yang

memastikan data yang digunakan dapat diandalkan tanpa memerlukan transformasi atau normalisasi tambahan seperti dalam *machine learning* atau analisis data.

#### 4.2.2 Pre-Processing Clustering

*Pre-processing* pada *clustering* bertujuan untuk memastikan data dalam kondisi optimal sebelum analisis, termasuk pembersihan data dari nilai yang hilang atau tidak konsisten, normalisasi atau standarisasi fitur untuk menghindari dominasi skala tertentu, pengurangan dimensi untuk menyederhanakan data tanpa kehilangan informasi penting, dan transformasi fitur agar lebih sesuai dengan algoritma *clustering* yang akan digunakan dikarenakan pengaturan *google form* memberikan kewajiban kepada responden untuk mengisi semua pertanyaan dan hanya memilih berdasarkan pilihan yang telah diberikan. Pada penelitian ini, data yang didapat ada 108, namun setelah melalui proses *pre-processing* data yang dapat memasuki proses selanjutnya sebanyak 105 data.

### 4.3 Transformasi Data

#### 4.3.1 Transformasi Data *Analytical Hierarchy Process*

Proses transformasi yang dilakukan untuk pengolahan data *Analytical Hierarchy Process* adalah dengan merubah data dalam bentuk skala kepentingan (kualitatif) menjadi sebuah skala numerik. Berikut merupakan hasil transformasi data untuk *Analytical Hierarchy Process*:

EXPERT 1							
Kriteria	Knowledge	Awareness	Sikap	Technology	Lama Usaha	Pendidikan	Penghasilan
Knowledge	1	0	0,333333	3	3	3	2
Awareness	9	1	8	9	9	9	9
Sikap	3	0,125	1	5	5	4	3
Technology	0,333333	0,111111	0,2	1	2	0,333333	3
Lama Usaha	0,333333	0,111111	0,2	0,5	1	0,333333	1
Pendidikan	0,333333	0,111111	0,25	3	3	1	2
Penghasilan	0,5	0,111111	0,333333	0,333333	1	0,5	1
Total	14,499999	1,680555	10,316666	21,833333	24	18,166666	21

Gambar 4. 1 Perbandingan Berpasangan *Expert 1*

EXPERT 2							
Kriteria	Knowledge	Awarness	Sikap	Technology	Lama Usaha	Pendidikan	Penghasilan
Knowledge	1	0	4	5	6	7	2
Awarness	3	1	5	6	7	8	4
Sikap	0,25	0,2	1	3	4	5	3
Technology	0,2	0,166667	0,333333	1	2	3	2
Lama Usaha	0,166667	0,142857	0,25	0,5	1	2	0,2
Pendidikan	0,142857	0,125	0,2	0,333333	0,5	1	1
Penghasilan	0,5	0,25	0,333333	0,5	5	1	1
Total	5,259524	2,217857	11,116666	16,333333	25,5	27	13,2

Gambar 4. 2 Perbandingan Berpasangan *Expert 2*

EXPERT 3							
Kriteria	Knowledge	Awarness	Sikap	Technology	Lama Usaha	Pendidikan	Penghasilan
Knowledge	1	0	4	0,25	4	4	4
Awarness	4	1	6	0,166667	6	6	6
Sikap	0,25	0,166667	1	0,166667	3	2	3
Technology	4	6	6	1	9	9	9
Lama Usaha	0,25	0,166667	0,333333	0,111111	1	1	1
Pendidikan	0,25	0,166667	0,5	0,111111	1	1	2
Penghasilan	0,25	0,166667	0,333333	0,111111	1	0,5	1
Total	10	8	18,166666	1,916667	25	23,5	26

Gambar 4. 3 Perbandingan Berpasangan *Expert 3*

#### 4.3.2 Transformasi Data *Clustering*

Proses transformasi yang dilakukan untuk pengolahan data *Clustering* adalah merubah jawaban untuk setiap variabel dari bentuk teks ke dalam bentuk nominal. Tahap ini dilakukan untuk memastikan data yang diambil sesuai dengan kebutuhan penelitian. Berikut merupakan hasil transformasi data untuk *Clustering*:

Tabel 4. 1 Data Hasil Transformasi

No.	Nama UMKM	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
1	Dingo Coffee	2	4	5	0	3	5	4
2	pecel	2	4	1	4	5	5	5
3	Es Kepala Milo Nikmat Rasa	2	4	2	4	4	5	4
4	7Rasa Catering	10	4	5	4	3	5	3
5	Funny Warmindo	1	1	2	1	3	4	2
6	sate kambing pak udin	8	3	2	0	5	5	3
7	WestPash Coffee	3	4	2	3	5	5	3
8	Mie Ayam Afui	9	4	5	2	5	5	4
9	Dawet Ireng Yudhistira	1	4	2	4	4	5	5

No.	Nama UMKM	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
10	Nasi Berkat	1	4	2	4	5	5	2
...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...
101	cilok barokah	3	3	2	1	3	4	2
102	Bakso tusuk payaman	1	3	2	0	5	5	3
103	Martabak RR	2	3	2	2	1	4	3
104	batagor depan KPRI	2	2	2	1	5	4	3
105	kue pukis	1	1	2	0	3	4	2

Tabel 4. 2 Keterangan Data Transformasi

Nama	Keterangan
X1	Lama Usaha
X2	Pendidikan Terakhir Pemilik UMKM
X3	Penghasilan per bulan UMKM
X4	Pengetahuan
X5	Kesadaran
X6	Sikap
X7	Kesiapan Teknologi

#### 4.4 Pengolahan Data *Analytical Hierarchy Process*

##### 4.4.1 *Geometric Mean Theory*

Pada tahap *geometric mean theory*, peneliti menghitung bobot atau prioritas dari berbagai kriteria atau alternatif berdasarkan matriks perbandingan berpasangan. Penelitian ini menggunakan 3 *expert* sehingga harus melakukan *geometric mean theory* untuk menemukan rata-rata dari ketiga hasil yang didapatkan (Nur Setiana Dewi *et al.*, 2022). Berikut ini adalah hasil perhitungan rata-rata perbandingan berpasangan menggunakan rumus *geometric mean*:

Kriteria	Knowledge	Awareness	Sikap	Technology	Lama Usaha	Pendidikan	Penghasilan
Knowledge	1,000	0,210	1,747	1,554	4,160	4,380	2,520
Awareness	4,762	1,000	6,214	2,080	7,230	7,560	6,000
Sikap	0,572	0,161	1,000	1,357	3,915	3,420	3,000
Technology	0,644	0,481	0,737	1,000	3,302	2,080	3,780
Lama Usaha	0,240	0,138	0,255	0,303	1,000	0,874	0,585
Pendidikan	0,228	0,132	0,292	0,481	1,145	1,000	1,587
Penghasilan	0,397	0,167	0,333	0,265	1,710	0,630	1,000
Total	7,844	2,289	10,580	7,039	22,462	19,943	18,472

Gambar 4. 4 *Geometric Mean Theory* Perbandingan Berpasangan

#### 4.4.2 Uji Konsistensi

Pada tahap ini, peneliti melakukan uji konsistensi untuk memastikan bahwa matriks perbandingan berpasangan yang digunakan dalam analisis AHP konsisten dan dapat diandalkan. Uji konsistensi penting karena matriks perbandingan berpasangan yang inkonsisten dapat menghasilkan prioritas yang tidak dapat diandalkan atau bahkan tidak realistis. Jika *consistency ratio* (CR) kurang dari nilai batas yang ditentukan ( $<0,1$ ), matriks perbandingan dianggap konsisten, dan prioritas yang dihasilkan dianggap dapat diandalkan untuk pengambilan keputusan (Harahap *et al.*, 2022). Sebelum melakukan uji konsistensi, data yang telah didapatkan harus melalui proses normalisasi data terlebih dahulu agar rentang nilai-nilai variabel yang digunakan seragam atau normal. Berikut adalah normalisasi data dari setiap variabel:

Knowledge	Awareness	Sikap	Technology	Lama Usaha	Pendidikan	Penghasilan
0,127	0,092	0,165	0,221	0,185	0,220	0,136
0,607	0,437	0,587	0,296	0,322	0,379	0,325
0,073	0,070	0,095	0,193	0,174	0,171	0,162
0,082	0,210	0,070	0,142	0,147	0,104	0,205
0,031	0,060	0,024	0,043	0,045	0,044	0,032
0,029	0,058	0,028	0,068	0,051	0,050	0,086
0,051	0,073	0,032	0,038	0,076	0,032	0,054
1	1	1	1	1	1	1

Gambar 4. 5 Normalisasi Data AHP

Dengan melakukan normalisasi data seperti tahapan di atas, peneliti berhasil mengubah nilai-nilai di setiap variabel yang memiliki rentang berbeda menjadi sama.

1	2	3	4 = 3/2	5 = Sum 4/Sum 1	6 = (5 - Sum 1)/(Sum 1 - 1)	7	8 = 6/7
Total Weight Matrix	Eugen Vector	Perkalian Matrix	Eugen Value	$\lambda_{maks}$	CI	IR	CR
1,146	0,164	1,224	7,474	7,337	0,056	1,320	0,043
2,953	0,422	3,311	7,849				
0,939	0,134	0,970	7,233				
0,960	0,137	0,977	7,123				
0,278	0,040	0,289	7,271				
0,370	0,053	0,377	7,135				
0,354	0,051	0,368	7,272				
7,000	1,000	7,516	51,357				

Gambar 4. 6 Hasil Uji Konsistensi

*Consistency Ratio* (CR) didapatkan dari pembagian antara *Consistency Index* (CI) dan *Random Index* (IR), maka terlebih dahulu harus menentukan nilai *Consistency Index* (CI) dan *Random Index* (IR). Nilai CI dapat diperoleh melalui perhitungan seperti pada gambar, sedangkan nilai IR didapatkan melalui tabel indeks *random* yang ditentukan berdasarkan jumlah variabel yang digunakan (Liga Mayola *et al.*, 2023). Berikut merupakan tabel ketentuan *random index*:

Tabel 4. 3 *Random Index*

n	1, 2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

Variabel yang digunakan pada penelitian ini berjumlah 7, maka nilai RI yang digunakan adalah 1,32. Pada uji konsistensi (*consistency ratio*) didapatkan rasio konsistensinya (CR) sebesar 0,043, nilai tersebut berada di bawah atau kurang dari 0.1 atau 10%. Maka dapat disimpulkan bahwa pembobotan uji konsistensi kriteria tersebut konsisten.

#### 4.4.3 Hasil Pembobotan

Setelah seluruh nilai dipastikan konsisten, peneliti menghitung bobot dari setiap variabel menggunakan nilai *eigen vector*. Nilai *eigen vector* dalam AHP (*Analytical Hierarchy Process*) digunakan untuk menentukan prioritas variabel karena *eigen vector* mewakili bobot relatif dari setiap elemen dalam matriks perbandingan berpasangan yang dibangun berdasarkan penilaian subjektif. Dalam AHP, matriks perbandingan berpasangan menggambarkan seberapa penting satu elemen dibandingkan dengan elemen lainnya. *Eigen vector*, yang diperoleh dari dekomposisi matriks, mencerminkan bobot yang mencerminkan pentingnya setiap elemen relatif terhadap yang lain. Dengan demikian, nilai *eigen vector* memberikan bobot prioritas yang dapat digunakan untuk menentukan urutan prioritas dari variabel atau alternatif dalam proses pengambilan keputusan. Berikut merupakan tabel hasil pembobotan setiap variabel:

Tabel 4. 4 Hasil Pembobotan

Variabel	Bobot
Lama Usaha	0,040
Pendidikan Pemilik	0,053
Penghasilan Per Bulan	0,051
<i>Knowledge</i>	0,164
<i>Awareness</i>	0,422
Sikap	0,134
Kesiapan Teknologi	0,137

## 4.5 Pengolahan Data Clustering

### 4.5.1 Standardisasi Data

Standardisasi data pada *k-means clustering* dilakukan untuk memastikan bahwa semua fitur memiliki skala yang seragam, sehingga setiap fitur berkontribusi secara setara dalam perhitungan jarak *Euclidean* yang digunakan untuk menentukan kesamaan antara data poin dan *centroid* (Wahidah *et al.*, 2023). Standardisasi dilakukan pada penelitian ini karena setiap atribut pertanyaan memiliki skala yang berbeda-beda. Berikut merupakan hasil data setelah dilakukan standardisasi:

- K-means Clustering*

No.	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
1	-0,634207927	1,121728875	2,770548163	-0,998615936	-0,836141661	0,340150672	0,654182049
2	-0,634207927	1,121728875	-1,445503389	1,244264776	0,804884029	0,340150672	1,362317256
3	-0,634207927	1,121728875	-0,391490501	1,244264776	-0,015628816	0,340150672	0,654182049
4	0,508999495	1,121728875	2,770548163	1,244264776	-0,836141661	0,340150672	-0,053953159
5	-0,777108855	-1,924345225	-0,391490501	-0,437895758	-0,836141661	-2,210979365	-0,762088366
...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...
103	-0,634207927	0,106370842	-0,391490501	0,12282442	-2,477167351	-2,210979365	-0,053953159
104	-0,634207927	-0,908987192	-0,391490501	-0,437895758	0,804884029	-2,210979365	-0,053953159
105	-0,777108855	-1,924345225	-0,391490501	-0,998615936	-0,836141661	-2,210979365	-0,762088366

Gambar 4. 7 Standardisasi Data *K-Means Clustering*

- *K-means Clustering* Terbobot

No.	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
1	-0,025368317	0,05945163	0,141297956	-0,163773014	-0,352851781	0,04558019	0,089622941
2	-0,025368317	0,05945163	-0,073720673	0,204059423	0,33966106	0,04558019	0,186637464
3	-0,025368317	0,05945163	-0,019966016	0,204059423	-0,00659536	0,04558019	0,089622941
4	0,02035998	0,05945163	0,141297956	0,204059423	-0,352851781	0,04558019	-0,007391583
5	-0,031084354	-0,101990297	-0,019966016	-0,071814904	-0,352851781	-0,296271235	-0,104406106
...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...
103	-0,025368317	0,005637655	-0,019966016	0,020143205	-1,045364622	-0,296271235	-0,007391583
104	-0,025368317	-0,048176321	-0,019966016	-0,071814904	0,33966106	-0,296271235	-0,007391583
105	-0,031084354	-0,101990297	-0,019966016	-0,163773014	-0,352851781	-0,296271235	-0,104406106

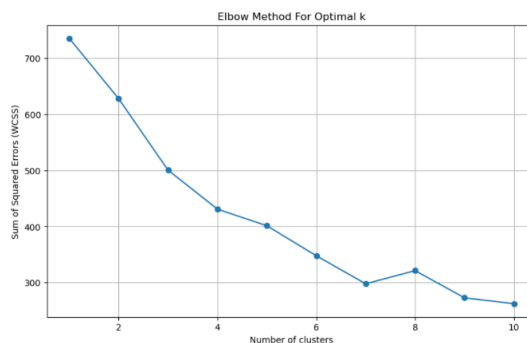
Gambar 4. 8 Standardisasi Data *K-Means Clustering* Terbobot

#### 4.5.2 Penentuan Nilai Optimal *Cluster*

Penentuan nilai optimal *cluster* adalah proses untuk menentukan jumlah *cluster* yang paling sesuai dalam analisis *clustering* untuk memastikan hasil yang paling representatif dan efektif. Pada penelitian ini, metode yang digunakan untuk menentukan nilai optimal *cluster* adalah metode *elbow* dan *silhouette*. Berikut merupakan hasil penentuan nilai optimal *cluster*:

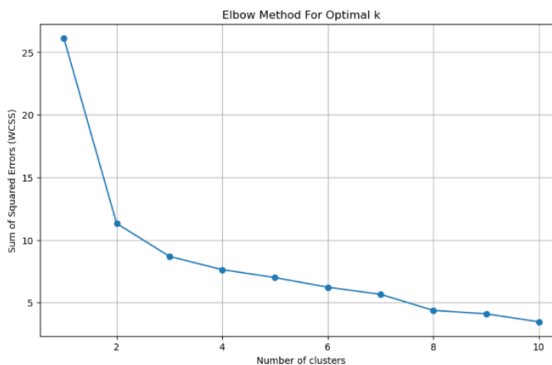
##### 1. Metode *Elbow*

- *K-Means Clustering*



Gambar 4. 9 Grafik *Elbow K-Means Clustering*

- *K-Means Clustering* Terbobot

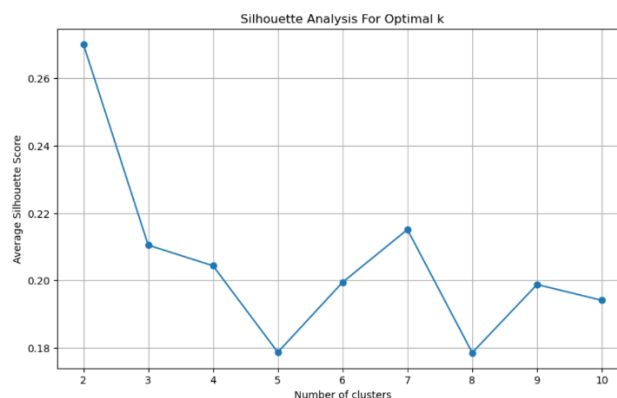


Gambar 4. 10 Grafik *Elbow K-Means Clustering* Terbobot

Berdasarkan kedua grafik *elbow* di atas, hasil yang didapatkan dari kedua metode menunjukkan nilai yang berbeda. Pada *K-Means Clustering* penurunan WCSS mulai melambat secara signifikan serta terbentuk siku pada cluster 3, menunjukkan bahwa jumlah *cluster* yang optimal adalah 3. Sedangkan pada *K-Means Clustering* Terbobot penurunan WCSS mulai melambat secara signifikan serta terbentuk siku pada cluster 2, menunjukkan bahwa jumlah *cluster* yang optimal adalah 2. Grafik *Elbow* menggambarkan hubungan antara jumlah *cluster* dan *total within-cluster sum of squares* (WCSS). Titik di mana penurunan WCSS mulai melambat, membentuk "siku" atau *elbow*, menunjukkan bahwa penambahan lebih banyak *cluster* tidak memberikan peningkatan signifikan dalam mengurangi variansi di dalam *cluster*. Oleh karena itu, titik *elbow* yang teridentifikasi pada 3 *cluster* dan 2 *cluster* di masing-masing *k-means* dianggap sebagai jumlah *cluster* yang optimal.

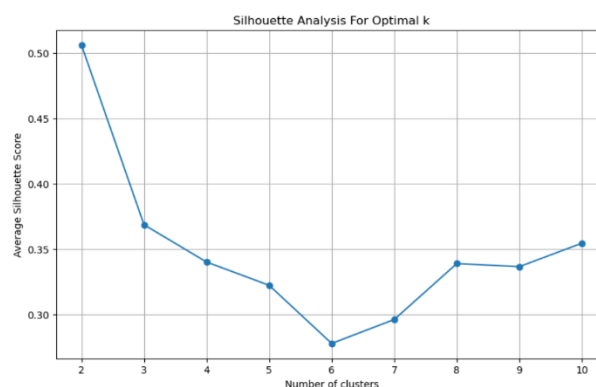
## 2. *Silhouette*

- *K-Means Clustering*



Gambar 4. 11 Grafik *Silhouette K-Means Clustering*

- *K-Means Clustering* Terbobot



Gambar 4. 12 Grafik *Silhouette K-Means Clustering* Terbobot

Berdasarkan kedua grafik *silhouette* di atas, hasil yang didapatkan dari kedua metode menunjukkan nilai yang sama. Nilai *silhouette* rata-rata tertinggi mengindikasikan bahwa jumlah *cluster* yang optimal adalah 2. Dengan menghitung nilai *silhouette average* untuk berbagai jumlah *cluster*, didapatkan bahwa nilai *silhouette average* tertinggi dicapai dengan 2 *cluster*. Nilai *silhouette average* yang tinggi menunjukkan bahwa data dalam *cluster* tersebut memiliki jarak yang cukup baik dari *cluster* lain dan *cluster-cluster* tersebut terpisah dengan jelas.

Berdasarkan hasil analisis menggunakan dua metode tersebut, didapatkan bahwa jumlah *cluster* optimal adalah 2. Pada *K-Means Clustering*, metode *Elbow* menunjukkan bahwa jumlah *cluster* optimal adalah 3, sedangkan metode *Silhouette* menunjukkan jumlah *cluster* optimal adalah 2. Di sisi lain, pada *K-Means Clustering* Terbobot, baik metode *Elbow* maupun *Silhouette* secara konsisten menunjukkan bahwa jumlah *cluster* optimal adalah 2.

Dalam hal ini, keputusan untuk memilih 2 *cluster* sebagai jumlah optimal didasarkan pada hasil dari *dataset K-Means Clustering* Terbobot, di mana kedua metode analisis menunjukkan konsistensi dalam hasilnya. Selain itu, metode *Silhouette* memberikan evaluasi yang mendalam mengenai kualitas *clustering*, dengan mempertimbangkan baik kekompakan internal dalam *cluster* maupun keterpisahan antar *cluster*. Oleh karena itu, memilih 2 *cluster* sebagai jumlah optimal tidak hanya didasarkan pada konsistensi hasil pada *dataset* terbobot tetapi juga pada kekuatan metode *Silhouette* dalam memberikan penilaian yang lebih komprehensif. Keputusan ini memastikan bahwa data dikelompokkan dengan cara yang paling efektif, dengan keseimbangan terbaik antara kedekatan data dalam *cluster* yang sama dan jarak antara *cluster* yang berbeda.

#### 4.5.3 Hasil *Clustering* menggunakan Nilai Optimal *Cluster*

Pada tahap ini, dilakukan analisis *clustering* dengan menggunakan nilai optimal dari jumlah *cluster* yang telah ditentukan sebelumnya. Analisis ini bertujuan untuk mengelompokkan data ke dalam beberapa *cluster* yang memiliki karakteristik yang serupa, sehingga dapat memberikan wawasan yang lebih dalam mengenai struktur data. Sebelum masuk ke dalam hasil *clustering*, berikut adalah langkah-langkah dan rumus yang digunakan:

- *K-Means Clustering* (Rohmah *et al.*, 2021)

1. Inisialisasi: Pilih  $k$  *centroid* (pusat *cluster*).
2. Hitung Jarak: Hitung jarak *Euclidean* antara setiap titik data  $x_i$  dan *centroid*  $\mu_j$  menggunakan rumus:

$$d(x_i, \mu_j) = \sqrt{\sum_{m=1}^n (x_{im} - \mu_{jm})^2}$$

Di mana  $x_{im}$  dan  $\mu_{jm}$  adalah komponen ke- $m$  dari data dan *centroid*.

3. Tetapkan ke *Cluster*: Setiap titik data  $x_i$  akan dimasukkan ke *cluster* dengan *centroid* terdekat.
4. *Update Centroid*: Hitung *centroid* baru untuk setiap *cluster*  $C_j$  dengan rata-rata semua titik di *cluster* tersebut:

$$\mu_j = \frac{1}{|C_j|} \sum_{x_i \in C_j} x_i$$

5. Ulangi: Langkah 2-4 diulang sampai *centroid* tidak berubah atau perubahan dalam posisi *centroid* kecil.

- *K-Means Clustering* Terbobot (Kerdprasop *et al.*, 2005)

1. Inisialisasi: Sama seperti *K-Means*, pilih  $k$  *centroid*.
2. Hitung Jarak dengan Bobot: Hitung jarak *Euclidean* dengan memperhitungkan bobot  $w_i$  dari setiap titik data  $x_i$ .

$$d(x_i, \mu_j) = w_i \times \sqrt{\sum_{m=1}^n (x_{im} - \mu_{jm})^2}$$

$w_i$  adalah bobot yang terkait dengan titik data  $x_i$ .

3. Tetapkan ke *Cluster*: Setiap titik data diberikan ke *cluster* terdekat seperti pada *K-Means*.
4. *Update Centroid* dengan Bobot: Hitung *centroid* baru dengan memperhitungkan bobot data:

$$\mu_j = \frac{\sum_{x_i \in C_j} w_i \times x_i}{\sum_{x_i \in C_j} w_i}$$

5. Ulangi: Proses diulang sampai konvergensi tercapai.

Berikut adalah hasil *clustering* berdasarkan nilai optimal *cluster* yang telah dihitung:

- *K-Means Clustering*

Tabel 4. 5 Jumlah Anggota *K-Means Clustering*

<i>Cluster</i>	Jumlah Anggota
1	92
2	13

- *K-Means Clustering* Terbobot

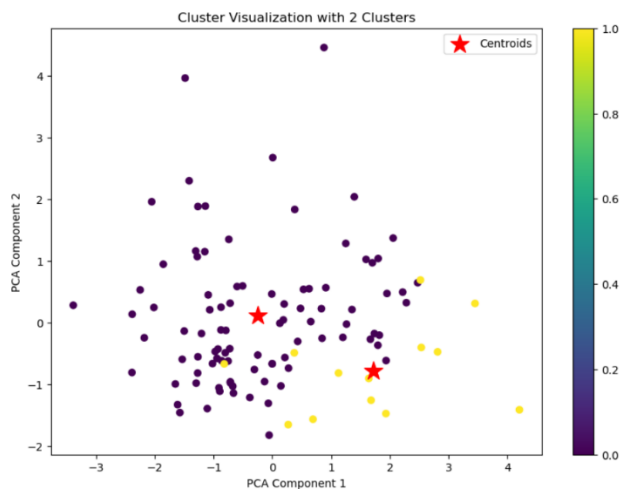
Tabel 4. 6 Jumlah Anggota *K-Means Clustering* Terbobot

<i>Cluster</i>	Jumlah Anggota
1	75
2	30

#### 4.5.4 Visualisasi *Cluster*

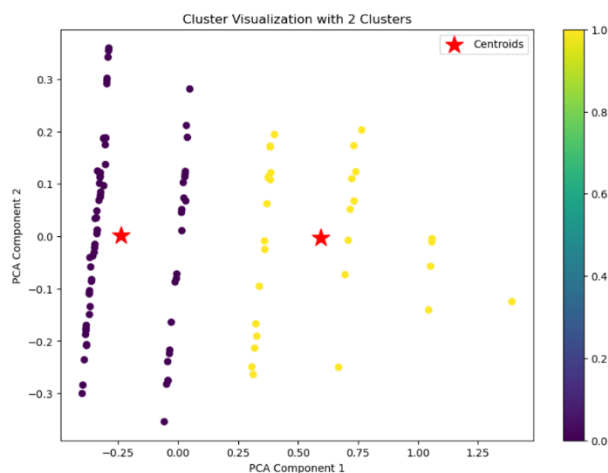
Visualisasi *cluster* merupakan langkah penting dalam memahami hasil dari analisis *K-Means clustering*. Dengan memvisualisasikan *cluster*, dapat digambarkan bagaimana data terkelompokkan dan mengidentifikasi pola atau tren yang mungkin tidak terlihat sebelumnya. Dalam visualisasi ini, peneliti menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA) untuk mereduksi dimensi data dari 7 variabel menjadi 2 komponen utama. PCA membantu menyederhanakan data yang berdimensi tinggi dengan mereduksi jumlah variabel menjadi dua dimensi yang paling signifikan, tanpa kehilangan informasi penting (Rosyada & Utari, 2024). Reduksi ini dilakukan untuk meningkatkan efisiensi komputasi dan memudahkan interpretasi, terutama pada *dataset* yang memiliki banyak variabel. Berikut adalah visualisasi *clustering* untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai sebaran dan hubungan antar *cluster*:

- *K-Means Clustering*



Gambar 4. 13 Visualisasi *K-Means Clustering*

- *K-Means Clustering* Terbobot



Gambar 4. 14 Visualisasi *K-Means Clustering* Terbobot

#### 4.5.5 Penentuan Nilai *Centroid* dan *Final Cluster Center*

Penentuan nilai *centroid* merupakan langkah krusial dalam proses *K-Means clustering*. *Centroid* adalah titik pusat dari setiap cluster dan mewakili rata-rata dari semua titik data dalam *cluster* tersebut (Hajar *et al.*, 2020). Mengetahui nilai *centroid* membantu dalam memahami karakteristik utama dari setiap *cluster*. Berikut merupakan hasil penentuan nilai *centroid*:

- *K-Means Clustering*

Tabel 4. 7 Nilai *Centroid K-Means Clustering*

<i>Attribute</i>	<i>Cluster</i>	
	1	2
<b>X1</b>	0,063211	-0,447337
<b>X2</b>	0,084298	-0,596569
<b>X3</b>	0,032406	-0,229335
<b>X4</b>	0,080161	-0,567293
<b>X5</b>	0,091395	-0,646793
<b>X6</b>	0,340151	-2,407220
<b>X7</b>	0,046109	-0,326313

- *K-Means Clustering* Terbobot

Tabel 4. 8 Nilai *Centroid K-Means Clustering* Tebobot

<i>Attribute</i>	<i>Cluster</i>	
	1	2
<b>X1</b>	0,000011	-0,000027
<b>X2</b>	0,004920	-0,012300
<b>X3</b>	0,002253	-0,005631
<b>X4</b>	0,036083	-0,090207
<b>X5</b>	0,233476	-0,583689
<b>X6</b>	0,018232	-0,045580
<b>X7</b>	0,014598	-0,036496

Setelah mendapatkan nilai *centroid* dari hasil *K-Means clustering*, langkah penting berikutnya adalah mengonversi nilai *centroid* kembali ke skala asli data. Proses ini menghasilkan apa yang dikenal sebagai *final cluster centers*. Nilai *final cluster centers* menginterpretasikan pusat *cluster* dalam konteks nyata untuk memudahkan analisis dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat. Dengan *final cluster centers*, karakteristik dari setiap *cluster* dapat lebih mudah untuk dipahami (Asyari & Zagladi, 2020). Berikut merupakan nilai *final cluster center*:

- *K-Means Clustering*

Tabel 4. 9 Nilai *Final Cluster Centers K-Means Clustering*

<i>Attribute</i>	<i>Cluster</i>	
	1	2
<b>X1</b>	6,880435	3,307692
<b>X2</b>	2,978261	2,307692
<b>X3</b>	2,402174	2,153846
<b>X4</b>	1,923913	0,769231
<b>X5</b>	4,130435	3,230769
<b>X6</b>	5,000000	3,923077
<b>X7</b>	3,141304	2,615385

- *K-Means Clustering* Terbobot

Tabel 4. 10 Nilai *Final Cluster Centers K-Means Clustering* Tebobot

<i>Attribute</i>	<i>Cluster</i>	
	1	2
<b>X1</b>	6,440000	6,433333
<b>X2</b>	2,986667	2,666667
<b>X3</b>	2,413333	2,266667
<b>X4</b>	2,173333	0,800000
<b>X5</b>	4,693333	2,333333
<b>X6</b>	4,920000	4,733333
<b>X7</b>	3,226667	2,700000

#### 4.5.6 Profilisasi *Cluster*

Profilisasi *cluster* adalah proses untuk memberikan deskripsi mendetail mengenai karakteristik dari setiap *cluster* yang telah terbentuk. Dengan melakukan profilisasi, kita dapat memahami atribut utama yang membedakan setiap *cluster* dan mendapatkan wawasan lebih dalam mengenai kelompok-kelompok data tersebut. Profilisasi *cluster* pada penelitian ini didapatkan dari pembulatan nilai *final cluster centers*. Berikut merupakan profil dari setiap *cluster* yang dihasilkan:

- *K-Means Clustering*

Tabel 4. 11 Pembulatan Nilai Profilisasi *K-Means Clustering*

<i>Attribute</i>	<i>Cluster</i>	
	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>X1</b>	7	3
<b>X2</b>	3	2
<b>X3</b>	2	2
<b>X4</b>	2	1
<b>X5</b>	4	3
<b>X6</b>	5	4
<b>X7</b>	3	3

Tabel 4. 12 Transformasi Nilai Profilisasi *K-Means Clustering*

<i>Attribute</i>	<i>Cluster</i>	
	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>X1</b>	7 Tahun	3 Tahun
<b>X2</b>	SMA	SMP
<b>X3</b>	500.000 - 5.000.000	500.000 - 5.000.000
<b>X4</b>	Tidak	Tidak
<b>X5</b>	Ya	Ya
<b>X6</b>	Ya	Ya
<b>X7</b>	Ya	Ya

- *K-Means Clustering* Terbobot

Tabel 4. 13 Pembulatan Nilai Profilisasi *K-Means Clustering* Terbobot

<i>Attribute</i>	<i>Cluster</i>	
	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>X1</b>	6	6
<b>X2</b>	3	3
<b>X3</b>	2	2
<b>X4</b>	2	1

<i>Attribute</i>	<i>Cluster</i>	
	1	2
<b>X5</b>	5	2
<b>X6</b>	5	5
<b>X7</b>	3	3

Tabel 4. 14 Transformasi Nilai Profilisasi *K-Means Clustering* Terbobot

<i>Attribute</i>	<i>Cluster</i>	
	1	2
<b>X1</b>	6 Tahun	6 Tahun
<b>X2</b>	SMA	SMA
<b>X3</b>	500.000 - 5.000.000	500.000 - 5.000.000
<b>X4</b>	Tidak	Tidak
<b>X5</b>	Ya	Tidak
<b>X6</b>	Ya	Ya
<b>X7</b>	Ya	Ya

Profilisasi *cluster*, pembulatan nilai, dan transformasi data membantu dalam memahami dan menyederhanakan hasil *clustering*. Profilisasi memberikan deskripsi jelas tentang setiap *cluster*, sementara pembulatan nilai dan transformasi mempermudah analisis dan interpretasi data. Langkah-langkah ini penting untuk mendapatkan karakteristik dari hasil *clustering* dan membuat data lebih mudah dipahami.

## 4.6 Perbandingan K-Means Clustering dan K-Means Clustering Terbobot

### 4.6.1 Data

Setelah *cluster* terbentuk, langkah berikutnya adalah membandingkan hasil *k-means clustering* dengan *k-means clustering* terbobot untuk melihat apakah pemberian bobot mempengaruhi hasil *clustering*. Berikut ini merupakan data hasil *clustering* yang akan dibandingkan:

- *K-Means Clustering*

Tabel 4. 15 Data Hasil *K-Means Clustering*

No.	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Cluster	Total
1	2	4	5	0	3	5	4	1	23
2	2	4	1	4	5	5	5	1	26
3	2	4	2	4	4	5	4	1	25
4	10	4	5	4	3	5	3	1	34
5	1	1	2	1	3	4	2	2	14
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
103	2	3	2	2	1	4	3	2	17
104	2	2	2	1	5	4	3	2	19
105	1	1	2	0	3	4	2	2	13

- *K-Means Clustering* Terbobot

Tabel 4. 16 Data Hasil *K-Means Clustering* Terbobot

No.	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Cluster	Total
1	2	4	5	0	3	5	4	2	23
2	2	4	1	4	5	5	5	1	26
3	2	4	2	4	4	5	4	1	25
4	10	4	5	4	3	5	3	2	34
5	1	1	2	1	3	4	2	2	14
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
103	2	3	2	2	1	4	3	2	17
104	2	2	2	1	5	4	3	1	19
105	1	1	2	0	3	4	2	2	13

#### 4.6.2 Hasil Perbandingan Uji T

Dalam analisis statistik, uji t digunakan untuk menentukan apakah terdapat perbedaan signifikan antara dua kelompok data. Pada penelitian ini, peneliti membandingkan data *clustering* dengan bobot dan tanpa bobot pada dua *cluster* yang berbeda untuk melihat apakah

pemberian bobot mempengaruhi hasil secara signifikan. Berikut adalah hasil uji t untuk masing-masing *cluster*:

Tabel 4. 17 Hasil Perbandingan Uji T

<i>Cluster</i>	<i>T-Statistic</i>	<i>P-Value</i>	<b>Keterangan</b>
1	0,305626	0,760274	Tidak terdapat perbedaan signifikan antara data dengan bobot dan tanpa bobot pada <i>Cluster 1</i>
2	1,572575	0,123403	Tidak terdapat perbedaan signifikan antara data dengan bobot dan tanpa bobot pada <i>Cluster 2</i>

## BAB V PEMBAHASAN

### 5.1 Perbandingan Hasil K-Means Clustering dan K-Means Clustering Terbobot

Hasil uji t menunjukkan adanya perbedaan dalam pengaruh pemberian bobot pada data di dua *cluster* yang berbeda. Pada *Cluster 1*, *t-statistic* sebesar 0,305626 dan *p-value* sebesar 0,760274 menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antara data dengan bobot dan tanpa bobot. Nilai *p-value* yang lebih besar dari 0,05 mengindikasikan bahwa perbedaan tersebut kemungkinan terjadi secara acak, sehingga bobot data tidak memiliki dampak signifikan dalam *cluster* ini. Hal ini mungkin disebabkan oleh karakteristik data yang cukup homogen atau tidak terpengaruh oleh pemberian bobot. Sebaliknya, pada *Cluster 2*, *t-statistic* sebesar 1,572575 dan *p-value* sebesar 0,123403 juga menunjukkan bahwa perbedaan antara data dengan bobot dan tanpa bobot tidak signifikan secara statistik. Sama seperti pada *Cluster 1*, *p-value* yang lebih besar dari 0,05 menunjukkan bahwa pemberian bobot pada data tidak memberikan pengaruh yang berarti dalam *cluster* ini. Secara keseluruhan, hasil uji t menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antara data dengan bobot dan tanpa bobot pada kedua *cluster* yang diuji. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pemberian bobot pada data tidak memiliki dampak yang signifikan terhadap hasil analisis dalam kedua *cluster* ini.

### 5.2 Hasil Pembobotan

Pembobotan data dalam penelitian menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) menunjukkan bahwa kriteria *Awareness* memiliki bobot tertinggi sebesar 0,422, mengindikasikan bahwa kesadaran terhadap sertifikasi halal adalah faktor yang paling berpengaruh dalam penilaian kesiapan UMKM. *Knowledge* menyusul dengan bobot 0,164, diikuti oleh Teknologi dengan bobot 0,137 dan Sikap dengan bobot 0,134. Sementara itu, Pendidikan Pemilik memiliki bobot 0,053, Penghasilan Per bulan 0,051, dan Lama Usaha memperoleh bobot terendah sebesar 0,040. Bobot-bobot ini menggambarkan prioritas masing-masing kriteria dalam pengambilan keputusan dan analisis lebih lanjut, menunjukkan bahwa *Awareness* adalah kriteria utama yang harus diperhatikan dalam penilaian kesiapan UMKM untuk sertifikasi halal.

Berdasarkan hasil pembobotan, *Awareness* atau kesadaran terhadap sertifikasi halal menempati posisi paling tinggi dengan bobot 0,422. Ini menunjukkan bahwa kesadaran akan

pentingnya sertifikasi halal adalah faktor kunci yang paling memengaruhi kesiapan UMKM. Dengan bobot yang jauh lebih tinggi dibandingkan kriteria lainnya, dapat disimpulkan bahwa keberhasilan UMKM dalam memperoleh sertifikasi halal sangat bergantung pada seberapa baik mereka memahami dan menyadari pentingnya sertifikasi tersebut. Oleh karena itu, edukasi dan peningkatan kesadaran terhadap pentingnya sertifikasi halal menjadi prioritas utama yang perlu diperhatikan oleh pembuat kebijakan dan pemangku kepentingan. Kriteria *Knowledge* atau pengetahuan memiliki bobot kedua tertinggi sebesar 0,164. Hal ini mengindikasikan bahwa setelah kesadaran, pengetahuan tentang proses dan manfaat sertifikasi halal juga menjadi elemen penting dalam kesiapan UMKM. Pemahaman teknis dan informasi yang tepat dapat meningkatkan kepercayaan diri dan kemampuan UMKM untuk mengikuti proses sertifikasi. Kriteria berikutnya, yaitu Kesiapan Teknologi (0,137) dan Sikap (0,134), meskipun tidak setinggi *Awareness*, tetapi tetap signifikan. Penggunaan teknologi mendukung kelancaran proses sertifikasi, sementara sikap positif terhadap sertifikasi halal menjadi faktor yang mendorong pelaku UMKM untuk mengikuti standar tersebut. Kriteria seperti Pendidikan Pemilik, Penghasilan Perbulan, dan Lama Usaha memiliki bobot yang lebih rendah, masing-masing 0,053, 0,051, dan 0,040. Meskipun masih relevan, bobot yang lebih kecil ini mengindikasikan bahwa faktor-faktor tersebut tidak memiliki pengaruh sebesar kriteria utama (*Awareness*, *Knowledge*, Kesiapan Teknologi, dan Sikap) terhadap kesiapan UMKM untuk sertifikasi halal.

### 5.3 Profilisasi Cluster

Profilisasi *cluster* adalah proses untuk memberikan deskripsi mendetail mengenai karakteristik dari setiap *cluster* yang telah terbentuk. Dengan melakukan profilisasi, kita dapat memahami atribut utama yang membedakan setiap *cluster* dan mendapatkan wawasan lebih dalam mengenai kelompok-kelompok data tersebut. Berikut merupakan profil dari setiap *cluster* yang dihasilkan:

Tabel 5. 1 Hasil Profilisasi *K-Means Clustering* Terbobot

<i>Attribute</i>	<i>Cluster</i>	
	1	2
<b>X1</b>	6 Tahun	6 Tahun
<b>X2</b>	SMA	SMA

<i>Attribute</i>	<i>Cluster</i>	
	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>X3</b>	500.000 - 5.000.000	500.000 - 5.000.000
<b>X4</b>	Tidak	Tidak
<b>X5</b>	Ya	Tidak
<b>X6</b>	Ya	Ya
<b>X7</b>	Ya	Ya

*Cluster 1* terdiri atas 75 UMKM makanan yang terletak di Yogyakarta. Pelaku usaha dalam *cluster* ini memiliki lama usaha 6 Tahun, menunjukkan bahwa mereka memiliki pengalaman yang cukup dalam mengelola bisnis. Pendidikan mayoritas setingkat SMA, menunjukkan bahwa mereka memiliki dasar yang cukup untuk memahami konsep-konsep dasar sertifikasi halal, meskipun mungkin masih membutuhkan pelatihan tambahan untuk memahami detail teknis yang lebih kompleks. Penghasilan rata-rata berkisar antara 500.000 hingga 5.000.000, yang memberikan kapasitas finansial yang cukup untuk berinvestasi dalam sertifikasi halal. Namun, pengetahuan tentang aspek halal masih kurang (Tidak), yang menjadi tantangan utama bagi *cluster* ini. Meskipun demikian, *cluster* ini memiliki kesadaran, sikap positif, dan kesiapan teknologi yang baik (Ya untuk semua), sehingga mereka siap untuk memulai proses sertifikasi halal, dengan fokus utama pada peningkatan pengetahuan.

*Cluster 2* terdiri atas 30 UMKM makanan yang terletak di Yogyakarta. Sama seperti *Cluster 1*, pelaku usaha dalam *cluster* ini juga memiliki lama usaha 6 Tahun, menunjukkan stabilitas dan kemampuan untuk beradaptasi dengan standar sertifikasi halal. Dengan pendidikan mayoritas setingkat SMA, mereka memiliki dasar pengetahuan yang cukup untuk memahami dan menerapkan konsep-konsep yang diperlukan dalam proses sertifikasi halal. Penghasilan yang berkisar antara 500.000 hingga 5.000.000 juga memberikan potensi untuk investasi dalam sertifikasi, meskipun manajemen anggaran yang efektif diperlukan. Seperti *Cluster 1*, *Cluster 2* juga memiliki pengetahuan tentang aspek halal yang kurang (Tidak), yang dapat menjadi hambatan. Namun, berbeda dengan *Cluster 1*, *Cluster 2* tidak memiliki kesadaran tentang pentingnya sertifikasi halal (Tidak). Meskipun demikian, mereka memiliki sikap positif terhadap sertifikasi halal dan kesiapan teknologi yang baik (Ya), sehingga mereka dapat didorong untuk berpartisipasi dalam pelatihan dan sertifikasi dengan fokus utama pada peningkatan kesadaran dan pengetahuan spesifik terkait halal.

Hasil pembobotan menggunakan metode AHP menunjukkan bahwa *Awareness* atau kesadaran terhadap sertifikasi halal memiliki bobot tertinggi sebesar 0,422, menandakan bahwa kesadaran adalah kriteria paling berpengaruh dalam penilaian kesiapan UMKM. Pada profilisasi *cluster*, hanya *Awareness* yang menunjukkan perbedaan signifikan antara *Cluster 1* dan *Cluster 2*, yang berarti perbedaan utama antara *cluster* terletak pada tingkat kesadaran mereka terhadap sertifikasi halal. Jika *Cluster 1* memiliki tingkat kesadaran yang lebih tinggi dibandingkan *Cluster 2*, ini menunjukkan bahwa UMKM dalam *Cluster 1* lebih memahami pentingnya sertifikasi halal dan lebih siap untuk mengikutinya. Sebaliknya, UMKM dalam *Cluster 2* kurang menyadari pentingnya sertifikasi tersebut. Hasil ini menunjukkan bahwa strategi peningkatan kesiapan UMKM harus memprioritaskan peningkatan kesadaran melalui edukasi dan kampanye informasi tentang sertifikasi halal, karena *Awareness* berfungsi sebagai indikator kunci dalam menentukan perbedaan kesiapan antar *cluster*. Sertifikasi halal menjadi penting seiring dengan semakin tingginya kesadaran masyarakat untuk mendapatkan dan mengonsumsi produk-produk yang bersih, sehat, dan halal (Lubis *et al.*, 2022). Kriteria lain seperti *Knowledge*, Teknologi, dan Sikap tidak menunjukkan perbedaan signifikan antara *cluster*, menegaskan bahwa fokus utama harus pada meningkatkan kesadaran untuk mencapai kesiapan yang lebih baik di seluruh kelompok UMKM.

#### 5.4 Strategi Pengembangan UMKM Berbasis Sertifikasi Halal

Berdasarkan karakteristik UMKM yang telah diidentifikasi, strategi pengembangan berbasis sertifikasi halal dapat diformulasikan dengan pendekatan menyeluruh. Berikut merupakan strategi yang disarankan untuk setiap *cluster* untuk membantu proses sertifikasi halal:

Tabel 5. 2 Strategi Sertifikasi Halal

Strategi	<i>Cluster 1</i>	<i>Cluster 2</i>
Edukasi tentang Sertifikasi Halal	x	x
Penyuluhan Pentingnya Sertifikasi Halal		x
Pendampingan dalam Proses Sertifikasi	x	x
<i>Workshop</i> tentang Kepatuhan Regulasi	x	x
<i>Networking</i> dan Kolaborasi dengan Pihak Halal	x	x
Bantuan dalam Pengajuan Sertifikasi	x	x

*Cluster 1* terdiri dari UMKM yang memiliki pengalaman usaha selama 6 tahun dan tingkat pendidikan setingkat SMA. Meskipun pengalaman mereka cukup memadai, mereka memerlukan beberapa strategi untuk memastikan kesiapan dalam proses sertifikasi halal. Edukasi tentang Sertifikasi Halal sangat penting untuk memberikan pemahaman mendalam mengenai pentingnya sertifikasi halal, prosedur yang harus diikuti, dan manfaat yang bisa diperoleh. Ini akan membantu mereka memahami seluruh aspek sertifikasi dan mempersiapkan mereka untuk langkah-langkah berikutnya. Pendampingan dalam Proses Sertifikasi diperlukan untuk membantu mereka memahami setiap langkah dalam proses sertifikasi, mulai dari pengisian formulir hingga pengumpulan dokumen yang dibutuhkan, memastikan bahwa mereka dapat mengikuti proses dengan benar. *Workshop* tentang Kepatuhan Regulasi akan memberikan wawasan tentang peraturan hukum yang harus dipatuhi, sehingga usaha mereka tidak hanya memenuhi standar halal tetapi juga peraturan lain yang berlaku. Selain itu, *Networking* dan Kolaborasi dengan Pihak Halal akan memperkuat jaringan mereka dengan *stakeholder* terkait dan memberikan akses ke informasi serta dukungan tambahan yang mungkin diperlukan. Bantuan dalam Pengajuan Sertifikasi juga penting untuk memastikan bahwa proses administrasi dilakukan dengan benar dan semua persyaratan terpenuhi, mengurangi kemungkinan kesalahan yang dapat menunda sertifikasi.

*Cluster 2* juga memiliki pengalaman usaha selama 6 tahun, namun menghadapi tantangan yang berbeda, terutama dalam hal kesadaran akan pentingnya sertifikasi halal. Edukasi tentang Sertifikasi Halal menjadi prioritas utama untuk meningkatkan pemahaman mereka tentang apa itu sertifikasi halal, mengapa itu penting, dan bagaimana cara memulai prosesnya. Dengan pemahaman yang lebih baik, mereka akan lebih siap untuk mengikuti proses sertifikasi. Penyuluhan Intensif tentang Pentingnya Sertifikasi Halal merupakan langkah kunci untuk meningkatkan kesadaran pemilik UMKM. Penyuluhan ini akan dilakukan melalui seminar, sosialisasi, dan materi edukasi yang menjelaskan manfaat dan keharusan sertifikasi halal secara mendalam. Dengan pemahaman yang lebih baik, pemilik UMKM akan lebih siap untuk mengikuti proses sertifikasi. Pendampingan dalam Proses Sertifikasi menjadi penting untuk memastikan mereka mendapatkan panduan yang tepat selama proses sertifikasi, dari awal hingga akhir, sehingga mereka tidak mengalami kesulitan dalam mengikuti prosedur yang ada. *Workshop* tentang Kepatuhan Regulasi akan memberikan pemahaman mendalam tentang peraturan yang harus dipatuhi, mengurangi risiko masalah hukum di masa depan dan memastikan bahwa usaha mereka mematuhi semua peraturan yang berlaku. *Networking* dan

Kolaborasi dengan Pihak Halal juga penting untuk membangun hubungan yang dapat membantu mereka mendapatkan informasi dan dukungan tambahan dalam proses sertifikasi. Bantuan dalam Pengajuan Sertifikasi diperlukan untuk memastikan bahwa administrasi dilakukan dengan benar dan semua persyaratan terpenuhi, yang akan membantu memperlancar proses sertifikasi mereka. Strategi seperti Pelatihan tentang Manajemen Kualitas dan Dukungan Finansial untuk Sertifikasi tidak menjadi fokus utama dalam *Cluster 2*, karena fokus utama mereka adalah meningkatkan kesadaran dan pemahaman dasar tentang halal serta memastikan proses sertifikasi berjalan lancar.

### 5.5 Limitasi Penelitian

Penelitian ini menghadapi beberapa keterbatasan yang dialami dan dapat menjadi beberapa faktor yang agar dapat untuk lebih diperhatikan bagi peneliti. Berikut merupakan limitasi pada penelitian ini:

#### 1. Jumlah Data

Penelitian ini melibatkan jumlah responden yang terbatas yaitu sebanyak 108 responden. Jumlah data yang terbatas ini dapat mempengaruhi validitas dan generalisasi hasil penelitian, sehingga analisis yang dilakukan tidak sepenuhnya mencerminkan situasi sebenarnya. Selain itu, dengan lebih banyak data, variabilitas dan keakuratan hasil analisis dapat meningkat, sehingga memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kesiapan UMKM dalam menghadapi sertifikasi halal.

#### 2. Subjektivitas dalam Penentuan Bobot Kriteria

Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) digunakan untuk menentukan bobot dari setiap kriteria berdasarkan nilai *eigen value*. Namun, penentuan bobot ini melibatkan penilaian subjektif dari para ahli yang berpartisipasi dalam penelitian. Meskipun menggunakan *geometric mean* untuk menemukan rata-rata dari penilaian tiga ahli, subjektivitas ini tetap dapat mempengaruhi hasil akhir, karena preferensi individu dari para ahli dapat berbeda.

#### 3. Keterbatasan dalam Evaluasi Metode melalui Uji t

Penelitian ini hanya mencakup analisis perbedaan menggunakan uji t (*independent sample t-test*) tanpa mengkaji lebih jauh metode yang paling efektif. Keterbatasan ini mengakibatkan penelitian tidak dapat memberikan rekomendasi yang mendalam mengenai metode yang paling optimal untuk meningkatkan kesiapan UMKM dalam sertifikasi halal.

Dengan fokus hanya pada identifikasi perbedaan, analisis ini tidak mengevaluasi keunggulan atau kekurangan relatif dari metode yang dibandingkan. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi dan menentukan metode terbaik melalui pendekatan yang lebih komprehensif, seperti uji lanjutan atau evaluasi multi-kriteria.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan berdasarkan hasil penelitian:

1. Hasil pembobotan data kuesioner dalam penelitian "Pengelompokan UMKM Berdasarkan Kesiapan Dalam Sertifikasi Halal di Daerah Istimewa Yogyakarta" menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) menunjukkan bahwa kriteria *Awareness* memiliki bobot tertinggi sebesar 0,422, mengindikasikan bahwa kesadaran terhadap sertifikasi halal adalah faktor yang paling berpengaruh dalam penilaian kesiapan UMKM. *Knowledge* menyusul dengan bobot 0,164, diikuti oleh Teknologi dengan bobot 0,137 dan Sikap dengan bobot 0,134. Sementara itu, Pendidikan Pemilik memiliki bobot 0,053, Penghasilan Per bulan 0,051, dan Lama Usaha memperoleh bobot terendah sebesar 0,040. Bobot-bobot ini menggambarkan prioritas masing-masing kriteria dalam pengambilan keputusan dan analisis lebih lanjut, menunjukkan bahwa *Awareness* adalah kriteria utama yang harus diperhatikan dalam penilaian kesiapan UMKM untuk sertifikasi halal.
2. Karakteristik yang terbentuk dari proses *clustering* yang telah dilakukan menunjukkan hasil bahwa *Cluster 1* terdiri dari 75 UMKM makanan yang berlokasi di Yogyakarta, dengan lama usaha antara 6 tahun. Mayoritas pelaku usaha memiliki pendidikan setingkat SMA dan penghasilan berkisar antara 500.000 hingga 5.000.000. Meskipun mereka memiliki kesadaran dan kesiapan teknologi yang baik, masih ada kekurangan dalam pengetahuan tentang sertifikasi halal, yang merupakan tantangan utama untuk diatasi. *Cluster 2* terdiri dari 30 UMKM makanan yang terletak di Yogyakarta, dengan lama usaha antara 6 tahun. Mayoritas pelaku usaha memiliki pendidikan setingkat SMA dan penghasilan antara 500.000 hingga 5.000.000. Meskipun kesadaran dan kesiapan teknologi mereka cukup baik, masih diperlukan peningkatan pengetahuan spesifik terkait sertifikasi halal untuk memastikan kesiapan mereka dalam proses sertifikasi ini.
3. *Cluster 1* dan *Cluster 2* keduanya memiliki pengalaman usaha selama 6 tahun dan memerlukan strategi khusus untuk kesiapan sertifikasi halal. Kedua *cluster* memerlukan Edukasi tentang Sertifikasi Halal untuk memahami pentingnya dan prosedur sertifikasi, Pendampingan dalam Proses Sertifikasi untuk membantu mereka mengikuti langkah-langkah yang diperlukan, dan *Workshop* tentang Kepatuhan Regulasi untuk memastikan

kepatuhan terhadap peraturan. *Networking* dan Kolaborasi dengan Pihak Halal juga penting untuk memperkuat jaringan dan mendapatkan dukungan tambahan. Sementara itu, *Cluster 1* juga membutuhkan Bantuan dalam Pengajuan Sertifikasi untuk memastikan administrasi dilakukan dengan benar, sedangkan *Cluster 2*, yang menghadapi tantangan dalam kesadaran sertifikasi halal, juga memerlukan Bantuan dalam Pengajuan Sertifikasi untuk memperlancar proses tersebut. Pelatihan tentang Manajemen Kualitas dan Dukungan Finansial untuk Sertifikasi tidak menjadi fokus utama untuk kedua *cluster*, mengingat bahwa strategi tersebut lebih relevan untuk aspek lainnya.

## 6.2 Saran

Berikut merupakan saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan:

1. Untuk penelitian selanjutnya perlu menambah responden agar data yang diperoleh lebih representatif dan mencerminkan kondisi nyata UMKM makanan di Yogyakarta, sehingga analisis yang dilakukan dapat menghasilkan strategi yang lebih efektif dan menyeluruh.
2. Untuk penelitian selanjutnya perlu menambah variabel penelitian agar analisis yang dilakukan dapat mencakup lebih banyak aspek yang mempengaruhi keberhasilan UMKM dalam mendapatkan sertifikasi halal
3. Untuk penelitian selanjutnya perlu melakukan konsultasi dengan pihak yang bertugas dalam menangani sertifikasi halal agar mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang persyaratan, prosedur, dan standar sertifikasi halal, serta tren terkini di bidang ini. Hal ini penting sebagai bekal dalam merumuskan penelitian yang lebih relevan, serta untuk mengembangkan strategi yang efektif dalam mendukung UMKM memperoleh sertifikasi halal.
4. Saran untuk pemerintah yang menangani proses sertifikasi halal adalah menggunakan strategi yang telah diusulkan dalam bentuk program pengembangan UMKM berbasis sertifikasi halal, yang mencakup peningkatan pengetahuan, penyediaan bantuan teknis, dan dukungan finansial untuk memastikan kesiapan dan keberhasilan UMKM dalam memperoleh sertifikasi halal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abrar, I. N., Abdullah, A., & Sucipto, S. (2023). Liver Disease Classification Using the Elbow Method to Determine Optimal K in the K-Nearest Neighbor (K-NN) Algorithm. *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi Dan Komputer)*, 12(2), 218–228. <https://doi.org/10.32736/sisfokom.v12i2.1643>
- Ackerman, M., Ben-David, S., Brânzei, S., & Loker, D. (2012). Weighted Clustering. *Proceedings of the 26th AAAI Conference on Artificial Intelligence, AAAI 2012, September*, 858–863. <https://doi.org/10.1609/aaai.v26i1.8282>
- Akbar, G. R., & Rohman, I. K. (2023). *Analysis of the Impact of Halal Certificate on the Performance of Micro and Small Enterprises ( SMEs ) with the Propensity Score Matching ( PSM ) Method Analysis of the Impact of Halal Certificate on the Performance of Micro and Small Enterprises*. 6(1). <https://doi.org/10.7454/jsgs.v6i1.1108>
- Al Farisi, S., Iqbal Fasa, M., & Suharto. (2022). Peran Umkm (Usaha Mikro Kecil Menengah) Dalam Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat. *Jurnal Dinamika Ekonomi Syariah*, 9(1), 73–84. <https://doi.org/10.53429/jdes.v9ino.1.307>
- Alexopoulos, D. K., Anastasiadis, A. G., Vokas, G. A., Kaminaris, S. D., & Psomopoulos, C. S. (2023). Assessment of flexibility options in electric power systems based on maturity, environmental impact and barriers using Fuzzy Logic method and Analytic Hierarchy Process. *Energy Reports*, 9(February), 401–417. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.05.232>
- Amin, F., & Wahyudin, A. Y. (2022). the Impact of Video Game: “Age of Empires II” Toward Students’ Reading Comprehension on Narrative Text. *Journal of English Language Teaching and Learning*, 3(1), 74–80. <https://doi.org/10.33365/jeltl.v3i1.1818>
- Anjasmoro, B., Suharyanto, & Sangkawati, S. (2017). Priority Analysis of Small Dams Construction using Cluster Analysis, AHP and Weighted Average Method Case Study: Small Dams in Semarang District. *Procedia Engineering*, 171, 1514–1525. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.01.477>
- Asyari, A. H., & Zagladi, A. N. (2020). Analisis Segmen Pasar Produk Handphone Berbasis Android di Lingkungan Mahasiswa di Banjarmasin. *Jurnal Riset Inspirasi Manajemen Dan Kewirausahaan*, 4(1), 9–15. <https://doi.org/10.35130/jrimk.v4i1.73>
- Ballo, J. B., Claire, V., Estandian, A., Randell, S., Padual, M., Robin, D., Estandian, C. A., Randell, S., Padual, M., Robin, D., & Joshua, B. (2024). Assessing Digital Bank Preferences in the Philippines : An Assessing Digital Bank Preferences in the Philippines : An Application of Analytic Hierarchy Process Application of Analytic Hierarchy Process. *Procedia Computer Science*, 234, 1553–1560. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.03.157>
- Chandra, N., & Ratnamurni, E. D. (2022). Pengendalian Kualitas Produk Tahu dengan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP). *INOBISS: Jurnal Inovasi Bisnis Dan Manajemen Indonesia*, 5(3), 369–383. <https://doi.org/10.31842/jurnalinobis.v5i3.236>
- Dawane, V., Waghodekar, P., & Pagare, J. (2021). RFM Analysis Using K-Means Clustering to Improve Revenue and Customer Retention. *SSRN Electronic Journal, Icsmdi*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3852887>
- Esmaeili, M. A., Ghotbi Ravandi, M. R., & Zare, S. (2023). Assessing the impact of COVID-19 pandemic on the performance indicators of safety management using the analytic hierarchy process (AHP) in an electricity industry. *Heliyon*, 9(6). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16727>
- Gunawan, S., Juwari, J., Aparamarta, H., Darmawan, R., & Rakhmawati, N. A. (2021).

- Pendampingan Berkelanjutan Sistem Jaminan Halal Bagi Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM). *Sewagati*, 5(1), 8. <https://doi.org/10.12962/j26139960.v5i1.8120>
- Hajar, S., Novany, A. A., Windarto, A. P., Wanto, A., & Irawan, E. (2020). Penerapan K-Means Clustering pada ekspor minyak kelapa sawit menurut negara tujuan. *Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS) 2020*, 314–318.
- Harahap, A. R., Simbolon, N. H. M., Agata, R. A., & Sunarsih, S. (2022). Metode Fuzzy AHP (Analytical Hierarchy Process) untuk Pemilihan Metode Pembelajaran Demi Menunjang Pembelajaran Matematika. *Jurnal Sains Dan Edukasi Sains*, 5(1), 9–17. <https://doi.org/10.24246/juses.v5i1p9-17>
- Hendrastuty, N. (2024). Penerapan Data Mining Menggunakan Algoritma K-Means Clustering Dalam Evaluasi Hasil Pembelajaran Siswa. *Jurnal Ilmiah Informatika Dan Ilmu Komputer (Jima-Ilkom)*, 3(1), 46–56. <https://doi.org/10.58602/jima-ilkom.v3i1.26>
- Ilham, Z., Subramaniam, I., Jamaludin, A. A., Wan-Mohtar, W. A. A. Q. I., Halim-Lim, S. A., Ohgaki, H., Ishihara, K., & Mansor, M. R. A. (2022). Analysing dimensions and indicators to design energy education framework in Malaysia using the analytic hierarchy process (AHP). *Energy Reports*, 8(May), 1013–1024. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.07.126>
- Jamil, M., Mutmainnah, D., & Azizah, M. (2022). Pendampingan Manajemen Usaha Dan Manajemen Keuangan Pada Umkm Bakul Kembang Official Kelurahan Kedurus Kecamatan Karang Pilang Kota Surabaya. *SHARE "SHaring - Action - REflection,"* 8(2), 196–207. <https://doi.org/10.9744/share.8.2.196-207>
- Junjie, J., Wenhao, S., & Yuan, W. (2024). A risk assessment approach for road collapse along tunnels based on an improved entropy weight method and K-means cluster algorithm. *Ain Shams Engineering Journal*, 15(7). <https://doi.org/10.1016/j.asej.2024.102805>
- Kerdprasop, K., Kerdprasop, N., & Sattayatham, P. (2005). Weighted k-means for density-biased clustering. *Lecture Notes in Computer Science*, 3589, 488–497. [https://doi.org/10.1007/11546849\\_48](https://doi.org/10.1007/11546849_48)
- Li, X. (2022). Research on the Development Level of Rural E-Commerce in China Based on Analytic Hierarchy and Systematic Clustering Method. *Sustainability (Switzerland)*, 14(14). <https://doi.org/10.3390/su14148816>
- Liga Mayola, Afdhal, M., & Rita. (2023). Analytical Hierarchy Process (AHP) dalam Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru. *Jurnal KomtekInfo*, 10(2), 81–86. <https://doi.org/10.35134/komtekinfo.v10i2.371>
- Lubis, M. F., Saidin, O., Agusmidah, A., & Sukarja, D. (2022). Kesadaran Hukum Pelaku UMKM di Kabupaten Labuhanbatu Selatan terhadap Sertifikasi Halal Pasca Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2020 Tentang Cipta Kerja. *Locus Journal of Academic Literature Review*, 1(5), 322–332. <https://doi.org/10.56128/ljoalr.v1i6.83>
- Maksudi, K., & Suhartono, S. (2023). *Imposition of Administrative Sanctions on Government Officials Who Do Not Implement Decision of the State Administrative Court*. 6(9), 222–236.
- Marlina, D., & Bakri, M. (2021). Penerapan Data Mining Untuk Memprediksi Transaksi Nasabah Dengan Algoritma C4.5. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi (JTISI)*, 2(1), 23–28.
- Maulana, N., & Zulfahmi. (2022). Potensi Pengembangan Industri Halal Indonesia di Tengah Persaingan Halal Global. *Jurnal Iqtisaduna*, 8(2), 136–150. <https://doi.org/10.24252/iqtisaduna.v8i2.32465>
- Muhammad Romzi, & Kurniawan, B. (2020). Pembelajaran Pemrograman Python Dengan Pendekatan Logika Algoritma. *JTIM: Jurnal Teknik Informatika Mahakarya*, 03(2), 37–

44.

- Nabila, Z., Isnain, A. R., Permata, & Abidin, Z. (2021). Analisis Data Mining Untuk Clustering Kasus Covid-19 Di Provinsi Lampung Dengan Algoritma K-Means. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi (JTISI)*, 2(2), 100. <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/JTISI>
- Nadya, A. Q., Hafidz, A. ridho, Latifa, A., & Fikri, S. (2023). Pendampingan Sertifikasi Halal UMKM Desa Pondokagung Kecamatan Kasembon Kabupaten Malang. *Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 1–9. <https://doi.org/10.61231/jp2m.v1i1.25>
- Nagari, S. S., & Inayati, L. (2020). Implementation of Clustering Using K-Means Method To Determine Nutritional Status. *Jurnal Biometrika Dan Kependudukan*, 9(1), 62. <https://doi.org/10.20473/jbk.v9i1.2020.62-68>
- Naufal, F., Herry Chrisnanto, Y., & Kania Ningsih, A. (2022). Sistem Rekomendasi Penawaran Produk Pada Online Shop Menggunakan K-Means Clustering. *Informatics and Digital Expert (INDEX)*, 4(1), 10–17. <https://doi.org/10.36423/index.v4i1.879>
- Noor, D., Sari, P., & Sukestiyarno, Y. L. (2021). Analisis Cluster dengan Metode K-Means pada Persebaran Kasus COVID-19 Berdasarkan Provinsi di Indonesia. 4, 602–610.
- Nur Setiana Dewi, A., Yulianingsih, R., Rahmayu, M., Nusa Mandiri Jl Jatiwaringin Raya No, U., & Melayu Jakarta Timur, C. (2022). Penentuan Sparepart Mesin Kelapa Sawit Berkualitas Dengan Metode Analytical Hierarchy Process Pada PT. Sukses Dinamis Mulia. *Reputasi: Jurnal Rekayasa Perangkat Lunak*, 3(1), 59–65. <http://jurnal.bsi.ac.id/index.php/reputasi>
- Octavia, S. F., Permana, I., & Monalisa, S. (2023). Penerapan Algoritma Association Rules Dalam Penentuan Pola Pembelian Berdasarkan Hasil Clustering. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 7(3), 956–965. <https://doi.org/10.30865/mib.v7i3.6129>
- Palupi, R., Yulianna, D. A., & Winarsih, S. S. (2021). Analisa Perbandingan Rumus Haversine Dan Rumus Euclidean Berbasis Sistem Informasi Geografis Menggunakan Metode Independent Sample t-Test. *JITU: Journal Informatic Technology And Communication*, 5(1), 40–47. <https://doi.org/10.36596/jitu.v5i1.494>
- Pardiansyah, E., Abduh, M., & Najmudin. (2022). Sosialisasi dan Pendampingan Sertifikasi Halal Gratis (Sehati) Dengan Skema Self-Declare Bagi Pelaku Usaha Mikro di Desa Domas. *Jurnal Pengabdian Dan Pengembangan Masyarakat Indonesia*, 1(2), 101–110. <https://doi.org/10.56303/jppmi.v1i2.39>
- Prabowo, S. (2014). *Revealing factors hindering halal certification in East Kalimantan Indonesia*. <https://doi.org/10.1108/JIMA-05-2014-0040>
- Punhani, A., Faujdar, N., Mishra, K. K., & Subramanian, M. (2022). Binning-Based Silhouette Approach to Find the Optimal Cluster Using K-Means. *IEEE Access*, 10(September), 115025–115032. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3215568>
- Puspitasari, D. A., & Urumsah, D. (2022). *The Influence of Income on Halal Certification for Small and Medium Enterprises (SMEs) in Indonesia*. 11(3), 650–666. <https://doi.org/10.22219/jrak.v11i3.17983>
- Qomariyah, N. (2023). Persepsi Pelaku UMKM Terhadap Kepemilikan Sertifikasi Halal Untuk Meningkatkan Daya Saing Produk UMKM Madura. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Islam*, 9(3), 3858. <https://doi.org/10.29040/jiei.v9i3.9314>
- Rahman, S., Sembiring, A., Siregar, D., Khair, H., Gusti Prahmana, I., Puspadini, R., & Zen, M. (2023). Python: Dasar Dan Pemrograman Berorientasi Objek. In *Penerbit Tahta Media*.
- Ridwansyah, R., Supriyaningsih, O., & Amrina, D. H. (2021). Peran Pembiayaan Terhadap Usaha Kecil Mikro dan Menengah (UMKM) Pada Era Covid-19 di Provinsi Lampung.

- Jurnal Akuntansi Dan Pajak*, 22(2), 528. <https://doi.org/10.29040/jap.v22i2.3695>
- Rohmah, A., Sembiring, F., & Erfina, A. (2021). Implementasi Algoritma K-Means Clustering Analysis untuk Menentukan Hambatan Pembelajaran Daring (Studi Kasus: SMK Yaspin Gegerbitung). *Seminar Nasional Sistem Informasi Dan Manajemen Informatika*, 290–298. <https://sismatik.nusaputra.ac.id/index.php/sismatik/article/view/32>
- Rosyada, I. A., & Utari, D. T. (2024). Penerapan Principal Component Analysis untuk Reduksi Variabel pada Algoritma K-Means Clustering. *Jambura Journal of Probability and Statistics*, 5(1), 6–13. <https://doi.org/10.37905/jjps.v5i1.18733>
- Royal, S. (2022). Sistem pendukung keputusan menggunakan metode ahp untuk merekomendasikan guru berprestasi. 4307(June), 376–380.
- Schaefer, A., Scolaro, T. P., & Ghisi, E. (2024). Cluster analysis applied to obtaining reference models for building thermal performance studies. *Journal of Building Engineering*, 89(February), 109273. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.109273>
- Sekar Setyaningtyas, Indarmawan Nugroho, B., & Arif, Z. (2022). Tinjauan Pustaka Sistematis: Penerapan Data Mining Teknik Clustering Algoritma K-Means. *Jurnal Teknoif Teknik Informatika Institut Teknologi Padang*, 10(2), 52–61. <https://doi.org/10.21063/jtif.2022.v10.2.52-61>
- Setiawan, Amani, H., & Tripiawan, W. (2021). Perancangan Segmentasi Pelanggan dengan Metode Clustering K- Means dan Model RFM pada Klinik Kecantikan Seoul Secret. *E-Proceeding of Engineering*, 8(2), 2286–2293.
- Setiyani, L., Wahidin, M., Awaludin, D., & Purwani, S. (2020). Analisis Prediksi Kelulusan Mahasiswa Tepat Waktu Menggunakan Metode Data Mining Naïve Bayes : Systematic Review. *Faktor Exacta*, 13(1), 35. <https://doi.org/10.30998/faktorexacta.v13i1.5548>
- Shofiyah, R., & Qadariyah, L. (2022). Pemaknaan Sertifikasi Halal bagi Pelaku UMKM Sektor Pangan yang Telah Bersertifikat Halal di Kabupaten Bangkalan. *Jurnal Ekonomi Syariah Dan Binsin*, 5(2), 246–259. <http://ejournal.unma.ac.id/index.php/Mr/index>
- Suhaeri, A., & Yunita, D. (2023). Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Siswa Berprestasi Berbasis Website Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process Pada SMPN 6 Maja. *Jurnal Informatika MULTI*, 1(4), 338–347.
- Sulistiyawati, A., & Supriyanto, E. (2021). Implementasi Algoritma K-means Clustering dalam Penentuan Siswa Kelas Unggulan. *Jurnal Tekno Kompak*, 15(2), 25. <https://doi.org/10.33365/jtk.v15i2.1162>
- Syahfitri, N., Budianita, E., Nazir, A., & Afrianty, I. (2023). Pengelompokan Produk Berdasarkan Data Persediaan Barang Menggunakan Metode Elbow dan K-Medoid. *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika Dan Komputer*, 4(3), 1668–1675. <https://doi.org/10.30865/klik.v4i3.1525>
- Syoer, R. R., & Wahyudin, Y. (2021). Analisis Kelompok Dengan Algoritma Fuzzy Clustering (Studi Kasus Pengelompokan Desa Di Provinsi Kalimantan Timur). *BESTARI: Buletin Statistika Dan Aplikasi Terkini*, 1, 1–11. <https://bestari.bpskaltim.com/index.php/bestari-bpskaltim/article/view/1/2>
- Wahidah, N., Juwita, O., & Arifin, F. N. (2023). Pengelompokan Daerah Rawan Bencana di Kabupaten Jember Menggunakan Metode K-Means Clustering. *INFORMAL: Informatics Journal*, 8(1), 22. <https://doi.org/10.19184/isj.v8i1.29542>
- Wahyuni, D. (2021). *Analysis of Readiness toward Halal Certification in Sumatera Utara ( A Case study in Food Manufacturer )*. 2015, 556–564.
- Wall, T., & Shiel, C. (2021). *Attitudes and Perceptions of University Students on Climate Change : Evidences from an International Study*. June 2022.

- <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1179074/v1>
- Wang, Q., & Shu, Z. R. (2024). Partitioning of wind pressure coefficients on a tall building under interference effect: a cluster analysis approach. *Journal of Building Engineering*, 109589. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.109589>
- Warto, W., & Samsuri, S. (2020). Sertifikasi Halal dan Implikasinya Bagi Bisnis Produk Halal di Indonesia. *Al Maal: Journal of Islamic Economics and Banking*, 2(1), 98. <https://doi.org/10.31000/almaal.v2i1.2803>
- Wu, C. C., Ho, C. C., & Yang, K. C. (2024). Selecting indicators of acupuncture service quality using analytic hierarchy process. *European Journal of Integrative Medicine*, 66(December 2023), 102324. <https://doi.org/10.1016/j.eujim.2023.102324>
- Yang, J. L., & Tzeng, G. H. (2011). An integrated MCDM technique combined with DEMATEL for a novel cluster-weighted with ANP method. *Expert Systems with Applications*, 38(3), 1417–1424. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.07.048>
- Zhang, M. (2022). Weighted clustering ensemble: A review. *Pattern Recognition*, 124. <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2021.108428>

## LAMPIRAN

### Kuesioner (*Google Form*)

#### Pengelompokan UMKM Berdasarkan Kesiapan Dalam Sertifikasi Halal di Daerah Istimewa Yogyakarta

Assalamualaikum Wr. Wb.

Responden yang Terhormat,

Perkenalkan Kami:

- Antony Sayeed Muhammad (20522060)
- Ade Fikry Mustofa (20522282)
- Fika Rachma Adelia (20522220)
- Husen Fadholi (20522276)
- Naoval Harief (20522284)

Merupakan Mahasiswa semester akhir Jurusan Teknik Industri Program Sarjana, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Kami sedang melakukan penelitian Tugas Akhir mengenai "Pengelompokan UMKM Berdasarkan Kesiapan Dalam Sertifikasi Halal di Daerah Istimewa Yogyakarta". Pada Kesempatan ini, kami memohon kerjasama Bapak/Ibu untuk kesediaannya dalam mengisi dan menjawab seluruh pertanyaan yang ada pada penelitian ini.

Untuk itu diharapkan Para Responden dapat memberikan jawaban yang sebenarnya dalam membantu penelitian ini. Peneliti akan merahasiakan identitas Responden, semua data serta hasil dari kuesioner responden.

Atas Perhatiannya Terimakasih.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

\* Indicates required question

1. Saya mengisi kuisisioner ini dengan sukarela tanpa adanya paksaan \*

Mark only one oval.

- Ya  
 Tidak

#### Demografi UMKM

7. Usia Pemilik UMKM \*

Mark only one oval.

- <17 tahun  
 17-25 tahun  
 25-32 tahun  
 32-39 tahun  
 39-46 tahun  
 >47 tahun

8. Gender Pemilik UMKM \*

Mark only one oval.

- Laki-laki  
 Perempuan

9. Pendidikan Terakhir Pemilik UMKM \*

Mark only one oval.

- SD  
 SMP  
 SMA  
 Sarjana  
 Tidak Sekolah

2. Nama UMKM \*

\_\_\_\_\_

3. Kabupaten/kota UMKM \*

Mark only one oval.

- Yogyakarta  
 Sieman  
 Bantul  
 Gunung Kidul  
 Kulon Progo

4. Lama Usaha \*

\_\_\_\_\_

5. Produk UMKM \*

\_\_\_\_\_

6. Jumlah Produk \*

Mark only one oval.

- Tunggal  
 Banyak

10. Penghasilan perbulan UMKM \*

Mark only one oval.

- <500.000  
 500.000-5.000.000  
 5.000.000-10.000.000  
 10.000.000-15.000.000  
 >15.000.000  
 >25.000.000  
 >50.000.000

#### Knowledge (Pengetahuan)

11. Pernah mengikuti pelatihan? \*

Mark only one oval.

- Ya  
 Tidak

12. Mengetahui syarat-syarat pengajuan sertifikasi halal? \*

Mark only one oval.

- Ya  
 Tidak

13. Mengetahui cara mengajukan sertifikasi halal? \*

Mark only one oval.

- Ya  
 Tidak

14. Mengetahui dokumen apa yang harus dimiliki untuk mengajukan sertifikasi halal? \*

Mark only one oval.

- Ya  
 Tidak

15. Mengetahui kesulitan dalam mengajukan sertifikasi halal dan cara mengatasinya? \*

Mark only one oval.

- Ya  
 Tidak

**Awareness (Kesadaran)**

16. Kesadaran akan manfaat yang didapat dari sertifikasi halal? \*

Mark only one oval.

- Ya  
 Tidak

17. Kesadaran akan produk makanan dan minuman harus bersertifikat halal? \*

Mark only one oval.

- Ya  
 Tidak

18. Apakah anda menjamin produk yang belum memiliki sertifikasi halal itu sudah aman? \*

Mark only one oval.

- Ya  
 Tidak

19. Kesadaran pentingnya sertifikasi halal bagi masyarakat? \*

Mark only one oval.

- Ya  
 Tidak

20. Apakah produk yang Anda jual harus memiliki sertifikasi halal? \*

Mark only one oval.

- Ya  
 Tidak

**Sikap**

21. Apakah makanan dan minuman halal itu penting? \*

Mark only one oval.

- Ya  
 Tidak

22. Apakah memiliki sertifikat halal itu penting? \*

Mark only one oval.

- Ya  
 Tidak

23. Apakah merasa aman jika menawarkan makanan dan minuman halal? \*

Mark only one oval.

- Ya  
 Tidak

24. Apakah memprioritaskan makanan dan minuman halal? \*

Mark only one oval.

- Ya  
 Tidak

25. Apakah menyediakan makanan dan minuman halal adalah hal positif? \*

Mark only one oval.

- Ya  
 Tidak

**Technology Performance (Kesiapan Teknologi)**

26. Apakah pemilik atau staff memiliki kemampuan menggunakan komputer? \*

Mark only one oval.

- Ya  
 Tidak

27. Apakah pemilik atau staff memiliki kemampuan mengakses internet? \*

Mark only one oval.

- Ya  
 Tidak

28. Apakah ada orang di sekitar UMKM yang dapat membantu mengoperasikan komputer dan mengakses internet? \*

Mark only one oval.

- Ya  
 Tidak

29. Apakah UMKM yang dikelola memiliki komputer pribadi? \*

Mark only one oval.

- Ya  
 Tidak

30. Apakah UMKM yang dikelola memiliki akses internet pribadi? \*

Mark only one oval.

- Ya  
 Tidak

## Data Clustering

Nomor	Demografi				Pengalaman				
	Nama UMKM	Lama Usaha	Pendidikan Terakhir Pemilik UMKM	Penghasilan perbulan UMKM	Pernah mengikuti pelatihan?	Mengetahui syarat-syarat pengajuan sertifikasi halal?	Mengetahui cara mengajukan sertifikasi halal?	Mengetahui dokumen apa yang harus dimiliki untuk mengajukan sertifikasi halal?	Mengetahui kesulitan dalam mengajukan sertifikasi halal dan cara mengatasinya?
1	Dingo Coffee	2	4	5	0	0	0	0	0
2	peceel	2	4	1	0	1	1	1	1
3	Es Kempl Milo Nikmat Rasa	2	4	2	0	1	1	1	1
4	7Rasa Catering	4	4	5	1	1	1	1	1
5	Frans Warrnado	2	1	2	0	0	0	0	1
6	sate kambing pak udin	3	3	2	0	0	0	0	0
7	WestBak Coffee	2	4	2	0	0	1	1	1
8	Mie Ayam Afia	3	4	5	0	1	1	0	0
9	Dawet Breyg Yudhistira	1	4	2	0	1	1	1	1
11	Nasi Berek	1	4	2	0	1	1	1	1
12	Pawon Adhista	2	3	1	0	0	0	0	0
13	Dapur Erlin	2	3	2	1	1	1	0	0
14	Bubur Kacang Biji	6	1	1	0	0	0	0	0
15	Siswaja Kera Kera	2	2	2	0	0	0	0	0
16	Peceel lele lamungan	2	2	4	0	0	0	0	0
17	Rizky kebub dan burger	2	2	2	1	1	1	1	1
18	goreng bebek	2	4	2	0	0	1	1	1
19	Creamy Frany Jelly	1	4	1	0	0	0	0	1
20	Pangsit Pedas	1	3	2	0	0	0	0	0
21	Kulkei tempa talang	1	2	2	0	0	0	1	0
22	es teh sate rasa	1	4	1	0	1	1	1	0
23	Bua Block	2	4	2	0	1	0	0	0
24	mie hi hi	1	4	2	0	1	1	0	0
25	bunai sambab	3	0	3	0	0	0	0	0
26	hampis rebung alala	2	4	2	0	1	1	1	0
27	catering imani & fika	4	3	2	0	0	0	0	0
28	Andhianan Mesh Nono	4	4	2	1	1	1	1	1
29	float mayo	1	3	1	0	0	0	1	0
30	Angkringan	7	2	2	0	0	0	0	1
31	Mie Ayam On Tonik	2	3	2	1	1	1	1	1
32	mie ayam tam tam	2	3	2	0	0	0	0	0
33	Madhep Mantap	5	2	5	0	0	0	0	0
34	AYAM goreng bu burin	3	4	3	1	0	1	1	0
35	Warung Dimpak Cika Am	2	4	2	0	0	0	0	0
36	Mie Ayam & Bakso Karomah	4	4	2	0	0	0	0	0
37	Peceel Lela Reemaja 77	2	3	2	0	1	1	1	1
38	Amam idala	2	4	2	0	2	0	0	0
39	Sego Bakar 88	2	2	1	0	0	0	0	0
40	Go Angkringan	2	4	2	0	1	1	1	1
41	Juice & Sng Buah Antartika	3	2	2	0	0	0	0	0
42	ayam goreng bu burang	5	2	2	0	2	0	0	0
43	ayam goreng bu made	5	2	3	0	0	0	0	0
44	ayam goreng bu rum	6	1	3	0	1	0	1	1
45	Warungdo Karunia	4	2	2	0	0	0	0	0
46	bubur ayam kabina	3	3	2	0	0	0	0	0
47	sate kambing mbak rumi rivano	2	3	2	0	0	0	0	0
48	warung soto bu nar	3	2	2	0	0	0	0	0
49	bubur sumsum bu sri saparna	4	4	2	4	1	0	4	1
50	Pempek kenangan	3	2	3	0	0	0	0	0
51	My crepezz	1	2	1	0	0	0	0	0
52	kolam jawa busdayam	4	2	3	0	1	1	0	0
53	basoreni jahid	2	2	1	0	1	0	1	1
54	Warung Bu Sun	4	3	2	0	0	0	0	1
55	Kerupuk rivanis-awitla	2	3	2	0	1	1	1	1
56	Muda Berbak Creative	2	2	2	0	0	0	0	0
57	Sate mudara H Afifi	4	3	3	0	0	1	1	1
58	andap va narni	3	2	3	1	1	1	1	1
59	es dawet darusan mbak	2	2	2	0	0	0	0	0
60	siomay barokah kota wali	3	2	2	0	0	0	0	0
61	Colonial Rice Bowl	3	3	3	0	1	0	0	1
62	Bubur Kacang Cevabak Biru	1	1	1	0	0	0	0	0
63	elikhopia	3	3	3	0	0	1	1	0
64	Pepek Soka	1	4	1	0	1	1	0	0
65	Bakpia 25	7	2	2	0	0	0	0	0
66	Lontong sayur busom	4	4	4	0	1	1	1	1
67	es oreny batagor bundung mugowo	3	2	2	0	0	0	0	0
68	Jellymane	2	4	2	1	0	0	0	0
69	bubur ayam khas jalarita (palagan)	2	4	2	0	0	1	1	0
70	ikan pepes mbak tin	3	1	2	0	0	0	0	0
71	es doger halai yasa	4	4	3	0	1	0	1	0
72	warung pepek mbak yam kota baru	5	3	4	1	1	0	2	1
73	kerupuk kopy kota baru	2	4	3	0	0	0	0	0
74	Elyy yafisatani	3	3	2	1	1	1	1	1
75	Soto Karunia	4	2	2	0	0	0	0	0
76	Sate buseni	2	3	2	0	0	0	0	0
77	Margo Madyo	3	2	0	0	0	0	0	0
78	Arisegar	2	3	3	1	1	1	1	1
79	AYAM goreng bu Ani Indah	4	3	0	1	1	0	1	1
80	Bakso dan Mie ayam pak agas	5	2	2	0	1	1	1	0
81	Nasi rames bu miji	5	2	2	0	0	0	0	0
82	Spectrum	4	1	3	1	1	1	1	1
83	Bakwan Kawi Deganan	2	1	1	0	0	0	0	0
84	Bakso cuneki degalan	2	1	0	1	0	0	0	0
85	Crabes basah bu ani	4	3	3	0	0	1	0	1
86	bubur kacang lito pak wu	3	2	3	0	1	1	1	1
87	busenik/bekel	2	3	1	1	1	1	1	0
88	Kuliner Teras Manuil	2	3	2	1	0	0	0	1
89	Kedua Semerah Kraton	2	3	2	0	0	1	0	0
90	Soto Dugan Pa Iri	3	3	2	1	1	1	0	0
91	Francis Plaza	4	4	3	1	1	1	1	1
92	Sosis 4	3	4	5	1	1	1	1	1
93	Soto ayam & Sate Kerang Bu Sri	2	3	0	0	0	0	0	0
94	lalu Bajore	2	3	5	0	0	0	0	0
95	Dawet Ayu	7	5	2	1	1	1	1	1
96	Mie Ayam Bakso Gopura	2	2	2	0	1	0	0	1
97	Martabak	2	3	2	0	0	1	0	0
98	Mie Ayam	2	2	2	0	1	0	0	0
99	bakwan kawi ikri	1	3	2	0	0	0	0	0
100	kerupuk dan pepek bu itroni	4	3	2	1	1	1	1	1
101	gado-gado kuncik kumpu talha bu gend	2	3	3	1	1	1	1	0
102	eloh barokah	2	3	2	0	1	0	0	0
103	Bakso masak payaman	1	3	2	0	0	0	0	0
104	Martabak ROR	2	3	2	0	1	0	0	0
105	batagor degan RPR	2	2	2	0	1	0	0	0
106	lode pakis	2	1	2	0	0	0	0	0



### Data AHP (*Pairwise Comparison*)

<b>PAIRWISE COMPARISON EXPERT 1</b>				
No	Kriteria	Skala		Kriteria
1	Knowledge		9	Awareness
2	Knowledge		3	Sikap
3	Knowledge	3		Technology
4	Knowledge	3		Lama Usaha
5	Knowledge	3		Pendidikan
6	Knowledge	2		Penghasilan
7	Awareness	8		Sikap
8	Awareness	9		Technology
9	Awareness	9		Lama Usaha
10	Awareness	9		Pendidikan
11	Awareness	9		Penghasilan
12	Sikap	5		Technology
13	Sikap	5		Lama Usaha
14	Sikap	4		Pendidikan
15	Sikap	3		Penghasilan
16	Technology	2		Lama Usaha
17	Technology		3	Pendidikan
18	Technology	3		Penghasilan
19	Lama Usaha		3	Pendidikan
20	Lama Usaha		1	Penghasilan
21	Pendidikan	2		Penghasilan

<b>RASIO KONSISTENSI</b>	
<b>0,096331504</b>	
Nilai rasio konsistensi harus memiliki nilai kurang dari sama dengan 0,1 ( $\leq 0,1$ ). Jika rasio konsistensi $\leq 0,1$ , maka hasil perhitungan data dapat dibenarkan.	

<b>PAIRWISE COMPARISON EXPERT 2</b>				
No	Kriteria	Skala		Kriteria
1	Knowledge		3	Awareness
2	Knowledge	4		Sikap
3	Knowledge	5		Technology
4	Knowledge	6		Lama Usaha
5	Knowledge	7		Pendidikan
6	Knowledge	2		Penghasilan
7	Awareness	5		Sikap
8	Awareness	6		Technology
9	Awareness	7		Lama Usaha
10	Awareness	8		Pendidikan
11	Awareness	4		Penghasilan
12	Sikap	3		Technology
13	Sikap	4		Lama Usaha
14	Sikap	5		Pendidikan
15	Sikap	3		Penghasilan
16	Technology	2		Lama Usaha
17	Technology	3		Pendidikan
18	Technology	2		Penghasilan
19	Lama Usaha	2		Pendidikan
20	Lama Usaha		5	Penghasilan
21	Pendidikan		1	Penghasilan

<b>RASIO KONSISTENSI</b>	
<b>0,098756068</b>	
Nilai rasio konsistensi harus memiliki nilai kurang dari sama dengan 0,1 ( $\leq 0,1$ ). Jika rasio konsistensi $\leq 0,1$ , maka hasil perhitungan data dapat dibenarkan.	

<b>PAIRWISE COMPARISON EXPERT 3</b>					
No	Kriteria	Skala		Kriteria	
1	<i>Knowledge</i>		<b>4</b>	<i>Awareness</i>	
2	<i>Knowledge</i>	<b>4</b>		Sikap	
3	<i>Knowledge</i>		<b>4</b>	<i>Technology</i>	
4	<i>Knowledge</i>	<b>4</b>		Lama Usaha	
5	<i>Knowledge</i>	<b>4</b>		Pendidikan	
6	<i>Knowledge</i>	<b>4</b>		Penghasilan	
7	<i>Awareness</i>	<b>6</b>		Sikap	
8	<i>Awareness</i>		<b>6</b>	<i>Technology</i>	
9	<i>Awareness</i>	<b>6</b>		Lama Usaha	
10	<i>Awareness</i>	<b>6</b>		Pendidikan	
11	<i>Awareness</i>	<b>6</b>		Penghasilan	
12	Sikap		<b>6</b>	<i>Technology</i>	
13	Sikap	<b>3</b>		Lama Usaha	
14	Sikap	<b>2</b>		Pendidikan	
15	Sikap	<b>3</b>		Penghasilan	
16	<i>Technology</i>	<b>9</b>		Lama Usaha	
17	<i>Technology</i>	<b>9</b>		Pendidikan	
18	<i>Technology</i>	<b>9</b>		Penghasilan	
19	Lama Usaha		<b>1</b>	Pendidikan	
20	Lama Usaha		<b>1</b>	Penghasilan	
21	Pendidikan	<b>2</b>		Penghasilan	

<b>RASIO KONSISTENSI</b>	
<b>0,07570541</b>	
Nilai rasio konsistensi harus memiliki nilai kurang dari sama dengan 0,1 ( $\leq 0,1$ ). Jika rasio konsistensi $\leq 0,1$ , maka hasil perhitungan data dapat dibenarkan.	

### *Script Coding Metode Clustering Terbobot*

```

import numpy as np
import pandas as pd
from sklearn.cluster import KMeans
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
from sklearn.decomposition import PCA
from sklearn.metrics import silhouette_score
import matplotlib.pyplot as plt

# Load dataset
data = pd.read_excel("E:/TA BRE/DATAEXCEL.xlsx")

# Data selection
data_cleaned = data.dropna(subset=['Nama
UMKM', 'X1', 'X2', 'X3', 'X4', 'X5', 'X6', 'X7'])
X = data_cleaned[['X1', 'X2', 'X3', 'X4', 'X5', 'X6', 'X7']]

# Input Weights Data
weights = np.array([0.040, 0.053, 0.051, 0.164, 0.422, 0.134, 0.137])

# Apply weighted K-means
def weighted_kmeans(X, weights, n_clusters):
    scaler = StandardScaler()
    scaled_data = scaler.fit_transform(X)
    weighted_data = scaled_data * weights
    kmeans = KMeans(n_clusters=n_clusters, random_state=42)
    kmeans.fit(weighted_data)
    return kmeans.inertia_, scaled_data, weighted_data

# Elbow method def plot_elbow(X, weights, max_clusters):
    cluster_range = range(1, max_clusters + 1)
    wcss = [weighted_kmeans(X, weights, k)[0] for k in cluster_range]
    plt.figure(figsize=(10, 6))

```

```

plt.plot(cluster_range, wcss, marker='o')
    plt.title('Elbow Method For Optimal k')
    plt.xlabel('Number of clusters')
    plt.ylabel('Sum of Squared Errors (WCSS)')
    plt.grid(True)
    plt.show()
# Call the elbow plot function
plot_elbow(X, weights, 10)

# Silhouette analysis
def silhouette_analysis(X, weights, max_clusters):
    scaler = StandardScaler()
    scaled_data = scaler.fit_transform(X)
    weighted_data = scaled_data * weights
    silhouette_avg = []
    for n_clusters in range(2, max_clusters + 1):
        kmeans = KMeans(n_clusters=n_clusters, random_state=42)
        cluster_labels = kmeans.fit_predict(weighted_data)
        silhouette_avg.append(silhouette_score(weighted_data,
cluster_labels))
    plt.figure(figsize=(10, 6))
    plt.plot(range(2, max_clusters + 1), silhouette_avg, marker='o')
    plt.title('Silhouette Analysis For Optimal k')
    plt.xlabel('Number of clusters')
    plt.ylabel('Average Silhouette Score')
    plt.grid(True)
    plt.show()
# Call the silhouette analysis function
silhouette_analysis(X, weights, 10)

# Perform and visualize KMeans clustering
def perform_and_visualize_kmeans(X, weights, n_clusters):
    scaler = StandardScaler()
    scaled_data = scaler.fit_transform(X)
    weighted_data = scaled_data * weights

```

```

kmeans = KMeans(n_clusters=n_clusters, random_state=42)
cluster_labels = kmeans.fit_predict(weighted_data)

# Data with clusters and weighted data for analysis
data_with_clusters = X.assign(Cluster=cluster_labels)
weighted_data_with_clusters = pd.DataFrame(weighted_data,
columns=X.columns).assign(Cluster=cluster_labels)

# Apply PCA to reduce dimensions for visualization
pca = PCA(n_components=2)
pca_data = pca.fit_transform(weighted_data)
pca_centers = pca.transform(kmeans.cluster_centers_)

# Visualize clusters in 2D using PCA components
plt.figure(figsize=(10, 7))
scatter = plt.scatter(pca_data[:, 0], pca_data[:, 1], c=cluster_labels,
cmap='viridis', marker='o')
plt.scatter(pca_centers[:, 0], pca_centers[:, 1], s=300, c='red',
marker='*', label='Centroids')
plt.colorbar(scatter)
plt.title(f'Cluster Visualization with {n_clusters} Clusters')
plt.xlabel('PCA Component 1')
plt.ylabel('PCA Component 2')
plt.legend()
plt.show()

# Print members of each cluster using weighted data
clusters = {}
cluster_summary = []
centroids = []
for cluster_id in range(n_clusters):
    cluster_data =
weighted_data_with_clusters[weighted_data_with_clusters['Cluster'] ==
cluster_id]
    clusters[f'Cluster {cluster_id}'] = cluster_data

```

```

        cluster_summary.append({'Cluster': cluster_id, 'Number of Members':
len(cluster_data)})
        centroids.append(kmeans.cluster_centers_[cluster_id])
        print(f'Cluster {cluster_id}:\n{cluster_data}\n')

# Create a DataFrame for the cluster summary
        cluster_summary_df = pd.DataFrame(cluster_summary)
        print("Cluster Summary:\n", cluster_summary_df)

# Create a DataFrame for the centroids
        centroids_df = pd.DataFrame(centroids, columns=X.columns)
        print("Centroids:\n", centroids_df)
        return clusters, cluster_summary_df, centroids_df,
pd.DataFrame(scaled_data, columns=X.columns), pd.DataFrame(weighted_data,
columns=X.columns)

# Applying KMeans with 2 clusters
clusters, cluster_summary_df, centroids_df, scaled_data_df,
weighted_data_df = perform_and_visualize_kmeans(X, weights, 2)

# Save the results to an Excel file
output_file = "E:/TA BRE/cluster_results_weighted.xlsx"
with pd.ExcelWriter(output_file) as writer:
    cluster_summary_df.to_excel(writer, sheet_name='Cluster Summary',
index=False)
    centroids_df.to_excel(writer, sheet_name='Centroids', index=False)
    scaled_data_df.to_excel(writer, sheet_name='Standardized Data',
index=False)
    weighted_data_df.to_excel(writer, sheet_name='Weighted Data',
index=False)
    for cluster_id, cluster_data in clusters.items():
        cluster_data.to_excel(writer, sheet_name=f'{cluster_id}',
index=False)

print(f'Results have been saved to {output_file}')

```

***Script coding metode Independent Sample t-Test***

```
import pandas as pd
from scipy import stats
# Load data hasil standarisasi dari clustering dengan bobot
data_with_weights = pd.read_excel("E:/TA BRE/EXCEL FIX/Profiling_WC.xlsx",
sheet_name='Cluster 1') # adjust sheet name
# Load data hasil standarisasi dari clustering tanpa bobot
data_without_weights = pd.read_excel("E:/TA BRE/EXCEL
FIX/Profiling_C.xlsx", sheet_name='Cluster 1') # adjust sheet name
# Membandingkan fitur 'Total' antara clustering dengan bobot dan tanpa
bobot
feature = 'Total'
# Ambil data fitur dari masing-masing dataset
data_with_weights_feature = data_with_weights[feature]
data_without_weights_feature = data_without_weights[feature]
# Lakukan independent sample t-test
t_statistic, p_value = stats.ttest_ind(data_with_weights_feature,
data_without_weights_feature)
print(f"T-Statistic: {t_statistic}")
print(f"P-Value: {p_value}")
# Interpretasi hasil
if p_value < 0.05:
    print("Terdapat perbedaan signifikan antara data dengan bobot dan tanpa
bobot.")
else:
    print("Tidak terdapat perbedaan signifikan antara data dengan bobot dan
tanpa bobot.")
```