



Peningkatan Kesadaran Penggunaan Tas Belanja Ramah Lingkungan di Perkotaan (Studi Strategis Berbasis Data)

Muhammad Rizki Pratama Putra

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Indonesia

*Penulis Korespondensi: pratamariski203@gmail.com

Abstract. *This study aims to analyze public awareness of environmentally friendly shopping bag useage through a data mining approach using the K-Modes clustering algorithm. The research data were collected from questionnaires distributed to 50 respondents with categorical attributes consisting of age, gender, occupation, enciromental knowledge, shopping bag usage habits, and support for plastic bag reduction policies. The clustering process began by determining the optimal number of clusters using the Elbow method, which indicated that three clusters were optimal, followed by clustering using the K-Modes algorithm with Huang centroid initialization. The result show that the data were successfully into three groups: Cluster 0 (Aware), Cluster 1 (Highly Aware), Cluster 2 (Less/Not Aware), representing different levels of public awareness regarding the use of environmentally friendly shopping bags. Furthermore, the clustering resuls were visualized through an interactive dashboard developed with Microsoft Power BI to facilities data analysis, interpretation, and decision-making in formulating strategies to improve public awareness of environmentally friendly shopping bag usage.*

Keywords: *Clustering; Data Mining; Environmental Awareness; K-Modes; Power BI.*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kesadaran masyarakat terhadap penggunaan tas belanja ramah lingkungan melalui pendekatan data mining menggunakan algoritma K-Modes. Data penelitian diperoleh dari hasil penyebaran kuesioner kepada 50 responden dengan atribut kategorikal yang meliputi usia, jenis kelamin, pekerjaan, tingkat pengetahuan lingkungan, kebiasaan penggunaan tas belanja, dan dukungan terhadap kebijakan penggunaan kantong plastic. Proses *clustering* diawali dengan penentuan jumlah *cluster* menggunakan metode Elbow yang menunjukkan bahwa jumlah *cluster* optimal adalah tiga *cluster*, kemudian dilakukan pengelompokkan menggunakan algoritma K-Modes dengan inisialisasi *centroid* metode Huang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa data berhasil dikelompokkan ke dalam tiga kategori, yaitu *Cluster 0* (Tahu), *Cluster 1* (Sangat Tahu), dan *Cluster 2* (Kurang/Tidak Tahu), sehingga mampu menggambarkan karakteristik tingkat kesadaran masyarakat terhadap penggunaan tas belanja ramah lingkungan. Selanjutnya, hasil *clustering* divisualisasikan menggunakan Microsoft Power BI dalam bentuk *dashboard* interkatif untuk memudahkan analisis, interpretasi, serta mendukung pengambilan keputusan dalam penyusunan strategi peningkatan kesadaran masyarakat terhadap penggunaan tas belanja ramah lingkungan.

Kata kunci: Kesadaran Lingkungan; Klasterisasi; K-Modes; Penambangan Data; Power BI.

1. LATAR BELAKANG

Permasalahan sampah plastik merupakan isu lingkungan global yang terus menjadi perhatian serius. Menurut laporan *United Nations Environment Programme* (UNEP), setiap tahun dunia menghasilkan lebih dari 300 juta ton plastik, di mana sebagian besar bersifat sekali pakai dan sulit terurai. Kondisi ini menyebabkan akumulasi sampah plastik di daratan maupun lautan, menimbulkan ancaman bagi ekosistem, kesehatan manusia, serta keberlanjutan lingkungan. Di kawasan Asia Tenggara, termasuk Indonesia, tingkat konsumsi plastik relatif tinggi dan masih didominasi oleh penggunaan kantong plastik sekali pakai untuk kebutuhan belanja sehari-hari (Hendar, Rezasyah, and Sari 2022). Di Indonesia, kantong plastik menjadi salah satu kontributor terbesar dalam timbulan sampah rumah tangga. Data dari Kementerian

Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) menunjukkan bahwa sekitar 9,8 miliar lembar kantong plastik digunakan setiap tahunnya, dan sebagian besar berakhir di TPA maupun lingkungan terbuka. Sifat plastik yang tidak mudah terurai bahkan membutuhkan ratusan tahun untuk terdegradasi menjadikan persoalan ini semakin mendesak. Dampak negatif dari penggunaan plastik sudah terlihat nyata, seperti pencemaran tanah, penyumbatan saluran air, meningkatnya risiko banjir, serta ancaman serius bagi biota laut akibat plastik yang terbawa ke sungai dan laut.

Untuk menekan laju pertumbuhan sampah plastik, pemerintah Indonesia telah mengeluarkan berbagai kebijakan. Salah satunya adalah program kantong plastik berbayar yang mulai diuji coba pada tahun 2016 dan diperluas implementasinya di berbagai daerah, termasuk Jawa Barat. Sejak tahun 2020, Pemerintah Provinsi Jawa Barat, melalui Dinas Lingkungan Hidup (DLH), secara resmi memberlakukan kebijakan pembatasan penggunaan kantong plastik sekali pakai di pusat perbelanjaan dan ritel modern. Selain itu, pemerintah juga gencar melakukan kampanye penggunaan kantong belanja ramah lingkungan seperti tote bag berbahan kain atau tas daur ulang (TPA) (Alifa, Adelia, and Mufti 2024).

Namun demikian, hasil kajian WWF Indonesia (2024) dan DLH Jawa Barat menunjukkan adanya kesenjangan antara tingkat pengetahuan dan praktik nyata masyarakat. Meskipun sebagian besar responden mengetahui dampak negatif plastik serta mendukung kebijakan pembatasan, hanya sebagian kecil yang konsisten membawa tas belanja sendiri ketika berbelanja. Hal ini menunjukkan bahwa kesadaran (*awareness*) belum sepenuhnya bertransformasi menjadi perilaku nyata dalam kehidupan sehari-hari. Faktor kebiasaan, kenyamanan, serta kurangnya motivasi menjadi hambatan utama dalam perubahan perilaku masyarakat. Situasi ini menggambarkan perlunya strategi penguatan kesadaran masyarakat melalui pendekatan yang lebih sistematis dan berbasis bukti (*evidence-based*). Penelitian mengenai perilaku masyarakat dalam penggunaan kantong belanja ramah lingkungan dapat menjadi landasan penting untuk merumuskan kebijakan maupun program edukasi yang lebih tepat sasaran. Dengan mengetahui tingkat kesadaran, hambatan, serta faktor yang memengaruhi perilaku masyarakat, intervensi yang dirancang dapat lebih efektif dalam menurunkan penggunaan kantong plastik sekali pakai.

Dalam penelitian ini, data primer diperoleh melalui kegiatan survei yang dilakukan kepada masyarakat. Survei tersebut bertujuan untuk menelusuri tingkat pengetahuan, sikap, serta kebiasaan masyarakat dalam menggunakan kantong belanja ramah lingkungan. Data hasil survei kemudian diolah dengan Bahasa Python melalui proses data mining yang meliputi klasifikasi, asosiasi, dan analisis pola perilaku masyarakat terhadap penggunaan tas belanja

berkelanjutan. Melalui tahap ini, diperoleh gambaran awal mengenai keterkaitan antar variabel, misalnya hubungan antara tingkat pendidikan dengan kebiasaan membawa tas ramah lingkungan.

Perkembangan teknologi informasi memberikan peluang bagi peneliti untuk dapat mengolah data survei dengan pendekatan data mining. Data mining adalah proses menemukan pola, hubungan, dan informasi tersembunyi dalam kumpulan data yang sangat besar. Dengan melakukan proses ini, diharapkan dapat menghasilkan pengetahuan baru yang membantu pengambilan keputusan. Data mining telah banyak digunakan dalam penelitian lingkungan untuk menemukan karakteristik perilaku masyarakat terhadap masalah keberlanjutan seperti pengelolaan sampah dan penggunaan barang ramah lingkungan. Metode ini dinilai mampu memberikan hasil analisis yang lebih objektif dibandingkan dengan metode deskriptif konvensional karena mampu mengelompokkan responden berdasarkan kesamaan atribut.

Salah satu teknik data mining yang banyak digunakan untuk data kategorikal adalah algoritma K-Modes. Algoritma K-Modes merupakan pengembangan dari K-Means yang dirancang khusus untuk mengolah data non-numerik atau kategorikal. K-Modes menggunakan ukuran ketidakcocokan (*dissimilarity measure*) dan modus sebagai pusat kelompok, sehingga lebih sesuai digunakan pada data survei yang biasanya berbentuk pilihan jawaban kategori (Huang 1998). Algoritma K-Modes dapat mengidentifikasi kelompok responden dengan karakteristik yang sebanding secara lebih akurat, yang memungkinkan pengelompokan data sosial masyarakat, perilaku konsumen, dan penelitian lingkungan yang efektif.

Penelitian ini memanfaatkan bahasa pemrograman Python untuk mendukung proses analisis data karena bahasa ini memiliki berbagai pustaka (*library*) yang mendukung implementasi algoritma pengolahan data, termasuk K-Means. Python dipilih karena bahasa ini bersifat *open source*, mudah digunakan, dan memiliki kemampuan untuk mengolah data dalam jumlah besar secara efisien. Selain itu, data yang diolah kemudian dipresentasikan menggunakan Power BI dalam *dashboard* interaktif yang mudah dipahami

2. KAJIAN TEORITIS

Pengertian Kesadaran Lingkungan

Pengetahuan, keyakinan, dan perilaku seseorang tentang pentingnya menjaga kelestarian lingkungan dikenal sebagai kesadaran lingkungan. (Yuliani 2023) mengatakan bahwa kesadaran masyarakat tercermin dari kesadaran akan pentingnya menjaga kebersihan lingkungan dan diwujudkan dalam perilaku sehari-hari. Oleh karena itu, pengetahuan, sikap,

dan perilaku digunakan dalam penelitian ini untuk mengukur tingkat kesadaran masyarakat terhadap penggunaan kantong belanja ramah lingkungan.

Pengertian Kantong Belanja Ramah Lingkungan

Penelitian ini menjelaskan bahwa kebijakan penggunaan kantong belanja ramah lingkungan bergantung pada jenis bahan yang digunakan dan bagaimana masyarakat menggunakan kantong belanja dengan bijak. Agar mengurangi emisi karbon dan timbunan sampah, tas belanja harus digunakan selama mungkin. Selain itu, pemerintah harus terus mengkampanyekan masyarakat untuk menerapkan gaya hidup *zero waste* melalui penggunaan kantong belanja ramah lingkungan (Atikah et al. 2024).

Data Mining

Menurut (No et al. 2018), Data mining adalah teknik pembelajaran mesin, pengenalan pola, database, statistik, dan visualisasi yang digunakan untuk memecahkan masalah penggalian informasi dari repositori *database* yang sangat besar. Ini sangat penting untuk proses penggalian data secara manual dari kumpulan data yang terdiri dari pengetahuan yang tidak diketahui. Berdasarkan definisi ini, dapat disimpulkan bahwa data mining adalah proses pencarian data secara otomatis yang di dapatkan dari repositori *database* yang besar.

Clustering

Menurut (Penerimaan and Baru 2018) *clustering* merupakan salah satu teknik data mining. Karakteristik *clustering* dalam ilmu data mining adalah pengelompokkan berbagai objek atau data ke dalam *cluster* sehingga setiap kelompok berisi data yang mungkin mirip dan objek yang berbeda dari kelompok lainnya. Sampai saat ini, para ilmuwan masih berusaha untuk memperbaiki model *cluster* dan menentukan jumlah *cluster* terbaik. *Clustering hierarchical* dan *partitioning* adalah dua teknik *clustering* yang dapat kita ketahui. *Complete linkage clustering*, *single linkage clustering*, *average linkage clustering*, dan *centroid linkage clustering* adalah komponen dari metode *hierarchical clustering*, sedangkan metode *partitioning* terdiri dari K-Means dan fuzzy K-Means.

K-Modes

Menurut (Jumeilah, Pratama, and Penduduk 2017), ada banyak metode pengelompokkan, salah satunya adalah K-Modes. K-Modes adalah modifikasi dari algoritma K-Means, yang sangat baik untuk mengelompokkan data besar, tetapi tidak dapat digunakan pada data selain numerik. Pendekatan K-Modes mengubah proses K-Means standar untuk mengelompokkan data dengan mengganti fungsi jarak geometri dengan jarak *matching* sederhana dan menggunakan mode untuk menunjuk pusat *cluster*. Selain itu, algoritma K-Modes menggunakan metode frekuensi untuk memperbarui modusnya. Fungsi utama algoritma

ini adalah persamaan 1. Untuk menghitung jarak antar objek kategori pada K-Modes, maka harus menggunakan *Simple Matching Dissimilarity Measure*.

Microsoft Power BI

Menurut (Syahputri Zahra Addini, Fallenia Della Fay, and Syafitri Ramadani 2023) Microsoft Power BI mengusung tiga konsep kerja yang sangat membantu dalam menganalisis data, yaitu *Dashboard*, *Report*, dan *Dataset*. *Dataset* adalah kumpulan data yang diimpor atau dihubungkan ke Power BI. Sementara itu, *report* adalah satu atau lebih halaman visualisasi. *Report* dapat berupa grafik atau chart, dan *dashboard* adalah tampilan integrasi yang menampilkan sekumpulan *report* dari berbagai datasets. *Dashboard* memberikan informasi data, analisis, serta menyajikan gambaran dalam bentuk visualisasi tunggal.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan teknik survei untuk memperoleh data primer mengenai tingkat kesadaran masyarakat dalam menggunakan tas belanja ramah lingkungan di Kecamatan Parung. Data dikumpulkan secara langsung melalui penyebaran kuesioner dan observasi lapangan kepada 50 responden yang memiliki latar belakang usia, jenis kelamin, tingkat pendidikan, dan pekerjaan yang berbeda. Data yang diperoleh kemudian diolah menggunakan algoritma K-Modes karena seluruh variabel penelitian berbentuk data kategorikal, rumus yang dirumuskan sebagai berikut:

$$d(X, C) = \sum_{k=1}^n \delta(x_j, c_j) \quad \dots(i)$$

Dengan:

$$\delta(x_i, c_j) = \begin{cases} 0, & \text{jika } x_j = c_j \\ 1, & \text{jika } x_j \neq c_j \end{cases}$$

Setiap atribut yang berbeda diberi nilai 1, dan yang sama diberi 0. Jumlah total nilai menjadi jarak antara dua objek.

Tujuan algoritma K-Modes adalah meminimalkan total dissimilarity dengan rumus sebagai berikut:

$$P(U, Z) = \sum_{l=1}^k \sum_{i=1}^n u_{il} d(X_i, Z_l) \quad \dots(ii)$$

Mode baru akan dipilih berdasarkan nilai-nilai yang paling sering muncul dalam artian frekuensi terbanyak di dalam setiap atribut:

$$Z_{lj} = \text{mode}\{x_{ij} \mid X_i \in C_l\}$$

Artinya, untuk setiap cluster, nilai pusat dari cluster adalah kategori yang paling banyak muncul di atribut tersebut. Berikut ini adalah tahapan dalam melakukan analisa algoritma K-Modes:

- Tentukan jumlah *cluster* k .
- Pilih mode awal secara acak.
- Hitung jarak setiap data ke masing-masing mode menggunakan fungsi *dissimilarity*.
- Tempatkan data ke *cluster* dengan jarak minimum.
- Perbarui mode berdasarkan kategori yang paling sering muncul.
- Ulangi Langkah 3-5 sampai tidak ada perubahan *cluster* lagi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebanyak 50 responden dengan latar belakang berbeda, baik dari segi usia, jenis kelamin, tingkat pendidikan, maupun pekerjaan, berpartisipasi dalam pengisian kuesioner yang telah penulis susun. Kuesioner tersebut memuat pertanyaan mengenai kebiasaan penggunaan kantong plastik maupun tas ramah lingkungan, tingkat pengetahuan responden terhadap dampak sampah plastik, serta sikap mereka terhadap kebijakan pengurangan kantong plastik sekali pakai.

Task Relevant Data

Task-relevant data yaitu melakukan seleksi data dengan karakteristik yang relevan. Dengan melakukan seleksi data ini akan membantu tahapan proses pengolahan data dalam menemukan pola data yang bermanfaat (Asril, Wiza, and Yunefri 2015). Pada tahap ini tidak seluruh atribut dalam dataset digunakan, melainkan hanya atribut yang relevan terhadap aspek penelitian.

Tabel 1. Seleksi Variabel Penelitian Berdasarkan Penggunaan dalam Analisis.

No.	Variabel	Keterangan
1	Usia	Digunakan
2	Jenis Kelamin	Digunakan
3	Pekerjaan	Digunakan
4	Frekuensi Belanja per Minggu	Tidak Digunakan
5	Pengetahuan Lingkungan	Digunakan
6	Dampak Plastik Pada Lingkungan	Tidak Digunakan
7	Efektivitas Tas Belanja	Tidak Digunakan
8	Frekuensi Penggunaan Tas	Digunakan

9	Alasan Tidak Menggunakan Tas Belanja?	Tidak Digunakan
10	Apakah Pernah Menolak Plastik?	Tidak Digunakan
11	Apakah Bersedia Mengubah Kebiasaan?	Tidak Digunakan
12	Lebih Praktis Tas Belanja atau Plastik?	Tidak Digunakan
13	Efektivitas Pemberlakuan Larangan	Tidak Digunakan
14	Pihak yang Bertanggung Jawab	Tidak Digunakan
15	Dukungan Kebijakan	Digunakan
16	Preferensi Jika Diberi Pilihan	Tidak Digunakan

Setelah melalui tahap task relevant data, makan dataset hasil survei dapat diaplikasikan dalam table berikut:

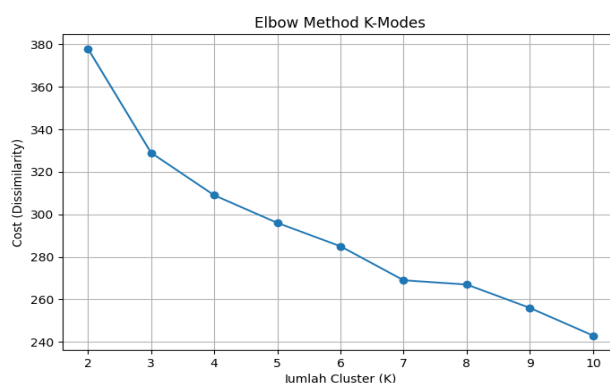
Tabel 2. Data Karakteristik dan Jawaban Responden Berdasarkan Variabel Penelitian.

No.	Usia	Jenis Kelamin	Pekerjaan	Pengetahuan Lingkungan	Frekuensi Penggunaan Tas	Dukungan Kebijakan
1	< 17 tahun	Laki – laki	Pelajar/Mahasiswa	Tahu	Kadang-kadang	Mendukung
2	17-25 tahun	Perempuan	Guru	Tahu	Kadang-kadang	Mendukung
3	> 45 tahun	Perempuan	Wirausaha	Sangat tahu	Sering	Mendukung
4	26 - 35 tahun	Laki – laki	Pegawai Swasta	Sangat tahu	Tidak pernah	Tidak mendukung
5	36 - 45 tahun	Laki – laki	Pegawai Negeri	Tahu	Kadang-kadang	Sangat tidak mendukung
6	36 - 45 tahun	Perempuan	Pedagang	Tahu	Selalu	Mendukung
7	36 - 45 tahun	Perempuan	Wirausaha	Tahu	Kadang-kadang	Mendukung
8	26 - 35 tahun	Laki – laki	Pegawai Negeri	Sangat tahu	Sering	Mendukung
9	17 - 25 tahun	Laki – laki	Guru	Tahu	Selalu	Sangat mendukung
10	17 - 25 tahun	Laki – laki	Pelajar/Mahasiswa	Sangat tahu	Sering	Mendukung
11	< 17 tahun	Laki – laki	Pelajar/Mahasiswa	Sangat tahu	Selalu	Mendukung
12	26 - 35 tahun	Laki – laki	Pelajar/Mahasiswa	Tahu	Kadang-kadang	Tidak mendukung
13	26 - 35 tahun	Laki – laki	Pegawai Swasta	Sangat tahu	Kadang-kadang	Sangat tidak mendukung
14	36 - 45 tahun	Perempuan	Ibu Rumah Tangga	Kurang tahu	Kadang-kadang	Tidak mendukung

15	17 - 25 tahun	Perempuan	Pelajar/Mahasiswa	Sangat tahu	Sering	Mendukung
16	17 - 25 tahun	Perempuan	Pelajar/Mahasiswa	Sangat tahu	Selalu	Sangat mendukung
17	> 45 tahun	Laki - laki	Pegawai Negeri	Kurang tahu	Tidak pernah	Tidak mendukung
18	26 - 35 tahun	Laki - laki	Wirausaha	Kurang tahu	Kadang-kadang	Mendukung
19	> 45 tahun	Perempuan	Wirausaha	Sangat tahu	Sering	Sangat mendukung
20	> 45 tahun	Perempuan	Ibu Rumah Tangga	Tahu	Kadang-kadang	Mendukung
21	> 45 tahun	Laki - laki	Pedagang	Tahu	Kadang-kadang	Mendukung
22	> 45 tahun	Perempuan	Pegawai Swasta	Kurang tahu	Kadang-kadang	Tidak mendukung
23	36 - 45 tahun	Laki - laki	Pedagang	Tahu	Kadang-kadang	Sangat mendukung
24	17 - 25 tahun	Perempuan	Pelajar/Mahasiswa	Sangat tahu	Sering	Mendukung
25	26 - 35 tahun	Perempuan	Guru	Sangat tahu	Selalu	Sangat mendukung
26	< 17 tahun	Laki - laki	Pelajar/Mahasiswa	Tahu	Kadang-kadang	Tidak mendukung
27	17 - 25 tahun	Perempuan	Pegawai Swasta	Sangat tahu	Selalu	Sangat mendukung
28	36 - 45 tahun	Perempuan	Wirausaha	Sangat tahu	Sering	Sangat mendukung
29	> 45 tahun	Laki - laki	Pegawai Swasta	Sangat tahu	Sering	Tidak mendukung
30	17 - 25 tahun	Laki - laki	Pedagang	Kurang tahu	Kadang-kadang	Tidak mendukung
31	> 45 tahun	Laki - laki	Wirausaha	Sangat tahu	Selalu	Tidak mendukung
32	26 - 35 tahun	Perempuan	Pedagang	Sangat tahu	Kadang-kadang	Tidak mendukung
33	17 - 25 tahun	Perempuan	Pelajar/Mahasiswa	Kurang tahu	Kadang-kadang	Tidak mendukung
34	26 - 35 tahun	Perempuan	Pegawai Swasta	Sangat tahu	Selalu	Mendukung
35	26 - 35 tahun	Laki - laki	Pelajar/Mahasiswa	Tidak tahu	Kadang-kadang	Tidak mendukung
36	> 45 tahun	Laki - laki	Wirausaha	Kurang tahu	Kadang-kadang	Sangat tidak mendukung

37	36 - 45 tahun	Laki - laki	Pedagang	Kurang tahu	Kadang-kadang	Tidak mendukung
38	17 - 25 tahun	Laki - laki	Pelajar/Mahasiswa	Sangat tahu	Sering	Mendukung
39	26 - 35 tahun	Perempuan	Ibu Rumah Tangga	Tahu	Sering	Sangat mendukung
40	> 45 tahun	Perempuan	Ibu rumah tangga	Sangat tahu	Kadang-kadang	Sangat mendukung
41	> 45 tahun	Perempuan	Pegawai Negeri	Tahu	Kadang-kadang	Sangat mendukung
42	17 - 25 tahun	Perempuan	Wirausaha	Kurang tahu	Kadang-kadang	Tidak mendukung
43	26 - 35 tahun	Laki - laki	Pegawai Swasta	Tidak tahu	Kadang-kadang	Tidak mendukung
44	26 - 35 tahun	Laki - laki	Guru	Tahu	Kadang-kadang	Sangat mendukung
45	26 - 35 tahun	Perempuan	Wirausaha	Sangat tahu	Sering	Sangat mendukung
46	< 17 tahun	Laki - laki	Pegawai Swasta	Tahu	Sering	Sangat mendukung
47	36 - 45 tahun	Perempuan	Ibu rumah tangga	Tahu	Kadang-kadang	Mendukung
48	17 - 25 tahun	Laki - laki	Pelajar/Mahasiswa	Sangat tahu	Kadang-kadang	Mendukung
49	36 - 45 tahun	Perempuan	Pegawai Swasta	Tahu	Kadang-kadang	Sangat mendukung
50	> 45 tahun	Laki - laki	Wirausaha	Sangat tahu	Selalu	Sangat mendukung

Menentukan Jumlah Cluster



Grafik menunjukkan hubungan antara jumlah cluster (K) dengan nilai cost (dissimilarity).

- Pada $K = 2 \rightarrow \text{cost} \approx 378$
- Pada $K = 3 \rightarrow \text{cost} \approx 329$ (terjadi penurunan sangat signifikan (~ 49))
- Setelah itu ($K \geq 4$), penurunan cost:

1. Cenderung lebih kecil dan stabil
2. Tidak lagi drastis seperti sebelumnya.

Berdasarkan hasil visualisasi menggunakan metode Elbow, terlihat bahwa nilai cost (dissimilarity) mengalami penurunan yang signifikan pada saat jumlah cluster meningkat dari $K = 2$ ke $K = 3$, nilai cost tersebut menunjukkan adanya peningkatan kualitas pengelompokan data yang cukup besar.

Selain itu, penambahan jumlah cluster setelah $K = 3$ tidak meningkatkan kualitas clustering secara signifikan, karena penurunan nilai cost cenderung lebih kecil dan relative stabil pada $K \geq 4$. Jadi, Cluster yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 3 Cluster, adapun keterangan setiap cluster dijelaskan dibawah ini.

Tabel 3. Pengelompokan Cluster Tingkat Pengetahuan Lingkungan.

Cluster (K)	Nilai
K0	Tahu
K1	Sangat Tahu
K2	Kurang/Tidak tahu

Inisialisasi Centroid Awal

Pada penentuan inisialisasi centroid awal, dapat dilakukan dengan inisialisasi Huang, hal ini dilakukan karena mekanisme inisialisasi yang lebih terstruktur dibandingkan dengan metode acak (random). Metode Huang dapat mengurangi ketidakstabilan hasil clustering yang disebabkan oleh pemilihan centroid awal secara sembarang.

Tabel 4. Nilai Centroid Akhir Hasil Klasterisasi Responden

Centroid	Usia	Jenis Kelamin	Pekerjaan	Pengetahuan Lingkungan	Frekuensi Penggunaan Tas	Dukungan Kebijakan
C0	26–35 tahun	Perempuan	Pedagang	Tahu	Sering	Mendukung
C1	17–25 tahun	Laki-laki	Pegawai Swasta	Sangat tahu	Selalu	Sangat mendukung
C2	>45 tahun	Perempuan	Ibu Rumah Tangga	Kurang tahu	Kadang-kadang	Tidak mendukung

Kemudian, pada hasil *centroid* diatas diperoleh jarak setiap objek sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Perhitungan Jarak Objek terhadap Centroid dan Penentuan Cluster.

Objek	$d(X,C_0)$	$d(X,C_1)$	$d(X,C_2)$	Cluster Terdekat
1	5	3	5	C1
2	5	2	5	C1
3	5	6	1	C2
4	5	1	6	C1
5	6	5	4	C2
6	2	5	4	C0
7	4	6	2	C2
8	4	3	5	C1
9	4	2	6	C1
10	5	3	5	C1
11	5	5	1	C2
12	5	5	2	C2
13	4	3	5	C1
14	3	5	4	C0
15	4	5	2	C2
16	4	3	5	C1
17	2	3	5	C0
18	5	2	5	C1
19	3	4	4	C0
20	5	6	1	C2
21	5	6	2	C2
22	3	5	4	C0
23	5	2	5	C1
24	4	5	3	C2
25	2	4	5	C0
26	4	3	5	C1
27	5	5	2	C2
28	3	2	6	C1
29	5	6	2	C2
30	3	5	4	C0
31	5	3	5	C1
32	4	2	6	C1
33	5	6	2	C2
34	2	4	5	C0
35	3	5	4	C0
36	5	2	5	C1
37	4	3	5	C1
38	5	6	1	C2
39	3	5	4	C0
40	2	4	5	C0
41	5	3	5	C1

42	4	5	2	C2
43	3	4	4	C0
44	5	2	5	C1
45	5	6	2	C2
46	5	2	6	C1
47	2	6	5	C0
48	6	4	2	C2
49	4	3	5	C1
50	5	3	5	C1

Algoritma K-Modes menghitung jarak dengan membandingkan setiap atribut pada data dengan centroid. Jika nilai atribut sama akan diberikan nilai 0 dan jika berbeda diberikan nilai 1.

Berikut merupakan perhitungan jarak objek ke 1-50 untuk seluruh centroid cluster 1 sampai 3.

a. Objek ke-1

Jarak objek ke-1 dengan centroid cluster 1

$$d(X1, C1) = \delta(x1,c1) + \delta(x2,c2) + \delta(x3,c3) + \delta(x4,c4) + \delta(x5,c5) + \delta(x6,c6)$$

$$d(X1, C1) = 1 + 1 + 1 + 1 + 0 + 1$$

$$d(X1, C1) = 5$$

Jarak objek ke-1 dengan centroid cluster 2

$$d(X1, C2) = \delta(x1,c1) + \delta(x2,c2) + \delta(x3,c3) + \delta(x4,c4) + \delta(x5,c5) + \delta(x6,c6)$$

$$d(X1, C2) = 1 + 0 + 1 + 0 + 1 + 0$$

$$d(X1, C2) = 3$$

Jarak objek ke-1 dengan centroid cluster 3

$$d(X1, C3) = \delta(x1,c1) + \delta(x2,c2) + \delta(x3,c3) + \delta(x4,c4) + \delta(x5,c5) + \delta(x6,c6)$$

$$d(X1, C3) = 1 + 1 + 0 + 1 + 1 + 1$$

$$d(X1, C3) = 5$$

b. Objek ke-2

Jarak objek ke-2 dengan centroid cluster 1

$$d(X2, C1) = \delta(x1,c1) + \delta(x2,c2) + \delta(x3,c3) + \delta(x4,c4) + \delta(x5,c5) + \delta(x6,c6)$$

$$d(X2, C1) = 1 + 0 + 1 + 1 + 1 + 1$$

$$d(X2, C1) = 5$$

Jarak objek ke-2 dengan centroid cluster 2

$$d(X2, C2) = \delta(x1,c1) + \delta(x2,c2) + \delta(x3,c3) + \delta(x4,c4) + \delta(x5,c5) + \delta(x6,c6)$$

$$d(X2, C2) = 0 + 1 + 1 + 0 + 0 + 0$$

$$d(X2, C2) = 2$$

Jarak objek ke-2 dengan centroid cluster 3

$$d(X2, C3) = \delta(x1,c1)+\delta(x2,c2)+\delta(x3,c3)+\delta(x4,c4)+\delta(x5,c5)+\delta(x6,c6)$$

$$d(X2, C3) = 1 + 0 + 1 + 1 + 1 + 1$$

$$d(X2, C3) = 5$$

c. Objek ke-3**Jarak objek ke-3 dengan centroid cluster 1**

$$d(X3, C1) = \delta(x1,c1)+\delta(x2,c2)+\delta(x3,c3)+\delta(x4,c4)+\delta(x5,c5)+\delta(x6,c6)$$

$$d(X3, C1) = 1 + 0 + 1 + 1 + 1 + 1$$

$$d(X3, C1) = 5$$

Jarak objek ke-3 dengan centroid cluster 2

$$d(X3, C2) = \delta(x1,c1)+\delta(x2,c2)+\delta(x3,c3)+\delta(x4,c4)+\delta(x5,c5)+\delta(x6,c6)$$

$$d(X3, C2) = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1$$

$$d(X3, C2) = 6$$

Jarak objek ke-3 dengan centroid cluster 3

$$d(X3, C3) = \delta(x1,c1)+\delta(x2,c2)+\delta(x3,c3)+\delta(x4,c4)+\delta(x5,c5)+\delta(x6,c6)$$

$$d(X3, C3) = 0 + 0 + 1 + 0 + 0 + 0$$

$$d(X3, C3) = 1$$

.....

Perhitungan terus dilakukan hingga objek ke-50

50. Objek ke-50**Jarak objek ke-50 dengan centroid cluster 1**

$$d(X50, C1) = \delta(x1,c1)+\delta(x2,c2)+\delta(x3,c3)+\delta(x4,c4)+\delta(x5,c5)+\delta(x6,c6)$$

$$d(X50, C1) = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 0$$

$$d(X50, C1) = 5$$

Jarak objek ke-50 dengan centroid cluster 2

$$d(X50, C2) = \delta(x1,c1)+\delta(x2,c2)+\delta(x3,c3)+\delta(x4,c4)+\delta(x5,c5)+\delta(x6,c6)$$

$$d(X50, C2) = 1 + 0 + 1 + 0 + 0 + 1$$

$$d(X50, C2) = 3$$

Jarak objek ke-50 dengan centroid cluster 3

$$d(X50, C3) = \delta(x1,c1)+\delta(x2,c2)+\delta(x3,c3)+\delta(x4,c4)+\delta(x5,c5)+\delta(x6,c6)$$

$$d(X50, C3) = 0 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1$$

$$d(X50, C3) = 5$$

Berdasarkan hasil perhitungan jarak metode dissimilarity, setiap data dibandingkan dengan seluruh centroid yang tersedia. Centroid yang paling dekat dengan data ditandai dengan nilai jarak terkecil.

Tabel 6. Jarak Antar-Centroid dan Centroid Terdekat

No.	C1	C2	C3	Jarak Centroid Terdekat
1	6	0	6	C2
2	2	3	5	C1
3	5	6	0	C3

Pada tabel tersebut berdasarkan hasil perhitungan pada iterasi pertama menunjukkan objek baris ke-1 memiliki nilai jarak terhadap centroid C1 sebesar 6, terhadap centroid C2 sebesar 0, dan centroid C3 sebesar 6. Oleh karena itu, objek baris ke-1 masuk ke dalam cluster 2 (C2), karena memiliki nilai jarak terkecil yaitu 0. Selain itu, objek baris kedua memiliki jarak terkecil dari centroid cluster 1 (C1), dan objek baris ketiga memiliki jarak terkecil dari centroid kelompok 3 (C3).

Hasil Centroid Cluster K-Modes

Dalam algoritma K-Modes, hasil centroid diperoleh dari nilai modus, atau nilai yang paling sering muncul untuk setiap atribut cluster. Centroid digunakan untuk menggambarkan pola umum dari anggota cluster yang terbentuk (Aprilia et al. 2021).

Berdasarkan hasil proses clustering menggunakan algoritma K-Modes dengan jumlah cluster sebanyak 3, diperoleh hasil centroid sebagai berikut:

Tabel 7. Hasil Akhir Klasterisasi Responden Berdasarkan Variabel Penelitian.

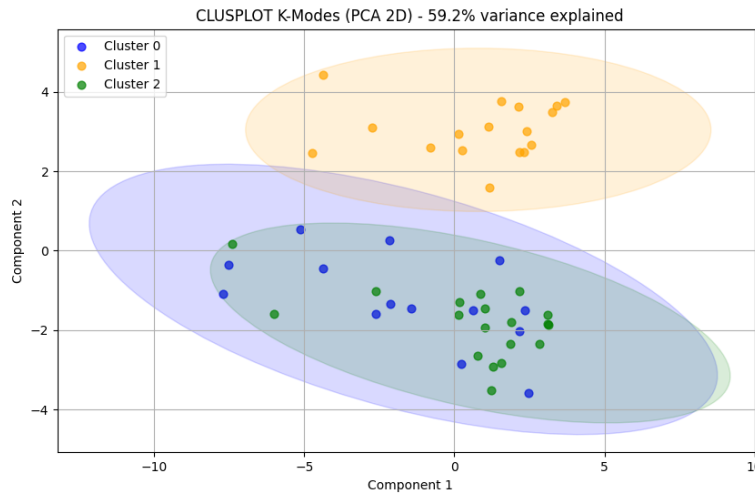
No	Cluster	Usia	Jenis Kelamin	Pekerjaan	Pengetahuan Lingkungan	Frekuensi Penggunaan Tas	Dukungan Kebijakan
1	K1	< 17 tahun	Laki - laki	Pelajar/Maha siswa	Sangat tahu	Sering	Sangat mendukung
2	K1	17 - 25 tahun	Perempuan	Guru	Sangat tahu	Selalu	Sangat mendukung
3	K2	> 45 tahun	Perempuan	Wirausaha	Kurang tahu	Kadang-kadang	Tidak mendukung
4	K1	26 - 35 tahun	Laki - laki	Pegawai Swasta	Sangat tahu	Selalu	Sangat mendukung

5	K2	36 - 45 tahun	Laki - laki	Pegawai Negeri	Kurang tahu	Kadang-kadang	Sangat tidak mendukung
6	K0	36 - 45 tahun	Perempuan	Pedagang	Tahu	Kadang-kadang	Sangat mendukung
7	K2	36 - 45 tahun	Perempuan	Wirausaha	Tidak tahu	Kadang-kadang	Tidak mendukung
8	K1	26 - 35 tahun	Laki - laki	Pegawai Negeri	Sangat tahu	Selalu	Sangat mendukung
9	K1	17 - 25 tahun	Laki - laki	Guru	Sangat tahu	Sering	Sangat mendukung
10	K1	17 - 25 tahun	Laki - laki	Pelajar/Maha siswa	Sangat tahu	Sering	Mendukung
11	K2	< 17 tahun	Laki - laki	Pelajar/Maha siswa	Kurang tahu	Kadang-kadang	Tidak mendukung
12	K2	26 - 35 tahun	Laki - laki	Pelajar/Maha siswa	Kurang tahu	Kadang-kadang	Tidak mendukung
13	K2	26 - 35 tahun	Laki - laki	Pegawai Swasta	Tidak tahu	Kadang-kadang	Sangat tidak mendukung
14	K2	36 - 45 tahun	Perempuan	Ibu Rumah Tangga	Kurang tahu	Kadang-kadang	Tidak mendukung
15	K1	17 - 25 tahun	Perempuan	Pelajar/Maha siswa	Sangat tahu	Sering	Sangat mendukung
16	K0	17 - 25 tahun	Perempuan	Pelajar/Maha siswa	Tahu	Kadang-kadang	Sangat mendukung
17	K1	> 45 tahun	Laki - laki	Pegawai Negeri	Sangat tahu	Selalu	Sangat mendukung
18	K0	26 - 35 tahun	Laki - laki	Wirausaha	Tahu	Sering	Mendukung
19	K2	> 45 tahun	Perempuan	Wirausaha	Kurang tahu	Kadang-kadang	Tidak mendukung

20	K2	> 45 tahun	Perempuan	Ibu Rumah Tangga	Tidak tahu	Tidak pernah	Sangat tidak mendukung
21	K0	> 45 tahun	Laki - laki	Pedagang	Tahu	Sering	Mendukung
22	K1	> 45 tahun	Perempuan	Pegawai Swasta	Sangat tahu	Selalu	Sangat mendukung
23	K0	36 - 45 tahun	Laki - laki	Pedagang	Tahu	Sering	Mendukung
24	K2	17 - 25 tahun	Perempuan	Pelajar/Maha siswa	Kurang tahu	Kadang-kadang	Tidak mendukung
25	K0	26 - 35 tahun	Perempuan	Guru	Tahu	Sering	Mendukung
26	K2	< 17 tahun	Laki - laki	Pelajar/Maha siswa	Kurang tahu	Tidak pernah	Sangat tidak mendukung
27	K2	17 - 25 tahun	Perempuan	Pegawai Swasta	Kurang tahu	Kadang-kadang	Tidak mendukung
28	K1	36 - 45 tahun	Perempuan	Wirausaha	Sangat tahu	Sering	Sangat mendukung
29	K2	> 45 tahun	Laki - laki	Pegawai Swasta	Kurang tahu	Kadang-kadang	Tidak mendukung
30	K0	17 - 25 tahun	Laki - laki	Pedagang	Tahu	Selalu	Sangat mendukung
31	K1	> 45 tahun	Laki - laki	Wirausaha	Sangat tahu	Selalu	Sangat mendukung
32	K0	26 - 35 tahun	Perempuan	Pedagang	Tahu	Sering	Sangat mendukung
33	K1	17 - 25 tahun	Perempuan	Pelajar/Maha siswa	Sangat tahu	Kadang-kadang	Sangat mendukung
34	K0	26 - 35 tahun	Perempuan	Pegawai Swasta	Tahu	Sering	Sangat mendukung

35	K0	26 - 35 tahun	Laki - laki	Pelajar/Maha siswa	Tahu	Kadang-kadang	Sangat mendukung
36	K1	> 45 tahun	Laki - laki	Wirausaha	Sangat tahu	Sering	Sangat mendukung
37	K2	36 - 45 tahun	Laki - laki	Pedagang	Kurang tahu	Kadang-kadang	Tidak mendukung
38	K0	17 - 25 tahun	Laki - laki	Pelajar/Maha siswa	Tahu	Sering	Sangat mendukung
39	K1	26 - 35 tahun	Perempuan	Ibu Rumah Tangga	Sangat tahu	Selalu	Mendukung
40	K2	> 45 tahun	Perempuan	Ibu rumah tangga	Tidak tahu	Kadang-kadang	Tidak mendukung
41	K2	> 45 tahun	Perempuan	Pegawai Negeri	Kurang tahu	Tidak pernah	Tidak mendukung
42	K0	17 - 25 tahun	Perempuan	Wirausaha	Tahu	Kadang-kadang	Mendukung
43	K1	26 - 35 tahun	Laki - laki	Pegawai Swasta	Sangat tahu	Sering	Sangat mendukung
44	K0	26 - 35 tahun	Laki - laki	Guru	Tahu	Sering	Mendukung
45	K0	26 - 35 tahun	Perempuan	Wirausaha	Tahu	Sering	Mendukung
46	K1	< 17 tahun	Laki - laki	Pegawai Swasta	Sangat tahu	Selalu	Mendukung
47	K0	36 - 45 tahun	Perempuan	Ibu rumah tangga	Tahu	Sering	Mendukung
48	K2	17 - 25 tahun	Laki - laki	Pelajar/Maha siswa	Kurang tahu	Kadang-kadang	Tidak mendukung
49	K1	36 - 45 tahun	Perempuan	Pegawai Swasta	Sangat tahu	Sering	Sangat mendukung
50	K1	> 45 tahun	Laki - laki	Wirausaha	Sangat tahu	Selalu	Mendukung

Hasil Clustering



Gambar 1. Visualisasi Hasil Klasterisasi K-Modes Menggunakan PCA Dua Dimensi

Berdasarkan gambar clusplot yang menunjukkan hasil clustering K-Modes, data responden dikelompokkan menjadi tiga kelompok yang ditampilkan dengan berbagai warna, yaitu:

1. Cluster 0 berwarna biru,
2. Cluster 1 berwarna orange,
3. Cluster 2 berwarna hijau.

Pola penyebaran cluster menjadi lebih jelas dengan visualisasi clusplot yang dibuat menggunakan metode analisis komponen dua dimensi PCA (*Principal Component Analysis*).

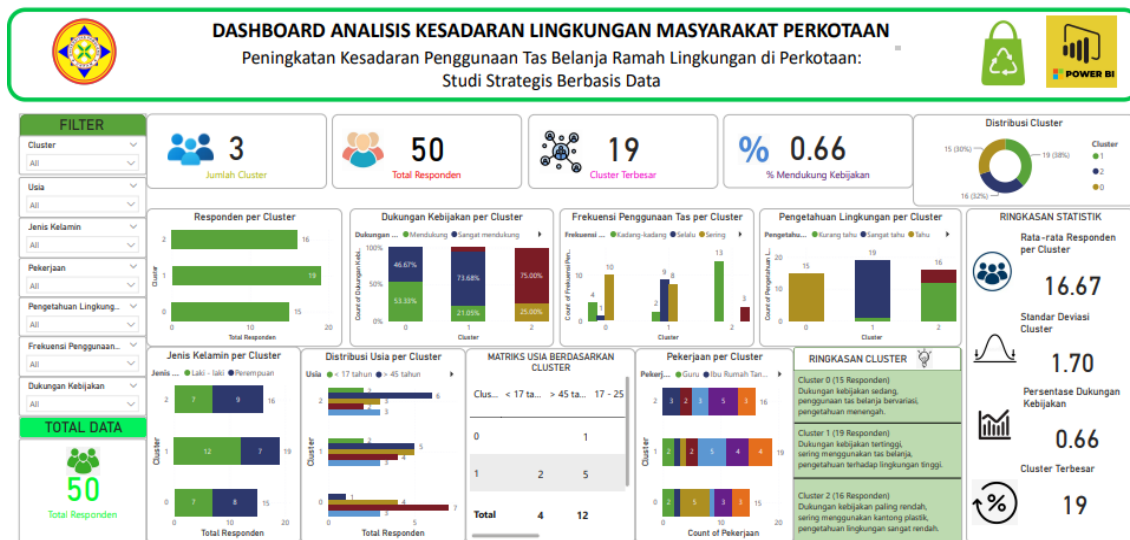
Cluster 1 memiliki posisi yang paling berbeda dibandingkan cluster lainnya, seperti yang ditunjukkan pada gambar diatas. Hal ini menunjukkan bahwa anggota Cluster 1 memiliki karakteristik yang lebih konsisten dan berbeda secara signifikan dari anggota Cluster lainnya. Hasil centroid menunjukkan bahwa kelompok ini memiliki kelompok responden yang sangat peduli lingkungan. Mereka selalu menggunakan tas yang ramah lingkungan dan sangat mendukung kampanye mengurangi penggunaan kantong plastik.

Selain itu, terlihat bahwa beberapa area di Cluster 0 dan Cluster 2 saling berdekatan atau bercampur yang menunjukkan responden dari kedua Cluster memiliki kemiripan, meskipun secara umum masih dapat dibedakan. Cluster 0 menunjukkan kelompok responden dengan tingkat kesadaran lingkungan rendah atau ketidaktahuan tentang dampak plastik pada lingkungan, sedangkan Cluster 2 menunjukkan kelompok responden dengan tingkat kesadaran sedang atau masih sedikit tahu tentang dampak plasti pada lingkungan.

Nilai *variance explained* dijelaskan nilai sebesar 59,2%, menunjukkan dua komponen utama PCA dapat menjelaskan sekitar 59,2% variasi data asli. Nilai ini menunjukkan bahwa visualisasi clusplot cukup baik untuk menunjukkan pola penyebaran data hasil clustering.

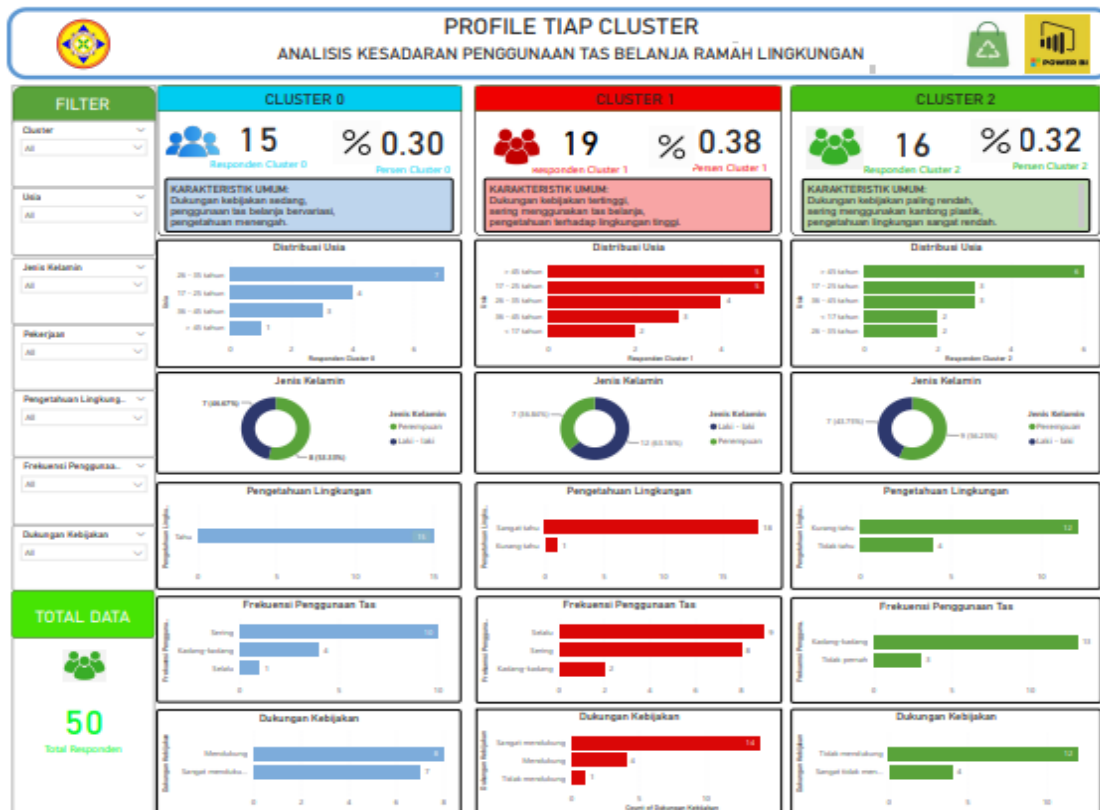
Konstruksi

Pada tahap ini, peneliti membuat *dashboard* berdasarkan pengukuran yang telah dibuat sebelumnya dengan memanfaatkan fitur *visualizations*. Hasilnya seperti gambar dibawah ini.



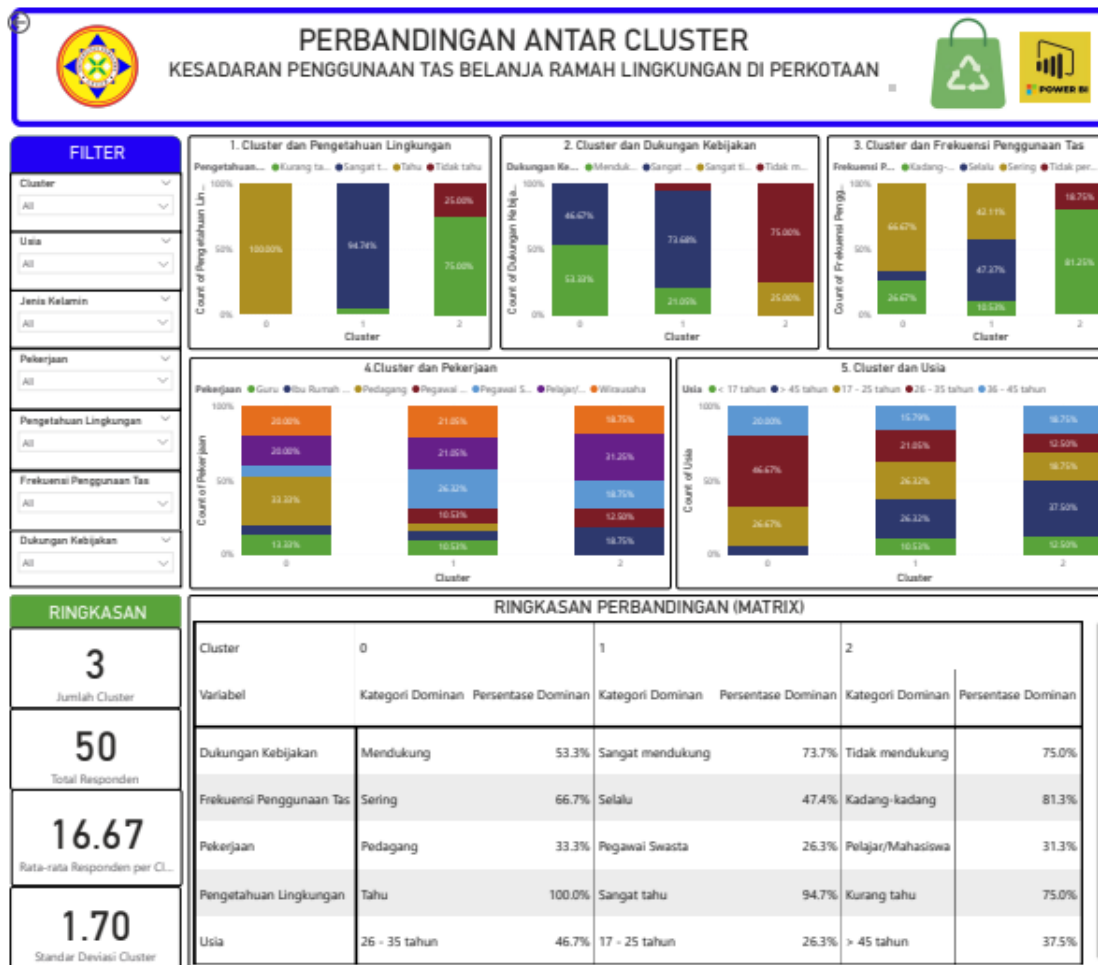
Gambar 2. Dashboard Analisis Kesadaran Lingkungan.

Gambar 2. menunjukkan bagaimana seluruh informasi yang direncanakan pada tahap perancangan *dashboard* telah diintegrasikan ke dalam *Power BI*. *Dashboard* tersebut menampilkan hasil analisis *clustering* responden mengenai kesadaran penggunaan tas belanja ramah lingkungan di perkotaan menggunakan algoritma *K-Modes*. Semua yang di visualisasikan yang digunakan termasuk *slicer*, *card*, *donut chart*, *bar chart*, *stacked column chart*, dan *matrix*. *Slicer* menggunakan variabel seperti jumlah *cluster*, total responden, *cluster* terbesar, dan pengetahuan lingkungan, serta frekuensi penggunaan tas. Visualisasi *card* menampilkan indikator utama seperti jumlah *cluster* total responden dan *cluster* terbesar. Selain itu, distribusi responden per *cluster*, dukungan kebijakan per *cluster*, tingkat pengetahuan lingkungan per *cluster*, frekuensi penggunaan tas, jenis kelamin, usia, dan distribusi pekerjaan ditunjukkan dalam berbagai grafik. Ringkasan *cluster* dan ringkasan statistik digunakan untuk memberikan gambaran lebih ringkas tentang hasil *clustering*. Visualisasi *matrix* menampilkan tabulasi silang usia yang didasarkan pada *cluster*.



Gambar 3. Dashboard Profile Tiap Cluster

Pada Gambar 3. hasil visualisasi menunjukkan responden terbagi menjadi tiga kelompok berdasarkan karakteristik yang berbeda. Kelompok 0 memiliki 15 responden, kelompok 1 memiliki 19 responden, dan kelompok 2 memiliki 16 responden. Setiap cluster menunjukkan usia, jenis kelamin, tingkat pengetahuan tentang lingkungan, frekuensi penggunaan tas belanja, dan dukungan untuk pengurangan kantong plastik. Dengan bantuan *dashboard* ini, identifikasi karakteristik masing-masing *cluster* menjadi lebih mudah. Oleh karena itu, *dashboard* ini dapat digunakan sebagai dasar untuk membuat rencana yang meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap penggunaan tas belanja ramah lingkungan.



Gambar 4. Dashboard Perbandingan Antar Cluster

Pada Gambar 4. merupakan *dashboard* perbandingan antar *cluster* yang digunakan untuk membandingkan karakteristik masing-masing hasil kelompok. *Dashboard* ini memiliki fitur filter interaktif yang memungkinkan pengguna memeriksa data berdasarkan kategori tertentu. *Dashboard* tersebut juga menampilkan tabel ringkasan kategori dominan untuk setiap *cluster*, serta ringkasan statistik yang mencakup jumlah *cluster*, total responden, rata-rata responden per *cluster*, dan standar deviasi. Dengan visualisasi ini, perbedaan karakteristik antara *cluster* dapat dilihat secara lebih jelas.

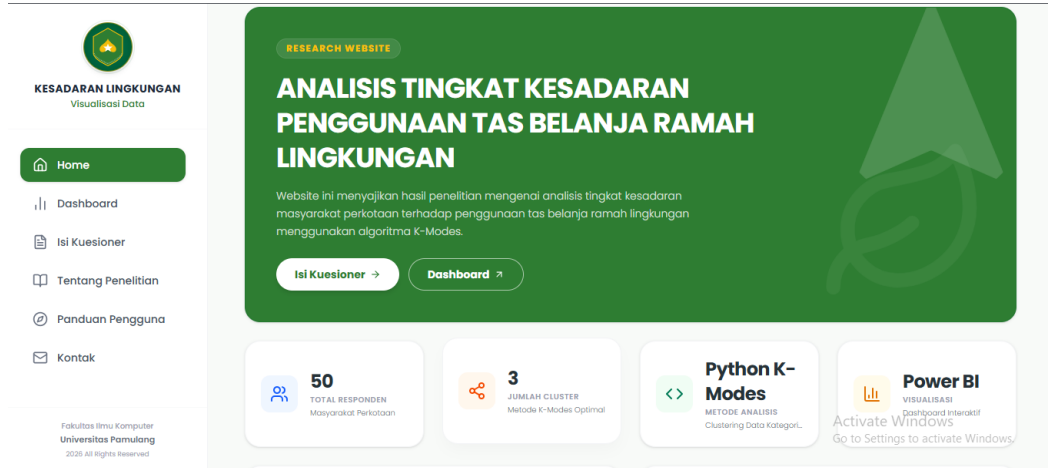
Visualisasi yang digunakan:

- Slicer*: Memfilter data berdasarkan *cluster* usia, jenis kelamin, pekerjaan, pengetahuan lingkungan, frekuensi penggunaan tas, dan dukungan kebijakan.
- 100% Stacked Column Chart*: Membandingkan distribusi persentase kategori pada setiap *cluster* untuk variabel pengetahuan lingkungan, dukungan kebijakan, frekuensi penggunaan tas, pekerjaan, dan usia.
- Card*: Menampilkan indikator utama seperti jumlah *cluster*, total responden, rata-rata

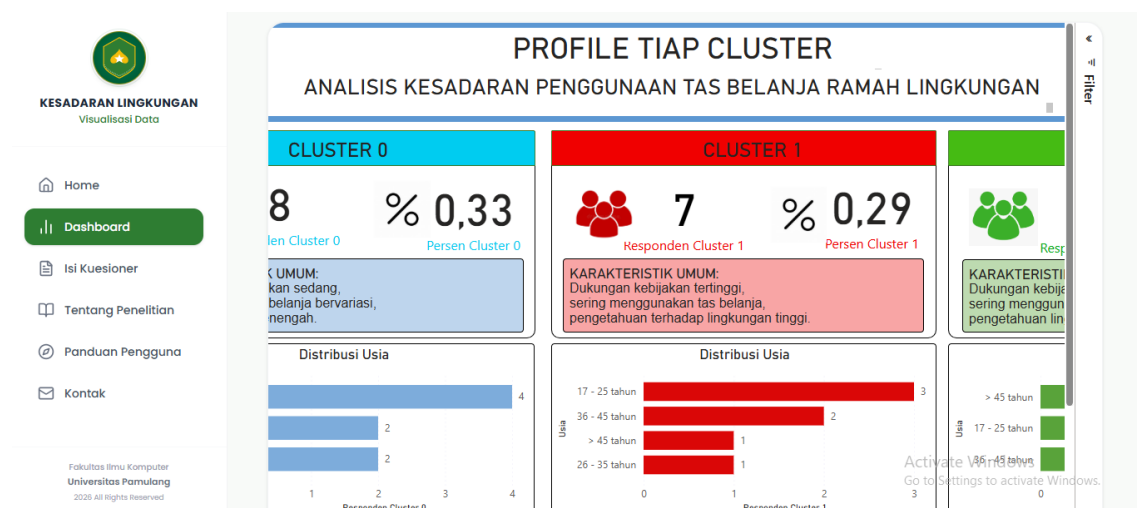
responden per *cluster*, dan standar deviasi *cluster*.

- d. *Matrix*: Menampilkan ringkasan kategori dominan beserta persentase dominannya pada masing-masing *cluster* untuk mempermudah interpretasi hasil *clustering*

Implementasi Antarmuka (User Interface)



Gambar 5. Tampilan Halaman Home.



Gambar 6. Tampilan Halaman Dashboard

Pengisian Formulir Digital
Formulir di bawah terhubung langsung dengan basis data survei utama kami.

[Sesuaikan Link Google Form](#) [Isi Google Form](#)

Survey Penggunaan Kantong Belanja Ramah Lingkungan

Assalamu'alaikum Wr. Wb. Perkenalkan saya Muhammad Rizki Pratama mahasiswa tingkat akhir Universitas Pamulang. Kuisisioner ini saya tujuan untuk penelitian tugas akhir skripsi tentang penggunaan kantong belanja ramah lingkungan di perkotaan. Terimakasih atas partisipasinya. Wassalamu'alaikum Wr. Wb

pratamariski203@gmail.com [Ganti akun](#)

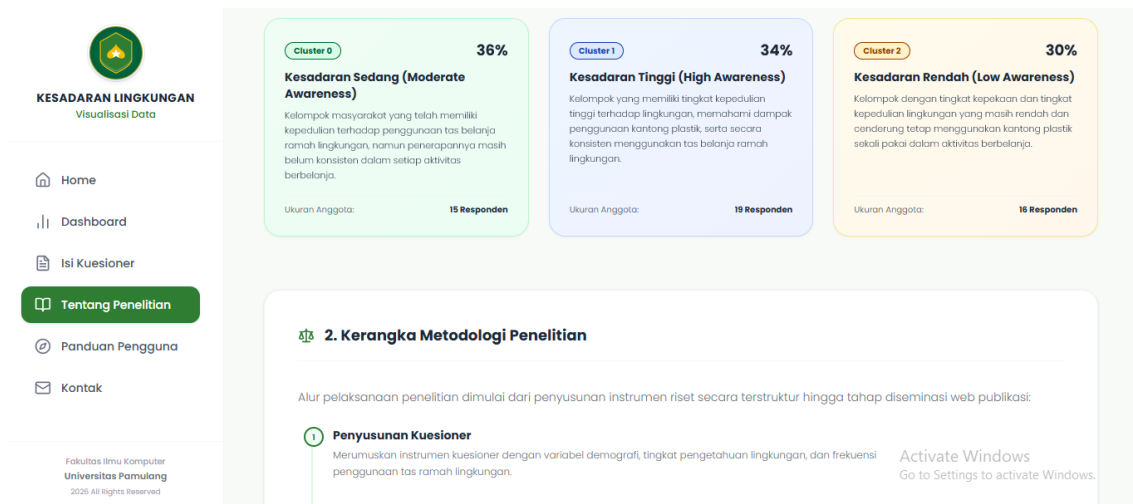
Tidak dibagikan

* Menunjukkan pertanyaan yang wajib diisi

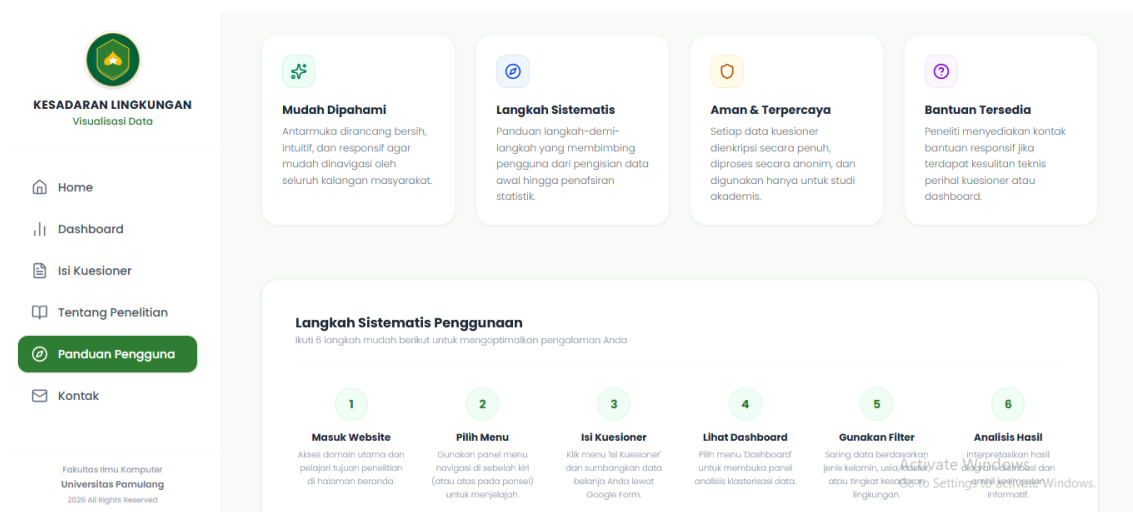
Usia: *

☒ < 17 tahun

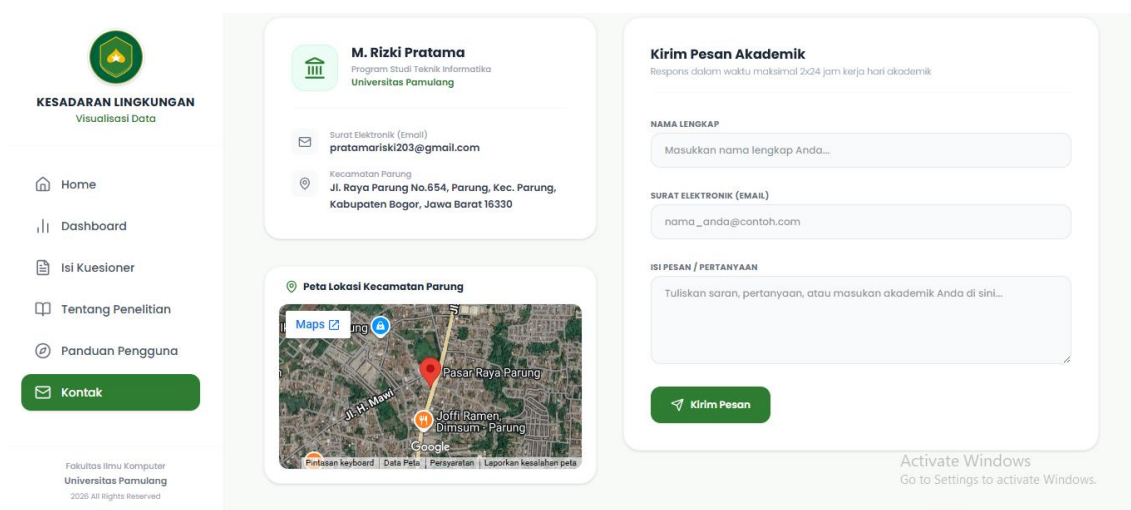
Gambar 7. Tampilan Halaman Isi Kuesioner



Gambar 8. Tampilan Halaman Tentang Penelitian



Gambar 9. Tampilan Halaman Panduan Pengguna



Gambar 10. Tampilan Halaman Kontak

Pengujian Sistem *Black Box*

Pengujian difokuskan pada aspek fungsionalitas, seperti tombol, navigasi menu, dan integrasi Google Form sebagai alat pengisian kuesioner serta *dashboard* Power BI sebagai alat visualisasi hasil *clustering*. Setiap fungsi diuji dengan mengacu pada masukan (*input*) dan keluaran (*output*) yang diharapkan dapat berjalan dengan baik dan menghasilkan keluaran yang sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang.

1 yang paling sesuai adalah:

Tabel 8. Hasil Pengujian Fungsional Website Menggunakan Metode Black Box

Fitur	Skenario Uji	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
Halaman Beranda	Membuka website	Halaman Beranda tampil	Sesuai, system berhasil masuk ke halaman Beranda	(✓) Valid
Menu Dashboard	Klik menu Dashboard	Halaman <i>Dashboard</i> terbuka	Sesuai, system berhasil berpindah ke halaman <i>Dashboard</i>	(✓) Valid
Menu Isi Kuesioner	Klik menu Isi Kuesioner	Google Form terbuka	Sesuai, dari menu Isi Kuesioner berhasil masuk ke Google Form	(✓) Valid
Menu Tentang Penelitian	Klik menu Tentang Penelitian	Menampilkan informasi Tentang Penelitian	Sesuai, sistem berhasil merespon dan menampilkan informasi Tentang Penelitian	(✓) Valid
Menu Panduan Pengguna	Klik menu	Menampilkan informasi mengenai Panduan Pengguna	Sesuai, berhasil menampilkan informasi mengenai Panduan Pengguna website	(✓) Valid
Tombol Lihat Dashboard	Klik tombol	Dashboard Power BI terbuka	Sesuai, sistem berhasil menampilkan <i>dashboard</i> Power BI	(✓) Valid
Navigasi Header	Klik setiap menu	Berpindah ke halaman benar	Sesuai, semua menu pada navigasi header berfungsi dengan baik	(✓) Valid

Dashboard Power BI	Memuat <i>dashboard</i>	Visual dan filter tampil	Sesuai, grafik chart menampilkan <i>cluster</i> sesuai filter yang dipilih	(✓) Valid
Filter Dashboard	Pilih nilai filter	Visual berubah sesuai filter	Sesuai, filter berhasil menampilkan kriteria yang dipilih	(✓) Valid

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma K-Modes berhasil digunakan untuk mengelompokkan kesadaran masyarakat terhadap penggunaan tas belanja ramah lingkungan. Berdasarkan data kategorikal yang dikumpulkan dari 50 responden, algoritma ini berhasil diterapkan. Proses *clustering* dimulai dengan menentukan jumlah *cluster* yang akan dibuat menggunakan metode Elbow yang menunjukkan jumlah *cluster* optimal adalah tiga. Selanjutnya, pengelompokkan menggunakan algoritma K-Modes dengan inisialisasi centroid metode Huang dan menghasilkan tiga kelompok, yaitu *Cluster* 0 (Tahu), *Cluster* 1 (Sangat Tahu), *Cluster* 2 (Kurang/Tidak Tahu). Hasil pengelompokkan tersebut mampu menggambarkan tingkat pengetahuan masyarakat, kebiasaan penggunaan tas belanja ramah lingkungan, dan dukungan terhadap kebijakan pengurangan kantong plastik. Selain itu, dengan menggunakan Microsoft Power BI hasil *clustering* mampu di visualisasikan dengan baik dalam bentuk *dashboard* interaktif sehingga informasi yang dihasilkan lebih mudah dipahami, dianalisis, dan digunakan sebagai dasar penelitian strategi dan pengambilan keputusan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat akan penggunaan tas belanja ramah lingkungan.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penelitian selanjutnya diharapkan dapat melibatkan lebih banyak responden dan mencakup area yang lebih luas. Untuk mendapatkan karakteristik *cluster* yang lebih luas, variabel seperti frekuensi belanja, pendapatan, tingkat pendidikan, maupun faktor sosial lainnya juga dapat dilakukan untuk memperoleh karakteristik *cluster* yang lebih komprehensif. Selain itu, penelitian berikutnya dapat membandingkan algoritma K-Modes dengan metode *clustering* lain yang sesuai untuk data kategorikal, seperti K-Prototypes atau Hierarchical *Clustering*. Selain itu, *dashboard* visualisasi yang dibangun menggunakan Microsoft Power BI dapat dikembangkan menjadi sistem berbasis web yang terintegrasi dengan basis data sehingga akan memungkinkan proses pembaruan data yang otomatis dan akses data secara *real-time*. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pemerintah, pelaku usaha, dan masyarakat dalam merancang kebijakan dan program edukasi yang lebih efektif untuk meningkatkan penggunaan tas belanja ramah lingkungan dan mengurangi penggunaan kantong plastik sekali pakai.

DAFTAR REFERENSI

- Alifa, N. P., Adelia, A., & Mufti, A. A. (2024). Material flow analysis of plastic waste for circular economy potential: A case study of Wijaya Kusuma and Sidomakmur Waste Banks in Metro City. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 5(10), 4076–4088. <https://doi.org/10.59141/jist.v5i10.5325>
- Aprilia, Y., Kartikasari, P., Pranoto, Y. A., & Rudhistiar, D. (2021). Penerapan metode K-modes untuk proses penentuan penerima bantuan langsung tunai (BLT). *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 5(1), 389–397. <https://doi.org/10.36040/jati.v5i1.3300>
- Asril, E., Wiza, F., & Yunefri, Y. (2015). Analisis data lulusan dengan data mining untuk mendukung strategi promosi Universitas Lancang Kuning. (*Lengkapi nama jurnal, volume, dan nomor edisi jika tersedia*).
- Astuti, A. D. (2018). Penerapan kantong plastik berbayar sebagai upaya mereduksi penggunaan kantong plastik. *Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan dan IPTEK*, 12(1), 32–40. <https://doi.org/10.33658/jl.v12i1.50>
- Atikah, A., Bintoro, S. C., & Reusable Shopping Bag Team. (2024). Sosialisasi penggunaan kantong belanja ramah lingkungan (reusable) untuk meminimalisir sampah plastik pada ibu-ibu TP-PKK di Kelurahan Bugel Kota Tangerang. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bidang Sosial dan Humaniora*, 3(3), 209–215. <https://doi.org/10.55123/abdisoshum.v3i3.4119>
- Az-Zahra, A. A., & Marsaoly, A. F. (2021). Penerapan algoritma K-modes clustering dengan validasi Davies–Bouldin Index pada pengelompokan tingkat minat belanja online di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. *Matematika dan Statistika Serta Aplikasinya*, 9(1). <https://doi.org/10.24252/msa.v9i1.18555>
- Birra Lailatul Nafiisa, Putri, Y. N. W., & Ayunin, Q. (2022). Dashboard visualisasi data UMK sebagai alat pengambilan keputusan menggunakan Microsoft Power BI. *Akuntansi dan Manajemen*, 17(2), 86–105. <https://doi.org/10.30630/jam.v17i2.199>
- Hendar, H., Rezasyah, T., & Sari, D. S. (2022). Diplomasi lingkungan Indonesia melalui ASEAN dalam menanggulangi marine plastic debris. *Padjadjaran Journal of International Relations*, 4(2), 201–215. <https://doi.org/10.24198/padjir.v4i2.40721>
- Huang, Z. (1998). Extensions to the k-means algorithm for clustering large data sets with categorical values. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 2(3), 283–304. <https://doi.org/10.1023/A:1009769707641>
- Jumeilah, F. S., Pratama, D., & Penduduk, S. (2017). Menggunakan algoritma K-modes. (*Lengkapi nama jurnal, volume, nomor, dan halaman jika tersedia*).
- Kustanto, Y., Arumi, E. R., Sasongko, D., Artha, E. U., & Prabowo, N. A. (2024). Implementasi K-modes clustering untuk pengelompokan data bermain game pada mahasiswa ditinjau dari durasi belajarnya. *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*, 4(5), 2495–2505. <https://doi.org/10.30865/klik.v4i5.1619>
- Purba, W., Siawin, W., Nababan, M., Dharshinni, N. P., & Aisyah, S. (2018). Implementasi data mining untuk pengelompokan dan prediksi karyawan yang berpotensi PHK dengan algoritma K-means clustering. *JUSIKOM*, 2(2). <https://doi.org/10.34012/jusikom.v2i2.429>
- Nurrokhman, A., Khasbunalloh, Mulyono, A., Jawad, A. A., & Maulana, Y. (2021). Pembinaan penanganan limbah sampah dan plastik terhadap ekosistem laut di wilayah Pantai Untung Jawa Kepulauan Seribu. *Dibrata Jurnal*, 2(1), 100–107.

- Yunita. (2018). Penerapan data mining menggunakan algoritma K-means clustering pada penerimaan mahasiswa baru (Studi kasus: Universitas Islam Indragiri). *Jurnal Sistemasi*, 7(3), 238–249. <https://doi.org/10.32520/stmsi.v7i3.388>
- Salsabilla, N., & Rosdiana, W. (2023). Implementasi kebijakan pengurangan penggunaan kantong plastik (studi pada Pasar Wonokromo Kota Surabaya). *Public Administration Journal*, 1, 16–29.
- Sanjaya, G. Y., Hariyanto, S., Panggarjito, D., & Universitas Gadjah Mada. (2023). Perancangan model dashboard untuk pelaporan dan visualisasi data kesehatan sebagai sistem monitoring di Dinas Kesehatan Gunungkidul. *Jurnal Informasi Kesehatan Masyarakat*, 8(1), 1–9. <https://doi.org/10.22146/jisph.72268>
- Sari, F. L., & Salam, R. (2022). Partisipasi masyarakat melalui kewajiban penggunaan kantong belanja ramah lingkungan. *Jurnal Administrasi Negara*, 28(3), 318–339. <https://doi.org/10.33509/jan.v28i3.1795>
- Syahputri Zahra Addini, D. F., & Ramadani, S. (2023). Tarbiyah: Jurnal Ilmu Pendidikan dan Pengajaran. *Tarbiyah: Jurnal Ilmu Pendidikan dan Pengajaran*, 2(1), 161–166. <https://doi.org/10.64464/tarbiyah.v2i1.25>
- Yuliani, W. (2023). Kesadaran masyarakat dalam menjaga kebersihan lingkungan Taman Kambang Iwak di Kota Palembang.