

Analisis Model Segmentasi Data Kepuasan Pelayanan BKKBN dengan Pendekatan Hybrid PCA dan K-Means untuk Optimalisasi Customer Experience Management

I Nyoman Kresna Wira Yudha¹, Nur Rahmat Rusdiyanto², Dwi Arman Prasetya³

^{1,2,3}Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

^{1,2,3}Surabaya-Indonesia

Email: ¹23083010017@student.upnjatim.ac.id,

²23083010023@student.upnjatim.ac.id, ³arman.prasetya.sada@upnjatim.ac.id

Abstract

This study developed a model for segmenting satisfaction with public services at the East Java BKKBN using a hybrid PCA and K-Means Clustering approach to optimise Customer Experience Management (CEM). Data from 13 service quality indicators showed good satisfaction in aggregate (mean 3.72–3.84; median 4.0) with 75% of respondents giving a rating of ≥ 4 . However, the standard deviation of 1.27–1.32 indicates variability that requires segmentation analysis. The feasibility test produced a KMO of 0.969 and a significant Bartlett's Test ($p < 0.01$), indicating that the data was suitable for factor analysis. Using PCA to reduce dimensions and identify the main components explaining 80% of the total variation, K-Means produced eight optimal clusters (Silhouette 0.532; Davies-Bouldin 1.59; Calinski-Harabasz 370.60). However, segmentation analysis revealed significant heterogeneity in community satisfaction patterns, namely 29.4% very satisfied (mean 5.0), 24.0% satisfied (mean 3.95), 22.6% moderately satisfied (mean 3.04–3.06), and 24.0% dissatisfied to very dissatisfied (mean 1.88–2.93). Although 53.4% of respondents were satisfied to very satisfied, 46.6% required service improvements varying according to the characteristics of the segment. The results of the study confirm the need for a segmented strategy as an increase in efficiency for the fairly satisfied group, responsiveness for the less satisfied group, and transparency for the dissatisfied group. The hybrid PCA–K-Means approach is effective in revealing patterns of heterogeneity hidden behind the average figures and forms the basis of segmentation-based policies in improving the quality of public services.

Keywords: BBKBN, Customer Experience Management, K-Means Clustering, Public Service Satisfaction, Principal Component Analysis, Data Segmentation.

Abstraksi

Penelitian ini mengembangkan model segmentasi kepuasan pelayanan publik pada BKKBN Jawa Timur menggunakan pendekatan hybrid PCA dan K-Means Clustering untuk optimalisasi Customer Experience Management (CEM). Data 13 indikator kualitas pelayanan menunjukkan kepuasan baik secara agregat (mean 3,72–3,84; median 4,0) dengan 75% responden memberikan penilaian ≥ 4 . Namun, standar deviasi 1,27–1,32 mengindikasikan variabilitas yang memerlukan analisis segmentasi. Uji kelayakan menghasilkan KMO 0,969 dan Bartlett's Test signifikan ($p < 0,01$), yang menandakan data layak untuk analisis faktor. Dengan menggunakan PCA untuk mereduksi dimensi dan

mengidentifikasi komponen utama yang menjelaskan 80% variasi total. K-Means menghasilkan delapan klaster optimal (Silhouette 0,532; Davies-Bouldin 1,59; Calinski-Harabasz 370,60). Namun, analisis segmentasi mengungkap adanya heterogenitas yang signifikan dalam pola kepuasan masyarakat, yaitu sebesar 29,4% sangat puas (mean 5,0), 24,0% puas (mean 3,95), 22,6% cukup puas (mean 3,04–3,06), dan 24,0% kurang puas hingga tidak puas (mean 1,88–2,93). Meskipun 53,4% responden puas hingga sangat puas, 46,6% memerlukan perbaikan layanan bervariasi sesuai karakteristik segmen. Hasil penelitian menegaskan perlunya strategi tersegmentasi sebagai peningkatan efisiensi untuk kelompok cukup puas, responsivitas untuk kelompok kurang puas, dan transparansi untuk kelompok tidak puas. Pendekatan hybrid PCA-K-Means efektif mengungkap pola heterogenitas tersembunyi di balik angka rata-rata dan menjadi dasar kebijakan berbasis segmentasi dalam peningkatan kualitas pelayanan publik.

Kata Kunci: BKKBN, Customer Experience Management, K-Means Clustering, Kepuasan Pelayanan Publik, Principal Component Analysis, Segmentasi Data.

1. PENDAHULUAN

Pelayanan publik adalah kegiatan yang dilakukan oleh penyelenggara pelayanan publik untuk memenuhi kebutuhan masyarakat melalui penyediaan barang, jasa, dan/atau pelayanan administratif sesuai peraturan perundang-undangan[1]. Seiring dengan kemajuan teknologi informasi dan meningkatnya keterbukaan informasi, masyarakat semakin menuntut layanan publik yang efisien, akuntabel, dan responsif terhadap kebutuhan pengguna. Ekspektasi masyarakat terhadap kepuasan dan kenyamanan layanan terus meningkat, sehingga peningkatan kualitas pelayanan publik perlu dilakukan secara berkelanjutan[2]. Namun, dalam praktiknya sistem pelayanan publik di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan seperti ketidakpastian birokrasi, efektivitas layanan yang rendah, serta keterbatasan akses. Kondisi ini mengakibatkan tingkat kepuasan masyarakat terhadap pelayanan publik belum optimal dan bervariasi antar kelompok pengguna. Kementerian Kependudukan dan Pembangunan Keluarga Berencana Nasional (BKKBN) sebagai lembaga publik yang bertanggung jawab dalam bidang kependudukan dan pembangunan keluarga menghadapi tantangan serupa. Dengan beragamnya karakteristik dan kebutuhan masyarakat yang dilayani, BKKBN mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi pola-pola kepuasan yang spesifik dari berbagai kelompok pengguna layanan. Tanpa segmentasi yang jelas, strategi peningkatan layanan yang diterapkan berisiko tidak efektif karena tidak menyasar pada akar permasalahan yang dialami oleh kelompok masyarakat tertentu.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan pendekatan evaluasi berbasis data yang mampu mengungkap pola persepsi dan pengalaman masyarakat terhadap kualitas pelayanan secara terstruktur. Namun, data kepuasan pelayanan publik umumnya bersifat multidimensi dan kompleks, melibatkan berbagai indikator yang saling berkorelasi sehingga menyulitkan analisis langsung dan interpretasi pola kepuasan secara efisien. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan pendekatan analitik yang

menggabungkan dua metode untuk mengatasi kompleksitas data tersebut. Pertama, Principal Component Analysis (PCA) digunakan untuk mereduksi dimensi data yang kompleks menjadi komponen-komponen utama yang lebih sederhana tanpa kehilangan informasi penting[3], [4]. Dengan menyederhanakan struktur data, PCA memungkinkan identifikasi faktor-faktor kunci yang paling mempengaruhi kepuasan masyarakat. Kedua, setelah dimensi data disederhanakan, K-Means Clustering diterapkan untuk mengelompokkan responden berdasarkan kesamaan persepsi mereka terhadap layanan[5]. Kombinasi kedua metode ini memungkinkan analisis yang lebih efisien dan akurat dalam mengungkap pola segmentasi kepuasan masyarakat dengan karakteristik yang berbeda-beda.

Hasil segmentasi dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan strategis bagi BKKBN dalam mengoptimalkan Customer Experience Management (CXM) melalui strategi yang lebih terarah dan spesifik untuk setiap segmen masyarakat. Dengan memahami karakteristik dan kebutuhan dari masing-masing kelompok pengguna layanan, BKKBN dapat merancang intervensi yang tepat sasaran untuk meningkatkan kepuasan masyarakat. Dengan demikian, upaya peningkatan mutu pelayanan publik dapat dilakukan secara berkelanjutan dan berbasis pada pemahaman mendalam terhadap kebutuhan dan ekspektasi pengguna layanan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam upaya memahami pola kepuasan masyarakat terhadap layanan publik, integrasi Principal Component Analysis (PCA) dan K-Means Clustering telah terbukti efektif dalam menyederhanakan dimensi data dan menghasilkan segmentasi yang akurat[6][7]. [8]menekankan pentingnya segmentasi untuk merancang strategi customer journey yang efektif. Di Indonesia, beberapa studi seperti [9] dan [10] telah menerapkan kombinasi PCA-KMeans pada sektor kesehatan swasta dan telekomunikasi dengan hasil yang baik. Namun, [11] menegaskan bahwa premis fundamental customer experience di sektor publik berbeda dengan sektor privat, terutama terkait akuntabilitas, transparansi, dan keadilan layanan. Penelitian terdahulu juga belum mengintegrasikan hasil segmentasi dengan kerangka Customer Experience Management (CXM) untuk merancang strategi diferensiasi layanan yang konkret.

Dalam konteks pelayanan publik, penelitian yang ada menggunakan metode berbeda dengan keterbatasan signifikan. [12] menganalisis customer experience di organisasi publik namun tanpa segmentasi mendalam, sementara metode IPA dan SEM yang sering digunakan hanya memberikan gambaran agregat atau hubungan kausalitas tanpa profil segmen pengguna. [13] menemukan bahwa pendekatan one-size-fits-all di organisasi publik kurang efektif dibandingkan strategi tersegmentasi. Di Indonesia, meskipun transformasi digital pelayanan publik meningkat[14], pemahaman terhadap segmentasi kebutuhan pengguna masih lemah[15]. Khusus pada BKKBN, penelitian terkait kepuasan layanan masih terbatas pada analisis deskriptif tanpa segmentasi mendalam untuk strategi diferensiasi layanan.

Tinjauan terhadap penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kajian mengenai kualitas pelayanan publik masih memiliki beberapa keterbatasan yang relevan untuk ditelusuri lebih lanjut. Pertama, belum ada penelitian yang secara khusus mengintegrasikan metode PCA dan K-Means dalam kerangka Customer Experience Management (CXM) pada lembaga publik, khususnya di BKKBN Jawa Timur. Kedua, sebagian besar studi terdahulu masih menggunakan analisis agregat sehingga belum mampu menangkap heterogenitas persepsi antar kelompok pengguna layanan. Ketiga, penelitian mengenai kepuasan layanan pada BKKBN masih terbatas, baik dari sisi cakupan wilayah maupun pendekatan metodologis yang digunakan. Dengan mempertimbangkan celah tersebut, penelitian ini hadir untuk mengembangkan model segmentasi kepuasan masyarakat berbasis metode hybrid PCA–K-Means yang terintegrasi dalam framework CXM, sehingga dapat memberikan kontribusi empiris dan metodologis bagi penguatan layanan publik berbasis data di BKKBN Jawa Timur.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif dengan metode analisis deskriptif dan eksploratif untuk melakukan segmentasi tingkat kepuasan pelayanan BKKBN berdasarkan konsep Customer Relationship Management (CRM) dan Customer Experience Management (CEM). Metode hybrid yang digunakan mengombinasikan Principal Component Analysis (PCA) untuk reduksi dimensi dan K-Means clustering untuk pengelompokan pelanggan berdasarkan karakteristik kepuasan yang berbeda. Hasil segmentasi diharapkan memberikan pemahaman mendalam tentang variasi kepuasan pelanggan sehingga dapat mendukung strategi peningkatan pelayanan yang lebih terarah dan efektif.

3.2. Sumber dan Jenis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer yang diperoleh dari Survei Kepuasan Layanan Publik BKKBN Jawa Timur. Data ini mencakup 1.000 responden dengan periode pengambilan data pada tahun 2025 periode Januari-Juni. Data tersebut terdiri atas beberapa variabel numerik, yaitu rate1 hingga rate13, yang merepresentasikan berbagai dimensi kualitas layanan. Selain itu, terdapat pula variabel kategorikal seperti jenis layanan, proyek, dan ID responden yang berfungsi sebagai identifikasi dan pengelompokan data. Keseluruhan data ini menjadi dasar analisis untuk memahami tingkat kepuasan pelanggan secara menyeluruh dan mendalam sehingga memungkinkan dilakukannya.

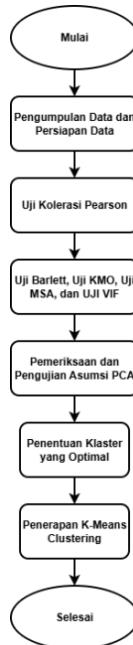
3.3. Variabel Data

Penelitian ini menggunakan data kepuasan layanan BKKBN. Adapun variabel-variabel yang digunakan dijelaskan sebagai berikut. BKKBN Jatim memiliki informasi pelayanan yang jelas dan dapat diakses melalui media elektronik maupun non elektronik

(Q1), Ketentuan dan persyaratan pelayanan diinformasikan dengan baik oleh petugas/pegawai BKKBN Jatim (Q2), Prosedur/alur pelayanan mudah diikuti/dilakukan (Q3), Pelayanan yang diberikan petugas/pegawai BKKBN Jatim tepat waktu (tidak tertele-tele / diberikan dalam waktu relatif singkat) (Q4), Pelayanan yang diberikan petugas/pegawai BKKBN Jatim bersifat GRATIS (Q5), Sarana dan prasarana pendukung pelayanan baik langsung maupun online yang disediakan BKKBN Jatim memberikan kenyamanan/mudah digunakan (Q6), Petugas/pegawai BKKBN Jatim yang memberi pelayanan baik langsung maupun online, merespon keperluan/permintaan dengan tanggap (cepat dan tepat) (Q7), Layanan pengaduan dan/atau permintaan informasi yang disediakan BKKBN Jatim dapat dengan mudah digunakan/diakses (Q8), Tidak ada diskriminasi pada saat pelayanan yang diberikan oleh BKKBN Jatim (Q9), Tidak ada pelayanan diluar prosedur atau praktik kecurangan pelayanan pada BKKBN Jatim dalam proses memberikan layanan (Q10), Petugas/Pegawai BKKBN Jatim tidak meminta dan/atau menerima imbalan dalam bentuk apapun dalam proses memberikan layanan(Q11), Tidak ada pungutan liar (pungli) pada BKKBN Jatim dalam proses memberikan layanan(Q12), Tidak ada percaloan/perantara tidak resmi pada BKKBN Jatim dalam proses memberikan layanan(Q13)

3.4. Langkah Analisis Data

Berikut langkah analisis data dalam bentuk flowchart.



Gambar 1. Flowchart Langkah Analisis Data

Berikut beberapa tahapan metode analisis data secara sistematis:

- Pengumpulan data, kami mengambil data survei kepuasan pelayanan dari kuisioner responden dari website <https://eppid.kbjatim.id/> yang kami minta langsung pada staff BKKBN Jatim.

- b) Persiapan Data, diawali dengan mengimpor data survei kepuasan layanan yang sudah diperoleh dan dibersihkan dari data yang duplikat, nilai kosong diisi dengan median dan nama kolom diseragamkan. Variabel kategorikal seperti jenis layanan dikodekan menggunakan *LabelEncoder*, dan dinormalisasikan dengan *StandartScaller* agar memiliki skala yang seimbang sebelum dilanjutkan analisis lebih lanjut.
- c) Uji Validitas data, uji ini digunakan untuk membuktikan ketepatan butir-butir soal dalam instrumen penelitian dan mengukur kejelasan kerangka dalam sebuah penelitian [10]. Pengujian validitas menggunakan Pearson product moment dengan rumus sebagai berikut:

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}} \quad (1)$$

Keterangan:

n: jumlah observasi/responden
x: skor total yang diperoleh dari seluruh item variabel x
y: skor total yang diperoleh dari seluruh item y

- d) Uji asumsi untuk PCA, sebelum melakukan uji PCA, dilakukan beberapa uji kelayakan data seperti:
- Uji Barlett, uji ini sangat peka terhadap ketidaknormalan distribusi, sehingga diperlukan uji normalitas terlebih dahulu untuk distribusi skor masing-masing kelompok [11]. Uji ini bertujuan untuk mengetahui adanya korelasi antar variabel dalam dataset, sehingga layak untuk melanjutkan analisis dimensi seperti PCA. Dengan nilai signifikansi yang rendah menunjukkan bahwa data cocok untuk analisis lebih lanjut. Berikut adalah rumus sistematis dari uji barlett [12] :

$$\chi^2_{hitung} = - \left(n - 1 - \frac{2p + 5}{6} \right) \ln |R| \quad (2)$$

Keterangan:

χ^2_{hitung} : Statistik uji Bartlett (mendekati distribusi chi-kuadrat).
n : Ukuran sampel
p : Jumlah variabel dalam analisis
R : Matriks korelasi sampel
 $|R|$: Determinan dari matriks korelasi.

- Uji KMO (Kaiser Meyer Olkin), dilakukan untuk mengukur kecukupan sampel dengan mengevaluasi proporsi varians antar variabel yang dapat dijelaskan oleh faktor-faktor yang mendasarinya [13]. Dimana jika nilai KMO diatas 0.5 menunjukkan bahwa data yang digunakan cocok untuk dianalisis lebih lanjut menggunakan PCA. Rumus yang digunakan dalam menghitung KMO [14] adalah sebagai berikut.

$$KMO = \frac{\sum_i \frac{C_{ii}}{\sum_j C_{ij}}}{\sum_i \frac{C_{ii}}{\sum_j C_{ij}} + \sum_i \frac{C_{ij}}{\sum_{i \neq j} C_{ij}}} \quad (3)$$

Keterangan :

C_{ij} : Elemen dari matriks korelasi
 C_{ii} : Elemen diagonal dari matriks

$\sum_j C_{ij}$: Total dari masing-masing elemen baris

- Uji MSA (Measure of Sampling Adequacy), merupakan metode yang tepat untuk melihat kelayakan setiap variabel dan digunakan untuk mengidentifikasi kecukupan korelasi sehingga dapat diketahui seberapa cocok setiap variabelnya untuk dianalisis bersama variabel lainnya[15]. Nilai MSA dikatakan memenuhi apabila nilai $MSA > 0.5$ dan dikatakan tidak memenuhi ketika nilai $MSA < 0.5$, dimana variabel tersebut harus dieliminasi sehingga tidak dapat dianalisis lebih lanjut. Berikut merupakan perhitungan sistematis dari uji MSA [16] :

$$MSA = \frac{\sum_{i \neq k} r_{ik}^2}{\sum_{i \neq k} r_{ik}^2 + \sum_{i \neq k} a_{ik}^2} \quad (4)$$

Keterangan:

r_{ik}^2 : Kuadrat dari korelasi antar variabel i dan variabel k .

a_{ik}^2 : Kuadrat dari anti-image correlation, yaitu korelasi antara variabel setelah mengeliminasi pengaruh variabel lain.

$i \neq k$: Menunjukkan bahwa penjumlahan dilakukan untuk semua pasangan variabel i dan k yang berbeda.

- e) Penerapan metode *K-Means Clustering*, algoritma *K-Means Clustering* merupakan metode pengelompokan data dalam kategori analisis klaster non-hierarki, yang di mana jumlah klaster yang akan dibentuk dan digunakan harus ditetapkan terlebih dahulu sebelum algoritma dijalankan. Setelah klaster optimal ditentukan, dilakukan penerapan algoritma *K-Means Clustering* pada data yang telah dinormalisasi. Secara matematis, algoritma *K-Means Clustering* menggunakan rumus [17] :

$$\sum_{k=1}^K \sum_{x_i \in \pi_k} |x_i - \mu_k|^2 \quad (5)$$

Keterangan:

K : jumlah cluster

x_i : data ke- i

π_k : himpunan data yang termasuk dalam klaster k

μ_k : centroid klaster k

$|x_i - \mu_k|^2$: jarak kuadrat Euclidean antara data x_i dan centroid μ_k

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Statistika Deskriptif

Analisis statistik deskriptif dilakukan untuk mengetahui gambaran umum persepsi responden terhadap setiap variabel penelitian. Data yang disajikan mencakup variabel, count, mean, standar deviasi, min dan max. Berikut tabel statistika deskriptif dibawah ini.

Tabel 1. Statistika Deskriptif

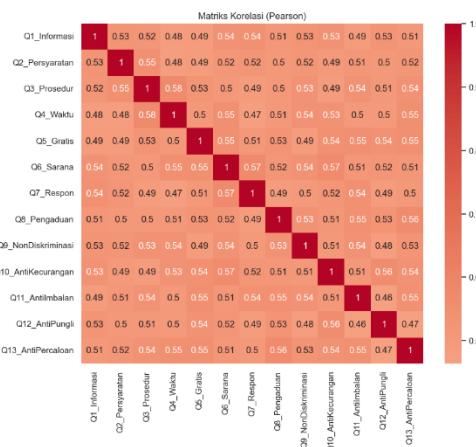
Variabel	count	mean	std	min	max
Q1	1000.0	3.77	1.29	1.0	5.0
Q2	1000.0	3.73	1.32	1.0	5.0
Q3	1000.0	3.76	1.28	1.0	5.0
Q4	1000.0	3.75	1.30	1.0	5.0
Q5	1000.0	3.77	1.28	1.0	5.0
Q6	1000.0	3.74	1.28	1.0	5.0

Variabel	count	mean	std	min	max
Q7	1000.0	3.79	1.28	1.0	5.0
Q8	1000.0	3.75	1.29	1.0	5.0
Q9	1000.0	3.79	1.27	1.0	5.0
Q10	1000.0	3.78	1.27	1.0	5.0
Q11	1000.0	3.75	1.30	1.0	5.0
Q12	1000.0	3.84	1.27	1.0	5.0
Q13	1000.0	3.72	1.31	1.0	5.0

Analisis statistik deskriptif terhadap 1.000 responden menunjukkan tingkat kepuasan masyarakat terhadap layanan BKKBN Jawa Timur berada pada kategori cukup baik dengan rentang mean antara 3,72 hingga 3,84 dari skala maksimal 5,0. Tiga indikator dengan penilaian tertinggi adalah aspek anti-pungli (Q12 = 3,84), responsivitas petugas (Q7 = 3,79), dan kejelasan informasi (Q1 = 3,77), yang mengindikasikan bahwa masyarakat mengapresiasi integritas layanan dan kecepatan respon petugas BKKBN. Namun demikian, nilai standar deviasi yang relatif tinggi berkisar 1,27 hingga 1,31 menunjukkan adanya variasi persepsi yang cukup besar antar responden, mengindikasikan bahwa pengalaman layanan yang diterima masyarakat tidak seragam dan terdapat kesenjangan kualitas pelayanan antar unit kerja atau lokasi layanan. Selain itu, rentang nilai yang mencapai skala penuh dari minimum 1,0 hingga maksimum 5,0 pada seluruh variabel memperkuat indikasi adanya heterogenitas pengalaman layanan yang signifikan, di mana sebagian responden sangat puas sementara sebagian lainnya sangat tidak puas dengan aspek yang sama, sehingga diperlukan analisis lanjutan menggunakan metode clustering untuk mengidentifikasi segmen-semen responden dengan karakteristik kepuasan yang berbeda guna merancang strategi perbaikan layanan yang lebih tepat sasaran.

4.2. Uji Korelasi Pearson

Uji korelasi pearson ini dilakukan untuk mengetahui hubungan linear antar setiap variabel indikator kepuasan pelayanan publik. Matriks korelasi pada gambar 2 dibawah memamparkan nilai koefisien korelasi antar pasangan variabel.



Gambar 2. Matrix Korelasi Pearson

Hasil uji korelasi Pearson menunjukkan seluruh variabel memiliki hubungan positif ($r > 0$), mengindikasikan peningkatan kualitas satu aspek pelayanan cenderung diikuti peningkatan aspek lainnya. Korelasi terkuat terdapat antara Prosedur (Q3) dan Waktu Pelayanan (Q4) dengan $r \approx 0,58$, diikuti Kualitas Sarana (Q6) dan Respon Petugas (Q7) dengan $r = 0,57$. Korelasi terendah antara Anti-Imbalan (Q11) dan Anti-Pungli (Q12) sebesar $r = 0,46$ tetap menunjukkan hubungan positif, sehingga dapat disimpulkan bahwa seluruh aspek pelayanan publik saling mendukung secara konsisten.

4.3. Uji Asumsi Multivariat

Sebelum dilakukannya metode Principal Component Analysis (PCA), dilakukan beberapa uji asumsi multivariat untuk uji kelayakan analisis faktor. Beberapa uji yang dilakukan meliputi Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), Bartlett's Test, Measure of Sampling Adequacy (MSA), dan Uji Multikolinearitas (VIF).

Pada tabel hasil uji asumsi multivariat menunjukkan hasil pengujian asumsi menggunakan Uji *Bartlett* dan Uji KMO dari data tingkat kepuasan layanan BKKBN.

Tabel 2. Hasil Uji Asumsi Multivariat

Metode	Nilai Statistik	p-value	Keputusan
Uji KMO	0.969	-	Data layak untuk analisis faktor
Uji Barlett	6962.377	0.00	Terdapat hubungan yang signifikan antar variabel (tidak independen)

Hasil pengujian kelayakan data untuk Analisis Faktor menunjukkan kesesuaian yang sangat baik. Nilai Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) sebesar 0.969 jauh di atas batas penerimaan 0.5, menandakan bahwa sampel sangat memadai dan variabel-variabel memiliki variansi umum (common variance) yang tinggi. Selain itu, Bartlett's Test menghasilkan statistik 6962.377 dengan p-value 0.00 (signifikan pada $\alpha < 0.05$). Hasil signifikan ini menyebabkan penolakan hipotesis nol (H_0), yang secara statistik mengonfirmasi bahwa terdapat korelasi yang signifikan antar variabel. Dengan demikian, data ini sangat layak untuk dilanjutkan ke tahap ekstraksi faktor.

Pada tabel hasil uji kesesuaian sampel menunjukkan hasil pengujian asumsi menggunakan Uji MSA dari data tingkat kepuasan layanan BKKBN.

Tabel 3. Hasil Uji Asumsi Multivariat

Variabel	Nilai Statistik	Keputusan
Q1	0.972	Variabel sangat layak untuk analisis faktor
Q2	0.973	Variabel sangat layak untuk analisis faktor
Q3	0.964	Variabel sangat layak untuk analisis faktor
Q4	0.964	Variabel sangat layak untuk analisis faktor
Q5	0.970	Variabel sangat layak untuk analisis faktor
Q6	0.968	Variabel sangat layak untuk analisis faktor
Q7	0.968	Variabel sangat layak untuk analisis faktor
Q8	0.972	Variabel sangat layak untuk analisis faktor
Q9	0.974	Variabel sangat layak untuk analisis faktor
Q10	0.970	Variabel sangat layak untuk analisis faktor
Q11	0.968	Variabel sangat layak untuk analisis faktor

Variabel	Nilai Statistik	Keputusan
Q12	0.966	Variabel sangat layak untuk analisis faktor
Q13	0.968	Variabel sangat layak untuk analisis faktor

Berdasarkan Tabel 3, hasil uji Measure of Sampling Adequacy (MSA) menunjukkan seluruh variabel memiliki nilai di atas 0,9, menandakan tingkat kelayakan sangat baik untuk analisis PCA dengan kontribusi yang kuat dan konsisten terhadap faktor bersama. Hasil uji Variance Inflation Factor (VIF) berkisar antara 17,19 hingga 19,98 mengindikasikan multikolinearitas tinggi antarvariabel, namun kondisi ini tidak menjadi kendala karena tujuan utama PCA justru mengatasi multikolinearitas dengan mentransformasi variabel yang berkorelasi menjadi komponen orthogonal. Dengan demikian, seluruh variabel dinyatakan layak untuk analisis PCA.

4.4. PCA (Principal component analysis)

Analisis *Principal Component Analysis* (PCA) digunakan untuk mereduksi dimensi data kepuasan layanan BKKBN Jawa Timur tanpa kehilangan informasi penting. Dari 13 variabel survei, PCA menyederhanakan data menjadi beberapa komponen utama yang merepresentasikan variansi terbesar antar variabel. Komponen principal dipilih berdasarkan kriteria cumulative explained variance $\geq 80\%$, menghasilkan (n) komponen yang mempertahankan mayoritas informasi original sambil mereduksi dimensionalitas data. Pendekatan ini bertujuan mengungkap dimensi laten yang membentuk persepsi masyarakat terhadap kualitas pelayanan serta mempermudah proses segmentasi dengan metode *K-Means clustering*.

Tabel 4. Hasil PCA (Loading Matrix)

Komponen	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7
Q1	0.2759	0.3096	0.2903	-0.2447	-0.0941	0.2594	0.1557
Q2	0.2732	-0.0358	0.4334	-0.2946	-0.2806	-0.2454	0.2907
Q3	0.2793	-0.3334	0.0176	-0.3826	-0.0899	-0.4213	-0.1360
Q4	0.2757	-0.2848	-0.3657	-0.3451	0.4124	-0.0157	-0.0029
Q5	0.2782	0.0297	-0.3231	0.3652	-0.1593	-0.3990	-0.0842
Q6	0.2842	0.2513	-0.0239	0.0795	0.4596	0.0254	-0.1324
Q7	0.2738	0.2854	0.4513	0.2675	0.3044	-0.1783	0.0172
Q8	0.2781	-0.1132	-0.0973	0.2495	-0.4217	0.4765	-0.0168
Q9	0.2774	-0.2402	0.1689	-0.1617	0.1209	0.4760	-0.4514
Q10	0.2798	0.3189	-0.3080	0.0185	0.1935	0.0766	0.2675
Q11	0.2774	-0.2788	0.1968	0.4580	-0.0514	-0.1433	-0.3044
Q12	0.2713	0.4448	-0.3181	-0.2085	-0.4152	-0.0577	-0.2540
Q13	0.2811	-0.3425	-0.1116	0.1864	0.0032	0.1406	0.6443

Hasil analisis pada Tabel 6 menunjukkan bahwa komponen pertama (PC1) memiliki nilai *loading* positif dan relatif merata pada seluruh variabel, yang merepresentasikan dimensi kepuasan umum terhadap pelayanan BKKBN—meliputi kejelasan informasi, kemudahan prosedur, ketepatan waktu, serta kualitas sarana dan prasarana. Komponen kedua (PC2) menonjol pada variabel terkait anti-kecurangan dan

anti-pungutan liar, yang mencerminkan dimensi integritas dan transparansi pelayanan. Adapun komponen selanjutnya (PC3–PC7) menggambarkan dimensi yang lebih spesifik dari kualitas layanan publik, seperti responsivitas dan kemudahan persyaratan (PC3), etika pelayanan dan kepercayaan publik (PC4), ketersediaan sarana dan efektivitas pengaduan (PC5), keadilan dan inklusivitas (PC6), serta pencegahan praktik tidak resmi (PC7). Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan bahwa kepuasan pelayanan publik BKKBN Jawa Timur bersifat multidimensional, mencakup aspek efisiensi, integritas, keadilan, dan responsivitas dalam penyelenggaraan layanan.

4.5. K-Means

Setelah dilakukan analisis PCA yang berfungsi mereduksi dimensi data tanpa menghilangkan informasi penting di dalamnya, tahap selanjutnya adalah penerapan metode *clustering*. Proses ini bertujuan untuk mengelompokkan responden berdasarkan kemiripan pola kepuasan layanan, sehingga setiap klaster mencerminkan karakteristik dan tingkat kepuasan yang relatif homogen di dalamnya.

Tabel 5. Hasil Nilai Silhouette

Jumlah Cluster	Nilai Silhouette
K=2	0.481
K=3	0.484
K=4	0.488
K=5	0.504
K=6	0.516
K=7	0.524
K=8	0.532

Pada tabel Silhouette, hasil evaluasi menggunakan Silhouette Score, nilai meningkat secara bertahap seiring bertambahnya jumlah klaster dan mencapai nilai tertinggi sebesar 0.532 pada K=8, sehingga K=8 ditetapkan sebagai jumlah klaster optimal. Nilai Silhouette di atas 0.5 mengindikasikan bahwa kualitas segmentasi tergolong baik. Selain itu, nilai Davies-Bouldin Index yang rendah (1.5900) serta Calinski-Harabasz Index yang cukup tinggi (370.60) semakin memperkuat bahwa pemilihan K=8 memberikan keseimbangan terbaik antara kekompakan dan keterpisahan klaster.

Tabel 6. Hasil Cluster Profiling

Cluster	Mean	Standar Deviasi	Jumlah Anggota
0	2.929	0.329	61
1	5	0	294
2	1.883	0.521	46
3	3.036	0.244	156
4	3.947	0.138	240
5	3.056	0.342	70
6	2.893	0.314	65
7	3.020	0.333	68

Berdasarkan hasil dari analisis deskriptif ini menunjukkan bahwa penerapan clustering telah berhasil membedakan responden ke dalam kelompok yang berbeda. Secara spesifik, klaster yang menunjukkan nilai rata-rata (mean) tinggi merepresentasikan kelompok yang cenderung memiliki persepsi atau skor positif terhadap variabel yang sedang diteliti. Sebaliknya, klaster dengan nilai rata-rata rendah mengindikasikan kelompok dengan tingkat persepsi yang kurang baik atau rendah.

4.6. CEM (Customer Experience Management)

Setelah dilakukan analisis PCA dan *k-means clustering*, diperoleh beberapa kelompok responden dengan karakteristik pengalaman layanan yang berbeda. Pada analisis CEM ini dilakukan pemetaan *Customer Experience Management*, hal ini dilakukan sebagai langkah mengidentifikasi dimensi layanan yang menjadi kekuatan, serta area yang masih memerlukan peningkatan. Hasil clustering mengidentifikasi delapan kelompok responden dengan pola kepuasan yang beragam, mulai dari yang sangat puas hingga yang mengalami malpraktik layanan, dengan karakteristik dan kebutuhan perbaikan yang berbeda untuk setiap kelompok.

Tabel 7. Tabel Cluster Profil CXM

Cluster	Karakteristik Umum	Tingkat Kepuasan	Potensi Optimalisasi
0	Q2_Persyaratan, Q3_Prosedur, Q7_Respon	Rendah	Tinggi (Prioritas)
1	Q1_Informasi, Q2_Persyaratan, Q3_Prosedur	Sangat Puas	Rendah (pertahankan)
2	Q4_Waktu, Q3_Prosedur, Q2_Persyaratan	Rendah	Tinggi (Prioritas)
3	Q9_NonDiskriminasi, Q13_AntiPercaloan, Q11_Antilmbalan	Rendah	Tinggi (Prioritas)
4	Q12_AntiPungli, Q5_Gratis, Q7_Respon	Cukup Puas	Sedang
5	Q12_AntiPungli, Q1_Informasi, Q10_AntiKecurangan	Rendah	Tinggi (Prioritas)
6	Q7_Respon, Q5_Gratis, Q6_Sarana	Rendah	Tinggi (Prioritas)
7	Q5_Gratis, Q12_AntiPungli, Q4_Waktu	Rendah	Tinggi (Prioritas)

Berdasarkan hasil clustering untuk mengetahui *Customer Experience Management* (CEM), terbentuk delapan kelompok responden dengan karakteristik kepuasan yang beragam. Cluster 1 (294 responden, 29,4%) menunjukkan kepuasan sempurna dengan mean 5,0 pada seluruh aspek dan menjadi standar emas yang perlu direplikasi, sementara Cluster 4 (240 responden, 24%) juga puas dengan mean 3,947 terutama pada integritas layanan seperti anti-pungli (4,00) dan responsivitas petugas (3,98). Cluster 3 (156 responden, 15,6%) dengan mean 3,036 puas pada aspek integritas seperti non-diskriminasi (3,57) namun kurang puas pada operasional seperti persepsi layanan gratis (2,68) dan kualitas sarana (2,83), sedangkan Cluster 0 (61 responden, 6,1%) menunjukkan paradoks yaitu puas dengan persyaratan (4,00) dan prosedur (3,90) namun sangat tidak puas dengan implementasinya seperti pencegahan percaloan (2,02) dan waktu pelayanan (2,28) yang memerlukan digitalisasi dan upgrade fasilitas.

Cluster 2 (46 responden, 4,6%) merupakan kelompok paling kritis dengan mean 1,883 dan nilai sangat rendah pada seluruh aspek terutama anti-imbalan (1,48) dan responsivitas petugas (1,74), mengindikasikan korban malpraktik yang memerlukan investigasi mendesak dan audit integritas. Cluster 5 (70 responden, 7%) menunjukkan paradoks dengan puas pada anti-pungli (4,13) namun sangat tidak puas pada anti-imbalan (1,79), mengindikasikan praktik gratifikasi informal yang perlu ditindak melalui whistleblowing system. Cluster 6 (65 responden, 6,5%) dengan mean 2,893 puas pada responsivitas petugas (4,08) namun mengalami diskriminasi (2,28) yang memerlukan pelatihan inklusivitas, sedangkan Cluster 7 (68 responden, 6,8%) dengan mean 3,020 puas pada layanan gratis (3,99) namun nilai terendah pada responsivitas petugas (1,81) yang memerlukan pelatihan customer service dan SOP respon cepat untuk meningkatkan kualitas interaksi petugas dengan masyarakat.

Berdasarkan profil cluster tersebut, BKKBN Jawa Timur perlu menerapkan strategi Customer Experience Management yang terdiferensiasi dengan prioritas tertinggi pada Cluster 2 dan 5 melalui investigasi malpraktik, audit integritas, dan pengembangan whistleblowing system. Untuk Cluster 0, 3, 6, dan 7, diperlukan digitalisasi layanan dengan sistem antrian online, pelatihan petugas front-office mencakup customer service dan pelayanan inklusif, serta meningkatkan infrastruktur fisik berupa perbaikan fasilitas ruang tunggu. Sementara Cluster 1 dan 4 yang sudah puas dijadikan benchmark melalui dokumentasi best practice dan replikasi ke seluruh unit kerja dengan standardisasi SOP serta monitoring kualitas layanan berkelanjutan untuk memastikan peningkatan kepuasan masyarakat yang merata.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis terhadap 1.000 responden mengenai kepuasan layanan BKKBN Jawa Timur, ditemukan bahwa tingkat kepuasan masyarakat secara umum berada pada kategori cukup baik dengan nilai rata-rata sekitar 3,7 hingga 3,8 dari skala 5. Aspek yang paling memuaskan adalah layanan yang bebas dari pungutan liar, kecepatan respon petugas, dan kejelasan informasi. Namun, nilai yang belum mencapai sempurna menunjukkan masih ada ruang untuk perbaikan. Sebelum melakukan analisis lebih lanjut, data terlebih dahulu diuji kelayakannya dan hasilnya sangat baik untuk dianalisis dengan nilai KMO 0,969. Kemudian dilakukan analisis PCA yang berhasil menyederhanakan 13 variabel kepuasan menjadi 7 komponen utama yang tetap mempertahankan 80% informasi asli. Hasil ini menunjukkan bahwa kepuasan masyarakat terhadap layanan BKKBN tidak hanya ditentukan oleh satu faktor saja, melainkan gabungan dari berbagai aspek seperti kemudahan prosedur, kejujuran petugas, kecepatan layanan, keadilan, dan kenyamanan fasilitas.

Selanjutnya, dengan menggunakan metode clustering, responden dikelompokkan menjadi 8 kelompok berdasarkan tingkat kepuasan mereka. Hasilnya menunjukkan bahwa hanya satu kelompok besar yang terdiri dari 294 orang (sekitar 29%) yang merasa sangat puas dengan layanan BKKBN, terutama dalam hal kejelasan informasi dan

kemudahan prosedur. Sementara itu, enam kelompok lainnya yang berjumlah sekitar 466 orang masih memiliki tingkat kepuasan yang rendah dan membutuhkan perhatian khusus untuk perbaikan layanan. Keluhan utama mereka berkaitan dengan waktu pelayanan yang masih lama, kurangnya kecepatan respon petugas, prosedur yang belum sepenuhnya jelas, serta masih adanya kekhawatiran terkait transparansi layanan. Oleh karena itu, BKKBN Jawa Timur perlu melakukan perbaikan dengan cara mempercepat proses layanan, melatih petugas agar lebih responsif, menyederhanakan prosedur, mengembangkan sistem digital, serta memperketat pengawasan agar layanan benar-benar bebas dari praktik yang merugikan masyarakat. Sementara untuk kelompok yang sudah puas, kualitas layanan perlu dipertahankan dan dijadikan standar bagi pelayanan secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. S. Negara, "Undang-undang No 25," *PERPU No 25 Tahun 2009*, vol. 19, no. 19, p. 19, 2009.
- [2] J. M. Bryson, B. Barberg, B. C. Crosby, and M. Q. Patton, "Leading Social Transformations: Creating Public Value and Advancing the Common Good," *J. Chang. Manag.*, vol. 21, no. 2, pp. 180–202, 2021, doi: 10.1080/14697017.2021.1917492.
- [3] F. Shalih, R. Ramadhan, and N. Syalaisa, "Jurnal EurekaMatika," *J. EurekaMatika*, vol. 9, no. 1, pp. 1–10, 2025.
- [4] B. J. Praful, "A Tutorial on Principal Component Analysis for Dimensionality Reduction in Machine Learning," *Int. J. Innov. Res. Sci. Eng. Technol.*, vol. 8, no. 5, pp. 2028–2032, 2023, doi: 10.5281/zenodo.8002436.
- [5] Q. Adawiyah, S. Defit, and Sumijan, "Penerapan Algoritma K-Means Clustering untuk Mengelompokkan Rekomendasi Metode Kontrasepsi Berbasis Machine Learning di Puskesmas," *J. KomtekInfo*, vol. 11, no. 4, pp. 300–305, 2024, doi: 10.35134/komtekinfo.v11i4.563.
- [6] G. Wang, "Customer segmentation in the digital marketing using a Q-learning based differential evolution algorithm integrated with K-means clustering," *PLoS One*, vol. 20, no. 2 February, pp. 1–21, 2025, doi: 10.1371/journal.pone.0318519.
- [7] C. P. Ufeli, M. U. Sattar, R. Hasan, and S. Mahmood, "Enhancing Customer Segmentation Through Factor Analysis of Mixed Data (FAMD)-Based Approach Using K-Means and Hierarchical Clustering Algorithms," *Inf.*, vol. 16, no. 6, pp. 1–25, 2025, doi: 10.3390/info16060441.
- [8] N. Katherine, C. Peter, K. N. Lemon, and P. C. Verhoef, "University of Groningen Understanding Customer Experience Throughout the Customer Journey Lemon, Katherine N.; Verhoef, Peter C.," 2016, doi: 10.1509/jm.15.0420.
- [9] A. Simanjuntak and M. S. Hasibuan, "Application of PCA and K-Means Clustering Methods to Identify Diabetes Mellitus Patient Groups Based on Risk Factors," *Prism. Sains J. Pengkaj. Ilmu dan Pembelajaran Mat. dan IPA IKIP Mataram*, vol. 11, no. 4, p. 1002, 2023, doi: 10.33394/j-ps.v11i4.9263.
- [10] A. R. Savira, "Optimizing Clustering Models Using Principle Component Analysis for Car Customers," *IJCCS (Indonesian J. Comput. Cybern. Syst.*, vol. 18, no. 2, pp. 1–12, 2024, doi: 10.22146/ijccs.94744.

- [11] L. Becker and E. Jaakkola, "Customer experience : fundamental premises and implications for research," pp. 630–648, 2020.
- [12] K. Tramvalidou and V. G. Vrana, "Customer Experience in Public Organizations : A Multidimensional Analysis †," 2025.
- [13] L. Witell *et al.*, "Characterizing customer experience management in business markets," *J. Bus. Res.*, no. February, pp. 1–11, 2019, doi: 10.1016/j.jbusres.2019.08.050.
- [14] D. Marganda and A. Sh, "The Impact of E-Government System on Public Service Quality in Indonesia," vol. 13, no. 35, pp. 99–111, 2017, doi: 10.19044/esj.2017.v13n35p99.
- [15] A. Setiawan, P. Tjiptoherijanto, B. R. Mahi, and K. Khoirunurrofik, "The Impact of Local Government Capacity on Public Service Delivery : Lessons Learned from Decentralized Indonesia," pp. 1–13, 2022.