BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Objek penelitian ini mencakup 27 wilayah administratif di Provinsi Jawa Barat, yang terdiri dari 18 kabupaten dan 9 kota. Setiap wilayah dianalisis berdasarkan jumlah tenaga kesehatan dan penduduk untuk mengidentifikasi disparitas rasio tenaga kesehatan per kapita.

Data penelitian ini berasal dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Barat tahun 2024, yang terdiri dari dua *dataset* utama:

1. *Dataset* Tenaga Kesehatan

Mencakup jumlah tenaga kesehatan menurut sembilan kategori profesi untuk masing-masing kabupaten/kota, yaitu:

a. dokter umum
b. dokter spesialis
c. dokter gigi
d. perawat
e. bidan
f. tenaga kefarmasian
g. tenaga kesehatan masyarakat
h. tenaga kesehatan lingkungan
i. tenaga gizi

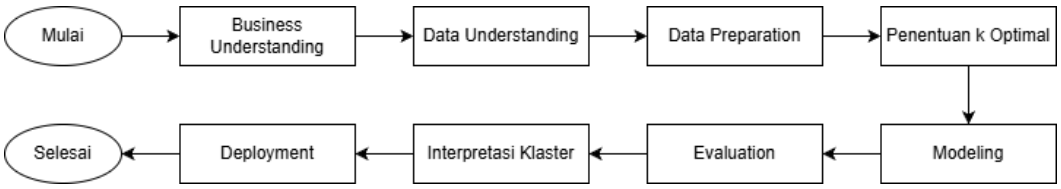
2. *Dataset* Jumlah Penduduk

Berupa jumlah penduduk per kabupaten/kota tahun 2024, yang digunakan sebagai variabel pembagi untuk menghitung rasio ketersediaan tenaga kesehatan per kapita.

Kedua *dataset* tersebut diintegrasikan pada tahap Data Preparation untuk menghitung rasio ketersediaan tenaga kesehatan per 100.000 penduduk sebagai indikator utama analisis disparitas di Jawa Barat.

3.2 Prosedur Penelitian

Alur prosedur penelitian secara keseluruhan telah digambarkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Flowchart Prosedur Penelitian

Berdasarkan Gambar 3.1, prosedur penelitian dijelaskan lebih terperinci pada subbab-subbab berikut:

3.2.1 *Business Understanding*

Tahap ini mengidentifikasi disparitas rasio tenaga kesehatan antar kabupaten/kota di Jawa Barat dan bertujuan mengelompokkan 27 wilayah menggunakan K-Means berdasarkan rasio per 100.000 penduduk untuk menentukan prioritas pemerataan.

3.2.2 *Data Understanding*

Data bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Barat tahun 2024 pada website resmi BPS (www.bps.go.id), diunduh dalam format Excel yang mencakup jumlah tenaga kesehatan menurut sembilan kategori profesi dan jumlah penduduk per kabupaten/kota. Eksplorasi data dilakukan menggunakan *Python* di *Google Colab* untuk memahami karakteristik *dataset* melalui pemeriksaan struktur data, distribusi nilai, dan identifikasi *missing values* serta *outliers* yang mungkin mempengaruhi analisis.

3.2.3 *Data Preparation*

Tahap *Data Preparation* bertujuan mengolah data mentah menjadi dataset yang siap dianalisis melalui tiga proses utama:

1. Penggabungan Data

Data jumlah tenaga kesehatan dari sembilan kategori profesi digabungkan secara manual dengan data jumlah penduduk per kabupaten/kota. Proses penggabungan dilakukan dengan mencocokkan nama kabupaten/kota sebagai kunci identifikasi sehingga menghasilkan *dataset* awal berukuran 27 wilayah × 10 variabel yang siap untuk tahap perhitungan rasio. *Dataset* hasil penggabungan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. 1 Dataset Hasil Penggabungan Data Tenaga Kesehatan dan Jumlah Penduduk

Kabupaten/Kota	Jumlah Penduduk	Dokter Umum	Dokter Spesialis	Dokter Gigi	Perawat	Bidan	Tenaga Kefarmasian	Tenaga Kesehatan Masyarakat	Tenaga Kesehatan Lingkungan	Tenaga Gizi
Bogor	5.682.300	1816	1182	484	5028	2029	812	275	116	193
Sukabumi	2.828.020	570	260	101	2323	1476	279	77	74	72
Cianjur	2.584.990	597	196	90	1792	1484	192	86	50	57
Bandung	3.753.120	1012	475	253	2782	995	484	178	103	141
Garut	2.716.950	674	239	113	2552	1559	321	210	70	88
Tasikmalaya	1.920.920	389	41	53	1154	1259	117	160	45	66
Ciamis	1.259.230	293	102	53	1198	729	185	119	48	66
Kuningan	1.213.930	358	203	83	1547	1071	313	104	60	74
Cirebon	2.387.960	682	590	172	3539	1729	524	161	98	188
Majalengka	1.352.540	445	170	80	1350	1107	181	113	54	76
Sumedang	1.187.130	472	192	104	1282	869	179	117	55	63
Indramayu	1.914.040	506	249	141	1924	1253	232	120	86	73
Subang	1.663.160	515	132	74	1464	1006	188	73	55	64
Purwakarta	1.050.340	494	320	90	1783	515	250	79	39	58
Karawang	2.554.380	1235	752	263	3762	1638	577	111	60	127
Bekasi	3.273.870	1980	1410	486	4884	1806	772	85	96	168
Bandung Barat	1.884.190	495	250	133	1377	817	229	84	60	73
Pangandaran	434.100	117	22	23	519	423	92	116	52	47
Kota Bogor	1.078.350	943	1028	427	3030	593	424	178	70	106
Kota Sukabumi	365.740	268	158	56	1212	298	144	29	28	39
Kota Bandung	2.528.160	3305	2678	694	8739	1230	1611	287	153	262
Kota Cirebon	344.850	395	366	123	1654	458	300	92	51	74
Kota Bekasi	2.644.060	1700	1914	694	5591	1355	133	129	97	215
Kota Depok	2.163.640	1699	1587	674	4009	797	850	175	78	127
Kota Cimahi	598.700	567	398	219	1881	299	203	51	33	49
Kota Tasikmalaya	750.730	457	283	124	1601	518	220	100	39	75
Kota Banjar	209.790	149	89	25	571	216	94	75	24	31

Sumber: Badan Pusat Statistik (2024)

2. Perhitungan Rasio

Setelah *dataset* digabung, dilakukan perhitungan rasio tenaga kesehatan per 100.000 penduduk untuk setiap jenis profesi berdasarkan rumus pada Persamaan (1). Perhitungan ini menghasilkan 9 variabel rasio baru, meliputi rasio dokter umum, rasio dokter spesialis, rasio dokter gigi, rasio perawat, rasio bidan, rasio tenaga kefarmasian, rasio tenaga kesehatan masyarakat, rasio tenaga kesehatan lingkungan, dan rasio tenaga gizi. *Dataset* rasio akhir yang dihasilkan berukuran 27 kabupaten/kota × 9 variabel rasio tenaga kesehatan.

3. Normalisasi Data

Tahap akhir adalah normalisasi data menggunakan metode *Z-score* (*StandardScaler*) dengan *Pandas* dan *Scikit-learn* untuk menyetarakan skala antar ke-9 variabel rasio, karena algoritma K-Means berbasis jarak *Euclidean* yang sensitif terhadap skala data. *Dataset* hasil normalisasi selanjutnya siap digunakan pada tahap *Modeling*.

3.2.4 Penentuan *k* Optimal

Penentuan jumlah klaster optimal (k) merupakan tahap awal dalam proses pemodelan K-Means, karena nilai k secara langsung mempengaruhi hasil pengelompokan data. Pada tahap ini dilakukan eksplorasi beberapa kandidat jumlah klaster, yaitu k = 2 hingga k = 5. Untuk setiap nilai k, algoritma K-Means diterapkan pada dataset yang telah dinormalisasi, kemudian hasilnya dievaluasi menggunakan dua metrik utama, yaitu:

1. *Elbow Method*: Menganalisis nilai WCSS untuk mengidentifikasi titik siku (*elbow*) yang menunjukkan jumlah klaster optimal.
2. *Davies-Bouldin Index* (DBI): Menghitung nilai DBI untuk mengukur keseimbangan kohesi internal dan separasi antar klaster, di mana nilai semakin rendah semakin baik.

Penentuan k optimal dilakukan dengan memilih nilai k yang menghasilkan DBI paling rendah secara relatif di antara kandidat k = 2 hingga k = 5, sekaligus menunjukkan titik siku yang jelas pada kurva WCSS.

3.2.5 *Modeling*

Setelah diperoleh jumlah klaster optimal (k), proses pemodelan dilakukan dengan menerapkan algoritma K-Means menggunakan nilai k terbaik pada dataset yang telah dinormalisasi. Proses ini diawali dengan inisialisasi *centroid* awal, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan jarak setiap data terhadap *centroid* menggunakan *Euclidean distance*. Selanjutnya, setiap data ditugaskan ke klaster terdekat berdasarkan jarak tersebut. Setelah proses penugasan selesai, dilakukan pembaruan centroid dengan menghitung rata-rata dari anggota masing-masing klaster. Tahapan ini dilakukan secara iteratif hingga mencapai kondisi konvergensi, yaitu ketika tidak terjadi perubahan signifikan pada posisi centroid maupun keanggotaan klaster. Model yang dihasilkan merupakan model klasterisasi final yang digunakan dalam analisis selanjutnya.

3.2.6 *Evaluation*

Evaluasi dilakukan terhadap model akhir hasil klasterisasi untuk memastikan kualitas pengelompokan yang dihasilkan. Proses evaluasi difokuskan pada beberapa dua aspek utama, yaitu:

1. Validitas struktur klaster diukur menggunakan *Davies-Bouldin Index* (DBI), yang digunakan untuk menilai keseimbangan antara kohesi internal klaster dan separasi antar klaster. Nilai DBI yang lebih kecil menunjukkan kualitas klasterisasi yang lebih baik.
2. Tingkat homogenitas dalam klaster serta heterogenitas antar klaster dianalisis melalui visualisasi menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA). Metode ini digunakan untuk mereduksi dimensi data sehingga pola penyebaran dan pemisahan antar klaster dapat diamati secara visual.

Melalui evaluasi ini, dapat dipastikan bahwa model klasterisasi yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik serta mampu merepresentasikan pola distribusi tenaga kesehatan secara logis dan bermakna.

3.2.7 Interpretasi Klaster

Setelah k optimal ditetapkan, dilakukan analisis karakteristik setiap klaster dengan membandingkan rata-rata rasio tenaga kesehatan pada masing-masing klaster terhadap rata-rata Provinsi Jawa Barat dan standar target nasional.

Tabel 3. 2 Standar Target Nasional Ketersediaan Tenaga Kesehatan Tahun 2025

No	Jenis Tenaga Kesehatan	Target Nasional (per 100.000 penduduk)
1	Dokter Spesialis	12
2	Dokter Umum	50
3	Dokter Gigi	14
4	Perawat	200
5	Bidan	130
6	Tenaga Kefarmasian	30
7	Tenaga Kesehatan Masyarakat	18
8	Sanitarian	20
9	Tenaga Gizi	18

Interpretasi klaster dilakukan dengan pendekatan sebagai berikut:

1. Membandingkan rata-rata setiap variabel rasio tenaga kesehatan pada masing-masing klaster terhadap rata-rata Provinsi Jawa Barat.
2. Membandingkan hasil klaster dengan standar target nasional berdasarkan Keputusan Menteri Koordinator Bidang Kesejahteraan Rakyat Nomor 54 Tahun 2013.
3. Mengidentifikasi pola keunggulan dan kekurangan ketersediaan tenaga kesehatan antar profesi pada setiap klaster.
4. Identifikasi ketidakseimbangan antar profesi dalam satu klaster, misalnya profesi tertentu sudah mencukupi sementara profesi lain masih sangat terbatas.
5. Identifikasi wilayah kabupaten/kota anggota masing-masing klaster secara administratif dan geografis.

Berdasarkan hasil klasterisasi, setiap klaster memiliki karakteristik yang berbeda dalam hal ketersediaan tenaga kesehatan. Perbedaan tersebut kemudian dikelompokkan ke dalam beberapa tingkat ketersediaan, yang disusun secara berurutan dari tingkat tertinggi hingga terendah untuk memudahkan interpretasi pola distribusi tenaga kesehatan antar wilayah.

3.2.8 *Deployment*

Hasil klasterisasi diimplementasikan dalam bentuk *prototype dashboard* berbasis *Streamlit* sebagai alat pendukung pengambilan keputusan dalam pemerataan tenaga kesehatan. *Prototype dashboard* tersebut dirancang dengan fitur-fitur sebagai berikut:

1. Visualisasi Klaster: Menampilkan *scatter plot multidimensional* hasil klasterisasi K-Means dengan penanda wilayah dan warna yang membedakan setiap klaster.
2. Tabel Informasi Wilayah: Menampilkan daftar lengkap 27 kabupaten/kota beserta rasio tenaga kesehatan per profesi dan klasifikasi klaster masing-masing wilayah.
3. Peta Distribusi Klaster: Menampilkan peta geografis Provinsi Jawa Barat dengan pewarnaan klaster untuk memudahkan identifikasi wilayah prioritas pemerataan secara spasial.
4. Perbandingan dengan Standar Nasional: Menampilkan grafik perbandingan rata-rata rasio setiap klaster terhadap standar target nasional untuk setiap jenis tenaga kesehatan.
5. Filter dan Eksplorasi: Menyediakan fitur pemilihan klaster, penyaringan wilayah, dan penyesuaian parameter untuk eksplorasi data.

UBP KARAWANG