

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah dataset *Mobile Phones Data* dari platform *Kaggle*. Dataset ini berisi informasi harga, spesifikasi teknis (RAM, ROM, baterai, layar), serta fitur tambahan seperti 5G dan tipe model (PRO/PLUS atau LITE). Data dipilih karena mencakup berbagai merek dan segmen smartphone.

Dataset digunakan untuk mengelompokkan smartphone ke dalam segmen pasar *entry-level*, *mid-range*, *flagship* berdasarkan spesifikasi dan harga. Sebelum dianalisis, melalui pra-pemrosesan data berupa ekstraksi fitur, penghapusan outlier, dan normalisasi, agar siap digunakan dalam tahap PCA dan klusterisasi.

3.1.1 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari hingga Mei 2025. Selama periode tersebut, peneliti melakukan serangkaian kegiatan mulai dari pengumpulan data, pra-pemrosesan, pemodelan klusterisasi menggunakan metode Fuzzy C-Means, hingga tahap evaluasi dan analisis hasil.

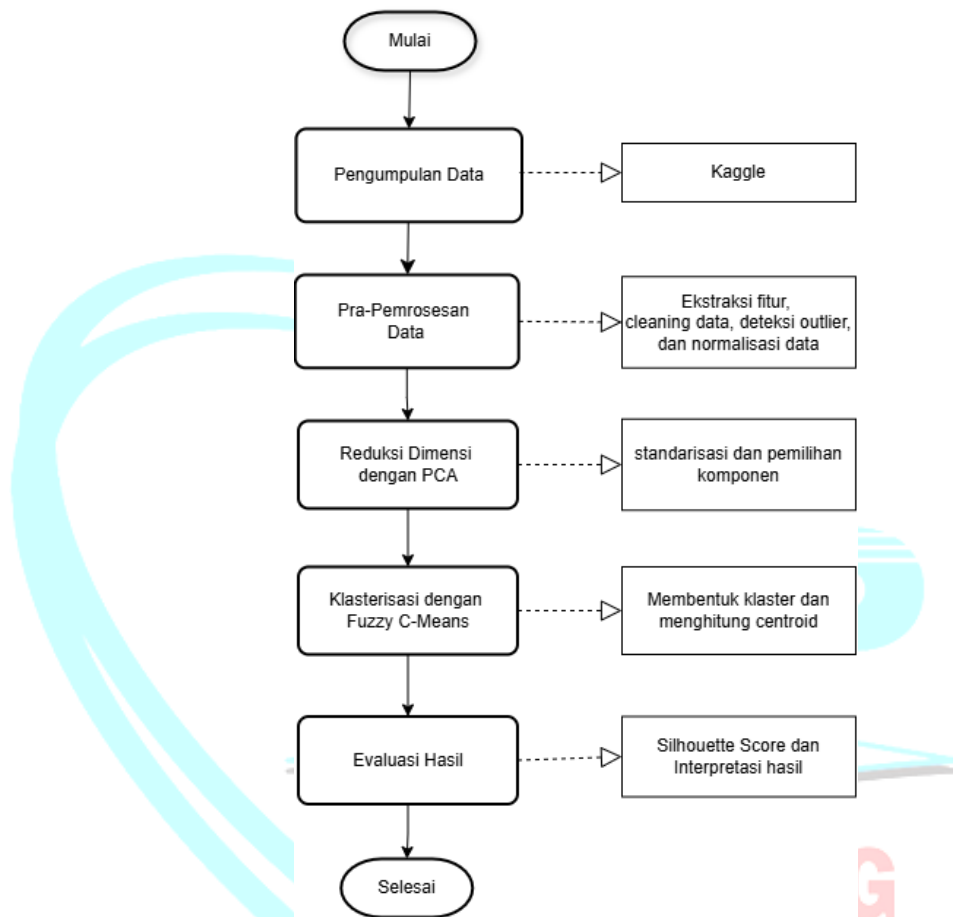
Tabel 3.1 Waktu Pelaksanaan Penelitian

No.	Kegiatan	Bulan 1				Bulan 2				Bulan 3				Bulan 4				Bulan 5				Bulan 6			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Menentukan Tema	■	■	■	■																				
2	Studi Literatur			■	■	■	■																		
3	Analisis Kebutuhan					■	■	■	■																
4	Pengumpulan Data							■	■	■	■	■	■												
5	Pra-Pemrosesan Data													■	■	■	■								
6	Pembagian Data																	■	■	■	■				
7	Pembuatan Model																				■	■	■	■	
8	Evaluasi Model																					■	■	■	■
9	Pengujian Model																						■	■	■
10	Penulisan dan Revisi Laporan Penelitian									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

3.2 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian merupakan rangkaian sistematis mengenai tahap penelitian, yaitu pengumpulan data dan dilakukan pra-pemrosesan data untuk memastikan data bersih dan lengkap. Setelah itu, tahap analisis data dilakukan

dengan menerapkan algoritma PCA dan Metode Fuzzy C-Means. Tahapan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Flowchart Prosedur Penelitian

3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode yang terstruktur untuk memastikan data yang diperoleh sesuai dengan kebutuhan penelitian. Sumber data utama berasal dari *Kaggle*, mencakup informasi mengenai berbagai merek dan model ponsel yang tersedia di pasaran. Data ini bernama *Mobile Phones Data*. Dataset ini terakhir diperbarui pada Februari 2021 dan terdiri dari 1.499 data.

3.3.1 Teknik Analisis Data

Semua proses komputasi dilakukan menggunakan Google Colaboratory (Google Colab) dengan bantuan pustaka NumPy, Matplotlib, dan scikit-fuzzy dalam bahasa pemrograman Python. Hasil klasterisasi kemudian

dievaluasi melalui visualisasi dan analisis nilai objektif untuk menentukan pembentukan klaster yang optimal.

Table 3.2 Komponen Dataset

0	brand_name	model_name	os	popularity	best_price	lowest_price	highest_price	sellers_amount	screen_size	memory_size	battery_size
1	ALCATEL	1/8GB Bluish Black (5033D-2JALUAA)	Android	422	1690	1529	1819	36	5	8	2000
2	ALCATEL	1 5033D 1/16GB Volcano Black (5033D-2LALUAF)	Android	323	1803	1659	2489	36	5	16	2000
3	ALCATEL	1 5033D 1/16GB Volcano Black (5033D-2LALUAF)	Android	299	1803	1659	2489	36	5	16	2000
4	ALCATEL	1 5033D 1/16GB Volcano Black (5033D-2LALUAF)	Android	287	1803	1659	2489	36	5	16	2000
5	Nokia	1.3 1/16GB Charcoal	Android	1047	1999			10	5,71	16	3000
6	Honor	10 6/64GB Black	Android	71	10865	10631	11099	2	5,8	64	3400
7	Honor	10 Lite 3/32GB Blue	Android	424	3999			2	6,21	32	3400
8	Honor	10 Lite 4/64GB Black	Android	134	4973	4733	5295	6	6,21	64	3400
9	Honor	10 lite 3/128GB Blue	Android	477	5100	4990	5222	3	6,21	128	3400
10	Honor	10 lite 3/64GB Black	Android	215	4948	4646	5372	8	6,21	64	3400
11	Honor	10 lite 3/64GB Black	Android	179	4948	4646	5372	8	6,21	64	3400
12	Honor	10 lite 3/64GB Blue	Android	437	5165	4897	5559	7	6,21	64	3400
13	Nokia	105 DS 2019 Pink (16KIGP01A01)		18	583	528	649	28	1,77	0,004	800
14	Nokia	105 Dual Sim 2019 Black (16KIGB01A01)		262	601	539	703	31	1,77		800
15	Nokia	105 Dual Sim 2019 Black (16KIGB01A01)		274	601	539	703	31	1,77		800
16	Nokia	105 Dual Sim New Black (A00028315)		507	552	499	606	2	1,8	0,004	800
17	Nokia	105 Single Sim 2019 Black (16KIGB01A13)		805	536	449	642	31	1,77		800
18	Nokia	105 Single Sim 2019 Pink (16KIGP01A13)		692	547	496	709	35	1,77		800
19	Nokia	105 Single Sim New Black (A00028356)		460	663	499	1169	5	1,8	0,004	800
20	Nokia	105 Single Sim New Black (A00028356)		455	663	499	1169	5	1,8	0,004	800
21	Nokia	105 Single Sim New Blue (A00028372)		378	474	450	499	2	1,8	0,004	800
22	Nokia	105 Single Sim New White (A00028371)		59	499			1	1,8	0,004	800
23	Nokia	106 New DS Grey (16NEBD01A02)		838	596	544	699	35	1,8		800
24	Nokia	106 New DS Grey (16NEBD01A02)		841	596	544	699	35	1,8		800
25	Honor	10i 4/128GB Black (51093VQV)	Android	532	5499			2	6,21	128	3400
26	Honor	10i 4/128GB Blue (51093VQV)	Android	444	5499			2	6,21	128	3400
27	Nokia	110 Dual Sim 2019 Black (16NKL01A07)		471	710	640	1164	34	1,77		800
28	Nokia	110 Dual Sim 2019 Blue (16NKL01A04)		248	702	640	909	36	1,77		800
29	Nokia	125 Dual Sim Black (16GMNB01A17)		807	992	899	1249	50	2,4		1020
30	Meizu	15 4/128GB Black	Android	490	6584			1	5,45	128	3000
31	Meizu	15 4/64GB Black	Android	166	5272	4970	5448	3	5,45	64	3000
32	Meizu	15 4/64GB Black	Android	125	5272	4970	5448	3	5,45	64	3000
33	Meizu	15 4/64GB Black	Android	116	5272	4970	5448	3	5,45	64	3000
34	Meizu	15 Plus 6/64GB Black	Android	666	5328			1	5,95	64	3500
35	Meizu	15 Plus 6/64GB Gray	Android	415	5328			1	5,95	64	3500
36	Meizu	15 Plus 6/64GB Gray	Android	405	5328			1	5,95	64	3500
37	Nokia	150 Black		920	1180	959	1479	61	2,4		1020
38	Nokia	150 Dual Sim Cyan (16GMNE01A04)		543	1190	1090	1479	39	2,4		1020
39	Nokia	150 Dual Sim Red (16GMNR01A02)		835	1196	1090	1529	39	2,4		1020
40	Nokia	150 White		645	1090	959	1566	12	2,4		1020
41	Meizu	16 6/128GB Black	Android	1111	5926	5290	6526	11	6	128	3100
42	Meizu	16 6/64GB Black	Android	1144	5231	4599	5759	19	6	64	3100
43	Meizu	16X 6/128GB Dual Purple	Android	663	5649	5599	5699	2	6	128	3100
44	Meizu	16Xs 6/128GB Pearl White	Android	900	7229	6840	7786	11	6,2	128	4000
45	Meizu	16th 6/64GB Black	Android	1063	7776	7049	8196	9	6	64	3010
46	ALCATEL	1B 5002H Pine Green (5002H-2BALUA12)	Android	195	2399			4	5,5	16	3000
47	ALCATEL	1B 5002H Prime Black (5002H-2AALUA12)	Android	616	2408	2168	3185	31	5,5	16	3000
48	ALCATEL	1SE 3/32GB Power Gray (5030D-2AALUA2)	Android	629	3249	2889	3299	38	6,22	32	4000
49	ALCATEL	1SE 4/128GB Agate Green (5030E-2BALUA2)	Android	790	3877	3581	3899	35	6,22	128	4000
50	ALCATEL	1SE 4/128GB Agate Green (5030E-2BALUA2)	Android	793	3877	3581	3899	35	6,22	128	4000
51	Nokia	2.2 2/16GB Black	Android	1052	2259			1	9,71	16	3000
52	Nokia	2.3 2/32GB Green	Android	870	2799			2	6,2	32	4000
53	Nokia	2.4 2/32GB Charcoal	Android	1031	3162	2999	3299	17	6,5	32	4500
54	Honor	6/128GB Black	Android	823	9999			1	6,26	128	3750
55	ALCATEL	2003 Dual SIM Dark Gray (2003D-2AALUA1)		538	655	649	809	26	2,4		970
56	ALCATEL	2003 Dual SIM Dark Gray (2003D-2AALUA1)		527	655	649	809	26	2,4		970
57	ALCATEL	2003 Dual SIM Metallic Blue (2003D-2BALUA1)		193	654	647	809	27	2,4		970
58	ALCATEL	2013 Single SIM Metallic Gray (2019C-3AALUA1)		545	860	849	1176	23	2,4		970
59	ALCATEL	2053 Dual SIM Pure White (2053D-2BALUA1)		475	900	899	938	25	2,4		970
60	ALCATEL	2053 Dual SIM Volcano Black (2053D-2AALUA1)		585	898	795	1129	33	2,4		970
61	Nokia	210 Dual SIM 2019 Black (16OTRB01A02)		464	1153	975	1199	20	2,4	0,016	1020
62	Nokia	230 Dual Blue (16PCLM01A02)		65	1864	1717	2229	33	2,8	0,016	1200
63	Nokia	230 Dual Dark Silver (A00026971)		860	1847	1725	1939	54	2,8	0,016	1200
64	Nokia	2720 Flip Black (16BTSB01A10)	IOS	883	2530	2395	2689	26	2,8	4	1500
65	Nokia	2720 Flip Red		721	2567	2389	2699	35	2,8	4	1500
66	Nokia	2720 Flip Red		719	2567	2389	2699	35	2,8	4	1500
67	realme	3 Pro 6/128GB Nitro Blue	Android	103	7068			1	6,3	128	4045
68	realme	3 Pro 6/128GB Nitro Blue	Android	129	7068			1	6,3	128	4045
69	Nokia	3.4 3/64GB Charcoal	Android	1132	3899	3550	4049	24	6,39	64	4000
70	OnePlus	3T 128GB (Gunmetal)	OxygenOS	235	6991	6195	9399	9	5,5	128	3400
71	OnePlus	3T 128GB (Gunmetal)	OxygenOS	188	6991	6195	9399	9	5,5	128	3400
72	OnePlus	3T 64GB (Gunmetal)	OxygenOS	921	5856	5630	6299	10	5,5	64	3400
73	ALCATEL	3X 5048Y Black (5048Y-2AALWE12)	Android	194	3590			1	6,52	64	4000
74	Archos	40 Neon	Android	190	840			1	4	8	1300
75	Archos	40 Neon	Android	224	840			1	4	8	1300
76	realme	5 4/128GB Violet	Android	280	5757			1	6,5	128	5000
77	OnePlus	5 6/64GB Black	Android	337	7333			1	5,5	64	3300
78	OnePlus	5 6/64GB Slate Grey	Android	234	7333			1	5,5	64	3300
79	realme	5 Pro 8/128GB Green	Android	38	8294			1	6,3	128	4035
80	realme	5 Pro 8/128GB Green	Android	88	8294			1	6,3	128	4035
81	realme	5 Pro 8/128GB Green	Android	97	8294			1	6,3	128	4035
82	Nokia	5.3 4/64GB Charcoal	Android	1156	4429	4150	4583	42	6,55	64	4000
83	Nokia	5.4 4/128GB Polar Night	Android	701	9323	9166	9599	4	6,39	128	4000
84	Nokia	5310 2020 DualSim Black/Red (16PISX01A18)		888	1365	1260	1419	46	2,4	0,016	1200
85	realme	5i 4/64GB Green	Android	137	4761	4532	4960	2	6,5	64	5000
86	realme	6 4/128GB Blue	Android	1139	5936	5599	6345	20	6,5	128	4300
87	realme	6 4/64GB Blue	Android	1045	5299			1	6,5	64	4300
88	Nokia	6 64GB Black	Android	309	6381	5265	7011	3	5,5	64	3000
89	Nokia	6 64GB Silver	Android	21	5265			1	5,5	64	3000
90	realme	6 8/128GB Blue	Android	1118	6767	6289	9547	34	6,5	128	4300
91	realme	6 Pro 8/128GB Blue	Android	1117	8045	7499	9006	10	6,6	128	4300
92	Nokia	6.1 4/32GB Black	Android	620	3820	3792	3848	2	5,5	32	3000
93	Nokia	6.1 4/64GB Black	Android	798	3962	3885	4099	4	5,5	64	3000
94	Nokia	6.1 Plus 4/64GB Blue	Android	202	5020			1	5,8	64	3060
95	realme	6S 4/64GB Eclipse Black	Android	329	5777			1	6,5	64	4300
96	realme	6S 4/64GB Eclipse Black	Android	291	5777			1	6,5	64	4300
97	realme	6S 8/128GB Lunar White	Android	953	6078	5749	6270	5	6,5	128	4300
98	OnePlus	6T 8/256GB Midnight Black	Android	661	15625	15080	16213	8	6,41	256	3700
99	realme	6i 3/64GB White	Android	989	4292	4089	4599	17	6,5	64	5000
100	realme	6i 4/128GB Green	Android	1042	4946	4699	5044	27	6,5	128	5000

3.4 Pra-Pemrosesan Data

Tahap pra-pemrosesan diawali dengan tahap ekstraksi fitur yaitu mengambil informasi tambahan dari kolom `model_name` yang berisi model smartphone. Informasi yang diekstraksi mencakup kapasitas RAM, ROM, dukungan terhadap jaringan 5G, serta apakah smartphone tersebut termasuk varian PRO/PLUS atau LITE.

Berikut pseudocode tahapan pra-pemrosesan data:

```
// Langkah 1: Ekstraksi informasi dari kolom 'model_name'
// untuk setiap baris dalam data:
    ekstrak RAM dari model_name = simpan ke kolom 'RAM'
    ekstrak ROM dari model_name = simpan ke kolom 'ROM'
    deteksi apakah ada fitur 5G = simpan ke kolom 'is_5G'
    deteksi apakah model termasuk PRO/PLUS atau LITE = simpan ke kolom
'model_type'

// Langkah 2: Hapus data yang tidak valid
hapus baris jika RAM = 0 atau ROM = 0

// Langkah 3: Deteksi dan hapus outlier menggunakan Z-Score
// untuk setiap fitur numerik (misal: RAM, ROM):
    hitung mean dan standar deviasi
    hitung Z-score untuk setiap nilai
    jika Z-score > 3 = tandai sebagai outlier

hapus semua baris yang mengandung outlier

// Langkah 4: Normalisasi fitur numerik dengan MinMaxScaler
fitur_numerik = [RAM, ROM]
// untuk setiap fitur dalam fitur_numerik:
    nilai = (nilai - min) / (max - min)

// Output: data siap digunakan untuk PCA
data_siap_PCA = data normalisasi
```

3.5 Reduksi Dimensi dengan PCA

Pada proses ini dilakukan reduksi dimensi dengan tujuan mempertahankan sebagian besar informasi dari data asli dan menghilangkan redundansi antar fitur. Melalui proses ini, data yang semula memiliki enam atribut direpresentasikan dalam empat komponen utama, yang secara kumulatif mampu menjelaskan 94% total variansi. Reduksi dimensi memperjelas pola distribusi antar data. Selain itu,

hasil transformasi PCA mempermudah visualisasi dan interpretasi hasil klasterisasi secara lebih efektif.

3.6 Klasterisasi Dengan Fuzzy C-Means

Implementasi FCM dilakukan dengan memanfaatkan pustaka fuzz dari scikit-fuzzy, parameter fuzziness ditetapkan sebesar 2 untuk mengatur tingkat ketidakpastian keanggotaan. Proses klasterisasi menghasilkan pusat klaster (centroid) dan matriks keanggotaan fuzzy. FCM merupakan salah satu algoritma klasterisasi berbasis pembelajaran unsupervised yang memungkinkan setiap data memiliki derajat keanggotaan terhadap lebih dari satu klaster. Algoritma ini bekerja dengan meminimalkan fungsi objektif yang mempertimbangkan derajat keanggotaan dan jarak data terhadap pusat klaster.

Pada hasil klasterisasi, digunakan metrik *Silhouette Score* yang menghitung tingkat pemisahan antar klaster terhadap kedekatan internal setiap klaster. Nilai silhouette kemudian diplot terhadap jumlah klaster untuk menentukan nilai optimal yang menghasilkan pemisahan klaster terbaik.

3.7 Evaluasi Hasil

Evaluasi hasil klasterisasi dilakukan menggunakan metrik evaluasi *Silhouette Score* untuk menilai kualitas pemisahan antar klaster. Metrik ini digunakan karena algoritma FCM termasuk metode *unsupervised learning*, sehingga pengukuran berbasis label seperti accuracy score tidak dapat diterapkan. *Silhouette Score* mengukur tingkat kesesuaian setiap data terhadap klasternya, dengan membandingkan jarak rata-rata ke anggota dalam klaster yang sama dan jarak ke klaster terdekat lainnya.

Penggunaan PCA sebelum FCM bekerja dengan baik terhadap pemisahan klaster. Visualisasi dua dimensi menggunakan dua komponen utama PCA menunjukkan bahwa sebaran data menjadi lebih kompak, dengan jarak antar klaster yang lebih tegas dan separasi yang lebih jelas dibandingkan klasterisasi tanpa reduksi dimensi. Selain itu, *Silhouette Score* dihitung untuk seluruh data, termasuk saat data diuji dengan jumlah klaster yang berbeda (misalnya $k = 3$), untuk membandingkan tingkat pemisahan klaster dan konsistensi internal yang terbentuk secara keseluruhan.