

Klasifikasi Indeks Pembangunan Manusia Indonesia Tingkat Sumatera Utara dengan Metode K-Means

Sujarwo
Politeknik Unggul LP3M
Medan, Indonesia

sujarwo2268@gmail.com

*Penulis Korespondensi

Diajukan : 18/12/2024

Diterima : 09/01/2025

Dipublikasi : 09/01/2025

ABSTRAK

Indeks pembangunan manusia (IPM) merupakan indikator kinerja pemerintah. Semakin besar nilai IPM maka akan semakin baik kinerja pemerintah. Adapun variabel IPM meliputi pengeluaran riil perkapita, umur harapan hidup, harapan lama sekolah, rata-rata lama sekolah. Saat sekarang ini Indonesia memiliki 38 provinsi dengan IPM yang berbeda-beda. Khusus provinsi Sumatera Utara, sesuai data dari Badan Pusat Statistik Sumatera Utara IPM Sumatera Utara di tahun 2024 sebesar 75,76%. Sumatera Utara mempunyai 33 Kabupaten/Kota dengan tingkat IPM yang berbeda-beda. Dengan adanya perbedaan tersebut, akan dilakukan klasifikasi Kabupaten/Kota berdasarkan tingkat IPM. Untuk itu di ambil data IPM dari 33 Kabupaten/Kota di Sumatera Utara yang bersumber dari website Badan Pusat Statistik Sumatera Utara. Data yang diambil merupakan IPM selama 3 tahun. Berdasarkan data tersebut, dilakukan klasifikasi. Adapun metode yang digunakan untuk melakukan klasifikasi pada penelitian ini adalah metode klasifikasi K-Means dengan membuat klasifikasi sebanyak 3 *Cluster*. K-Means merupakan salah satu teknik yang terdapat dalam pengolahan data mining. Hasil dari klasifikasi dengan K-Means, diperoleh bahwa dari 33 Kabupaten/Kota di Sumatera Utara, masuk dalam *Cluster* 1 terdapat 4 Kabupaten/Kota dengan rata-rata IPM selama 3 tahun 64,29%. Kabupaten/Kota yang masuk dalam *Cluster* 2 sebanyak 19 dengan rata-rata IPM selama 3 tahun 71,61%. Sedangkan yang masuk *Cluster* 3 sebanyak 10 Kabupaten/Kota dengan rata-rata IPM 77,24%.

Kata Kunci: *Cluster*, Indeks Pembangunan Manusia, K-Means.

I. PENDAHULUAN

Indeks Pembangunan Manusia (IPM) adalah ukuran perbandingan dari harapan hidup, melek huruf, pendidikan dan standar hidup (Rahmawati & Sebayang, 2023). IPM dibentuk oleh 3 (tiga) dimensi dasar, antara lain: 1) Umur panjang serta hidup sehat, 2) Pengetahuan, 3) Standar hidup layak. IPM merupakan salah satu indikator yang penting untuk mengukur keberhasilan dalam upaya membangun kualitas hidup manusia (penduduk/masyarakat) (Canggih Ajika Pamungkas, 2022). IPM menjelaskan bagaimana penduduk dapat mengakses hasil pembangunan dalam memperoleh pendapatan, kesehatan, pendidikan, dan sebagainya. IPM digunakan untuk klasifikasi apakah sebuah negara adalah negara maju, negara berkembang atau negara terbelakang dan juga untuk mengukur pengaruh dari kebijaksanaan ekonomi terhadap kualitas hidup (Ratih & Tamimah, 2021).

IPM Sumatera Utara tahun 2024 sebesar 75,76%. Angka IPM Sumatera Utara tahun 2024 didukung oleh semua dimensi (indikator). Satu dari empat indikator penyusun IPM mengalami percepatan pertumbuhan yaitu pengeluaran riil per kapita per tahun (yang disesuaikan) sebesar 3,72 persen. Sementara tiga indikator lain mengalami perlambatan pertumbuhan yaitu umur harapan hidup (UHH) saat lahir yang tumbuh sedikit melambat dari 0,38 persen menjadi 0,31 persen tahun

2024, harapan lama sekolah (HLS) yang tumbuh dari 1,28 persen pada tahun 2023 dan hanya tumbuh 0,07 persen di tahun 2024, serta rata-rata lama sekolah (RLS) yang tumbuh dari 1,13 persen pada tahun 2023 dan hanya tumbuh 1,12 persen di tahun 2024 (Badan Pusat Statistik, 2024).

Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), Indeks Pembangunan Manusia (IPM) memiliki beberapa manfaat, yaitu: IPM merupakan indikator penting untuk mengukur keberhasilan dalam upaya membangun kualitas hidup manusia (masyarakat/penduduk). IPM dapat menentukan peringkat atau level pembangunan suatu wilayah/negara. Bagi Indonesia, IPM merupakan data strategis karena selain sebagai ukuran kinerja Pemerintah, IPM juga digunakan sebagai salah satu alokator penentuan Dana Alokasi Umum (DAU).

Melalui penelitian ini, peneliti akan membuat klasifikasi Indeks Pembangunan Manusia Provinsi Sumatera Utara berdasarkan data tahun 2022, 2023, dan 2024. Metode yang digunakan adalah klasifikasi K-Means.

II. STUDI LITERATUR

Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan oleh Khoiril Anwar dkk, bertujuan untuk mengklasifikasikan kabupaten/kota di Pulau Kalimantan berdasarkan indikator indeks pembangunan manusia dan memperoleh nilai koefisien sillhoutte dari analisis cluster yang optimal menggunakan algoritma K-Means pada analisis komponen utama (Anwar et al., 2022).

Penelitian yang dilakukan oleh Aya Dewanti Sofia dkk, dengan tujuan pengelompokkan kabupaten/kota di Indonesia berdasarkan indikator Indeks Pembangunan Manusia (IPM) yaitu Umur Harapan Hidup (UHH), Rata-rata Lama Sekolah (RLS), Harapan Lama Sekolah (HLS), dan Pengeluaran Riil per Kapita (yang disesuaikan) pada tahun 2022 menggunakan metode klasterisasi K-Harmonic Means. Selain itu, untuk mengetahui karakteristik kabupaten/kota pada klaster yang terbentuk menggunakan metode klasterisasi K-Harmonic Means (Aya Dewanti Sofia & Kudus, 2023).

Penelitian yang dilakukan oleh Maria Japin Paput, dkk melakukan klasifikasi Indeks Pembangunan Manusia Indonesia menggunakan metode Random Forest dan Adaptive Boosting yang menggunakan data sekunder yang bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS). Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa metode Adaptive Boosting lebih baik dari pada metode Random Forest dalam melakukan klasifikasi (Paput et al., 2023).

Data Mining

Data mining merupakan sebuah metode dalam bidang ilmu komputer yang digunakan dalam mencari pengetahuan dari data sehingga menjadi sebuah informasi yang bermanfaat (Yudhistira & Andika, 2023). Banyak teknik di dalam data mining, salah satu tekniknya adalah teknik *Clustering*. *Clustering* atau klasterisasi adalah metode pengelompokan data. *Clustering* adalah sebuah proses untuk mengelompokan data ke dalam beberapa cluster atau kelompok sehingga data dalam satu cluster memiliki tingkat kemiripan yang maksimum dan data antar cluster memiliki kemiripan yang minimum (Unus, 2021).

Metode *Clustering K-Means*

Banyak metode yang dapat digunakan untuk mengklasifikasi data. Salah satu metode tersebut adalah metode *Clustering K-Means*. *K-Means Clustering* adalah algoritma unsupervised learning yang dipakai untuk mengelompokkan dataset yang belum dilabel ke dalam kluster yang berbeda (Rival et al., 2024). Simbol K pada *K-Means Clustering* menandakan jumlah kluster yang digunakan.

Algoritma pengklasteran K-Means adalah sebagai berikut (Handayani, 2022).

- 1 Tentukan jumlah Klaster
Untuk menentukan jumlah Klaster dapat ditentukan sendiri sesuai dengan kebutuhan
- 2 Alokasikan data ke dalam kelompok secara acak
Untuk mengalokasikan data tersebut, berdasarkan pusat data yang dapat diambil secara acak dari data yang ada
- 3 Hitung pusat kelompok (sentroid/rata-rata) dari data yang ada di masing-masing kelompok

Ada beberapa cara yang dapat digunakan untuk mengukur jarak data ke pusat kelompok, di antaranya *Euclidean*. Pengukuran jarak pada ruang jarak (*distance space*) Euclidean menggunakan formula:

$$D(X_1, X_2) = || X_1 - X_2 || = \sqrt{\sum_{j=1}^p (X_{2j} - X_{1j})^2}$$

- 4 Alokasikan masing-masing data ke titik pusat terdekat

$$a_{il} = \begin{cases} 1 & d = \min\{D(X_i, C_l)\} \\ 0 & \text{lainnya} \end{cases}$$

a_{ik} adalah nilai keanggotaan titik X_i ke pusat kelompok C_l , d adalah jarak terpendek dari data X_i ke K kelompok setelah dibandingkan, dan C_l adalah sentroid (pusat kelompok) $ke-l$.

- 5 Kembali ke langkah tiga, apabila masih ada data yang berpindah-pindah kelompok, atau apabila ada perubahan nilai sentroid diatas nilai ambang yang ditentukan, atau apabila perubahan nilai pada fungsi objektif yang digunakan masih di atas nilai ambang yang ditentukan.

III. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif. Data yang di ambil berasal dari website Badan Pusat Statistik Sumatera Utara tahun 2022, 2023, dan 2024. Data tersebut merupakan data Indeks Pembangunan Manusia selama 3 tahun. Berdasarkan data tersebut, di olah dengan metode *Clustering K-Means* untuk mengetahui pengelompokkan data IPM dari tiap-tiap Kabupaten/Kota di Sumatera Utara. Adapun data tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Data IPM Sumatera Utara

No	Kabupaten/Kota	IPM 2022	IPM 2023	IPM 2024
1	Nias	63,69	64,56	65,55
2	Mandailing Natal	68,05	68,56	69,33
3	Tapanuli Selatan	70,92	71,55	72,14
4	Tapanuli Tengah	70,31	70,91	71,52
5	Tapanuli Utara	74,14	74,65	75,23
6	Toba Samosir / Toba	75,96	76,38	76,91
7	Labuhan Batu	72,92	73,69	74,18
8	Asahan	71,13	71,56	72,09
9	Simalungun	73,77	74,29	74,97
10	Dairi	72,56	73,27	73,92
11	Karo	75,36	75,98	76,55
12	Deli Serdang	76,19	76,52	76,92
13	Langkat	71,86	72,21	72,73
14	Nias Selatan	63,17	64,12	65,02
15	Humbang Hasundutan	70,32	70,75	71,59
16	Pakpak Bharat	68,85	69,58	70,36
17	Samosir	71,67	72,08	72,88
18	Serdang Bedagai	71,21	71,75	72,47
19	Batu Bara	69,51	70,31	70,83
20	Padang Lawas Utara	70,93	71,63	72,32
21	Padang Lawas	69,58	70,34	71,27
22	Labuhan Batu Selatan	72,16	72,82	73,67
23	Labuhan Batu Utara	72,77	73,63	74,40
24	Nias Utara	63,75	64,64	65,62
25	Nias Barat	62,93	63,70	64,67
26	Kota Sibolga	74,74	75,20	75,66

27	Kota Tanjung Balai	69,86	70,59	71,10
28	Kota Pematang Siantar	79,70	80,46	81,17
29	Kota Tebing Tinggi	76,17	76,98	77,45
30	Kota Medan	81,76	82,19	82,76
31	Kota Binjai	76,95	77,60	78,10
32	Kota Padangsidimpuan	76,05	76,44	76,96
33	Kota Gunungsitoli	70,23	70,68	71,41

Sumber : <https://sumut.bps.go.id/>

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN (Times New Roman 12 Bold)

Dalam proses *Clustering* pada langkah pertama menentukan nilai Center, dalam hal ini di ambil 3 kabupaten/kota secara acak C_1 = Kabupaten Nias, C_2 = Kabupaten Karo, C_3 = Kota Medan

1. *Clustering* K-Means

a. Jumlah Klaster

Pusat C_1 (63,69; 64,56; 65,55)

Pusat C_2 (75,36; 75,98; 76,55)

Pusat C_3 (81,76; 82,19; 82,76)

b. Iterasi Pertama

Berdasarkan rumus, dihitung nilai jarak data dari pusat

Kelompok C_1 data pertama (Kabupaten Nias)

$$C_{11} = \sqrt{(63,69 - 63,69)^2 + (64,56 - 64,56)^2 + (65,55 - 65,55)^2} = 0$$

Kelompok C_1 data kedua (Kabupaten Mandailing Natal)

$$C_{12} = \sqrt{(68,05 - 63,69)^2 + (68,56 - 64,56)^2 + (69,33 - 65,55)^2} = 7,0213$$

Demikian seterusnya untuk Klaster C_1 . Dilanjutkan dengan Klaster C_2

Kelompok C_2 berturut turut untuk Kabupaten Nias dan Kabupaten Mandailing Natal

$$C_{21} = \sqrt{(63,69 - 75,36)^2 + (64,56 - 75,98)^2 + (65,55 - 76,55)^2} = 19,6877$$

$$C_{22} = \sqrt{(68,05 - 75,36)^2 + (68,56 - 75,98)^2 + (69,33 - 76,55)^2} = 12,6736$$

Kelompok C_3 berturut turut untuk Kabupaten Nias dan Kabupaten Mandailing Natal

$$C_{31} = \sqrt{(63,69 - 81,76)^2 + (64,56 - 82,19)^2 + (65,55 - 82,76)^2} = 30,5537$$

$$C_{32} = \sqrt{(68,05 - 81,76)^2 + (68,56 - 82,19)^2 + (69,33 - 82,76)^2} = 23,5395$$

Iterasi Pertama

Tabel 2. Proses iterasi 1

No	Kabupaten/Kota	C1	C2	C3	Jarak Terpendek
1	Nias	0,0000	19,6877	30,5537	0,0000
2	Mandailing Natal	7,0213	12,6736	23,5395	7,0213
3	Tapanuli Selatan	12,0234	7,6672	18,5337	7,6672
4	Tapanuli Tengah	10,9448	8,7469	19,6132	8,7469
5	Tapanuli Utara	17,4560	2,2360	13,1003	2,2360
6	Toba Samosir / Toba	20,4772	0,8060	10,0806	0,8060
7	Labuhan Batu	15,5893	4,1006	14,9670	4,1006
8	Asahan	12,1295	7,5711	18,4348	7,5711
9	Simalungun	16,8824	2,8072	13,6724	2,8072
10	Dairi	14,9866	4,7012	15,5677	4,7012
11	Karo	19,6877	0,0000	10,8668	0,0000
12	Deli Serdang	20,7019	1,0571	9,8630	1,0571
13	Langkat	13,2975	6,4074	17,2688	6,4074
14	Nias Selatan	0,8631	20,5474	31,4137	0,8631

15	Humbang Hasundutan	10,8975	8,7952	19,6600	8,7952
16	Pakpak Bharat	8,6581	11,0298	21,8961	8,6581
17	Samosir	13,1894	6,5035	17,3676	6,5035
18	Serdang Bedagai	12,4953	7,1946	18,0605	7,1946
19	Batu Bara	9,7372	9,9544	20,8212	9,7372
20	Padang Lawas Utara	12,1752	7,5127	18,3792	7,5127
21	Padang Lawas	10,0409	9,6486	20,5133	9,6486
22	Labuhan Batu Selatan	14,3493	5,3404	16,2045	5,3404
23	Labuhan Batu Utara	15,5895	4,1053	14,9661	4,1053
24	Nias Utara	0,1221	19,5666	30,4326	0,1221
25	Nias Barat	1,4462	21,1291	31,9953	1,4462
26	Kota Sibolga	18,3718	1,3360	12,1881	1,3360
27	Kota Tanjung Balai	10,2583	9,4342	20,3009	9,4342
28	Kota Pematang Siantar	27,4429	7,7621	3,1248	3,1248
29	Kota Tebing Tinggi	21,2513	1,5704	9,3053	1,5704
30	Kota Medan	30,5537	10,8668	0,0000	0,0000
31	Kota Binjai	22,4359	2,7486	8,1191	2,7486
32	Kota Padangsidimpuan	20,5935	0,9251	9,9653	0,9251
33	Kota Gunungsitoli	10,7035	8,9904	19,8556	8,9904

Hasil Iterasi Pertama

Tabel 3. Hasil iterasi 1

No	Kabupaten/Kota	IPM 2022	IPM 2023	IPM 2024	C1	C2	C3
1	Nias	63,69	64,56	65,55	1		
2	Mandailing Natal	68,05	68,56	69,33	1		
3	Tapanuli Selatan	70,92	71,55	72,14		1	
4	Tapanuli Tengah	70,31	70,91	71,52		1	
5	Tapanuli Utara	74,14	74,65	75,23		1	
6	Toba Samosir / Toba	75,96	76,38	76,91		1	
7	Labuhan Batu	72,92	73,69	74,18		1	
8	Asahan	71,13	71,56	72,09		1	
9	Simalungun	73,77	74,29	74,97		1	
10	Dairi	72,56	73,27	73,92		1	
11	Karo	75,36	75,98	76,55		1	
12	Deli Serdang	76,19	76,52	76,92		1	
13	Langkat	71,86	72,21	72,73		1	
14	Nias Selatan	63,17	64,12	65,02	1		
15	Humbang Hasundutan	70,32	70,75	71,59		1	
16	Pakpak Bharat	68,85	69,58	70,36	1		
17	Samosir	71,67	72,08	72,88		1	
18	Serdang Bedagai	71,21	71,75	72,47		1	
19	Batu Bara	69,51	70,31	70,83	1		
20	Padang Lawas Utara	70,93	71,63	72,32		1	
21	Padang Lawas	69,58	70,34	71,27		1	
22	Labuhan Batu Selatan	72,16	72,82	73,67		1	
23	Labuhan Batu Utara	72,77	73,63	74,40		1	
24	Nias Utara	63,75	64,64	65,62	1		
25	Nias Barat	62,93	63,70	64,67	1		
26	Kota Sibolga	74,74	75,20	75,66		1	
27	Kota Tanjung Balai	69,86	70,59	71,10		1	
28	Kota Pematang Siantar	79,70	80,46	81,17			1

29	Kota Tebing Tinggi	76,17	76,98	77,45		1	
30	Kota Medan	81,76	82,19	82,76			1
31	Kota Binjai	76,95	77,60	78,10		1	
32	Kota Padangsidempuan	76,05	76,44	76,96		1	
33	Kota Gunungsitoli	70,23	70,68	71,41		1	

Sumber : hasil pengolahan data

Cluster baru

Cluster $C_1 \rightarrow 65,71; 66,50; 67,34$

$C_1 = 65,71$ diperoleh dari data IPM2022 \rightarrow

$(63,69+68,05+63,17+68,85+69,51+63,75+62,93)/7$

Cluster $C_2 \rightarrow 72,82; 73,40; 74,02$

Cluster $C_3 \rightarrow 80,73; 81,33; 81,97$

Lakukan iterasi hingga mencapai nilai yang sama untuk iterasi sebelumnya. Pada kasus ini setelah dilakukan iterasi sebanyak 8 kali maka hasil iterasi ke 8 sudah sama dengan iterasi ke 7, sehingga proses iterasi di hentikan. Berikut ini adalah hasil iterasi ke 8

Tabel 4. Hasil iterasi 8

No	Kabupaten/Kota	IPM 2022	IPM 2023	IPM 2024	C1	C2	C3
1	Nias	63,69	64,56	65,55	1		
2	Mandailing Natal	68,05	68,56	69,33		1	
3	Tapanuli Selatan	70,92	71,55	72,14		1	
4	Tapanuli Tengah	70,31	70,91	71,52		1	
5	Tapanuli Utara	74,14	74,65	75,23			1
6	Toba Samosir / Toba	75,96	76,38	76,91			1
7	Labuhan Batu	72,92	73,69	74,18		1	
8	Asahan	71,13	71,56	72,09		1	
9	Simalungun	73,77	74,29	74,97		1	
10	Dairi	72,56	73,27	73,92		1	
11	Karo	75,36	75,98	76,55			1
12	Deli Serdang	76,19	76,52	76,92			1
13	Langkat	71,86	72,21	72,73		1	
14	Nias Selatan	63,17	64,12	65,02	1		
15	Humbang Hasundutan	70,32	70,75	71,59		1	
16	Pakpak Bharat	68,85	69,58	70,36		1	
17	Samosir	71,67	72,08	72,88		1	
18	Serdang Bedagai	71,21	71,75	72,47		1	
19	Batu Bara	69,51	70,31	70,83		1	
20	Padang Lawas Utara	70,93	71,63	72,32		1	
21	Padang Lawas	69,58	70,34	71,27		1	
22	Labuhan Batu Selatan	72,16	72,82	73,67		1	
23	Labuhan Batu Utara	72,77	73,63	74,40		1	
24	Nias Utara	63,75	64,64	65,62	1		
25	Nias Barat	62,93	63,70	64,67	1		
26	Kota Sibolga	74,74	75,20	75,66			1
27	Kota Tanjung Balai	69,86	70,59	71,10		1	
28	Kota Pematang Siantar	79,70	80,46	81,17			1
29	Kota Tebing Tinggi	76,17	76,98	77,45			1
30	Kota Medan	81,76	82,19	82,76			1
31	Kota Binjai	76,95	77,60	78,10			1

32	Kota Padangsidempuan	76,05	76,44	76,96			1
33	Kota Gunungsitoli	70,23	70,68	71,41		1	

Sumber : hasil pengolahan data

Hasil *Clustering* untuk setiap iterasi sebagai berikut

Tabel 5. Rekapitulasi *Cluster*

No	Proses Iterasi	<i>Cluster 1</i>	<i>Cluster 2</i>	<i>Cluster 3</i>
1	Iterasi 1	Nias, Mandailing Natal, Nias Selatan, Pakpak Bharat, Batu Bara, Nias Utara, Nias Barat	Tapanuli Selatan, Tapanuli Tengah, Tapanuli Utara, Toba Samosir / Toba, Labuhan Batu, Asahan, Simalungun, Dairi, Karo, Deli Serdang, Langkat, Humbang Hasundutan, Samosir, Serdang Bedagai, Padang Lawas Utara, Padang Lawas, Labuhan Batu Selatan, Labuhan Batu Utara, Kota Sibolga, Kota Tanjung Balai, Kota Tebing Tinggi, Kota Binjai, Kota Padangsidempuan, Kota Gunungsitoli	Kota Pematang Siantar, Kota Medan
2	Iterasi 2	Nias, Mandailing Natal, Nias Selatan, Pakpak Bharat, Nias Utara, Nias Barat	Tapanuli Selatan, Tapanuli Tengah, Tapanuli Utara, Toba Samosir / Toba, Labuhan Batu, Asahan, Simalungun, Dairi, Karo, Deli Serdang, Langkat, Humbang Hasundutan, Samosir, Serdang Bedagai, Batu Bara, Padang Lawas Utara, Padang Lawas, Labuhan Batu Selatan, Labuhan Batu Utara, Kota Sibolga, Kota Tanjung Balai, Kota Tebing Tinggi, Kota Padangsidempuan, Kota Gunungsitoli	Kota Pematang Siantar, Kota Medan, Kota Binjai
3	Iterasi 3	Nias, Mandailing Natal, Nias Selatan, Nias Utara, Nias Barat	Tapanuli Selatan, Tapanuli Tengah, Tapanuli Utara, Toba Samosir / Toba, Labuhan Batu, Asahan, Simalungun, Dairi, Karo, Deli Serdang, Langkat, Humbang Hasundutan, Pakpak Bharat, Samosir, Serdang Bedagai, Batu Bara, Padang Lawas Utara, Padang Lawas, Labuhan Batu Selatan, Labuhan Batu Utara, Kota Sibolga, Kota Tanjung Balai, Kota Padangsidempuan, Kota Gunungsitoli	Kota Pematang Siantar, Kota Tebing Tinggi, Kota Medan, Kota Binjai
4	Iterasi 4	Nias, Mandailing Natal, Nias Selatan, Nias Utara, Nias Barat	Tapanuli Selatan, Tapanuli Tengah, Tapanuli Utara, Labuhan Batu, Asahan, Simalungun, Dairi, Karo, Langkat, Humbang Hasundutan, Pakpak Bharat, Samosir, Serdang Bedagai, Batu Bara, Padang Lawas Utara, Padang Lawas, Labuhan Batu Selatan, Labuhan Batu Utara, Kota Sibolga, Kota Tanjung Balai, Kota Gunungsitoli	Toba Samosir / Toba, Deli Serdang, Kota Pematang Siantar, Kota Tebing Tinggi, Kota Medan, Kota Binjai, Kota Padangsidempuan
5	Iterasi 5	Nias, Mandailing Natal, Nias Selatan, Nias	Tapanuli Selatan, Tapanuli Tengah, Tapanuli Utara, Labuhan Batu, Asahan, Simalungun, Dairi, Langkat, Humbang Hasundutan, Pakpak Bharat, Samosir,	Toba Samosir / Toba, Karo, Deli Serdang, Kota Sibolga, Kota

		Utara, Nias Barat	Serdang Bedagai, Batu Bara, Padang Lawas Utara, Padang Lawas, Labuhan Batu Selatan, Labuhan Batu Utara, Kota Tanjung Balai, Kota Gunungsitoli	Pematang Siantar, Kota Tebing Tinggi, Kota Medan, Kota Binjai, Kota Padangsidimpuan
6	Iterasi 6	Nias, Nias Selatan, Nias Utara, Nias Barat	Mandailing Natal, Tapanuli Selatan, Tapanuli Tengah, Tapanuli Utara, Labuhan Batu, Asahan, Simalungun, Dairi, Langkat, Humbang Hasundutan, Pakpak Bharat, Samosir, Serdang Bedagai, Batu Bara, Padang Lawas Utara, Padang Lawas, Labuhan Batu Selatan, Labuhan Batu Utara, Kota Tanjung Balai, Kota Gunungsitoli	Toba Samosir / Toba, Karo, Deli Serdang, Kota Sibolga, Kota Pematang Siantar, Kota Tebing Tinggi, Kota Medan, Kota Binjai, Kota Padangsidimpuan
7	Iterasi 7	Nias, Nias Selatan, Nias Utara, Nias Barat	Mandailing Natal, Tapanuli Selatan, Tapanuli Tengah, Labuhan Batu, Asahan, Simalungun, Dairi, Langkat, Humbang Hasundutan, Pakpak Bharat, Samosir, Serdang Bedagai, Batu Bara, Padang Lawas Utara, Padang Lawas, Labuhan Batu Selatan, Labuhan Batu Utara, Kota Tanjung Balai, Kota Gunungsitoli	Tapanuli Utara, Toba Samosir / Toba, Karo, Deli Serdang, Kota Sibolga, Kota Pematang Siantar, Kota Tebing Tinggi, Kota Medan, Kota Binjai, Kota Padangsidimpuan
8	Iterasi 8	Nias, Nias Selatan, Nias Utara, Nias Barat	Mandailing Natal, Tapanuli Selatan, Tapanuli Tengah, Labuhan Batu, Asahan, Simalungun, Dairi, Langkat, Humbang Hasundutan, Pakpak Bharat, Samosir, Serdang Bedagai, Batu Bara, Padang Lawas Utara, Padang Lawas, Labuhan Batu Selatan, Labuhan Batu Utara, Kota Tanjung Balai, Kota Gunungsitoli	Tapanuli Utara, Toba Samosir / Toba, Karo, Deli Serdang, Kota Sibolga, Kota Pematang Siantar, Kota Tebing Tinggi, Kota Medan, Kota Binjai, Kota Padangsidimpuan

Sumber : hasil pengolahan data

Tabel 6. Rata-rata IPM selama 3 tahun

No	Cluster	Jumlah Kab/Kota	IPM Max (%)	IPM Min (%)	Rata-rata (%)
1	Cluster 1	4	64,67	63,77	64,29
2	Cluster 2	19	74,34	68,65	71,61
3	Cluster 3	10	82,24	74,67	77,24

Sumber : hasil pengolahan data

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh bahwa klasterisasi Indeks Pembangunan Manusia Indonesia Kabupaten / Kota Sumatera Utara untuk tahun 2022 s/d 2024 jika dibagi dalam 3 klaster hasilnya sebagai berikut:

1. Klaster Pertama meliputi daerah Nias, Nias Selatan, Nias Utara, Nias Barat
2. Klaster Kedua meliputi daerah Mandailing Natal, Tapanuli Selatan, Tapanuli Tengah, Labuhan Batu, Asahan, Simalungun, Dairi, Langkat, Humbang Hasundutan, Pakpak Bharat, Samosir, Serdang Bedagai, Batu Bara, Padang Lawas Utara, Padang Lawas, Labuhan Batu Selatan, Labuhan Batu Utara, Kota Tanjung Balai, Kota Gunungsitoli

-
- Paput, M. J., Suryowati, K., & Jatipaningrum, M. T. (2023). PERBANDINGAN METODE RANDOM FOREST DAN ADAPTIVE BOOSTING PADA KLASIFIKASI INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA DI INDONESIA. *Jurnal Statistika Industri Dan Komputasi*, 8(2), 73–83. <https://doi.org/10.34151/STATISTIKA.V8I2.4458>
- Rahmawati, D., & Sebayang, Dr. A. F. (2023). Pengaruh Jumlah Penduduk, Indeks Pembangunan Manusia dan Upah Minimum Provinsi terhadap Kemiskinan Ekstrem. *Jurnal Riset Ilmu Ekonomi Dan Bisnis*, 93–100. <https://doi.org/10.29313/JRIEB.V3I2.2871>
- Ratih, I. S., & Tamimah, T. (2021). INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA DALAM ISLAM. *IZZI: JURNAL EKONOMI ISLAM*, 1(1), 55–69. <http://stebibama.ac.id/jurnal/index.php/IZZI/article/view/24>
- Rival, M., Misriani, M., & Bakrim, L. O. (2024). Penerapan Metode Cluster Dalam Data Mining Mengelompokkan Kenakalan Remaja (Studi Kasus Polda Sultra). *Jurnal Sistem Informasi Dan Sistem Komputer*, 9(1), 79–89. <https://doi.org/10.51717/SIMKOM.V9I1.375>
- Unus, E. G. (2021). Teknologi Data Mining Berbasis Metode Clustering Sebagai Ujung Tombak Perkembangan UMKM Di Indonesia Dalam Era Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Repositor*, 3(3). <https://doi.org/10.22219/REPOSITOR.V3I3.31068>
- Yudhistira, A., & Andika, R. (2023). Pengelompokan Data Nilai Siswa Menggunakan Metode K-Means Clustering. *Journal of Artificial Intelligence and Technology Information*, 1(1), 20–28. <https://doi.org/10.58602/JAITI.V1I1.22>