

Perbandingan Analisis Cluster Metode Average Linkage dan Metode Ward (Kasus: IPM Provinsi Sulawesi Selatan)

Musarrafaah Paramadina*, Sudarmin, & Muhammad Kasim Aidid

Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar, Indonesia

Keywords: Cluster Analysis, Average Linkage, Ward, index dunn

Abstract:

This study aims to determine the steps of cluster analysis with the average linkage method and Ward method, and compare the results of the analysis of both methods which cluster is better used. The steps in the hierarchy cluster analysis are to standardize the data, determine the size of similarity or inconsistency between data, the process of clustering with the distance matrix, determine the number of clusters and their members, interpret the cluster results formed. The steps of cluster analysis with the average linkage method are the closest pair of objects combined into one cluster, counting the proximity of the object with the other respondents, the next merging occurs in the clusters most closely comparing the other respondents, thus forming the second cluster. The results of these two methods are then configured for some initial clustering which will then be determined by a good cluster used by using the dummy index cluster validation. Then obtained the result that the grouping with the average linkage method produces the best index dunn with a value of 0.55 with the number of clusters formed as many as 8 clusters compared with the ward method that results in index value dunn 0.43.

1. Introduction

Analisis *cluster* adalah analisis untuk meng*cluster*kan elemen yang mirip sebagai objek penelitian menjadi *cluster* yang berbeda dan *independent* (tidak saling berhubungan). Analisis *cluster* termasuk dalam multivariat, akan tetapi variat dalam teknik ini berbeda dari konsep variat teknik-teknik multivariat lainnya. Tujuan utama analisis *cluster* adalah menempatkan sekumpulan objek ke dalam dua atau lebih *cluster* berdasarkan kesamaan-kesamaan objek atas dasar berbagai karakteristik (Simamora, 1996).

Metode peng*cluster*an dalam analisis *cluster* ada 2, yaitu metode hierarki dan metode non hierarki. Analisis *cluster* dengan metode hierarki adalah analisis yang peng*cluster*an datanya dilakukan dengan cara mengukur jarak kedekatan pada setiap obyek yang kemudian membentuk sebuah dendrogram. Jenis analisis *cluster* dengan metode hierarki ada beberapa macam, diantaranya yaitu, metode *single linkage*, metode *complete linkage*, metode *average linkage*, metode *centroid*, metode *Ward*, dan metode *median clustering*.

Pada penelitian ini, metode yang akan digunakan adalah metode *average linkage* dan metode *Ward*. *Average linkage* merupakan variasi dari algoritma *single linkage* dan *complete linkage* yaitu menghitung jarak antara 2 *cluster* yang disebut sebagai jarak rata-rata dimana jarak tersebut dihitung pada masing-masing *cluster* dengan meminimumkan rata-rata jarak antar pasangan *cluster* yang digabungkan. Metode *Ward* merupakan suatu metode pembentukan *cluster*

* Corresponding author.

E-mail address: musarrafaah.paramadina@gmail.com



yang didasari oleh hilangnya informasi akibat penggabungan objek menjadi *cluster*. Hal ini diukur dengan menggunakan jumlah total dari deviasi kuadrat pada mean *cluster* untuk setiap pengamatan. *Error sum of squares* (SSE) digunakan sebagai fungsi obyektif. Dua obyek akan digabungkan jika mempunyai fungsi obyektif terkecil diantara kemungkinan yang ada. Salah satu alasan menggunakan metode *average linkage* karena metode ini belum banyak dibahas pada beberapa penelitian. Sedangkan alasan menggunakan metode *Ward* karena berdasarkan identifikasi awal hasil dendrogram, metode *Ward* merupakan metode yang memberikan hasil yang lebih mudah dalam pengelompokan dari metode hierarki lainnya yang dapat meminimumkan jumlah kuadrat (SSE).

Dalam pengaplikasian penelitian ini, diaplikasikan dalam bidang Indeks Pembangunan Manusia (IPM). Menurut BPS (2016), IPM mengukur capaian pembangunan manusia berbasis sejumlah komponen dasar kualitas hidup. IPM dibangun melalui pendekatan tiga dimensi dasar. Dimensi tersebut mencakup pendidikan, kesehatan serta kehidupan yang layak. IPM juga merupakan suatu tolak ukur maju atau tidaknya suatu wilayah atau daerah, karena dengan tingkat IPM yang tinggi suatu daerah akan dianggap berhasil dalam pembangunannya. Untuk membangun IPM yang berkualitas tinggi pemerintah harus membuat program-program serta fasilitas yang memadai untuk meningkatkan IPM, namun juga harus dengan dukungan masyarakat agar program-program tersebut dapat berjalan.

Beberapa penelitian sebelumnya yang pernah melakukan penelitian mengenai analisis *cluster* dengan metode *average linkage* dan metode *Ward* antara lain penelitian yang dilakukan oleh Dwi Putra Abdi Alam,dkk (2013) yang berjudul Pengclusteran Zona Musim (ZOM) dengan *Agglomerative Hierarchical Clustering*. Pada penelitian ini menggunakan tiga metode hierarki, yaitu metode *average linkage*, *complete linkage* dan *Ward*. Penelitian yang dilakukan oleh Luthfi Kurnia Hidayati,dkk (2013) yang berjudul Pengclusteran Kabupaten/Kota di Sulawesi Selatan berdasarkan faktor-faktor penyebab perceraian tahun 2010. Pada penelitian ini menggunakan empat metode yaitu metode *single linkage*, *average linkage*, *complete linkage* dan *Ward*.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Analisis Cluster

Analisis *cluster* merupakan suatu analisis statistik yang bertujuan untuk menggabungkan objek atau variabel ke dalam kelompok yang mempunyai sifat berbeda antara kelompok satu dengan kelompok yang lainnya (Johnson & Wichern, 1992). Analisis *cluster* mengelompokkan sejumlah n objek berdasarkan p varians yang secara relatif mempunyai kesamaan karakteristik diantara objek-objek tersebut, sehingga keragam di dalam suatu kelompok tersebut lebih kecil dibandingkan keragaman antar kelompok. Objek dapat berupa barang, jasa, tumbuhan, binatang dan orang (responden, konsumen atau yang lainnya). Objek tersebut akan diklasifikasi kedalam satu atau lebih *cluster* (kelompok) akan mempunyai satu kemiripan atau kesamaan karakter. Prosedur *cluster* atau pengelompokan data dapat dilakukan dengan dua metode yaitu metode hierarki dan metode non-hierarki. Pada penelitian ini menggunakan metode hierarki.

2.2. Metode Hierarki

Tipe dasar dalam metode hierarki bisa aglomeratif atau devisif. Pada pengclusteran aglomeratif, dimulai dengan menempatkan obyek dalam *cluster-cluster* yang berbeda kemudian mengelompokkan obyek secara bertahap ke dalam *cluster-cluster* yang lebih besar, sedangkan pada pengclusteran devisif dimulai dengan menempatkan semua obyek sebagai satu *cluster*. Kemudian secara bertahap obyek-obyek dipisahkan ke dalam *cluster-cluster* yang berbeda, dua *cluster*, tiga *cluster*, dan seterusnya (Simamora, 1996).

Ada lima metode hierarki aglomeratif dalam pembentukan cluster yaitu:

- a. Pautan Tunggal (*Single Linkage*)
- b. Pautan Lengkap (*Complete Linkage*)
- c. Pautan Rata-rata (*Average Linkage*)
- d. Metode Ward (*Ward's Method*)
- e. Metode Centroid (pusat)

2.3. Metode Average Linkage

Metode average linkage adalah metode clustering dengan prinsip jarak rata-rata antar setiap pasangan objek yang mungkin pada satu cluster dengan seluruh objek pada cluster yang lain. Average linkage menghitung jarak antara dua *cluster* yang disebut sebagai jarak rata-rata dimana jarak tersebut dihitung pada masing-masing *cluster*. Prosedur average linkage dimulai dengan mendefinisikan matrik $D = \{d_{ik}\}$ untuk memperoleh objek-objek paling dekat, sebagai contoh U dan V . Kemudian objek ini digabung ke dalam bentuk cluster (UV). Selanjutnya jarak antar (UV) dan cluster lainnya, (W). (Johnson dan Wichern, 2007:690)

$$d_{(UV)W} = \frac{\sum_i \sum_k d_{ik}}{N_{UV} N_W} \quad (1)$$

dimana:

D_{ik} = jarak antar objek i dalam *cluster* (UV) dan objek k dalam *cluster* W

N_{UV} = jumlah item pada *cluster* UV

N_W = jumlah item pada *cluster* W

2.4. Metode Ward

Metode varians bertujuan untuk memperoleh *cluster* yang memiliki varians *internal cluster* yang sekecil mungkin. Metode varians yang umum dipakai adalah metode *Ward* dimana rata-rata untuk setiap *cluster* dihitung. Lalu dihitung jarak *Euclidean* antara setiap nilai objek dan nilai rata-rata itu, lalu jarak itu dihitung semua. Pada setiap tahap, dua *cluster* yang memiliki kenaikan 'sum of squares dalam *cluster* yang terkecil digabungkan (Simamora B, 1996).

Metode *Ward* adalah metode pengclusteran yang bersifat agglomerative (penggabungan) untuk memperoleh kelompok yang memiliki varian internal sekecil mungkin. Metode ini menggunakan perhitungan yang lengkap dan memaksimalkan homogenitas di dalam satu kelompok. Untuk pengclusteran metode *Ward*, jumlah kelompok ditentukan terlebih dahulu berdasarkan dendrogram. Ukuran yang digunakan adalah *Sum of Square Error* (SSE) variabel.

Agglomerative merupakan prosedur pengelompokan hierarki dimana setiap objek berawal dari *cluster* yang terpisah. *Cluster-cluster* dibentuk dengan mengelompokkan objek ke dalam *cluster* yang semakin banyak objek yang menjadi anggotanya. Proses ini dilanjutkan sampai semua objek menjadi anggota dari *cluster* tunggal. Metode *Ward* merupakan bagian dari metode pengelompokan yang mengelompokkan N buah objek ke dalam $N-1, N-2$, dan seterusnya sampai menjadi satu *cluster*, dengan banyaknya *cluster* tidak diketahui. SSE hanya dapat dihitung jika *cluster* memiliki elemen lebih dari satu objek. SSE *cluster* yang hanya memiliki satu objek adalah nol.

Metode *Ward* ini dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut (Sela Oktavia, dkk, 2013):

$$SSE = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 - (X_i - \bar{X}) \quad (2)$$

dimana:

X_i = vector kolom yang entrinya nilai objek ke- i dengan $i = 1, 2, 3, \dots, N$

P = vector kolom yang entrinya rata-rata nilai objek dalam *cluster*

N = banyaknya objek dalam *cluster* yang terbentuk

2.5. Menentukan Kebaikan Metode Pengclusteran

Untuk mengetahui metode mana yang mempunyai kinerja terbaik, dalam penelitian ini peneliti menggunakan *index dunn*. *Index dunn* merupakan fungsi validitas yang mampu memberikan hasil penilaian yang efektif untuk aplikasi yang menggunakan beberapa metode *cluster* yang berbeda. Menurut Satoto (2015) Validitas cluster 21 berlandaskan pada fakta bahwa *cluster* yang terpisah biasanya memiliki jarak antar *cluster* yang besar dan jarak dalam *cluster* yang kecil. Indeks *dunn* tidak memiliki suatu rentang nilai, untuk mencari indeks *dunn* terbaik dapat dilihat dari nilai terbesar yang dihasilkan (Dewinanti, 2013). *Index dunn* didefinisikan sebagai berikut:

$$DI(c) = \min_{1 \leq i \leq n} \left\{ \min_{\substack{i \leq j \leq n \\ i \neq j}} \left\{ \frac{d(C_i, C_j)}{\max_{1 \leq k \leq n} \{d'(C_k)\}} \right\} \right\} \quad (3)$$

dimana :

$$\begin{aligned} d(C_i, C_j) &= \text{jarak antar cluster } C_i \text{ dan } C_j \\ d'(C_k) &= \text{merupakan jarak dalam cluster } C_k \\ n &= \text{banyaknya jumlah cluster} \end{aligned}$$

Nilai terbesar dari DI diambil sebagai jumlah optimum cluster (Azuaje, 2001). Tujuan utama pengukuran ini adalah untuk memaksimalkan jumlah *intracluster*. Nilai dari DI yang paling besar menunjukkan *cluster* yang terbaik.

2.6. Indeks Pembangunan Manusia (IPM)

IPM merupakan indeks komposit yang dihitung sebagai rata-rata sederhana dari tiga indeks dasar yaitu indeks harapan hidup, indeks pendidikan dan indeks standar hidup layak. Menurut UNDP, IPM mengukur pencapaian pembangunan manusia berbasis sejumlah kemampuan komponen dasar kualitas hidup.

Menurut BPS (2016), IPM dibangun melali pendekatan tiga dimensi dasar yaitu:

1. Dimensi umur panjang dan kesehatan
2. Dimensi pengetahuan
3. Dimensi kehidupan yang layak

Ketiga dimensi tersebut memiliki pengertian yang sangat luas karena terkait banyak faktor. Untuk mengukur dimensi umur panjang dan kesehatan, digunakan angka harapan hidup waktu lahir. Selanjutnya, untuk mengukur dimensi pengetahuan, digunakan gabungan indikator angka buta huruf, rata-rata lama sekolah dan partisipasi sekolah. Adapun untuk mengukur dimensi kehidupan yang layak, digunakan indikator kemampuan daya beli. Kemampuan daya beli masyarakat terhadap kebutuhan pokok yang dilihat dari rata-rata besarnya pengeluaran perkapita sebagai pendekatan pendapatan yang mewakili capaian pembangunan untuk hidup layak.

3. Metode Penelitian

Penelitian yang telah dilakukan merupakan penelitian terapan dengan pendekatan kuantitatif yaitu mengambil atau mengumpulkan data yang diperlukan. Selanjutnya dilakukan analisis cluster dengan metode *average linkage* dan metode *Ward* untuk dibandingkan. Pada penelitian ini data yang digunakan adalah indikator IPM di Kabupaten/Kota Sulawesi Selatan, yang bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Sulawesi Selatan. Unit observasi penelitian ini 21 Kabupaten dan 3 kota di Provinsi Sulawesi Selatan.

4. Hasil dan Pembahasan

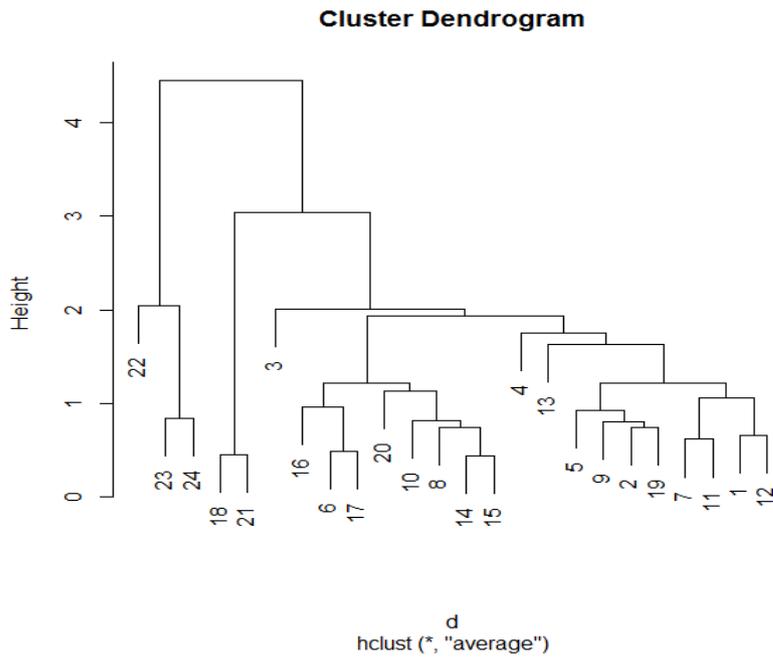
Dalam penelitian ini dilakukan pengclusteran dengan menggunakan metode analisis *cluster average linkage* dan metode *Ward*, dimana metode pada penelitian ini tidak ditentukan jumlah *cluster* yang akan dibentuk untuk menentukan pengelompokan awal Kabupaten/Kota untuk Indeks Pembangunan Manusia di Provinsi Sulawesi Selatan. Oleh karena itu, berdasarkan dendrogram peneliti membentuk beberapa bentuk *cluster* yang kemudian akan ditentukan *cluster* terbaik yang memiliki hasil *cluster* yang terbaik.

Tabel 1. Kode keterangan Kabupaten/Kota

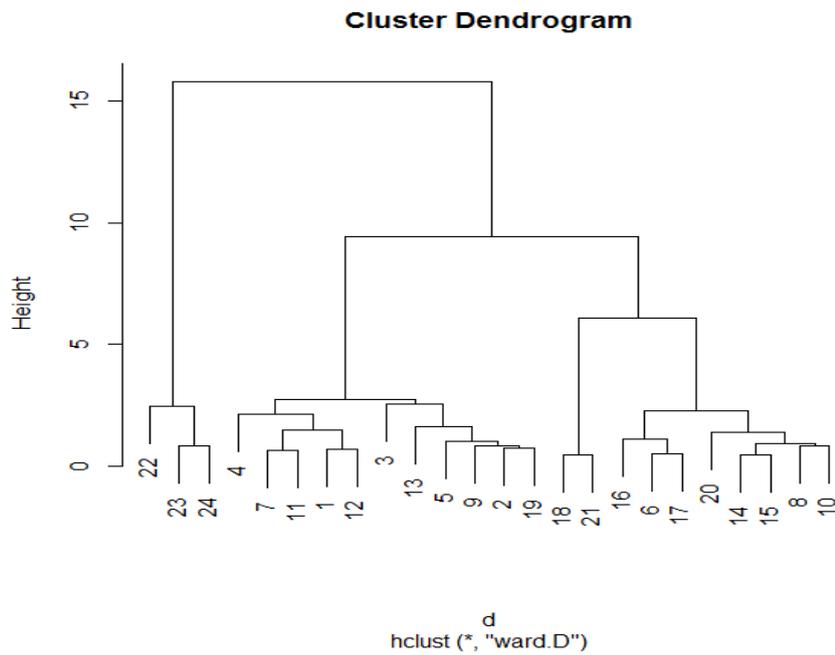
No.	Kabupaten/Kota	No.	Kabupaten/Kota	No.	Kabupaten/Kota	No.	Kabupaten/ Kota
1	Selayar	7	Sinjai	13	Wajo	19	Luwu Utara
2	Bulukumba	8	Maros	14	Sidrap	20	Luwu Timur
3	Bantaeng	9	Pangkep	15	Pinrang	21	Toraja Utara
4	Jeneponto	10	Barru	16	Enrekang	22	Kota Makasar
5	Takalar	11	Bone	17	Luwu	23	Kota Pare Pare

No.	Kabupaten/Kota	No.	Kabupaten/Kota	No.	Kabupaten/Kota	No.	Kabupaten/Kota
6	Gowa	12	Soppeng	18	Tana Toraja	24	Kota Palopo

Adapun dendrogram untuk metode *average linkage* dan metode *Ward* yang masing-masing disajikan pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 2 Dendrogram Metode *Average Linkage*



Gambar 3 Dendrogram Metode *Ward*

Berdasarkan gambar 1 dan gambar 2, dari kedua dendogram tersebut maka akan dibentuk beberapa *cluster* dengan metode *average linkage* dan metode *Ward*. Dalam penentuan jumlah *cluster* dengan dendogram bisa diperoleh beberapa *cluster* yang selanjutnya akan dibandingkan untuk menentukan jumlah *cluster* terbaik. Pada penelitian ini akan dibentuk beberapa *cluster* yakni 3 *cluster* , 4 *cluster*, 5 *cluster* hingga 8 *cluster*.

Berdasarkan hasil analisis, maka akan ditentukan *cluster* yang memiliki akurasi ketepatan pengelompokan terbaik, yang selanjutnya *cluster* yang memiliki akurasi terbaik akan digunakan sebagai pengelompokan awal Indeks Pembangunan Manusia di Sulawesi Selatan. Penentuan akurasi *cluster* ini dengan menggunakan *Cluster Validation* dengan validasi Index Dunn, dengan ketentuan bahwa *cluster* yang memiliki nilai index dunn tertinggi adalah *cluster* yang baik digunakan. Berikut adalah hasil akurasi masing-masing *cluster* yang terbentuk.

Tabel 2. Penentuan *Cluster* Terbaik dengan menggunakan Index Dunn

Cluster	Metode Average Linkage	Metode Ward
3 Cluster	0.43	0.30
4 Cluster	0.43	0.40
5 Cluster	0.34	0.32
6 Cluster	0.40	0.33
7 Cluster	0.43	0.38
8 Cluster	0.55	0.43

Berdasarkan tabel 2 diperoleh bahwa pada pengelompokan menggunakan metode *average linkage* diperoleh bahwa pembentukan 8 *cluster* menghasilkan nilai index yang terbaik dibandingkan dengan pembentukan *cluster* lainnya. Sedangkan dengan melakukan pengelompokan menggunakan metode *Ward* diperoleh pula bahwa pembentukan 8 *cluster* menghasilkan *index dunn* tertinggi dibandingkan dengan pembentukan *cluster* lainnya. Berdasarkan tabel 27 di atas ditentukan bahwa metode *average linkage* dalam hal ini untuk melakukan pengelompokan Indeks Pembangunan Manusia dengan jumlah *cluster* terbentuk yakni 8 *cluster*. Hasil pengelompokan Kabupaten/Kota di Provinsi Sulawesi Selatan dengan 8 *cluster* yang terbentuk disajikan pada table 3.

Tabel 3. Hasil Pengelompokan Kabupaten/Kota menggunakan Metode *average linkage*

Cluster	Jumlah Anggota	Anggota Kabupaten/Kota
Cluster 1	8	Selayar, Bulukumba, Takalar, Sinjai, Pangkep, Barru, Bone, Soppeng, Luwu Utara
Cluster 2	1	Bantaeng
Cluster 3	1	Jeneponto
Cluster 4	8	Gowa, Maros, Barru, Sidrap, Pinrang, Enrekang, Luwu, Luwu Timur
Cluster 5	1	Wajo
Cluster 6	2	Tana Toraja, Toraja Utara
Cluster 7	1	Kota Makassar
Cluster 8	2	Kota Pare Pare, Kota Palopo

Tabel 4. Rata-rata masing-masing cluster berdasarkan indikator IPM

		Variabel			
		AHH	HLS	RLS	PDB
Rata-rata		68.68	13.00	7.59	10140.75
Cluster	1	66.92	12.33	6.74	8525.60
	2	66.55	12.48	6.92	10587.20
	3	69.84	11.88	6.17	10596.00
	4	69.93	13.32	7.78	9402.00
	5	68.73	13.07	7.50	10828.00
	6	72.67	13.28	7.82	6868.50
	7	71.49	14.80	11.07	16013.00

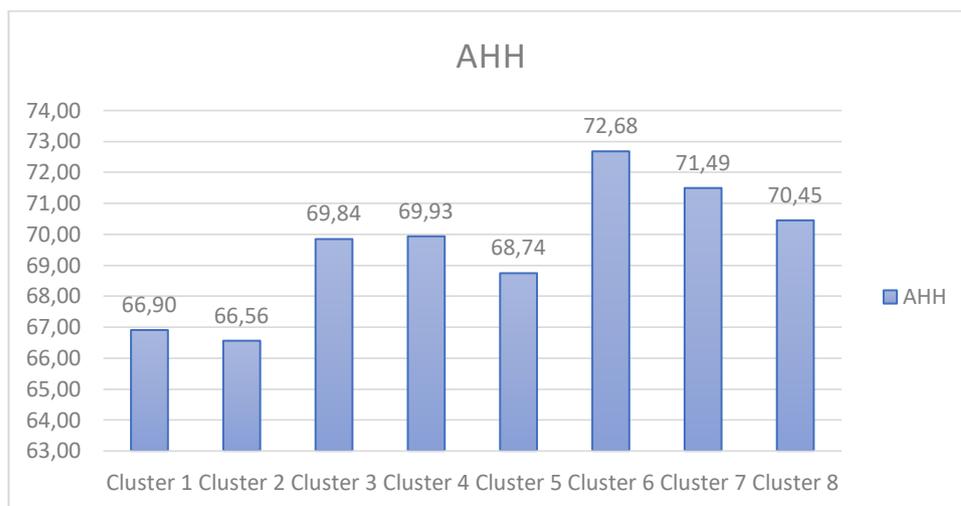
	Variabel			
	AHH	HLS	RLS	PDB
8	70.44	14.74	10.14	12561.00

Berdasarkan tabel 4 dapat dijelaskan bahwa pada *cluster* 1 rata-rata Angka Harapan Hidup, Harapan Lama Sekolah, Rata-Rata Lama Sekolah dan Paritas Daya Beli berada di bawah rata-rata indikator IPM di Sulawesi Selatan. Sehingga, pada Kabupaten/Kota yang berada pada *cluster* 1 perlu diberikan perhatian terhadap ke empat variable/indikator IPM tersebut.

Pada *cluster* 2 nilai rata-rata pada Paritas Daya Beli berada di atas rata-rata. Sehingga yang perlu diperhatikan kepada Kabupaten/Kota dalam *cluster* ini adalah pada Angka Harapan Hidup, Harapan Lama Sekolah, Rata-Rata Lama Sekolah karena masih berada di bawah rata-rata indikator Indeks Pembangunan Manusia di Sulawesi Selatan. Adapun pada *cluster* 3 rata-rata Angka Harapan Hidup dan Paritas Daya Beli di atas rata-rata. Sehingga yang perlu di perhatian terhadap Kabupaten/Kota yang berada pada *cluster* ini adalah pada dunia Pendidikan, Harapan Lama Sekolah dan Rata-Rata Lama Sekolah.

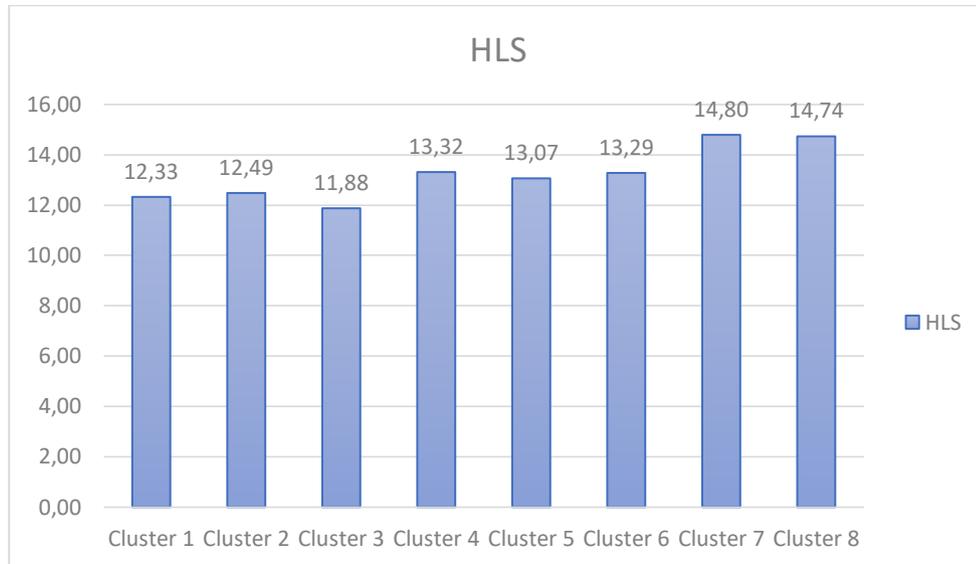
Sementara pada *cluster* 4 dan *cluster* 6 rata-rata Angka Harapan Hidup, Harapan Lama Sekolah, Rata-Rata Lama Sekolah di atas rata-rata. Sehingga variable/indikator yang perlu diperhatikan pada Kabupaten/Kota yang berada pada *cluster* ini adalah Paritas Daya Beli yang masih berada di bawah rata-rata di Provinsi Sulawesi Selatan. Sedangkan pada *cluster* 5, variable/indikator Indeks Pembanguana Manusia yang perlu diperhatikan adalah Rata-Rata Lama Sekolah yang berada di bawah rata-rata di Provinsi Sulawesi Selatan.

Kabupaten/Kota yang berada pada *cluster* 7 dan *cluster* 8 merupakan Kabupaten/Kota yang memiliki Indeks Pembanguana Manusia yang baik karena Angka Harapan Hidup, Harapan Lama Sekolah, Rata-Rata Lama Sekolah dan Paritas Daya Beli yang berada di atas rata-rata. sehingga dapat disimpulkan bahwa Kabupaten/Kota yang berada pada *cluster* 7 dan *cluster* 8 merupakan Kabupaten/Kota yang sukses/berhasil.



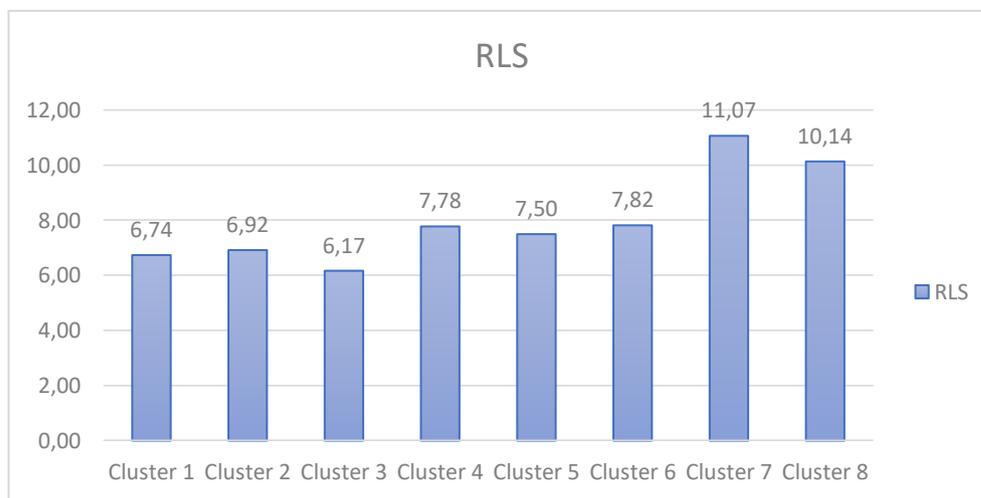
Gambar 4 Diagram variabel Angka Harapan Hidup (AHH)

Pada diagram AHH (Angka Harapan Hidup) yang disajikan pada gambar 4, terlihat bahwa dari *cluster* 1 sampai *cluster* 8 yang paling tinggi tingkat Angka Harapan Hidupnya adalah *cluster* 6 yang berjumlah 72.68 sementara yang paling rendah adalah *cluster* 2 yang berjumlah 66.56.



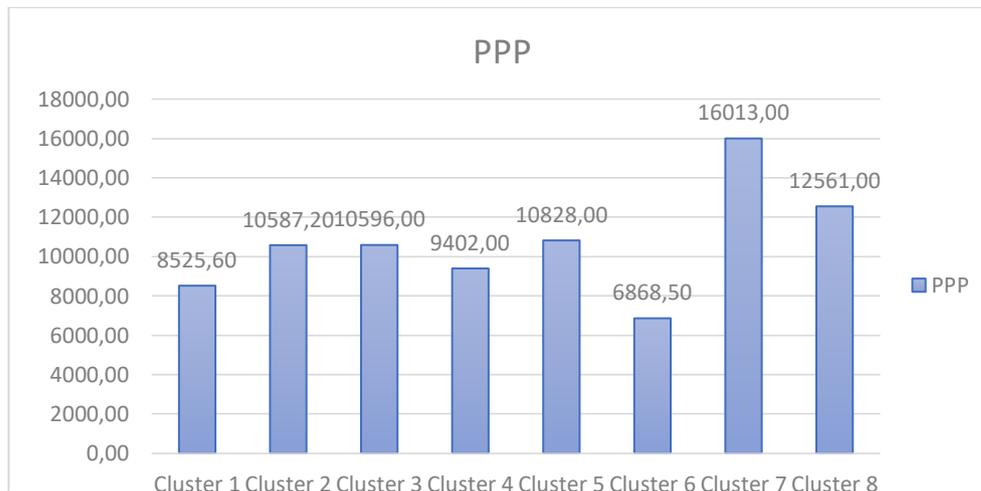
Gambar 5 Diagram variabel Harapan Lama Sekolah (HLS)

Sementara pada HLS (Harapan Lama Sekolah) *cluster* yang paling tinggi dalam bidang pendidikan yaitu *cluster 7* yang berjumlah 14.80 dan yang paling rendah adalah *cluster 3* yang berjumlah 11.88.



Gambar 6 Diagram variabel Rata-rata Lama Sekolah (RLS)

Kemudian pada RLS (Rata-Rata Lama Sekolah) *cluster* yang paling tinggi berada pada *cluster 7* dengan jumlah 11.07 dan yang paling rendah berada pada *cluster 3* dengan jumlah 6.17.



Gambar 7 Diagram variabel Paritas Daya Beli (PDB)

Sedangkan pada PDB (Paritas Daya Beli) kita dapat lihat bahwa *cluster* yang paling tinggi ada pada *cluster* 7 yang berjumlah 16013.00 dan yang paling rendah berada pada *cluster* 6 dengan jumlah 6868.50.

5. Kesimpulan

Berdasarkan pengelompokan yang dibahas pada hasil dan pembahasan, pada penelitian ini digunakan 2 metode *cluster* hirarki yaitu Metode *Average Linkage* dan Metode *Ward*. Pada penelitian ini dibentuk beberapa pengelompokan awal yang selanjutnya akan ditentukan *cluster* yang baik digunakan dengan menggunakan Validasi *Cluster Index Dunn*. Diperoleh bahwa pengelompokan dengan menggunakan Metode *Average Linkage* menghasilkan *Index Dunn* yang terbaik dengan nilai 0.55 dengan jumlah *cluster* yang terbentuk sebanyak 8 *cluster* dibandingkan dengan Metode *Ward* yang menghasilkan nilai *Index Dunn* sebesar 0.43.

Dari 8 *cluster* yang terbentuk diperoleh bahwa anggota dari *cluster* 7 dan *cluster* 8 memiliki nilai rata-rata indikator IPM di atas nilai rata-rata di Provinsi Sulawesi Selatan. Adapun Kabupaten/Kota tersebut adalah Kota Makassar, Kota Pare-Pare dan Kota Palopo. Untuk anggota dari *cluster* lainnya memiliki salah satu atau keempat dari indikator Indeks Pembangunan Manusia yang berada di bawah rata-rata di Provinsi Sulawesi Selatan.

References

- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (2015). Indikator Pembangunan Sosial Sulawesi Selatan.
- Bilson, S. (2005). Analisis Multivariat Pemasaran Edisi Pertama. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- BPS. (2015). Statistik Daerah Provinsi Sulawesi Selatan.
- BPS. (2016). Indeks Pembangunan Manusia 2010-2014.
- Bunkers, d. (1996). Definition of Climate Regions in the Northern Plains Using. J-Climate, 130-146.
- Irwan. (2010). Penggunaan Analisis Diskriminan dan Self-Organizing Maps (SOM) dalam Pengelompokan Objek (Studi Pengelompokan Desa Miskin di Kabupaten Wajo). Makassar. Skripsi. FMIPA Universitas Negeri Makassar.
- Johnson, R.A; Wichern, D.W;. (1992). Applied Multivariate Statistical Analysis Third Edition. New Jersey.
- Laeli, S. (2014). Analisis Cluster dengan Average Linkage Method Linkage dan Ward's Method untuk Data Responden Nasabah Asuransi Jiwa Unit Link. Statistika.
- Laraswati, T. F. (2014). Perbandingan Kinerja Metode Complete Linkage, Metode Average Linkage, dan Metode K-Means dalam Menentukan Hasil Analisis Cluster. Jurnal Statistika.

- Muhammad Arif tiro, S. A. (2010). Statistika Deskriptif Peubah Banyak. Makassar: Andira Publisier.
- Oktavia, S., Muhlasah, N., & Neva, S. (2013). Pengelompokan Kinerja Dosen Jurusan Matematika FMIPA UNTAN Berdasarkan Penilaian Mahasiswa Menggunakan Metode Ward. 93-100.
- Prasetyo, E. (n.d.). Data Mining (Konsep dan Aplikasi Menggunakan MATLAB. Andi Yogyakarta.
- Robinson Sitepu, I. B. (2003). Analisis Cluster Terhadap Tingkat Pencemaran Udara pada Sektor Industri di Sumatera Selatan. Penelitian Sains, 11-17.
- Simamora, B. (1996). Definition of Climate Regions in the Northern Plains Using. J-Climat, 130-146.