

ANALISIS *CLUSTER* PENDEKATAN METODE *HIERARCHICAL CLUSTERING* TERHADAP PERTUMBUHAN EKONOMI DI PROVINSI SULAWESI SELATAN

Dwidary Mulyaningrum¹, Muhammad Nusrang², Sudarmin³
^{1,2,3}Prodi Statistika FMIPA UNM Makassar

Abstrak

Analisis *cluster* digunakan untuk mencari bagaimana tingkat kemiripan atau kesamaan karakteristik setiap objeknya yang berada didalam masing-masing pengelompokan yang sudah terbentuk, oleh karena itu tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui bagaimana penningkatan pada pertumbuhan ekonomi di Sulawesi Selatan menggunakan analisis *cluster* dengan salah satu metodenya yaitu hierarki (*Hierarchical*). Hasil penelitian tersebut, objek dikelompokkan menjadi 3 *cluster* dari 24 sektor wilayah kabupaten/kota Provinsi Sulawesi Selatan berdasarkan, penentuan metode *hierarchical clustering* yakni diantara *average linkage methods*, *ward's methods*, dan *centroid methods* menunjukkan hasil rasio simpangan baku terbaik pada metode *wards's* karena memiliki nilai rasio terkecil yaitu 0,5052.

Kata Kunci : Analisis *Cluster*, *Hierarchical Clustering*, Pertumbuhan Ekonomi

1. Latar Belakang

Pertumbuhan ekonomi merupakan sebuah proses peningkatan output dari waktu ke waktu menjadi indikator penting untuk mengukur keberhasilan pembangunan bagi suatu perekonomian di setiap negara ataupun proses perubahan kondisi perekonomian suatu negara secara berkesinambungan menuju keadaan yang lebih baik selama periode tertentu. Pertumbuhan ekonomi dapat diukur berdasarkan besaran (PDRB) Produk Domestik Regional Bruto (Wahyuningsi, 2013).

PDRB dalam ADHK (Atas Dasar Harga Konstan) dan ADHB (Atas Dasar Harga Berlaku) untuk menunjukkan laju pertumbuhan ekonomi secara keseluruhan atau setiap sektor dari tahun ke tahun. Di suatu daerah terkhususnya di Provinsi Sulawesi Selatan menurut Badan Pusat Statistik (BPS) pertumbuhan ekonomi di Sulawesi Selatan berdasarkan indikator makro sosial ekonomi pada pertumbuhan ekonomi menunjukkan dari tahun 2019 Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) mencapai harga berlaku dari sebesar Rp. 134,02 triliun dengan atas dasar harga konstan tahun 2010 yang mencapai Rp.87,30 triliun, oleh karena itu *year on year (y-on-y)* ekonomi Sulawesi Selatan triwulan III-2019 tumbuh sebesar 7,21 %. Dibandingkan triwulan III-2018 hanya sebesar 7,17 % dengan PDRB mencapai harga Rp.122,11 trilliun dengan atas dasar harga konstan tahun 2010 yang mencapai Rp.87,30 triliun

Adapun dalam hal ini untuk mencegah terjadinya masalah kinerja penurunan perekonomian seperti inflasi, kesenjangan, ataupun ketimpangan daerah lainnya, maka pemerintah Provinsi Sulawesi Selatan melakukan tindakan antisipasi yaitu melalui kebijakan strategi pemerataan ekonomi di Provinsi Sulawesi Selatan untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi hal ini mencakup agar pertumbuhan ekonomi di Sulawesi Selatan tetap stabil dan lebih merata peningkatannya (SMERU, 2018). Oleh karena itu salah satu upaya menanggulangi masalah ini dalam analisis statistika maka dilakukannya pengelompokan sektor wilayah yang memiliki tingkat kemiripan atau tingkat kesamaan dengan menggunakan salah satu metode statistika multivariat yaitu analisis *cluster*.

Analisis *cluster* merupakan salah satu analisis statistika yang bertujuan untuk mengelompokkan objek-objek berdasarkan kesamaan karakteristik diantara objek-objek tersebut. Objek tersebut akan dikelompokkan ke dalam satu atau beberapa kelompok (*cluster*) sehingga objek-objek yang berbeda dalam satu kelompok akan mempunyai kemiripan satu dengan lainnya (Ramadhani & Purnamasari, 2018).

Pada saat ini analisis *cluster* merupakan salah satu dari beberapa metode statistika yang paling banyak digunakan pengaplikasiannya ke berbagai bidang ilmu lainnya seperti ilmu kimia, biologi, psikologi, kesehatan, ekonomi, sosial dan lain-lain sebagainya (Rachmatin, 2014).

Prosedur pada analisis *cluster* umumnya dapat dilakukan dengan dua metode yaitu *hierarchical clustering* dan *non-hierarchical clustering*, dalam metode hierarki jumlah kelompok yang akan diperoleh digabungkan terlebih dahulu dua objek yang paling terdekat. Sedangkan non-hierarki (*non-hierachical*), dalam metode non-hierarki teknik ini dimulai dengan menentukan jumlah *cluster* yang diinginkan.

Pada penelitian ini pengaplikasian analisis *cluster* terhadap pertumbuhan ekonomi di Sulawesi Selatan dapat dilakukan dengan salah satu metode *clustering* yaitu *hierarchical clustering*. Berdasarkan pada langkah-langkah algoritma tersebut dapat dianalisa dengan metode *agglomerative*. secara umum terdiri dari *single linkage methods*, *complete linkage methods*, *average linkage methods*, *ward's methods*, dan *centroid methods* namun dalam penelitian ini metode *agglomerative* yang digunakan hanya 3 yaitu *average linkage methods*, *ward's methods*, dan *centroid methods*.

2. Kajian Pustaka

2.1 Analisis Cluster

Analisis *cluster* adalah suatu teknik statistik multivariat yang ditujukan untuk membuat klasifikasi individu-individu atau objek-objek ke dalam kelompok-kelompok lebih kecil yang berbeda satu (Wijaya & Budiman, 2016). Sehingga objek-objek yang berada dalam satu kelompok (*cluster*) akan mempunyai kemiripan atau kesamaan karakteristik satu dengan yang lain. Sebagai contoh Objek yang berada dalam satu kelompok dapat berupa orang, tumbuhan, barang, jasa, tumbuhan dan lain-lain. Pada penelitian ini menggunakan metode hierarki. Adapun secara logika ciri-ciri *cluster* yang baik mempunyai:

1. Homogenitas (kesamaan) yang tinggi anatar anggota dalam *cluster*
2. Heterogenitas (perbedaan) yang tinggi antara *cluster* yang satu dengan lainnya

2.2 Hierarchical Clustering

Metode *hierarchical clustering* adalah suatu metode pada analisis *cluster* yang membentuk tingkatan seperti struktur pohon karena proses *cluster* dilakukan secara bertahap dan bertingkat. Hasil dari metode hierarki (*hierarchical methods*) dapat divisualisasikan kedalam bentuk gambar dendogram. Dendogram merupakan representatif visual dari hasil analisis *cluster* menunjukkan bagaimana *cluster* akan terbentuk. Adapun berikut ini merupakan langkah-langkah pengklasteraan untuk membentuk suatu kelompok:

1. Memilih variabel

Hal ini yang paling penting karena didalam analisis *cluster* adalah bagaimana menentukan pemilihan variabel-variabel yang relevan untuk digunakan dalam menganalisis *cluster*.

2. Mentransformasikan Data

jika terdapat perbedaan nilai yang besar antar variabel dengan menyamakan satuan pengukuran antar masing-masing objek dengan menggunakan uji *z-score* (Nugroho, 2008).

3. Ukuran Jarak

Menentukan kemiripan atau ketidakmiripan dari objek yang akan dikelompokkan, oleh karena itu tujuan dari pengklasteraan adalah mengelompokkan objek yang mirip dalam *cluster* yang sama. Untuk mengukur kemiripan dapat dinyatakan dalam jarak (*distance*) antar pasangan objek. Pada analisis *Cluster* untuk mengukur kesamaan antar objek ukuran yang dapat digunakan yaitu ukuran kedekatan, ukuran ini digunakan untuk mewakili dua objek yang berdekatan (Johnson & Wichern, 2007).

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - y_{jk})^2}$$

Keterangan:

d_{ij} = jarak antara objek ke-i dan objek ke-j

P = jumlah variabel *cluster*

x_{ik} = data dari subjek ke-i pada variabel ke-k

y_{jk} = data dari subjek ke-j pada variabel ke-k

4. Pengklasteraan Metode *Hierarchical Clustering*

Dalam praktik metode *hierarchical*. Penggabungan (*agglomerative*) lebih banyak digunakan karena pembentukan *clusternya* yang bersifat ilmiah. *Agglomerative* dimulai dengan menganggap setiap data observasi dengan memasukkannya sebagai *cluster* tersendiri. Kemudian mencari pasangan *cluster* yang berbeda disatukan sehingga menjadi satu *cluster* yang baru dengan tetap memperhitungkan jarak kedekatan antar objek.

Berikut ini adalah algoritma *cluster* secara *hierarchical clustering*:

- 1) Mulailah dengan menentukan N cluster yang akan dibentuk. Dimana N adalah banyaknya objek yang diamati dan di dalamnya terdapat jarak $D = \{d_{ij}\}$
- 2) Cari matriks jarak untuk pasangan cluster terdekat kemudian tentukan jarak matriksnya
- 3) Gabungkan masing-masing cluster yang terbukti memiliki jarak kedekatan
- 4) Ulangi langkah 2 dan 3, sebanyak $(n - 1)$ kali hingga semua objek membentuk satu cluster.

Setelah dijelaskan beberapa langkah algoritma *agglomerative* (penggabungan), pada penelitian ini hanya menggunakan 3 metode diantaranya yaitu *average linkage methods*, *ward's methods*, dan *centroid methods*.

a. Average Linkage Methods

Metode *average linkage* adalah metode dengan berdasarkan jarak antar rata-rata antar objeknya pada satu kelompok dengan seluruh objek pada cluster yang lain (Johnson & Wichern, 2007).

$$d_{(uv)w} = \sqrt{\frac{\sum_i \sum_j d_{ij}}{n_{(uv)}n_w}}$$

Keterangan:

- $d_{(uv)w}$ = jarak antara (uv) dan cluster w
- $d_{(ij)}$ = jarak antara i pada cluster (uv) dan objek j pada cluster w
- n_{uv} = banyaknya jumlah anggota pada cluster (uv)
- n_w = banyaknya jumlah anggota pada cluster w

b. Ward's Methods

Metode varians adalah salah satu metode *agglomerative* (penggabungan) yang merupakan algoritma dari metode *Hierarchical clustering* bertujuan untuk memperoleh cluster yang memiliki varians internal cluster yang sekecil mungkin. Metode varians yang umum digunakan adalah metode ward dimana rata-rata untuk setiap cluster dihitung dengan jarak Euclidean antara setiap objek dan nilai rata-rata dihitung secara keseluruhan. Pada setiap tahapnya, dua cluster memiliki kenaikan 'sum of squares dalam cluster' yang terkecil akan digabungkan (Rencher, 2002).

$$SSE_{uv} = \sum_{i=1}^{n_{uv}} (x_i - \bar{x}_{uv})' (x_i - \bar{x}_{uv}) (x_i - \bar{x}_{uv})' (x_i - \bar{x}_{uv})$$

Keterangan:

- I_{uv} = jarak antara objek i dan objek j
- $d^2(x_i, x_j)$ = jarak euclidean kuadrat dari i dan j
- x_i = nilai rata-rata objek ke i
- x_j = nilai rata-rata objek ke j

c. Centroid Methods

Centroid Method adalah metode pengclusteran yang memperhatikan rata-rata dari setiap objek yang bergabung berdasarkan jarak *minimum* yang diperoleh dari jarak *euclidean* jika \bar{x}_u dan \bar{x}_v adalah vektor rata-rata dari (*centroid*) cluster u dan v (Rencher, 2002).

$$D(u, v) = d(x_u, x_v)$$

Dari jarak tersebut jarak terkecil antar cluster yang akan dipilih untuk menggabungkan kedua objek, dimisalkan u dan v yang memiliki jarak terdekat maka u dan v bergabung menjadi satu cluster.

5. Menentukan Banyaknya Jumlah Cluster:

Pada analisis cluster untuk menentukan banyaknya kelompok maka dapat dilakukan dengan pendekatan, yaitu sebagai berikut (Ramadhani & Purnamasari, 2018):

1. Pertimbangan teoritis, konseptual, praktis kemungkinan bisa diusulkan untuk menentukan berapa banyaknya cluster untuk menghendaki cluster kedalam jumlah besarnya kelompok relatif cluster.
2. Di dalam pengelompokkan hierarki, jarak dimana cluster digabung dapat digunakan sebagai kriteria.
3. Memperhatikan aspek kegunaan cluster.

6. Menentukan Metode Terbaik Dengan Simpangan Baku

Menurut Bunkers (1996). Kinerja hasil *clustering* dapat diketahui dari nilai rasio (S_W) dan (S_B). Untuk mengetahui metode mana yang mempunyai kinerja terbaik, kinerja dapat digunakan rata-rata simpangan baku dalam *cluster* (S_W) dan simpangan baku antar *cluster* (S_B).

Rumus simpangan baku dalam *cluster* (S_W) :

$$S_W = K^{-1} \sum_{k=1}^K S_k$$

Dimana:

S_W = simpangan baku dalam *cluster*

K = banyaknya *cluster* yang terbentuk

S_k = simpangan baku *cluster* ke-k

Rumus simpangan baku antar *cluster* (S_B) :

$$S_B = [(K - 1)^{-1} \sum_{k=1}^K (\bar{X}_k - \bar{X})^2]^{1/2}$$

Dimana :

S_B = simpangan baku antar *cluster*

K = Banyaknya *cluster* yang terbentuk

\bar{X}_k = rata-rata *cluster* ke-k

\bar{X} = rata-rata keseluruhan *cluster*

Menurut Barakh & Arai (2004), jika semakin kecil nilai rasio antara (S_W) dalam *cluster* dan (S_B) antar *cluster* maka kinerja suatu metode *clustering* semakin baik yang berarti dalam hal ini *cluster* mempunyai homogenitas maksimum dalam *cluster* dan heterogenitas maksimum antar *cluster*, dengan rumus yaitu:

$$S = \frac{S_W}{S_B}$$

Jika semakin kecil nilai rasio dalam *cluster* (S_W) dan antar *cluster* (S_B) maka kinerja suatu metode *clustering* semakin baik yang berarti dalam hal ini *cluster* mempunyai homogenitas maksimum dalam *cluster* dan heterogenitas maksimum antar *cluster*.

7. Interpretasi *cluster*

Tahap akhir dari proses pengklasteran adalah melakukan interpretasi terhadap *cluster-cluster* yang sudah terbentuk, yang pada intinya bertujuan untuk menggambarkan isi *cluster* kemudian dilakukan proses *profiling* untuk menjelaskan tiap *cluster* berdasarkan profil tertentu (Santoso, 2017).

2.3 Pertumbuhan Ekonomi

Pertumbuhan ekonomi adalah sebuah proses perubahan kondisi perekonomian di suatu negara maupun daerah secara berkesinambungan menuju keadaan yang lebih baik selama periode tertentu. Dalam hal ini untuk dapat melihat bagaimana proses peningkatan pada pertumbuhan ekonomi di suatu daerah dapat diukur berdasarkan besaran Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) yang merupakan salah satu indikator penting untuk mengetahui perkembangan perekonomian di suatu daerah dalam suatu periode tertentu. Pada Perhitungan PDRB dapat dilakukan dengan dua harga yaitu PDRB atas dasar harga berlaku dan PDRB atas dasar harga konstan (Asdar, 2018).

3. Metode Penelitian

3.1 Sumber Data

Data yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu data sekunder. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari publikasi Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Selatan yaitu (Indikator Makro Sosial Ekonomi Sulawesi Selatan Triwulan 1 2020: PDRB Sulawesi Selatan Menurut Kabupaten/Kota Atas Dasar Harga Berlaku dan Konstan 2010, Tahun 2018-2019).

3.2 Definisi Operasional Peubah

- Y : wilayah menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Sulawesi Selatan yang akan dikelompokkan
 (X1) : Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) dengan Atas Dasar Harga Berlaku (ADHB 2018)
 (X2) : Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) dengan Atas Dasar Harga Berlaku (ADHB 2019)
 (X3) : Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) dengan Atas Dasar Harga Konstan (ADHK 2018)
 (X4) : Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) dengan Atas Dasar Harga Konstan (ADHK 2019)

3.3 Teknik Analisis Data

Adapun tahapan teknik analisis yang akan dilakukan yaitu:

1. Mengumpulkan informasi mengenai pertumbuhan ekonomi di Provinsi Sulawesi Selatan
2. Mengumpulkan data yang akan digunakan untuk penelitian ini
3. Menginput data ke dalam salah satu *software* statistika *Rstudio* yang akan digunakan dalam penelitian ini
4. Pengolahan data untuk membentuk *cluster*

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1. Deskriptif Data

Pada penelitian ini pengklasteran dilakukan dengan metode analisis *cluster hierarchical* yang bertujuan melihat bagaimana tingkat kemiripan ataupun kesamaan karakteristik objek untuk membentuk suatu kelompok, variabel yang akan dideskriptifkan berdasarkan variabel PDRB Atas Dasar harga Berlaku (ADHB) dan Atas Dasar Harga Konstan (ADHK). Dengan melihat tingkat kemiripan ataupun kesamaan karakteristik objek untuk mencegah terjadinya masalah penurunan kinerja perekonomian dalam peningkatan pertumbuhan ekonomi dengan salah satu upaya mengelompokkan sektor-sektor wilayah kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan. Kemudian sektor-sektor wilayah kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan yang akan dikelompokkan terbagi atas 24 wilayah yaitu Kabupaten Selayar, Kabupaten Bulukumba, Kabupaten Bantaeng, Kabupaten Jeneponto, Kabupaten Takalar, Kabupaten Gowa, Kabupaten Sinjai, Kabupaten Maros, Kabupaten Pangkep, Kabupaten Bone, Kabupaten Soppeng, Kabupaten Wajo, Kabupaten Sidrap, Kabupaten Pinrang, Kabupaten Enrekang, Kabupaten Luwu, Kabupaten Tana Toraja, Kabupaten Luwu Utara, Kabupaten Luwu Timur, Kabupaten Toraja Utara, Kota Makassar, Kota Pare-Pare, dan Kota Palopo.

Tabel 4.1 Deskriptif Statistik Data Pertumbuhan Ekonomi ADHB dan ADHK

Variabel	Min	Maks	Median	Rerata	Kuartil 1	Kuartil 3
ADHB 2018	5.857	160.208	11.081	19.279	7.648	18.800
ADHB 2019	6.443	178.430	12.004	21.066	8.571	20.114
ADHK 2018	3.423	112.568	7.178	12.947	5.002	12.474
ADHK 2019	3.685	122.466	7.656	13.834	5.371	13.075

4.2 Mengukur Jarak

Ukuran jarak yang akan dipakai dalam penelitian ini yaitu Jarak *euclidean* yang dimana merupakan jarak untuk mengukur akar jumlah kuadrat perbedaan nilai untuk masing-masing setiap variabel, lalu menyatakan setiap objek pengamatan sebagai suatu kelompok. Kemudian tahap berikutnya adalah membentuk matriks jarak antar objek pengamatan. Jarak yang diperoleh tersebut terdapat 24 objek dinyatakan dalam matriks.

Tabel 4.2 Matriks Jarak *Euclidean* Dengan Hasil *Output* Rstudio

Kab/Kota	Selayar	Bulukumba	Bantaeng	Jeneponto	...	Palopo
Selayar	0	0,4467	0,1449	0,2425	...	0,2709
Bulukumba	0,4467	0	0,3023	0,2064	...	0,8780
Bantaeng	0,1449	0,3023	0	0,0986	...	0,0694
Jeneponto	0,2425	0,2064	0,0986	0	...	9,9198
Takalar	0,2367	0,2110	0,0925	0,0082	...	0,0427
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	...	⋮
Palopo	0,2709	0,8780	0,0694	9,9198	...	0

Dari hasil perhitungan jarak *euclidean* dengan pembentukan Matriks **d**, sebagai contoh untuk nilai pada baris kedua kolom pertama matriks **d** tersebut menunjukkan jarak antara objek pertama dengan objek kedua yaitu Kabupaten Selayar dengan Kabupaten Bulukumba adalah 0,4667, Kabupaten Selayar dengan Kabupaten Bantaeng adalah 0,1449, Kabupaten Selayar dengan Kabupaten Jeneponto 0,2425. Kemudian Kabupaten Selayar dengan Kabupaten Takalar adalah 0,2367

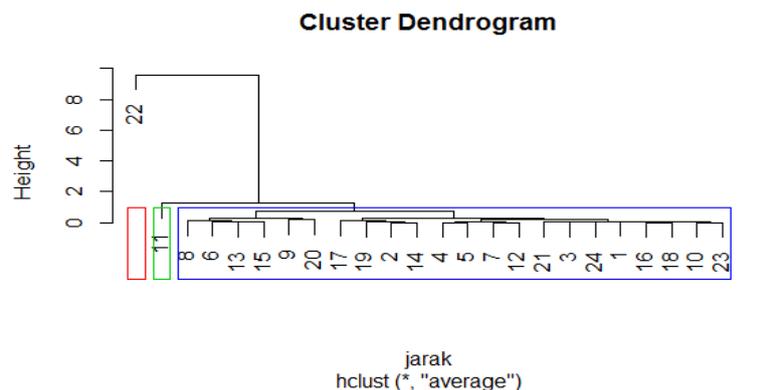
Jarak antara Kabupaten Bulukumba dengan Kabupaten Bantaeng adalah 0,3023, Kabupaten Bulukumba dengan Kabupaten Jeneponto adalah 0,2064. Kabupaten Bulukumba dengan Kabupaten Takalar adalah 0,2110. Sedangkan jarak antara Kabupaten Bantaeng dengan Kabupaten Jeneponto adalah 0,0986, Kabupaten Bantaeng dengan Kabupaten Takalar adalah 0,0925, lalu kemudian jarak antara Kabupaten Jeneponto dengan Kabupaten Takalar adalah 0,0082.

Demikian dengan hal ini dapat menunjukkan bahwa jarak euclidean antara Kabupaten Jeneponto dengan Kabupaten Takalar memiliki karakteristik yang lebih mirip karena memiliki nilai yang paling kecil. Jadi demikian pula hasil dari contoh penafsiran objek wilayah kabupaten/kota semakin kecil nilai jarak antara kedua objek semakin mirip pula karakteristiknya.

4.3 Metode Pengklasteran Hierarki

Setelah membentuk matriks jarak antar objek pengamatan, selanjutnya melakukan penggabungan metode dengan jarak terdekat dan memperbaharui matriks jarak dengan menggunakan beberapa metode *aglomerative* yaitu *average linkage methods*, *ward's methods*, dan *centroid methods*, jumlah *Cluster* yang dibentuk akan divisualisasikan kedalam bentuk dendrogram.

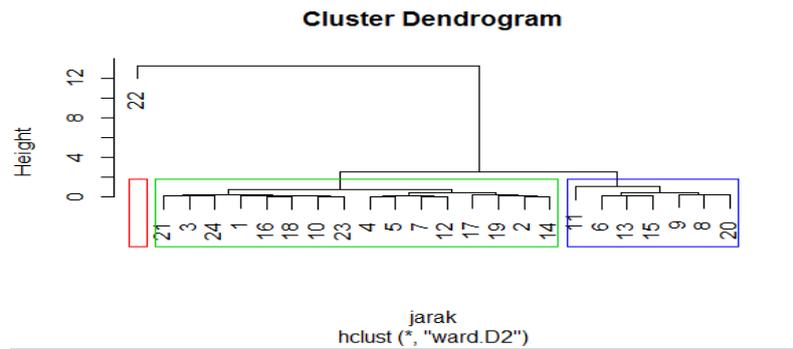
1.) Average Linkage Methods

**Gambar 4.1** Hasil Dendrogram *Average linkage Methods*

Cluster 1: Selayar, Bulukumba, Bantaeng, Jeneponto, Takalar, Gowa, Sinjai, Barru, Soppeng, Wajo, Sidrap, Enrekang, Luwu, Tana Toraja, Luwu utara, Toraja Utara, Pare-Pare, Gowa, Maros, Pangkep, Wajo, Pinrang, Luwu timur, Palopo

Cluster 2: Bone

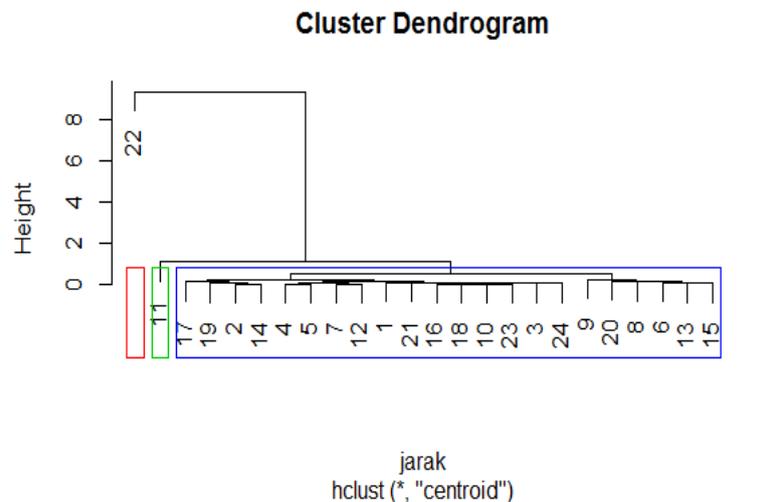
Cluster 3: Makassar

2.) *Ward's Methods***Gambar 4.2** Hasil Dendrogram *Ward's Methods*

Cluster 1: Selayar, Bulukumba, Bantaeng, Jeneponto, Takalar, Sinjai, Barru, Soppeng, Sidrap, Enrekang, Luwu, Tana Toraja, Luwu utara, Toraja Utara, Pare-Pare, Palopo

Cluster 2: Gowa, Maros, Pangkep, Bone, Wajo, Pinrang, Luwu timur

Cluster 3: Makassar

3.) *Centroid Methods***Gambar 4.3** Hasil Dendrogram *Centroid Methods*

Cluster 1: Selayar, Bulukumba, Bantaeng, Jeneponto, Takalar, Sinjai, Barru, Soppeng, Wajo, Sidrap, Enrekang, Luwu, Tana Toraja, Luwu utara, Toraja Utara, Pare-Pare, Gowa, Maros, Pangkep, Wajo, Pinrang, Luwu Timur, Palopo.

Cluster 2: Bone

Cluster 3: Makassar

4.4 Pemilihan Metode Terbaik

Untuk penentuan metode terbaik terlebih dahulu dihitung rata-rata variabelnya kemudian hasilnya dapat dilihat sebagai perbandingan diantara simpangan dalam baku (S_w) dan simpangan antar (S_B) diantara masing-masing setiap perbandingan kelompoknya memiliki karakteristik nilai yang berbeda.

Tabel 4.4 Perbandingan Simpangan Baku (S_w) dan (S_B)

Rasio	<i>Average Linkage Methods</i>	<i>Ward's Methods</i>	<i>Centroid Methods</i>
(S_w)	51.416	38,016	51.416
(S_B)	165,166	75,239	165,166

Hasil perbandingan simpangan baku Baku (S_w) dan (S_B) merupakan hasil dari rata-rata variabel PDRB Atas Dasar harga Berlaku (ADHB) dan Atas Dasar Harga Konstan (ADHK) berdasarkan dari pengelompokan metode *average linkage methods*, *ward's methods*, dan *centroid method*

Tabel 4.5 Perbandingan Rasio Simpangan Baku

Rasio	<i>Average Linkage Methods</i>	<i>Ward's Methods</i>	<i>Centroid Methods</i>
$\frac{S_w}{S_B}$	311,298	0,5052	311,298

Dari tabel di atas terlihat bahwa perbandingan rasio simpangan baku yang paling terkecil yaitu metode *centroid* dan metode *average linkage* hal ini dapat menunjukkan bahwa nilai rasionya 0,2224 dengan kata lain jika semakin kecil nilai rasio antara simpangan baku dalam *cluster* dan simpangan baku antar *cluster* maka kinerja suatu metode *clustering* semakin baik.

Meningkatnya suatu pertumbuhan ekonomi disuatu daerah khususnya di Provinsi Sulawesi Selatan telah diupayakan berbagai cara oleh pemerintah Sulawesi Selatan, dengan kebijakan strategi pemerataan ekonomi itu merupakan salah satu upaya pemerintah Sulawesi Selatan untuk mencegah terjadinya masalah penurunan kinerja perekonomian dalam meningkatkan pertumbuhan ekonomi di berbagai sektor wilayah Sulawesi Selatan. Jadi berdasarkan pengelompokan tersebut sektor-sektor wilayah Kabupaten/Kota yang memiliki peningkatan pertumbuhan ekonomi adalah sebagai berikut:

- | | |
|--------------------------|---------------------------|
| 1.Kabupaten Selayar | 13.Kabupaten Luwu Utara |
| 2.Kabupaten Bulukumba | 14.Kabupaten Toraja Utara |
| 3.Kabupaten Bantaeng | 15.Kota Makassar |
| 4.Kabupaten Jeneponto | 16.Kota Pare-Pare |
| 5.Kabupaten Takalar | 17.Kota Palopo |
| 6.Kabupaten Sinjai | |
| 7.Kabupaten Barru | |
| 8.Kabupaten Soppeng | |
| 9.Kabupaten Sidrap | |
| 10.Kabupaten Enrekang | |
| 11.Kabupaten Luwu | |
| 12.Kabupaten Tana Toraja | |

5. Kesimpulan Dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. *Cluster 1* : pada *ward's methods* memiliki jumlah anggota yaitu 16 jumlah anggota, sedangkan pada *average linkage methods* memiliki jumlah anggota yang sama dengan *centroid methods* yaitu 22 jumlah anggota *cluster*.
2. *Cluster 2* : pada *wards's methods* memiliki 7 jumlah keanggotaan *cluster*, kemudian pada metode *average Linkage dan centroid* hanya memiliki 1 jumlah anggota *cluster*.
3. *Cluster 3* : Pada semua metode yang diuraikan dimulai dari *average linkage methods, ward's methods, dan Centroid Methods* memiliki jumlah yang sama yaitu 1 jumlah keanggotaan *cluster*.

Karakteristik setiap kelompok:

- 1) *Cluster 1* : Hasil menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi di Provinsi Sulawesi Selatan pada sektor wilayah kelompok metode *ward's* mengalami peningkatan pertumbuhan ekonomi tertinggi, sedangkan pada sektor wilayah kelompok *average linkage methods* dan *centroid* mengalami peningkatan terendah.
- 2) *Cluster 2* : Hasil menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi di Provinsi Sulawesi Selatan pada sektor wilayah kelompok metode *ward's* mengalami peningkatan pertumbuhan ekonomi terendah, sedangkan pada sektor wilayah kelompok *average linkage methods* dan *centroid* mengalami peningkatan seimbang.
- 3) *Cluster 3* : pada sektor wilayah kabupaten/kota ini untuk pertumbuhan ekonomi Sulawesi Selatan dengan Atas dasar Harga Berlaku 2018 (ADHB 2018), Atas Dasar Harga Berlaku 2019 (ADHB 2019), Atas dasar Harga Konstan 2018 (ADHK 2018) dan Atas Dasar Harga Konstan 2019 (ADHK 2019), mengalami peningkatan pertumbuhan ekonomi tertinggi.

5.2 Saran

Setelah mengetahui hasil penggunaan analisis *cluster* terhadap pertumbuhan ekonomi di Provinsi Sulawesi Selatan berdasarkan wilayah kabupaten/kota. Adapun saran untuk peneliti selanjutnya untuk menggunakan beberapa metode lainnya dalam analisis *cluster* yaitu *Hierarchical clustering* secara umum antara lain *single linkage methods, complete linkage methods, average linkage methods, ward's methods, dan centroid methods*.

Referensi:

1. Barakbah, A.R., & Arai, K. (2004). Determining Constraints of Moving Variance Find Global Optimum and Make Automatic Clustering. *Journal Industrial Electronics Seminar (IES)*.
2. [BPS] Badan Pusat Statistik. (2020). *Indikator Makro Sosial Ekonomi Sulawesi Selatan 1 2020*. Makassar: Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Selatan.
3. [BPS] Badan Pusat Statistik. (2019). *Indikator Makro Sosial Ekonomi Sulawesi Selatan Triwulan 3 2019*. Makassar: Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Selatan.
4. Bunkers, M.J., & dkk. (1996). Definition of Climate Region In The Northern Plains Using an Objective Cluster Modifation Technique. *Journal Climate, Vol 9*.
5. Johnson, R.A., & Wichern, D.W. (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis* (6th ed). New Jersey: Prentice-Hall International.
6. Lembaga Penelitian SMERU. (2018). *Menuju Pembungan Ekonomi Sulawesi Selatan Lebih Eksklusif*.
7. Nugroho, S. (2008). *Statistika Multivariat Terapan* (Edisi Pertama). Bengkulu : UNIB Press
8. Rachmatin. (2014). Aplikasi Metode-Metode Agglomerative Dalam Analisis Klaster Pada Data Tingkat Polusi Udara. *Jurnal Ilmiah Program Studi Matematika STKIP Siliwangi Bandung, Vol 3, No 2*.
9. Ramadhani, L., & Purnamasari, I. (2018). Penerapan Metode Complete Linkage dan Metode *Hierarchical Clustering* Multiscale Bootstrap (Studi Kasus: Kemiskinan Di Kalimantan Timur Tahun 2016). *Jurnal Eksponensial, Vol 9, No 1*.
10. Rencher, A. C. (2002). *Methods of Multivariate Analysis* (2nd ed). New York: John Wiley & Sons, Inc. Publication.
11. Santoso, S. (2017). *Statistik Multivariat dengan SPSS*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
12. Wahyuningsi, N. (2013). Analisis *Cluster* kabupaten/kota Berdasarkan Pertumbuhan Ekonomi Jawa Timur. *Jurnal Sains dan Senipomit, Vol 2, No 01*.