

# Pemetaan Fasilitas Tenaga Kesehatan Berdasarkan Kabupaten/Kota di Provinsi Papua

Nazirotul Dwi Afrida dan Sri Pingit Wulandari

Departemen Statistika Bisnis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

*e-mail:* sri\_pingit@statistika.its.ac.id

**Abstrak**—Provinsi Papua merupakan wilayah yang mengalami masalah mengenai distribusi tenaga kesehatan yang tidak merata, sehingga mengakibatkan timbulnya berbagai kasus penyakit yang mengakibatkan kematian. Banyaknya penyakit yang timbul tersebut dikarenakan masyarakat Provinsi Papua belum mengetahui wilayah-wilayah mana saja yang cenderung memiliki tenaga kesehatan lebih banyak yang tepat untuk menangani kasus-kasus tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan, memetakan, dan arah kecenderungan tenaga kesehatan per hasil pengelompokan di Provinsi Papua dengan menggunakan analisis *cluster* (metode *ward's*) dan analisis korespondensi. Kabupaten/Kota yang memiliki fasilitas tenaga kesehatan paling banyak yaitu Kota Jayapura dan yang paling sedikit yaitu Kabupaten Dogiyai. Analisis *cluster* menghasilkan empat *cluster* yaitu *cluster* A merupakan Kabupaten dengan rasio tenaga kesehatan sangat rendah sebanyak empat belas Kabupaten, *cluster* B merupakan Kabupaten dengan rasio tenaga kesehatan rendah sebanyak 7 Kabupaten, *cluster* C merupakan Kabupaten dengan rasio tenaga kesehatan sedang sebanyak 7 Kabupaten/Kota, dan *cluster* D merupakan Kabupaten dengan jumlah rasio kesehatan tinggi sebanyak satu Kabupaten. Dibandingkan dengan jenis tenaga kesehatan lainnya, *cluster* A cenderung memiliki tenaga penunjang kesehatan lebih banyak, *cluster* B cenderung memiliki tenaga bidan lebih banyak, *cluster* C cenderung memiliki tenaga perawat lebih banyak, dan *cluster* D cenderung memiliki tenaga kesehatan masyarakat lebih banyak.

**Kata Kunci**—*Cluster*, Korespondensi, Pelayanan Kesehatan, Provinsi Papua, Tenaga Kesehatan.

## I. PENDAHULUAN

TENAGA kesehatan merupakan setiap orang yang mengabdikan diri dalam bidang kesehatan serta memiliki pengetahuan dan/atau keterampilan melalui pendidikan di bidang kesehatan yang untuk jenis tertentu memerlukan kewenangan untuk melakukan upaya Kesehatan [1]. Berdasarkan WHO (*World Health Organization*), Indonesia termasuk dalam 57 negara yang menghadapi krisis tenaga kesehatan, baik jumlah, jenis, kualitas maupun distribusinya, karena 80% keberhasilan pembangunan kesehatan ditentukan oleh Sumber Daya Manusia (SDM) kesehatan [2]. Salah satu daerah yang mengalami krisis tenaga kesehatan yaitu Provinsi Papua.

Provinsi Papua merupakan Provinsi dengan ibu kota Jayapura yang sampai saat ini masih banyak mengalami masalah mengenai distribusi tenaga kesehatan yang tidak merata, sehingga mengakibatkan beban kerja yang besar dikarenakan kurangnya tenaga kesehatan yang berperan sebagai pelaksana pelayanan kesehatan. Berdasarkan Data Dinas Kesehatan Provinsi Papua, Provinsi Papua kekurangan sekitar 60% tenaga kesehatan, sehingga hanya 40% tenaga kesehatan yang aktif di 270 Puskesmas yang tersebar di Kabupaten/Kota di Provinsi Papua serta terdapat sekitar 100

puskesmas yang masih belum ditangani oleh tenaga medis dokter. Sampai saat ini kualitas pelayanan kesehatan di Provinsi Papua masih sering dikeluhkan, sehingga mengakibatkan timbulnya berbagai kasus penyakit yang mengakibatkan kematian seperti kasus muntaber di Kabupaten Jayawijaya yang telah berstatus Kejadian Luar Biasa (KLB), penyakit campak di Kabupaten Asmat, kekurangan pangan di Kabupaten Yahukimo, serta kasus-kasus lain sebagai akibat dari lambatnya penanganan masalah kesehatan dari Pemerintah Daerah oleh Tenaga Kesehatan. Banyak sekali Kabupaten/Kota yang membutuhkan perhatian khusus akibat banyaknya penyakit yang timbul, seperti penanganan lebih pada Kabupaten Asmat, Tolikara, Supiori, Yapen Waropen, dan Kota Jayapura yang mengalami penyakit filariasis [3]. Banyaknya penyakit yang timbul tersebut dikarenakan masyarakat Provinsi Papua belum mengetahui wilayah-wilayah mana saja yang cenderung memiliki tenaga kesehatan lebih banyak yang tepat untuk menangani kasus-kasus tersebut. Berdasarkan permasalahan tersebut maka dilakukan analisis untuk mengetahui pengelompokan, pemetaan, dan kecenderungan tenaga kesehatan per kelompok Kabupaten/ Kota di Provinsi Papua dengan menggunakan analisis *cluster* dan analisis korespondensi.

Analisis *cluster* yang digunakan pada penelitian ini menggunakan *cluster hierarki* dengan menggunakan metode *ward's*. Metode *ward's* digunakan karena metode *ward's* dikenal sebagai metode terbaik dalam *cluster hierarki*. Berdasarkan identifikasi awal hasil dendrogram, metode *ward's* dapat meminimumkan jumlah kuadrat (SSE) [4]. Sedangkan analisis korespondensi merupakan analisis yang digunakan untuk mereduksi dimensi variabel dan menggambarkan profil vektor baris dan vektor kolom suatu matriks data dari tabel kontingensi [5].

Penelitian sebelumnya mengenai pemerataan tenaga kesehatan di Kabupaten Lamongan oleh Hidayanti menunjukkan bahwa jumlah dan jenis tenaga kesehatan di Kabupaten Lamongan sudah baik, namun belum disesuaikan dengan kebutuhan berdasarkan kompetensi dan beban kerja, dimana tenaga kesehatan masih berkelompok atau tidak merata pada masing-masing unit pekerjaan di pelayanan [6]. Penelitian ini menggunakan analisis *cluster* dan korespondensi untuk mengetahui pengelompokan rasio tenaga kesehatan terhadap jumlah penduduk, pemetaan, serta kecenderungan tenaga kesehatan per hasil pengelompokan di Provinsi Papua dengan menggunakan analisis *cluster* dan analisis korespondensi agar distribusi tenaga kesehatan di Provinsi merata, sesuai kebutuhan, sehingga pelayanan kesehatan dapat optimal, tepat sasaran dan sesuai dengan yang diharapkan.

Tabel 1.  
Tabel Kontingensi Dua Dimensi

Variabel 1	Variabel 2						Total Baris
	1	2	...	j	...	J	
1	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	...	X <sub>1j</sub>	...	X <sub>1J</sub>	X <sub>1.</sub>
2	X <sub>21</sub>	X <sub>22</sub>	...	X <sub>2j</sub>	...	X <sub>2J</sub>	X <sub>2.</sub>
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
i	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	...	X <sub>ij</sub>	...	X <sub>iJ</sub>	X <sub>i.</sub>
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
I	X <sub>I1</sub>	X <sub>I2</sub>	...	X <sub>Ij</sub>	...	X <sub>IJ</sub>	X <sub>I.</sub>
Total Kolom	X <sub>.1</sub>	X <sub>.2</sub>	...	X <sub>.j</sub>	...	X <sub>.J</sub>	X <sub>..</sub>

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Analisis Cluster

Analisis *cluster* merupakan metode analisis yang digunakan untuk mengelompokkan objek-objek pengamatan menjadi beberapa kelompok sehingga akan diperoleh suatu kelompok yang terdiri dari objek-objek dengan banyak persamaan (homogen), sedangkan dengan anggota kelompok lain mempunyai banyak perbedaan (heterogen) [5]. Pada penelitian ini metode yang digunakan yaitu analisis *cluster hierarki* dikarenakan jumlah *cluster* yang akan dibentuk belum ditentukan.

Metode yang digunakan untuk menghitung jarak antar *cluster* yaitu dengan menggunakan jarak *Euclidean* [5]. Jarak *Euclidean* antara *cluster* ke-*x* dan ke-*y* dari *p* variabel didefinisikan pada Persamaan 1 sebagai berikut.

$$d_{(x,y)} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{xk} - x_{yk})^2} \tag{1}$$

1) Metode Hierarki

Metode *hierarki* merupakan metode pengelompokan yang hasilnya disajikan secara bertingkat atau berjenjang dari *n*, *n*-1, ..., 1 kelompok. Salah satu metode *cluster hierarki* yaitu metode *Ward's*. Metode *ward's* merupakan metode dimana jarak yang terbentuk adalah dari *sum of squares* diantara dua kelompok tersebut. Pengelompokan metode *ward's* adalah meminimumkan peningkatan kriteria *Error Sum of Square* (ESS). Dua kelompok memiliki peningkatan ESS paling minimum, maka akan berkelompok. Jika kelompok sebanyak *K* maka ESS merupakan jumlahan dari ESS<sub>k</sub> atau dapat dituliskan pada Persamaan 2 sebagai berikut.

$$ESS = ESS1 + ESS2 + \dots + ESSk \tag{2}$$

Ketika semua kelompok bergabung menjadi satu kelompok, maka untuk menghitung jarak antar kelompok dapat dituliskan pada Persamaan 3 sebagai berikut.

$$ESS = \sum_{y=1}^n (x_y - \bar{x})'(x_y - \bar{x}) \tag{3}$$

Dimana *x<sub>y</sub>* merupakan ukuran asosiasi multivariat dengan *y* item dan  $\bar{x}$  merupakan rata-rata dari seluruh item [5].

2) Pseudo F-Statistics

*Pseudo F* tertinggi menunjukkan bahwa kelompok tersebut menunjukkan hasil yang optimal, dimana keragaman dalam kelompok sangat homogen sedangkan antar kelompok sangat heterogen. Berikut rumus yang digunakan untuk mencari *Pseudo F* [7].

$$Pseudo F = \frac{\left(\frac{R^2}{k-1}\right)}{\left(\frac{1-R^2}{n-k}\right)} \tag{4}$$

Dimana

$$R^2 = \frac{(SST-SSW)}{SST} \tag{5}$$

$$SST = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{p=1}^P (x_{ijp} - \bar{x}_j)^2 \tag{6}$$

$$SSW = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{p=1}^P (x_{ijp} - \bar{x}_{jp})^2 \tag{7}$$

B. Tabel Kontingensi Dua Arah

Tabel kontingensi dua arah merupakan tabulasi silang antara dua variabel berisi frekuensi observasi pada setiap sel [5]. Berikut merupakan bentuk umum dari tabel kontingensi dua dimensi yang terdapat pada Tabel 1.

C. Uji Independensi

Uji Independensi merupakan uji yang digunakan untuk mengetahui ada tidaknya hubungan antara dua variabel dan memeriksa keterkaitan apakah kedua variabel berasal dari populasi yang saling independen [8]. Setiap level atau kelas dari variabel-variabel harus memenuhi syarat diantaranya homogen, *Mutually Exclusive* dan *Mutually Exhaustive*, serta Skala Nominal dan Skala Ordinal. Langkah-langkah yang dilakukan dalam uji independensi.

Hipotesis :

H<sub>0</sub> : Tidak ada hubungan antara dua variabel yang diamati.

H<sub>1</sub> : Terdapat hubungan antara dua variabel yang diamati.

Statistik uji yang digunakan dapat berupa statistik uji *Chi-Square* yang terdapat pada Persamaan 8 sebagai berikut.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \frac{(x_{ij} - e_{ij})^2}{e_{ij}} \tag{8}$$

Dengan nilai taksiran untuk nilai harapan (*e<sub>ij</sub>*) dirumuskan pada Persamaan 9 sebagai berikut.

$$e_{ij} = \frac{x_{i.}x_{.j}}{x_{..}} \tag{9}$$

Pada taraf signifikan (*α*), hipotesis nol (H<sub>0</sub>) ditolak apabila nilai *Chi-Square* hitung atau  $\chi^2_{hit}$  menghasilkan nilai yang lebih besar apabila dibandingkan dengan nilai  $\chi^2_{\alpha,(I-1)(J-1)}$ .

D. Analisis Korespondensi

Analisis korespondensi merupakan analisis yang mempelajari hubungan antara dua atau lebih variabel dengan memperagakan baris dan kolom secara bersama dari tabel kontingensi dua arah dalam ruang vektor berdimensi dua. Analisis korespondensi digunakan untuk mereduksi dimensi variabel dan menggambarkan profil vektor baris dan vektor kolom suatu matriks data dari tabel kontingensi [5].

1) Matriks Data

Apabila *x<sub>..</sub>* adalah total frekuensi data matriks X, yang pertama dilakukan adalah menyusun matriks korespondensi P = {*p<sub>ij</sub>*} yang terdapat pada Persamaan 10 dengan membagi masing-masing elemen dari X dengan *x<sub>..</sub>* yang dapat dituliskan pada Persamaan 11 sebagai berikut [5].

$$P = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1J} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2J} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{I1} & p_{I2} & \dots & p_{IJ} \end{pmatrix} \quad (10)$$

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{..}}, i = 1,2,\dots,I \text{ dan } j = 1,2,\dots,J \quad (11)$$

Kemudian dilakukan perhitungan untuk mencari vektor baris (r) dan vektor kolom (c), dan diagonal matriks Dr dan Dc. Perlu diketahui bahwa  $r = \{r_i\}$  dan  $c = \{c_j\}$  dimana  $r_i > 0$  ( $i = 1,2,\dots,I$ ),  $c_j > 0$  ( $j = 1,2,\dots,J$ ). Sehingga dapat dihitung sesuai dengan Persamaan 12 dan Persamaan 13 sebagai berikut.

$$r_i = \sum_{j=1}^J p_{ij} = \sum_{j=1}^J \frac{x_{ij}}{x_{..}}, i = 1,2,\dots,I \quad (12)$$

$$c_j = \sum_{i=1}^I p_{ij} = \sum_{i=1}^I \frac{x_{ij}}{x_{..}}, j = 1,2,\dots,J \quad (13)$$

Berikut merupakan diagonal *massa* matriks baris dan diagonal *massa* matriks kolom yang terdapat pada Persamaan 14 yaitu sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Dr &= \text{diagonal}(r_1, r_2, \dots, r_I); \\ Dc &= \text{diagonal}(c_1, c_2, \dots, c_J) \end{aligned} \quad (14)$$

$r_i$  adalah *massa* baris dan  $c_j$  adalah *massa* kolom. Cara menghitung diagonal *massa* matriks baris dan diagonal *massa* matriks kolom, serta diagonal dari *massa* matriks akar dari baris dan kolom terdapat pada pada Persamaan 15 dan 16 yaitu sebagai berikut.

$$\begin{aligned} D_r^{\frac{1}{2}} &= \text{diag}(\sqrt{r_1}, \dots, \sqrt{r_I}) D_r^{-\frac{1}{2}} \\ &= \text{diag}\left(\frac{1}{\sqrt{r_1}}, \dots, \frac{1}{\sqrt{r_I}}\right) \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} D_c^{\frac{1}{2}} &= \text{diag}(\sqrt{c_1}, \dots, \sqrt{c_J}) D_c^{-\frac{1}{2}} \\ &= \text{diag}\left(\frac{1}{\sqrt{c_1}}, \dots, \frac{1}{\sqrt{c_J}}\right) \end{aligned} \quad (16)$$

Profil vektor baris dan kolom didefinisikan sebagai elemen vektor-vektor baris dan kolom dari P dibagi dengan *massa* nya. Adapun matriks profil baris dan kolom masing-masing terdapat pada Persamaan 17 sebagai berikut [9].

$$R = D_r^{-1}P = \begin{pmatrix} \tilde{r}_1^T \\ \vdots \\ \tilde{r}_I^T \end{pmatrix} \quad C = D_c^{-1}PT = \begin{pmatrix} \tilde{c}_1^T \\ \vdots \\ \tilde{c}_J^T \end{pmatrix} \quad (17)$$

Dimana :  $\tilde{r}_{ij} = \frac{p_{ij}}{r_i}$  dan  $\tilde{c}_{ij} = \frac{p_{ij}}{c_j}$ ,  $i = 1,2, \dots, I$   $j = 1,2, \dots, J$ .

## 2) Singular Value Decomposition (SVD)

Nilai singular digunakan untuk memperoleh koordinat baris dan kolom sehingga hasil analisis korespondensi dapat divisualisasikan dalam bentuk grafik. Penguraian nilai singular (SVD) dari matriks korespondensi dapat dirumuskan dalam Persamaan 18 sebagai berikut [9].

$$P - rc^T = \sum_{k=1}^K \lambda_k (Dr^{1/2}u_k)(Dc^{1/2}v_k)^T \quad (18)$$

Koordinat profil baris dan kolom dapat didefinisikan pada Persamaan 19 sebagai berikut.

$$\text{Koordinat profil baris : } F = \lambda_k Dr^{1/2}u_k$$

$$\text{Koordinat profil kolom : } G = \lambda_k Dc^{1/2}v_k \quad (19)$$

## 3) Nilai Dekomposisi Inersia

Nilai inersia merupakan jumlah kuadrat dari nilai singular yang menunjukkan kontribusi dari baris ke- $i$  dan kolom ke- $j$  pada inersia total. Sementara inersia total adalah ukuran variasi data dan ditentukan dengan jumlah kuadrat terboboti jarak-jarak ke pusat dan *massa* [9]. Total inersia dapat didefinisikan pada Persamaan 20 sebagai berikut.

$$\text{Total Inersia} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \frac{(p_{ij} - r_i c_j)^2}{r_i c_j} = \sum_{k=1}^K \lambda_k \quad (20)$$

Persamaan inersia utama baris dan kolom dapat dinyatakan pada Persamaan 21 dan Persamaan 22 sebagai berikut [10].  
Inersia baris :

$$\text{in}(I) = \text{trace}[Dr(R - 1c^T)D_c^{-1}(R - 1c^T)^T] \quad (21)$$

Inersia kolom :

$$\text{in}(J) = \text{trace}[Dc(C - 1r^T)D_r^{-1}(C - 1r^T)^T] \quad (22)$$

Kontribusi relatif merupakan bagian ragam dari suatu titik yang dapat diterangkan oleh sumbu utamanya. Kontribusi relatif atau korelasi baris ke- $i$  atau kolom ke- $j$  dengan komponen  $k$  adalah kontribusi *axis* ke inersia baris ke- $i$  atau kolom ke- $j$  di dalam dimensi ke- $k$  dinyatakan dalam persen inersia baris ke- $i$  atau kolom ke- $j$  yang terdapat pada Persamaan 23 dan Persamaan 24 sebagai berikut [9].

$$\text{Kontribusi baris ke } - i \text{ pada inersia} = \frac{r_i f_{ik}^2}{\lambda_k} \quad (23)$$

$$\text{Kontribusi kolom ke } - j \text{ pada inersia} = \frac{c_j g_{jk}^2}{\lambda_k} \quad (24)$$

Nilai kontribusi mutlak digunakan untuk menentukan suatu titik yang masuk pada suatu faktor atau dimensi dengan kriteria bahwa titik yang masuk ke dalam suatu faktor adalah yang mempunyai nilai atau proporsi yang terbesar dinyatakan dengan persen inersia *axis* ke- $k$ . Kontribusi dari *axis* menuju inersia baris ke- $i$  dan kolom ke- $j$  (kontribusi mutlak) memiliki persamaan yang dinyatakan pada Persamaan 25 dan 26 sebagai berikut.

$$\text{Kontribusi dari } axis \text{ menuju inersia baris ke } - i = \frac{f_{ik}^2}{\sum_k f_{ik}^2} \quad (25)$$

$$\text{Kontribusi dari } axis \text{ menuju inersia kolom ke } - j = \frac{g_{jk}^2}{\sum_k g_{jk}^2} \quad (26)$$

## 4) Jarak Euclidean

Ukuran jarak digunakan ketika terdapat dua objek yang berada pada titik yang berbeda. Jarak istilah informal sering digunakan untuk mengukur perbedaan yang berasal dari objek untuk menggambarkan karakteristik dan pola kecenderungan. Salah satu cara untuk mengetahui ukuran tersebut yaitu dengan menggunakan persamaan jarak *Euclidian* [10]. Jika nilai F adalah nilai dari koordinat titik pada baris dan nilai G adalah nilai koordinat dari titik pada kolom, serta nilai k adalah banyaknya solusi dimensi, maka dapat diformulasikan seperti pada Persamaan 27 sebagai berikut.

$$d(F, G) = \sqrt{\sum_{k=1}^K (F_k - G_k)^2} \quad (27)$$

Tabel 2.  
Variabel Penelitian Analisis Cluster

Var	Keterangan	Skala
X <sub>1</sub>	Rasio Tenaga Medis Dokter	Rasio
X <sub>2</sub>	Rasio Tenaga Psikologi Klinis	Rasio
X <sub>3</sub>	Rasio Tenaga Perawat	Rasio
X <sub>4</sub>	Rasio Tenaga Bidan	Rasio
X <sub>5</sub>	Rasio Tenaga Farmasi	Rasio
X <sub>6</sub>	Rasio Tenaga Kesehatan Masyarakat	Rasio
X <sub>7</sub>	Rasio Tenaga Kesehatan Lingkungan	Rasio
X <sub>8</sub>	Rasio Tenaga Gizi	Rasio
X <sub>9</sub>	Rasio Tenaga Keterampilan Fisik	Rasio
X <sub>10</sub>	Rasio Tenaga Keteknisan Medis	Rasio
X <sub>11</sub>	Rasio Tenaga Teknik Biomedik	Rasio
X <sub>12</sub>	Rasio Tenaga Kesehatan Tradisional	Rasio
X <sub>13</sub>	Rasio Tenaga Penunjang Kesehatan	Rasio

Tabel 3.  
Variabel Penelitian Analisis Korespondensi

Var	Keterangan	Skala
X <sub>1</sub>	Jumlah Tenaga Medis Dokter	Rasio
X <sub>2</sub>	Jumlah Tenaga Psikologi Klinis	Rasio
X <sub>3</sub>	Jumlah Tenaga Perawat	Rasio
X <sub>4</sub>	Jumlah Tenaga Bidan	Rasio
X <sub>5</sub>	Jumlah Tenaga Farmasi	Rasio
X <sub>6</sub>	Jumlah Tenaga Kesehatan Masyarakat	Rasio
X <sub>7</sub>	Jumlah Tenaga Kesehatan Lingkungan	Rasio
X <sub>8</sub>	Jumlah Tenaga Gizi	Rasio
X <sub>9</sub>	Jumlah Tenaga Keterampilan Fisik	Rasio
X <sub>10</sub>	Jumlah Tenaga Keteknisan Medis	Rasio
X <sub>11</sub>	Jumlah Tenaga Teknik Biomedik	Rasio
X <sub>12</sub>	Jumlah Tenaga Kesehatan Tradisional	Rasio
X <sub>13</sub>	Jumlah Tenaga Penunjang Kesehatan	Rasio

Tabel 4.  
Struktur Data

	Tenaga Kesehatan						Total
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	...	A <sub>29</sub>		
Kabupaten/ Kota	B <sub>1</sub>	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	...	X <sub>129</sub>	B <sub>1</sub>
	B <sub>2</sub>	X <sub>21</sub>	X <sub>22</sub>	X <sub>23</sub>	...	X <sub>229</sub>	B <sub>2</sub>
	B <sub>3</sub>	X <sub>31</sub>	X <sub>32</sub>	X <sub>33</sub>	...	X <sub>329</sub>	B <sub>3</sub>
	B <sub>4</sub>	X <sub>41</sub>	X <sub>42</sub>	X <sub>43</sub>	...	X <sub>429</sub>	B <sub>4</sub>
	B <sub>5</sub>	X <sub>51</sub>	X <sub>52</sub>	X <sub>53</sub>	...	X <sub>529</sub>	B <sub>5</sub>
	B <sub>6</sub>	X <sub>61</sub>	X <sub>62</sub>	X <sub>63</sub>	...	X <sub>629</sub>	B <sub>6</sub>
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	B <sub>13</sub>	X <sub>131</sub>	X <sub>132</sub>	X <sub>133</sub>	...	X <sub>1329</sub>	B <sub>13</sub>
	Total	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	...	A <sub>129</sub>	X <sub>1</sub>

E. Tenaga Kesehatan

Tenaga kesehatan merupakan setiap orang yang mengabdikan diri dalam bidang kesehatan serta memiliki pengetahuan dan/atau keterampilan melalui pendidikan di bidang kesehatan yang untuk jenis tertentu memerlukan kewenangan untuk melakukan upaya kesehatan [2]. Rasio tenaga kesehatan terhadap jumlah penduduk merupakan indikator untuk mengukur ketersediaan tenaga kesehatan untuk mencapai target pembangunan kesehatan, dimana rasio tenaga kesehatan merupakan pembagian antara jumlah tenaga kesehatan dengan jumlah penduduk.

Tenaga kesehatan terdiri dari tenaga medis dokter, tenaga psikologis klinis, tenaga perawat, tenaga bidan, tenaga farmasi, tenaga kesehatan masyarakat, tenaga kesehatan lingkungan, tenaga gizi, tenaga keterampilan fisik, tenaga keteknisan medis, tenaga keteknisan biomedika, tenaga kesehatan tradisional, dan tenaga penunjang kesehatan.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Sumber Data

data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder yaitu data jumlah penduduk di Provinsi Papua tahun

2020 yang berasal dari BPS (Badan Pusat Statistik) Provinsi Papua (<https://papua.bps.go.id/>) dan data jumlah tenaga kesehatan per Kabupaten/Kota di Provinsi Papua tahun 2020 yang berasal dari *website* resmi Badan PPSDM Kesehatan (Pengembangan dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia) oleh Kementerian dan Kesehatan Republik Indonesia Provinsi Papua tahun 2020 (<http://bppsdmk.kemkes.go.id/>).

B. Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam analisis *cluster* dan analisis korespondensi terdapat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

C. Struktur Data

Struktur data yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada Tabel 4 yang merupakan struktur data pada pemetaan, pengelompokan dan kecenderungan fasilitas tenaga kesehatan berdasarkan wilayah Kabupaten/Kota di Provinsi Papua Tahun 2020.

D. Langkah Analitik

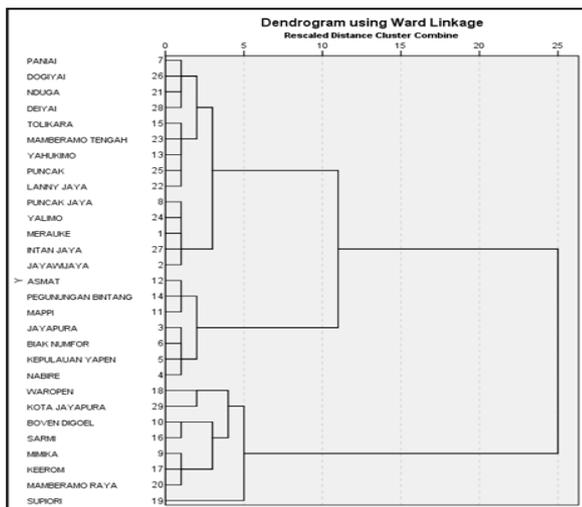
- Melakukan analisis *cluster*. (a)Melakukan analisis *cluster hierarki* dengan menggunakan metode *Ward's*. (b)Memperoleh jumlah *cluster* optimum dengan menggunakan *pseudo-F*. (c)Melakukan pemetaan penyebaran SDM kesehatan per Wilayah Kabupaten/Kota. (c)Melakukan interpretasi hasil analisis *cluster*.
- Melakukan analisis korespondensi sebagai berikut. (a)Melakukan uji independensi. (b)Melakukan analisis korespondensi sebagai berikut: (1)Menyusun matriks korespondensi. (2)Menyusun matriks profil baris dan matriks profil kolom. (3)Menentukan nilai *Singular Value Decomposition* (SVD). (4)Menghitung koordinat profil baris dan profil kolom. (5)Menentukan nilai inersia. (6)Menentukan nilai kontibusi relatif dan kontribusi mutlak. (7)Menentukan nilai *similarity* dengan jarak *euclidian*. (8)Visualisasi plot korespondensi. (c)Menginterpretasi hasil dari analisis korespondensi.
- Membuat kesimpulan dan saran.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

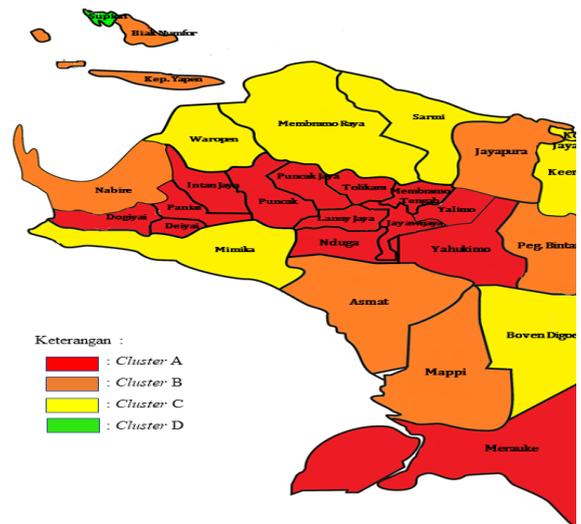
A. Analisis Cluster pada Rasio Tenaga Kesehatan terhadap Jumlah Penduduk di Provinsi Papua

Pengelompokan Kabupaten/Kota di Provinsi Papua berdasarkan rasio tenaga kesehatan terhadap jumlah penduduk di Provinsi Papua dengan menggunakan *cluster hierarki* metode *ward's*. Analisis *cluster* pada rasio tenaga kesehatan terhadap jumlah penduduk per wilayah Kabupaten/Kota di Provinsi Papua tahun 2020 dalam bentuk dendrogram sesuai dengan lampiran dan terdapat pada Gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan bahwa dendrogram tersebut belum menunjukkan banyaknya kelompok optimum yang terbentuk. Untuk menentukan banyaknya kelompok atau *cluster* optimum yang terbentuk, dapat menggunakan metode *Pseudo F-Statistic*. Berikut merupakan nilai *Pseudo F* pada *cluster* yang beranggotakan 2, 3, dan 4 kelompok. Perhatikan Tabel 5.



Gambar 1. Dendrogram Rasio Tenaga Kesehatan terhadap Jumlah Penduduk di Provinsi Papua.



Gambar 2. Pengelompokan Kabupaten/Kota berdasarkan Rasio Tenaga Kesehatan terhadap Jumlah Penduduk.

Tabel 5. Nilai *Pseudo F* setiap Kelompok

Jumlah Kelompok	SST	SSW	R <sup>2</sup>	<i>Pseudo F</i>
2 kelompok	0,000122	0,0000543	0,55399	33,5368
3 kelompok	0,000122	0,0000352	0,71087	31,9631
4 kelompok	0,000122	0,0000229	0,81190	35,9702

Tabel 6. Anggota Cluster

Cluster	Anggota Cluster
A	Kabupaten Merauke, Kabupaten Jayawijaya, Kabupaten Paniai, Kabupaten Puncak Jaya, Kabupaten Yahukimo, Kabupaten Tolikara, Kabupaten Nduga, Kabupaten Lanny Jaya, Kabupaten Mamberamo Tengah, Kabupaten Yalimo, Kabupaten Puncak, Kabupaten Dogiyai, Kabupaten Intan Jaya, dan Kabupaten Deiyai.
B	Kabupaten Jayapura, Kabupaten Nabire, Kabupaten Kepulauan Yapen, Kabupaten Biak Numfor, Kabupaten Mappi, Kabupaten Asmat, dan Kabupaten Pegunungan Bintang.
C	Kabupaten Mimika, Kabupaten Boven Digoel, Kabupaten Sarmi, Kabupaten Keerom, Kabupaten Waropen, Kabupaten Mamberamo Raya, Kota Jayapura.
D	Kabupaten Supiori.

Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai *pseudo F* paling besar ditunjukkan oleh *cluster* dengan jumlah kelompok sebanyak 4 (paling optimum). Berikut merupakan anggota dari masing-masing kelompok yang terdapat pada Tabel 6.

Hasil penyebaran yang terbentuk pada Provinsi Papua berdasarkan rasio tenaga kesehatan dengan menggunakan peta tematik yang terdapat pada Gambar 2.

Berdasarkan Gambar 2 terdapat empat *cluster* yang terbentuk, yaitu *cluster A*, *cluster B*, *cluster C* dan *cluster D*. Dimana wilayah-wilayah Kabupaten/Kota pada setiap *cluster* menyebar di Provinsi Papua. Untuk mengetahui karakteristik dari setiap kelompok yang sudah terbentuk, maka dilakukan perhitungan rata-rata dari setiap variabel dari kelompok yang terbentuk yang terdapat pada Tabel 7.

**B. Analisis Korespondensi terhadap Kecenderungan Tenaga Kesehatan per Hasil Pengelompokan di Provinsi Papua**

Berikut merupakan analisis korespondensi pada jumlah tenaga Kesehatan per hasil pengelompokan di Provinsi Papua tahun 2020.

Tabel 7.

Rata-Rata Rasio Tenaga Kesehatan terhadap Jumlah Penduduk per Cluster yang Terbentuk

Jenis TK	Hasil Pengelompokan			
	Clus A	Clus B	Clus C	Clus D
A <sub>1</sub>	0,0001249	0,0002762	0,0005515	0,0008495
A <sub>2</sub>	0,0000010	0,0000013	0,0000005	0,0000000
A <sub>3</sub>	0,0008153	0,0025557	0,0041424	0,0076930
A <sub>4</sub>	0,0003805	0,0011929	0,0020658	0,0028790
A <sub>5</sub>	0,0000777	0,0002694	0,0004586	0,0005192
A <sub>6</sub>	0,0001113	0,0002786	0,0003509	0,0009911
A <sub>7</sub>	0,0000405	0,0001533	0,0002203	0,0004720
A <sub>8</sub>	0,0000375	0,0001744	0,0003362	0,0005192
A <sub>9</sub>	0,0000027	0,0000180	0,0000113	0,0000000
A <sub>10</sub>	0,0000150	0,0000441	0,0001294	0,0000000
A <sub>11</sub>	0,0000671	0,0002264	0,0006023	0,0003304
A <sub>12</sub>	0,0000282	0,0000000	0,0000000	0,0000000
A <sub>13</sub>	0,0006441	0,0011353	0,0026678	0,0023598
Rata-Rata	0,0001805	0,0004866	0,0008875	0,0012779
Total				

**1) Tabel Kontingensi**

Berikut merupakan tabel kontingensi yang terbentuk dari hasil pengelompokan dengan menggunakan analisis *cluster* metode *ward* antara jenis fasilitas tenaga kesehatan dengan hasil pengelompokan di Provinsi Papua yang terdapat pada Tabel 8.

Tabel 8 menunjukkan bahwa hasil pengelompokan yang memiliki fasilitas tenaga kesehatan paling banyak yaitu *cluster C* yaitu hasil pengelompokan dengan jumlah tenaga kesehatan sedang. Serta Fasilitas tenaga kesehatan yang paling banyak di wilayah Provinsi Papua yaitu tenaga perawat.

**2) Uji Independensi**

Berikut merupakan uji independensi untuk mengetahui apakah tenaga kesehatan dengan hasil pengelompokan di Provinsi Papua memiliki hubungan atau tidak. Hasil statistik uji independensi terdapat pada Tabel 9.

Hipotesis :

H<sub>0</sub> : Tidak terdapat hubungan antara variabel jumlah tenaga kesehatan dengan variabel hasil pengelompokan di Provinsi Papua (independen).

H<sub>1</sub> : Terdapat hubungan antara variabel jumlah tenaga kesehatan dengan variabel hasil pengelompokan di Provinsi Papua (dependen).

Tabel 8.  
Tabel Kontingensi Jenis Fasilitas Kesehatan per Kelompok Kabupaten/Kota di Provinsi Papua

Jenis TK	Hasil Pengelompokkan				Total
	Clus A	Clus B	Clus C	Clus D	
A <sub>1</sub>	240	229	481	18	968
A <sub>2</sub>	1	1	1	0	3
A <sub>3</sub>	1487	2193	3008	163	6851
A <sub>4</sub>	756	1004	1202	61	3023
A <sub>5</sub>	144	222	356	11	733
A <sub>6</sub>	208	238	235	21	702
A <sub>7</sub>	102	132	159	10	403
A <sub>8</sub>	76	151	222	11	460
A <sub>9</sub>	6	15	18	0	39
A <sub>10</sub>	31	37	89	0	157
A <sub>11</sub>	113	200	437	7	757
A <sub>12</sub>	68	0	0	0	68
A <sub>13</sub>	1275	975	2000	50	4300
Total	4507	5397	8208	352	18464

Tabel 9.  
Uji Independensi

$\chi^2_{hitung}$	$\chi^2_{(0,05;36)}$	P <sub>value</sub>
580,475	50,998	0,000

Tabel 10.  
Nilai Reduksi Dimensi

Dimensi	Inersia	Proporsi	Proporsi Kumulatif
1	0,021	0,660	0,660
2	0,010	0,325	0,985
3	0,000	0,015	1,000

Taraf signifikan :  $\alpha = 5\%$ .

Daerah kritis : Tolak H<sub>0</sub> jika  $\chi^2_{hitung} < X^2_{(0,05;36)}$  atau P<sub>value</sub> <  $\alpha[0,05]$ . Statistik Uji seperti pada Tabel 9.

Tabel 9 menunjukkan bahwa nilai  $\chi^2_{hitung}$  sebesar 580,475 lebih besar dari nilai  $\chi^2_{(0,05;36)}$  sebesar 50,998 dan diperkuat dengan P<sub>value</sub> sebesar 0,000 kurang dari  $\alpha$  sebesar 0,05 sehingga tolak H<sub>0</sub> dan dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan antara jumlah tenaga kesehatan dengan hasil pengelompokan di Provinsi Papua.

### 3) Reduksi Dimensi

Langkah awal dalam melakukan analisis korespondensi yaitu menentukan berapa dimensi yang akan digunakan yang terdapat pada Tabel 10.

Tabel 10 menunjukkan bahwa pada dimensi 1 dapat menjelaskan keragaman data sebesar 66,0% dari keseluruhan data dengan nilai inersia sebesar 0,021. Pada dimensi 2 dapat menjelaskan keragaman data sebesar 32,5% dari keseluruhan data dengan nilai inersia sebesar 0,010. Pada dimensi 3 dapat menjelaskan keragaman data sebesar 1,5% dari keseluruhan data dengan nilai inersia sebesar 0,000. Jadi, dengan menggunakan 3 dimensi didapatkan total kumulatif sebesar 100% untuk ketiga dimensi.

### 4) Kontribusi Profil Baris

Pengelompokan fasilitas tenaga kesehatan yang ada di Provinsi Papua berdasarkan nilai kontribusi mutlak dan relatif yang terdapat pada Tabel 11.

Tabel 11 menunjukkan bahwa profil baris yang memberikan kontribusi terbesar pada dimensi 1 adalah fasilitas tenaga kesehatan tradisional dengan kontribusi mutlak sebesar 0,536, artinya fasilitas tenaga kesehatan tradisional dapat menjelaskan dimensi 1 sebesar 53,6% dari total keseluruhan dimensi 1. Kemudian untuk penyusun

Tabel 11.  
Nilai Kontribusi Mutlak dan Relatif Baris Berdasarkan Fasilitas Tenaga Kesehatan di Provinsi Papua

Tenaga Kesehatan	Kontribusi Mutlak		Kontribusi Relatif	
	Dimensi 1	Dimensi 2	Dimensi 1	Dimensi 2
A <sub>1</sub>	0,002	0,072	0,049	0,833
A <sub>2</sub>	0,000	0,000	0,407	0,227
A <sub>3</sub>	0,089	0,064	0,722	0,258
A <sub>4</sub>	0,000	0,157	0,000	0,923
A <sub>5</sub>	0,021	0,011	0,754	0,198
A <sub>6</sub>	0,015	0,162	0,155	0,838
A <sub>7</sub>	0,000	0,025	0,001	0,997
A <sub>8</sub>	0,041	0,000	0,991	0,002
A <sub>9</sub>	0,005	0,000	0,574	0,004
A <sub>10</sub>	0,002	0,053	0,067	0,874
A <sub>11</sub>	0,070	0,194	0,421	0,574
A <sub>12</sub>	0,536	0,028	0,975	0,025
A <sub>13</sub>	0,220	0,233	0,657	0,343

Tabel 12.  
Nilai Kontribusi Mutlak dan Relatif Kolom Berdasarkan Hasil pengelompokan di Provinsi Papua

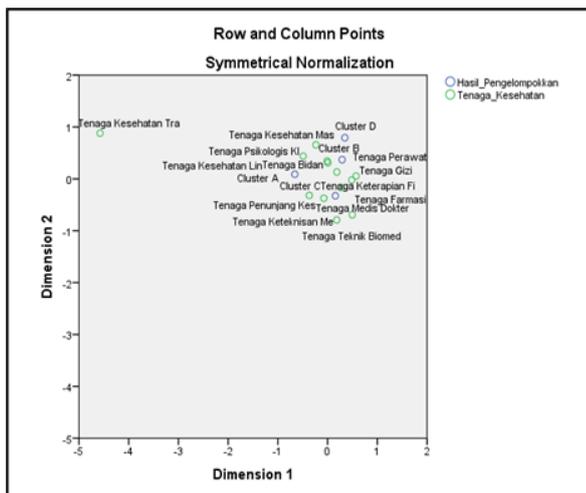
Hasil Pengelompokan	Kontribusi Mutlak		Kontribusi Relatif	
	Dimensi 1	Dimensi 2	Dimensi 1	Dimensi 2
Cluster A	0,737	0,019	0,987	0,013
Cluster B	0,173	0,395	0,467	0,525
Cluster C	0,074	0,467	0,244	0,755
Cluster D	0,016	0,119	0,170	0,624

kontribusi relatif terbesar pada dimensi 1 adalah sebesar 0,991 yaitu pada fasilitas tenaga gizi, artinya dimensi 1 dapat menjelaskan 99,1% terhadap fasilitas tenaga gizi. Profil baris yang memberikan kontribusi terbesar pada dimensi 2 adalah fasilitas tenaga penunjang kesehatan dengan kontribusi mutlak sebesar 0,233, artinya fasilitas tenaga penunjang kesehatan dapat menjelaskan dimensi 2 sebesar 23,3% dari total keseluruhan dimensi 2. Kemudian untuk penyusun kontribusi relatif terbesar pada dimensi 2 adalah sebesar 0,997 yaitu pada fasilitas tenaga kesehatan lingkungan, artinya dimensi 2 dapat menjelaskan 99,7% terhadap fasilitas tenaga kesehatan lingkungan.

### 5) Kontribusi Profil Kolom

Pengelompokan hasil pengelompokan Kabupaten/ Kota berdasarkan rasio tenaga kesehatan yang ada di Provinsi Papua berdasarkan nilai kontribusi mutlak dan *relative* yang terdapat pada Tabel 12.

Tabel 12 menunjukkan bahwa profil kolom yang memberikan kontribusi terbesar pada dimensi 1 yaitu *cluster* A dengan kontribusi mutlak sebesar 0,737 yang artinya *cluster* A dapat menjelaskan dimensi 1 sebesar 73,7% dari total keseluruhan dimensi 1. Kemudian untuk penyusun kontribusi relatif terbesar pada dimensi 1 yaitu sebesar 0,987 yaitu pada *cluster* A, yang artinya dimensi 1 dapat menjelaskan 98,7% terhadap *cluster* A atau hasil pengelompokan dengan jumlah tenaga kesehatan sangat rendah. Profil kolom yang memberikan kontribusi terbesar pada dimensi 2 yaitu *cluster* C dengan kontribusi mutlak sebesar 0,467 yang artinya *cluster* C dapat menjelaskan dimensi 2 sebesar 46,7% dari total keseluruhan dimensi 2. Kemudian untuk penyusun kontribusi relatif terbesar pada dimensi 2 yaitu sebesar 0,755 yaitu pada *cluster* C, yang artinya dimensi 2 dapat menjelaskan 75,5% terhadap *cluster* C atau hasil pengelompokan dengan jumlah tenaga kesehatan sedang.



Gambar 3. Lot Korespondensi Fasilitas Tenaga Kesehatan dengan Kabupaten/Kota di Provinsi Papua.

Tabel 13. Jarak Euclidian Fasilitas Tenaga Kesehatan dengan Hasil pengelompokan di Provinsi Papua

Tenaga Kesehatan	Hasil Pengelompokan			
	Clus A	Clus B	Clus C	Clus D
A <sub>1</sub>	0.265	0.275	0.089	0.404
A <sub>2</sub>	0.128	0.298	0.345	0.337
A <sub>3</sub>	0.320	0.086	0.046	0.219
A <sub>4</sub>	0.262	0.011	0.211	0.201
A <sub>5</sub>	0.363	0.171	0.068	0.306
A <sub>6</sub>	0.242	0.221	0.347	0.026
A <sub>7</sub>	0.259	0.115	0.222	0.197
A <sub>8</sub>	0.436	0.145	0.159	0.264
A <sub>9</sub>	0.467	0.146	0.199	0.250
A <sub>10</sub>	0.425	0.372	0.148	0.508
A <sub>11</sub>	0.503	0.347	0.173	0.475
A <sub>12</sub>	1.508	1.855	1.837	1.869
A <sub>13</sub>	0.070	0.333	0.199	0.446

6) Plot Korespondensi

Visualisasi plot korespondensi merupakan penggabungan antara koordinat profil baris dan profil kolom yang digunakan untuk melihat pola kecenderungan antara fasilitas tenaga kesehatan dan hasil pengelompokan di wilayah Provinsi Papua. Berikut merupakan pola kecenderungan antara fasilitas tenaga kesehatan dan hasil pengelompokan di wilayah Provinsi Papua yang terdapat pada Gambar 3.

Gambar 3 menjelaskan bahwa hanya beberapa saja kecenderungan yang dapat diketahui dengan jelas jarak kedekatan antara fasilitas tenaga kesehatan dengan hasil pengelompokan di Provinsi Papua. Untuk memastikan kebenaran pola kecenderungan secara matematis, maka perlu dilakukan perhitungan antara jarak hasil pengelompokan dengan jenis fasilitas tenaga kesehatan. Ukuran jarak yang digunakan adalah jarak Euclidian, dimana jarak ini berfungsi untuk melihat kedekatan antar dua obyek yaitu hasil pengelompokan dengan jenis fasilitas tenaga kesehatan. Berikut merupakan jarak Euclidian yang terdapat pada Tabel 13.

Tabel 13 menunjukkan bahwa Cluster A atau hasil pengelompokan dengan jumlah tenaga kesehatan sangat rendah cenderung memiliki tenaga penunjang kesehatan lebih banyak dibandingkan dengan jenis tenaga kesehatan lainnya. Cluster B atau hasil pengelompokan dengan jumlah tenaga

kesehatan rendah cenderung memiliki tenaga bidan lebih banyak dibandingkan dengan jenis tenaga kesehatan lainnya. Cluster C atau hasil pengelompokan dengan jumlah tenaga kesehatan sedang yang terdiri dari cenderung memiliki tenaga perawat lebih banyak dibandingkan dengan jenis tenaga kesehatan lainnya. Cluster D atau hasil pengelompokan dengan jumlah tenaga kesehatan tinggi cenderung memiliki tenaga kesehatan masyarakat lebih banyak dibandingkan dengan jenis tenaga kesehatan lainnya.

V. KESIMPULAN/RINGKASAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil analisis dan pembahasan adalah pengelompokan rasio tenaga kesehatan terhadap jumlah penduduk di Provinsi Papua tahun 2020 dihasilkan 4 kelompok atau 4 cluster dengan jumlah tenaga kesehatan sangat rendah, rendah, sedang, dan tinggi. Dibandingkan dengan jenis tenaga kesehatan lainnya, Cluster A cenderung memiliki tenaga penunjang kesehatan lebih banyak, Cluster B cenderung memiliki tenaga bidan lebih banyak, Cluster C cenderung memiliki tenaga perawat lebih banyak, dan Cluster D cenderung memiliki tenaga kesehatan masyarakat lebih banyak.

Saran yang dapat diberikan kepada pemerintah Provinsi Papua terutama kepada Dinas Kesehatan Provinsi Papua agar memberikan perhatian khusus terhadap wilayah Kabupaten/Kota yang masih kekurangan tenaga kesehatan agar terjadi pemerataan fasilitas kesehatan dengan harapan setiap wilayah dapat tersedia tenaga kesehatan sesuai dengan kebutuhan, sehingga pelayanan kesehatan dapat optimal, tepat sasaran dan sesuai dengan yang diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pemerintah Pusat, *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 36 Tahun 2014 tentang Tenaga Kesehatan*. Jakarta Pusat: Pemerintah Pusat dan Kemenkes RI, 2014.
- [2] Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, *Kajian Kebijakan Perencanaan Tenaga Kesehatan, Laporan: Direktorat Kesehatan dan Gizi Masyarakat*, 1st ed. Jakarta: Direktorat Kesehatan dan Gizi Masyarakat, Bappenas., 2005, ISBN: 9531208.
- [3] S. P. Wulandari, B. Sutijo, and I. Rahmawati, "Pemodelan resiko penyakit kaki gajah (Filariasis) di Provinsi Papua dengan regresi Zero-Inflated Poisson," *Indones. J. Stat. Its Appl.*, vol. 15, no. 1, pp. 8–16, 2010, doi: ISSN: 0853-8115.
- [4] M. Paramadina, "Perbandingan Analisis Cluster Metode Average Linkage dan Metode Ward (Kasus: IPM Provinsi Sulawesi Selatan)," Universitas Negeri Makassar, 2018.
- [5] R. Johnson and D. Wichern, *Applied Multivariate Statistical Analysis*, 6th ed. London, UK: Pearson Prentice Hall, 2014, ISBN: 9780131877153.
- [6] H. Hidayanti, "Pemerataan tenaga kesehatan di Kabupaten Lamongan," *Cakrawala J. Litbang Kebijakan.*, vol. 12, no. 2, pp. 162–177, 2018, doi: <https://doi.org/10.32781/cakrawala.v12i2.272>.
- [7] A. R. Orpin and V. E. Kostylev, "Towards a statistically valid method of textural sea floor characterization of benthic habitats," *Mar. Geol.*, vol. 225, no. 1, pp. 209–222, 2006, doi: 10.1016/j.margeo.2005.09.002.
- [8] A. Agresti, *Categorical Data Analysis*, 1st ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2002, ISBN: 978-94-007-0752-8.
- [9] M. Greenacre, *Interdisciplinary Statistics Correspondence: Analysis in Practice*, 2nd ed. London: Taylor & Francis, 2007, ISBN: 9781584886167.
- [10] M. Greenacre, *Theory and Application of Correspondance Analysis*, 1st ed. New York: Academic Press, Inc, 1984, ISBN: 9780122990502.