

FUNGSIONAL LINEAR-2 DALAM RUANG NORM-2

Harmanus Batkunde¹, Meilin I. Tilukay² dan F. Y. Rumlawang³

^{1,2,3} Jurusan Matematika FMIPA Universitas Pattimura

Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Unpatti, Poka-Ambon, Indonesia

e-mail: ¹hbatkunde@fmipa.unpatti.ac.id; ²meilin.tilukay@fmipa.unpatti.ac.id

Abstrak

Ruang norm-2 merupakan perluasan dari ruang norm yang telah kita kenal. Ruang norm-2 dan perumumannya ruang norm- n ($n \geq 2$), pertama kali diperkenalkan oleh Gähler pada tahun 1960-an, [3, 4, 5, 6]. Kemudian Misiak di tahun 1989 memperkenalkan ruang hasil kali dalam- n ($n \geq 2$) [16]. Setelah itu, banyak peneliti yang mengkaji sifat-sifat ataupun aspek-aspek dalam ruang norm-2 maupun ruang norm- n . Hal ini dapat dilihat pada beberapa penelitian dalam [1,2,7,8,9,10,11,12,13,14,15,18,19]. Dalam penelitian ini aspek yang akan ditinjau adalah fungsional linear-2 terbatas pada ruang norm-2. Untuk meninjau beberapa sifatnya, sebelumnya akan diperkenalkan fungsional linear-2 di ruang norm-2 dengan beberapa tipe keterbatasan. Berdasarkan tipe keterbatasan ini akan dibentuk ruang-ruang dual. Ruang-ruang dual ini memuat semua fungsional linear-2 masing-masing berdasarkan tipe keterbatasannya. Selanjutnya akan ditunjukkan bahwa ruang-ruang dual ini ekuivalen.

Kata Kunci: Fungsional linear-2 terbatas, norm-2, ruang dual, ruang norm-2.

2-LINEAR FUNCTIONALS IN 2-NORMED SPACE

Abstract

A 2-normed space is a generalization of a normed space that we have known. 2-normed space and n-normed spaces were initially introduced by Gähler on 1960's. Then in 1989 Misiak introduced n-inner product space. Later, many researchers studied some properties and aspects in 2-normed spaces or n-normed spaces. For instance we can see at [1,2,7,8,9,10,11,12,13,14,15,18,19]. In this paper we will observe about bounded 2-linear functional in 2-normed spaces. Before that, we will introduce 2-linear functional with several type of boundedness. Moreover, we will form some dual spaces with respect to these type of boundedness. Furthermore, we will show that these dual spaces are equivalence.

Keywords: bounded 2-linear functional, dual spaces, 2-norm, 2-normed spaces.

1. Pendahuluan

Jika dalam ruang norm kita membahas panjang vektor, maka dalam ruang norm-2 yang dibicarakan adalah luas jajargenjang yang direntang oleh 2 vektor.

Berikut adalah definisi ruang norm-2 yang diajukan oleh Gähler yang dapat dilihat dalam [3, 4, 5, 6].

Definisi 1.1. [3] Misal X dengan $\dim(X) \geq 2$. Pemetaan $\|, \cdot \|: X \times X \rightarrow \mathbb{R}$ yang memenuhi sifat:

- i. $\|x, y\| \geq 0 ; \forall x, y \in X$
 $\|x, y\| = 0$ jika dan hanya jika x, y bergantung linier;
- ii. $\|x, y\| = \|y, x\| , \forall x, y \in X$;
- iii. $\|\alpha x, y\| = |\alpha| \|x, y\|, \forall x, y \in X$;
- iv. $\|x + y, z\| \leq \|x + z\| + \|y + z\| ; \forall x, y, z \in X$;

merupakan norm-2 pada X , dan pasangan $(X, \|, \cdot \|)$ disebut ruang norm-2.

Sebagai contoh, perhatikan bahwa $(\mathbb{R}^2, \langle \cdot, \cdot \rangle)$ merupakan ruang hasil kali dengan hasil kali dalamnya didefinisikan oleh:

$$\langle x, y \rangle = x_1 y_1 + x_2 y_2, \quad \forall x, y \in \mathbb{R}^2$$

dengan norm-2 didefinisikan oleh

$$\|x, y\|_s = \left| \begin{array}{cc} \langle x, x \rangle & \langle x, y \rangle \\ \langle y, x \rangle & \langle y, y \rangle \end{array} \right|^{\frac{1}{2}}$$

Dapat diperiksa bahwa $(\mathbb{R}^2, \|\cdot\|_s)$ merupakan suatu ruang norm-2. Lebih lanjut secara geometri $\|x, y\|_s$ menyatakan luas jajargenjang yang direntang oleh x dan y .

Berikut beberapa sifat yang dapat ditinjau mengenai luasan yang direntang oleh 2 vektor x dan y .

Proposisi 1.2. [10] Diberikan $(X, \|\cdot\|)$ adalah suatu ruang norm-2, maka $\forall x, y \in X$ berlaku:

$$\|x + \alpha y, y\| = \|x, y\|, \quad \alpha \in \mathbb{R}.$$

Proposisi di atas menyatakan bahwa jika suatu luasan dibentuk oleh dua vektor x dan y , maka luasnya akan sama dengan luasan yang dibentuk oleh vektor $(x + \alpha y)$ dan y untuk sembarang $\alpha \in \mathbb{R}$. Di sisi lain, Misiak juga mengembangkan teori ruang hasil kali dalam- n ($n \geq 2$) dalam [16]. Berikut definisi dari ruang hasil kali dalam-2.

Definisi 1.3. [17] Misalkan X ruang vektor. Maka pemetaan $\langle \cdot, \cdot | \cdot \rangle : X \times X \times X \rightarrow \mathbb{R}$, yang bersifat:

- i. $\langle x, x | z \rangle \geq 0, \quad \forall x, z \in X$;
- ii. $\langle x, x | z \rangle = 0$ jika dan hanya jika x dan z bergantung linier;
- iii. $\langle x, x | z \rangle = \langle z, z | x \rangle, \quad \forall x, z \in X$;
- iv. $\langle x, y | z \rangle = \langle y, x | z \rangle, \quad \forall x, y, z \in X$;
- v. $\langle \alpha x, y | z \rangle = \alpha \langle x, y | z \rangle, \quad \forall x, y, z \in X, \alpha \in \mathbb{R}$;
- vi. $\langle x + x', y | z \rangle = \langle x, y | z \rangle + \langle x', y | z \rangle, \quad \forall x, x', y, z \in X$;

merupakan hasil kali dalam-2 pada X , dan pasangan $(X, \langle \cdot, \cdot | \cdot \rangle)$ merupakan ruang hasil kali dalam-2.

Sebagai contoh, perhatikan bahwa $(\mathbb{R}^n, \langle \cdot, \cdot | \cdot \rangle)$ dengan $n \in \mathbb{N}$, dan hasil kali dalam-2 yang didefinisikan sebagai

$$\langle x, y | z \rangle = \left| \begin{array}{cc} \langle x, y \rangle & \langle x, z \rangle \\ \langle z, y \rangle & \langle z, z \rangle \end{array} \right| ; \quad x, y, z \in \mathbb{R}^n$$

merupakan ruang hasil kali dalam-2.

Dalam ruang hasil kali dalam-2 juga berlaku ketaksamaan Cauchy Schwarz [8] yaitu

$$|\langle x, y | z \rangle| \leq \langle x, x | z \rangle^{\frac{1}{2}} \langle y, y | z \rangle^{\frac{1}{2}}.$$

Berikut beberapa teorema yang menunjukkan hubungan antara ruang norm-2 dan ruang hasil kali dalam-2.

Teorema 1.4. [8] Misal $(X, \langle \cdot, \cdot | \cdot \rangle)$ ruang hasil kali dalam-2, maka

$$\|x, y\| = \langle x, x | y \rangle^{\frac{1}{2}}$$

merupakan norm-2 pada X . Lebih lanjut, norm-2 ini disebut norm-2 yang diinduksi oleh hasil kali dalam-2.

Teorema berikut menyatakan bahwa dalam ruang hasil kali dalam-2 berlaku hukum jajargenjang, dengan akibat langsung yang merupakan kesamaan polarisasi.

Teorema 1.5. [8] Misal $(X, \langle \cdot, \cdot | \cdot \rangle)$ ruang hasil kali dalam-2, maka berlaku hukum jajargenjang berikut

$$\|x + y, z\|^2 + \|x - y, z\|^2 = 2(\|x, z\|^2 + \|y, z\|^2) ; \quad \forall x, y, z \in X$$

Akibat 1.6. [8] Misal $(X, \langle \cdot, \cdot | \cdot \rangle)$ ruang hasil kali dalam-2, maka berlaku kesamaan polarisasi, yaitu:

$$\langle x, y | z \rangle = \frac{1}{4} (\|x + y, z\|^2 - \|x - y, z\|^2).$$

Karena dalam penelitian ini aspek yang akan ditinjau adalah fungsional linear-2 terbatas di ruang norm-2, maka berikut akan ditinjau definisi dasar dari fungsional linear terbatas di ruang norm.

Definisi 1.7. [16] Misal X dan Z adalah ruang-ruang vektor. Suatu fungsional linear-2 pada $X \times Z$ adalah suatu pemetaan $f: X \times Z \rightarrow \mathbb{R}$ sehingga untuk setiap $x, x_1, x_2 \in X$ dan $z, z_1, z_2 \in Z$ dan skalar α, β memenuhi

- i. $f(x_1 + x_2, z) = f(x_1, z) + f(x_2, z);$
- ii. $f(x, z_1 + z_2) = f(x, z_1) + f(x, z_2);$
- iii. $f(\alpha x, z) = \alpha f(x, z);$
- iv. $f(x, \beta z) = \beta f(x, z).$

Definisi 1.8. [16] Misal $(X, \|\cdot\|_X)$ dan $(Z, \|\cdot\|_Z)$ adalah ruang-ruang norm dan f adalah suatu fungsional linear-2, dan jika terdapat suatu bilangan $k > 0$ sedemikian hingga

$$|f(x, z)| \leq k \|x\|_X \|z\|_Z, \tag{1}$$

untuk setiap $x \in X, z \in Z$, maka f dikatakan terbatas, dan

$$\|f\| = \sup_{z \in X \setminus \{0\}, z \in Z \setminus \{0\}} \frac{|f(x, z)|}{\|x\|_X \|z\|_Z} = \sup_{\|x\|_X=1, \|z\|_Z=1} |f(x, z)| \tag{2}$$

disebut norm dari f .

Selanjutnya dapat dilihat bahwa pendefinisian (2) identik dengan $\|f\| = \inf\{k > 0: (1) \text{ berlaku}\}.$

2. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini akan diperkenalkan tentang fungsional linear-2 di ruang norm-2. Misalkan $(X, \|\cdot\|_X)$ dan $(Z, \|\cdot\|_Z)$ adalah ruang-ruang norm-2 dan $f: X \times Z \rightarrow \mathbb{R}$ adalah suatu fungsional linear-2 pada $X \times Z$, maka kita dapat mendefinisikan suatu fungsional linear-2 terbatas pada $X \times Z$ dalam beberapa cara.

2.1. Fungsional Linear-2 Terbatas-1

Definisi 2.1.1. Misal $(X, \|\cdot\|_X)$ dan $(Z, \|\cdot\|_Z)$ adalah ruang-ruang norm-2 dan $Y = \{y_1, y_2\}$ dan $W = \{w_1, w_2\}$ adalah himpunan bebas linear masing-masing di X dan Z . Suatu fungsional linear-2 f dikatakan terbatas-1 (tipe 1) terhadap pasangan himpunan Y dan W jika terdapat $k > 0$ sehingga

$$|f(x, z)| \leq k (\|x, y_1\|_X + \|x, y_2\|_X) (\|z, w_1\|_Z + \|z, w_2\|_Z), \quad (3)$$

untuk setiap $x \in X, z \in Z$.

Selanjutnya kita bentuk ruang dual dari $X \times Z$, notasikan dengan $(X \times Z)'_1$. Ruang $(X \times Z)'_1$ memuat semua fungsional linear-2 terbatas-1 (tipe 1) pada $X \times Z$. Untuk $f \in (X \times Z)'_1$ kita definisikan

$$\|f\|_1 := \inf\{k > 0 : (3) \text{ berlaku}\}. \quad (4)$$

Jelas dapat terlihat bahwa definisi (4) identik dengan

$$\|f\|_1 := \sup\{|f(x, z)| : \|x, y_1\|_X + \|x, y_2\|_X \leq 1 \text{ dan } \|z, w_1\|_Z + \|z, w_2\|_Z \leq 1\}. \quad (5)$$

Lebih lanjut, dapat dilihat bahwa formula (4) dan (5) mendefinisikan suatu norm di $(X \times Z)'_1$.

Berikut kita tinjau contoh dari fungsional linear-2 terbatas.

Misalkan $(X, \langle \cdot, \cdot | \cdot \rangle_X)$ dan $(Z, \langle \cdot, \cdot | \cdot \rangle_Z)$ adalah ruang-ruang hasil kali dalam-2. Misal $Y = \{y_1, y_2\}$ dan $W = \{w_1, w_2\}$ adalah himpunan bebas linear masing-masing di X dan Z . Definisikan suatu $f: X \times Z \rightarrow \mathbb{R}$ oleh

$$f(x, z) := (\langle x, y_1 | y_2 \rangle_X + \langle x, y_2 | y_1 \rangle_X) (\langle z, w_1 | w_2 \rangle_Z + \langle z, w_2 | w_1 \rangle_Z), \quad (6)$$

mudah dilihat bahwa f yang didefinisikan pada (6) merupakan fungsional linear-2. Fungsional linear-2 yang ditunjukkan pada (6) terbatas-1 dan normnya ditunjukkan dalam fakta berikut.

Fakta 2.1.2. Fungsional linear yang ditunjukkan dalam (6) terbatas-1 dan

$$\|f\|_1 = \|y_1, y_2\|_X \|w_1, w_2\|_Z.$$

Bukti. Dengan menggunakan ketaaksamaan segitiga dan ketaksamaan Cauchy-Schwarz, perhatikan bahwa untuk $x \in X$ dan $z \in Z$ kita peroleh

$$|f(x, z)| \leq \|y_1, y_2\|_X \|w_1, w_2\|_Z (\|x, y_1\|_X + \|x, y_2\|_X) (\|z, w_1\|_Z + \|z, w_2\|_Z),$$

sehingga f adalah terbatas-1. Lebih lanjut dengan memperhatikan definisi (4) dapat dilihat bahwa

$$\|f\|_1 \leq \|y_1, y_2\|_X \|w_1, w_2\|_Z$$

Untuk menunjukkan bahwa $\|f\|_1 = \|y_1, y_2\|_X \|w_1, w_2\|_Z$, kita dapat menggunakan definisi (5) dan cukup pilih

$$x = \|y_1, y_2\|^{-1} y_1 \text{ dan } z = \|w_1, w_2\|^{-1} w_1.$$

Maka kita peroleh

$$\|x, y_1\|_X + \|x, y_2\|_X = 1, \quad (7)$$

dan

$$\|z, w_1\|_Z + \|z, w_2\|_Z = 1. \tag{8}$$

Selanjutnya,

$$|f(x, z)| = \|y_1, y_2\|^{-1} \|w_1, w_2\|^{-1} (\langle y_1, y_1 | y_2 \rangle_X + \langle y_1, y_2 | y_1 \rangle_X) (\langle w_1, w_1 | w_2 \rangle_Z + \langle w_1, w_2 | w_1 \rangle_Z)$$

sehingga diperoleh

$$|f(x, z)| = \|y_1, y_2\|^{-1} \|w_1, w_2\|^{-1} \|y_1, y_2\|^2 \|w_1, w_2\|^2 = \|y_1, y_2\| \|w_1, w_2\|$$

Berdasarkan definisi (5) maka $\|f\|_1 = \|y_1, y_2\|_X \|w_1, w_2\|_Z$. ■

2.2. Fungsional Linear-2 Terbatas-p ($p \geq 1$)

Definisi 2.2.1. Misal $(X, \|\cdot, \cdot\|_X)$ dan $(Z, \|\cdot, \cdot\|_Z)$ adalah ruang-ruang norm-2 dan $Y = \{y_1, y_2\}$ dan $W = \{w_1, w_2\}$ adalah himpunan bebas linear masing-masing di X dan Z . Suatu fungsional linear-2 f dikatakan terbatas- p (tipe p) terhadap pasangan himpunan Y dan W jika terdapat $k > 0$ sehingga

$$|f(x, z)| \leq k (\|x, y_1\|_X^p + \|x, y_2\|_X^p) (\|z, w_1\|_Z^p + \|z, w_2\|_Z^p), \tag{9}$$

untuk setiap $x \in X, z \in Z$.

Kita bentuk $(X \times Z)'_p$ yang merupakan ruang dual yang memuat semua fungsional linear-2 terbatas- p di $X \times Z$.

Untuk setiap $f \in (X \times Z)'_p$ kita definisikan

$$\|f\|_p := \inf\{k > 0 : (9) \text{ berlaku}\} \tag{10}$$

Dapat dilihat bahwa (10) identik dengan

$$\|f\|_p := \sup\{|f(x, z)| : \|x, y_1\|_X^p + \|x, y_2\|_X^p \leq 1 \text{ dan } \|z, w_1\|_Z^p + \|z, w_2\|_Z^p \leq 1\}. \tag{11}$$

Ternyata fungsional yang didefinisikan pada (6) juga terbatas- p dan normnya ditunjukkan oleh fakta berikut.

Fakta 2.2.2. Fungsional linear yang didefinisikan pada (6) terbatas- p dengan

$$\|f\|_p = n^{\frac{2}{p}} \|y_1, y_2\|_X \|w_1, w_2\|_Z.$$

Bukti. Bukti analog dengan bukti dari Fakta 2.1.2. (Gunakan ketaksamaan segitiga dan ketaksamaan Hölder)

Untuk mendapatkan kesamaan pilih

$$x = n^{-\frac{1}{p}} \|y_1, y_2\|_X^{-1} (y_1 + y_2) \text{ dan } z = n^{-\frac{1}{p}} \|w_1, w_2\|_Z^{-1} (w_1 + w_2).$$

Selanjutnya kita akan berpikir bahwa akan ada banyak ruang dual yang terbentuk, mengingat banyaknya bilangan p yang memenuhi (karena $p \geq 1$). Tetapi dalam teorema berikut akan ditunjukkan bahwa ruang-ruang dual yang dibentuk tadi ekuivalen.

Teorema 2.2.3. Misal $(X, \|\cdot\|_X)$ dan $(Z, \|\cdot\|_Z)$ adalah ruang-ruang norm-2. Jika f adalah suatu fungsional linear-2 di $X \times Z$, maka f terbatas- p jika dan hanya jika f terbatas-1.

Bukti. Misal f sebarang fungsional linear-2 terbatas- p (terhadap pasangan himpunan bebas linear $Y = \{y_1, y_2\}$ dan $W = \{w_1, w_2\}$ adalah himpunan bebas linear masing-masing di X dan Z).

Jika $x \in X$ dan $z \in Z$ memenuhi

$$\|x, y_1\|_X + \|x, y_2\|_X \leq 1 \text{ dan } \|z, w_1\|_Z + \|z, w_2\|_Z \leq 1,$$

Hal ini berarti tiap suku dari penjumlahan di atas juga nilainya akan kurang dari atau sama dengan 1. Dengan demikian kita peroleh

$$\|x, y_1\|_X^p + \|x, y_2\|_X^p \leq 1 \text{ dan } \|z, w_1\|_Z^p + \|z, w_2\|_Z^p \leq 1,$$

atau

$$(\|x, y_1\|_X^p + \|x, y_2\|_X^p)(\|z, w_1\|_Z^p + \|z, w_2\|_Z^p) \leq 1.$$

Sehingga kita peroleh $|f(x, z)| \leq \|f\|_p$ atau dengan kata lain f terbatas-1.

Sebaliknya, misal f adalah fungsional linear terbatas-1 (terhadap pasangan himpunan bebas linear $Y = \{y_1, y_2\}$ dan $W = \{w_1, w_2\}$ adalah himpunan bebas linear masing-masing di X dan Z).

Jika $x \in X$ dan $z \in Z$ memenuhi

$$\|x, y_1\|_X^p + \|x, y_2\|_X^p \leq 1,$$

dan

$$\|z, w_1\|_Z^p + \|z, w_2\|_Z^p \leq 1,$$

maka dengan menggunakan ketaksamaan Hölder kita peroleh

$$(\|x, y_1\|_X^p + \|x, y_2\|_X^p)(\|z, w_1\|_Z^p + \|z, w_2\|_Z^p) \leq n^{\frac{2}{q}}.$$

Hal ini mengakibatkan

$$\left| f\left(\frac{x}{n^{\frac{1}{q}}}, \frac{z}{n^{\frac{1}{q}}}\right) \right| \leq \|h\|_1,$$

atau dengan kata lain

$$|f(x, z)| \leq n^{\frac{2}{q}} \|h\|_1.$$

Dengan demikian f terbatas- p , dengan

$$\|f\|_p \leq n^{\frac{2}{q}} \|f\|_1. \quad \blacksquare$$

Teorema di atas menyatakan bahwa norm $\|\cdot\|_1$ dan $\|\cdot\|_p$ ekuivalen dengan

$$\|f\|_1 \leq \|f\|_p \leq n^{\frac{2}{q}} \|f\|_1 \text{ dengan } \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1 \text{ dan } p \geq 1.$$

Lebih lanjut karena untuk sembarang fungsional linear terbatas-1 juga terbatas- p dan juga sebaliknya, maka ruang dual yang dibentuk oleh tiap tipe keterbatasan ekuivalen.

Daftar Pustaka

- [1] Batkunde, H., Gunawan, H. dan Pangalela, Y. E. (2013): Bounded linear functionals on the n -normed space of p -summable sequences, *Acta Univ. M. Belii Ser. Math*, 21, 66–75.
- [2] Ekariani, S., Gunawan, H. dan Idris, M. (2013): A contractive mapping theorem for the n -normed space of p -summable sequences, *J. Math. Analysis*, 4, 1–7. Freese, R. W. dan Cho, Y. J. (2001): *Geometry of linear 2-normed spaces*, Nova Publishers.
- [3] Gähler, S. (1964): Lineare 2-normierte \mathbb{R} -räume, *Mathematische Nachrichten*, 28(1-2), 1–43.
- [4] Gähler, S. (1969a): Untersuchungen über verallgemeinerte m -metrische \mathbb{R} -räume. I, *Mathematische Nachrichten*, 40(1-3), 165–189.
- [5] Gähler, S. (1969b): Untersuchungen über verallgemeinerte m -metrische \mathbb{R} -räume. II, *Mathematische Nachrichten*, 40(4-6), 229–264.
- [6] Gähler, S. (1969c): Untersuchungen über verallgemeinerte m -metrische \mathbb{R} -räume. III, *Mathematische Nachrichten*, 41(1-3), 23–36.
- [7] Gozali, S., Gunawan, H. dan Neswan, O. (2010): On n -norms and bounded n -linear functionals in a Hilbert space, *Ann. Funct. Anal*, 1(1), 72–79.
- [8] Gunawan, H. (2001): On n -inner products, n -norms, and the Cauchy-Schwarz inequality, *Scientiae Mathematicae Japonicae*, 55(1), 53–60.
- [9] Gunawan, H. (2002b): Inner products on n -inner product spaces, *Soochow Journal of Mathematics*, 28(4), 389–398.
- [10] Gunawan, H., Kikianty, E., Mashadi, S. G. dan Sihwaningrum, I. (2006): Orthogonality in n -normed spaces, *Indones Math. Soc.*
- [11] Gunawan, H. dan Mashadi, M. (2001): On n -normed spaces, *International Journal of Mathematics and Mathematical Sciences*, 27(10), 631–639.
- [12] Gunawan, H., Neswan, O. dan Setya-Budhi, W. (2005): A formula for angles between subspaces of inner product spaces, *Contributions to Algebra and Geometry*, 46(2), 311–320.
- [13] Gunawan, H., Sukaesih, E. dan Neswan, O. (2015): Fixed point theorems on bounded sets in an n -normed space, *J. Math. Anal*, 3, 51–58.
- [14] Kir, M. dan Kiziltunc, H. (2014): On fixed point theorems for contraction mappings in n -normed spaces, *Appl. Math. Inf. Lett*, 2, 59–64.
- [15] Konca, S., dkk., (2014): Some remarks on L^p as an n -normed space, *Mathematical Sciences and Applications E-Notes*, 2(2).
- [16] E. Kreyszig, *Introductory Functional Analysis with Applications*, John Wiley and Sons Inc, (1978).
- [17] Misiak, A. (1989): n -Inner Product Spaces, *Mathematische Nachrichten*, 140(1), 299–319.
- [18] Park, C.-G., Rassias, T. M. dan Campus, Z. (2006): Isometries on linear n -normed spaces, *J. Inequal. Pure Appl. Math*, 7(5), 168.
- [19] Soenjaya, A. L. (2012): On n -bounded and n -continuous operator in n -normed space, *Journal of the Indonesian Mathematical Society*, 18(1).
- [20] Trencovski, K. dan Malceski, R. (2006): On a generalized n -inner product and the corresponding Cauchy-Schwarz inequality, *J. Inequal. Pure and Appl. Math*, 7(2).

PENILAIAN CARA MENGAJAR MENGGUNAKAN RANCANGAN ACAK LENGKAP (STUDI KASUS: JURUSAN MATEMATIKA FMIPA UNPATTI)

Elvinus R. Persulesy¹, Ferry Kondo Lembang², Herman Djidin³

^{1,2,3}Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pattimura
Jalan Ir. M. Putuhena, Kampus Unpatti, Poka, Ambon, Indonesia
e-mail: ¹richardcalvin89@gmail.com; ²ferrykondolembang@gmail.com

Abstrak

Cara mengajar dosen merupakan suatu rangkaian kegiatan penyampaian materi kepada mahasiswa agar dapat menerima, menanggapi, menguasai, dan mengembangkan materi tersebut. Untuk dapat menentukan kualitas kinerja dosen perlu adanya kriteria yang jelas. Rancangan acak lengkap (RAL) merupakan rancangan yang paling sederhana diantara rancangan-rancangan percobaan yang lain. Perlakuan dalam rancangan ini menggunakan sistem pengacakan secara acak. Penelitian ini bertujuan untuk melihat peringkat cara mengajar dosen Matematika FMIPA Unpatti menurut mahasiswa Matematika FMIPA Unpatti. Penggunaan RAL pada penelitian ini hanya di peruntukkan membandingkan variabel perlakuan dengan syarat harus berdistribusi normal dan homogen. Berdasarkan penelitian yang telah dibuat dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil peringkat cara mengajar dosen matematika FMIPA Unpatti menurut mahasiswa matematika FMIPA Unpatti dari yang tertinggi sampai yang terendah adalah 13, 3, 12, 14, 9, 16, 5, 15, 2, 1, 10, 6, 11, 7, 4 dan 8 dengan peringkat terbaik adalah dosen 13 dan 3, dan yang terendah adalah 7, 4 dan 8 Berdasarkan cara mengajar dosen, dosen 13 memiliki cara mengajar yang sama dengan cara mengajar dosen 3, 12, 14, 9, 16, 5, 15, 2, 1, 10, dan 6 tetapi berbeda dengan cara mengajar dosen 11, 7, 4, dan 8.

Kata Kunci: cara mengajar dosen, homogen, kenormalan, rancangan acak lengkap

EVALUATION OF TEACHING METHOD USING COMPLETELY RANDOMIZED DESIGN (STUDY CASE: DEPARTMENT OF MATHEMATICS FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURE SCIENCE PATTIMURA UNIVERSITY)

Abstract

Lecturer's teaching method is an activity series to deliver some topics to students so they can receive, respond, understand, and develop those topics. To determine lecturer's performance quality, we need some explicit criteria. Completely randomized design (CRD) is the simplest among other designs any treatment in this design is using a randomization system. This research aims to see the rank of teaching method of lecturers in Department of Mathematics in Pattimura University based on their student evaluation. The use of CDR in this research is only to compare treatment variables under a condition it must normally distributed and homogenous. Based on the research that has been made, we can deduce that the result of lecturer's teaching method rank in Department of Mathematics, Faculty of Mathematics and Nature Science, Pattimura University. based on their students from the highest to the lowest are 13, 3, 12, 14, 9, 16, 5, 15, 2, 1, 10, 6, 11, 7, 4 and 8 with the highest ranks are lecturers 13 and 3, and the lowest ranks are lecturer 7, 4 and 8 based on teaching method with lecturer 13, 3, 12, 14, 9, 16, 5, 15, 2, 1, 10, and 6 but it is different with lecturer 11, 7, 4 and 8.

Keywords: completely randomized design, homogeneous, lecturers teaching method, normality

1. Pendahuluan

Cara mengajar dosen merupakan suatu rangkaian kegiatan penyampaian materi kepada mahasiswa agar dapat menerima, menanggapi, menguasai, dan mengembangkan materi tersebut. Untuk dapat menentukan kualitas kinerja dosen perlu adanya kriteria yang jelas. Dalam [1], dinyatakan bahwa kinerja dosen adalah kemampuan untuk melaksanakan pekerjaan atau tugas yang dimiliki dosen dalam menyelesaikan suatu pekerjaannya. Penelitian kinerja dosen diperlukan dalam kerangka penjaminan mutu internal dalam bentuk umpan balik bagi dosen, sekaligus berfungsi untuk mengawasi dosen dalam tugas pokoknya serta peningkatan layanan atas mahasiswa. Kinerja dosen dapat dilakukan melalui penilaian dan evaluasi kinerja. Oleh karena itu kriteria yang di jadikan untuk mengevaluasi, sekaligus berfungsi sebagai alat untuk mengawasi kinerja dosen adalah cara mengajar di kelas. Evaluasi kinerja dosen yang berbasis pengawasan ini biasanya di laksanakan oleh pemimpin jurusan, mahasiswa, maupun tenaga yang ditetapkan oleh fakultas.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui peringkat cara mengajar dosen menurut mahasiswa Jurusan matematika FMIPA Unpatti. Penelitian ini akan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL). RAL merupakan rancangan yang paling sederhana diantara rancangan-rancangan percobaan yang lain. Dalam rancangan ini perlakuan dikenakan sepenuhnya secara acak terhadap satuan-satuan percobaan atau sebaliknya. Pola ini dikenal sebagai pengacakan lengkap atau pengacakan tanpa pembatasan. Pada umumnya, rancangan ini biasa digunakan untuk percobaan yang memiliki media atau lingkungan percobaan yang seragam atau homogen [2].

RAL adalah jenis rancangan percobaan yang paling sederhana dan paling mudah jika di bandingkan dengan jenis rancangan percobaan yang lain. RAL hanya bisa digunakan pada percobaan dengan jumlah perlakuan yang terbatas dan satuan percobaan harus homogen atau faktor luar yang dapat mempengaruhi percobaan harus dapat di kontrol [3]. RAL atau *Completely Randomized Design* merupakan salah satu model rancangan dalam rancangan percobaan. RAL digunakan bila unit percobaan homogen. Rancangan ini disebut rancangan acak lengkap, karena pengacakan perlakuan dilakukan pada seluruh unit percobaan. RAL digunakan bila faktor yang akan diteliti satu faktor atau lebih dari satu faktor.

Penelitian ini menggunakan 30 responden (mahasiswa jurusan matematika) dengan variasi terbagi atas mahasiswa IPK rendah, sedang, dan tinggi. Sehingga memungkinkan perhitungan dengan keragaman penilaian terhadap cara mengajar dosen. Dari data hasil penilaian mahasiswa terhadap cara mengajar dosen, perlu dilakukan uji kenormalan dan uji kehomogenan karena RAL termasuk dalam statistik parametrik. Pada RAL, perlakuan diatur dengan menggunakan pengacakan secara lengkap sehingga satuan percobaan memiliki peluang yang sama untuk setiap perlakuan.

Aplikasi RAL terdiri dari pengacakan dan perhitungan untuk membuat tabel anova. Pengacakan dalam penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil analisis yang tepat dari setiap perlakuan yang diujicobakan. Hasil pengacakan perlakuan yang dilakukan pada tahap sebelumnya akan di hitung untuk membuat tabel anova. Nilai-nilai dari hasil perhitungan akan di lihat apakah gagal tolak atau tolak H_0 . Jika hasil analisis yang didapat adalah tolak H_0 maka analisis akan dilanjutkan dengan pengujian beda nilai rata-rata (pengujian lanjut). Metode pengujian beda nilai rata-rata yang digunakan adalah metode Duncan multiple range test (DMRT).

Pada percobaan dengan menggunakan rancangan faktorial (lebih dari satu faktor) rancangan acak lengkap menjadi rancangan lingkungan. Model linier yang tepat untuk RAL adalah:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

dengan :

$i = 1, 2, \dots, t$ dan $j = 1, 2, \dots, r$

Y_{ij} = respon atau nilai pengamatan dari perlakuan ke- i dan ulangan ke- j .

μ = rata – rata umum

τ_i = pengaruh perlakuan ke- i

ϵ_{ij} = pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke- i dan ulangan ke- j

Asumsi yang digunakan agar dapat dilakukan pengujian secara statistik adalah asumsi untuk model tetap yaitu:

$$\sum_{i=1}^t \tau_i = 0$$

Asumsi untuk model acak adalah:

$$\epsilon_{ij} \approx N(0, \sigma^2)$$

1. μ dan τ_i bernilai tepat
2. μ, τ_i dan ϵ_{ij} saling aditif
3. $\epsilon_{ij} \approx N(0, \sigma^2)$ artinya ϵ_{ij} menyebar secara normal dengan nilai rata-rata = 0 dan ragam sebesar σ^2
4. ϵ_{ij} bebas satu sama lain

Sebelum melakukan proses analisa data hasil pengamatan terlebih dahulu perlu dirumuskan hipotesis agar jelas maksud dan tujuan percobaan yang dilakukan. Hipotesis yang dikemukakan dalam rancangan acak lengkap adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_i = 0 \text{ (semua perlakuan tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati [4])}$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } i, \text{ dimana } \tau_i \neq 0$$

Data yang didapatkan dari hasil percobaan tentunya akan dianalisa untuk diketahui hasilnya. Jika perlakuan dimulai dari 1 hingga t dan ulangan dari 1 hingga r , maka tabulasi datanya seperti ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 1. Tabulasi Perlakuan dan Ulangan unuk Model RAL

Ulangan	Perlakuan				Total
	1	2	...	t	
1	Y_{11}	Y_{12}	...	Y_{t1}	T_1
2	Y_{21}	Y_{22}	...	Y_{t2}	T_2
...
r	Y_{1r}	Y_{2r}	...	Y_{tr}	T_r
Total $Y_{i.}$	$Y_{.1}$	$Y_{.2}$...	$Y_{.t}$	$Y_{..}$
Rata-rata $\bar{Y}_{i.}$	$\bar{Y}_{.1}$	$\bar{Y}_{.2}$...	$\bar{Y}_{.t}$	$\bar{Y}_{..}$

Untuk menganalisa data dari suatu rancangan acak lengkap akan dilakukan sidik ragam berdasarkan tabulasi data pada Tabel 1 dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Penguraian jumlah kuadrat total (JKT)

$$JKT = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r (y_{ij} - \bar{Y}_{ij})^2 = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r (y_{ij} - \bar{Y}_{i.})^2 + \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r (y_{ij} - \bar{Y}_{ij})^2 + 2 \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r (y_{ij} - \bar{Y}_{i.})(y_{ij} - \bar{Y}_{ij})$$

karena

$$2 \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r (y_{ij} - \bar{Y}_{i.})(y_{ij} - \bar{Y}_{ij}) = 0$$

maka

$$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r (y_{ij} - \bar{Y}_{ij})^2 = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r (y_{i.} - \bar{Y}_{i.})^2 + \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r (y_{ij} - \bar{Y}_{ij})^2$$

Sehingga

Jumlah Kuadrat Total (JKT) = Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP) + Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

2. Menghitung faktor koreksi (FK)

$$FK = \frac{(T_{ij})^2}{(r \times t)}$$

dengan T_{ij} menyatakan jumlah total data, r adalah jumlah pengulangan, t adalah jumlah perlakuan.

3. Menghitung Jumlah Kuadrat Total (JKT).

$$JKT = (T_{ij})^2 - F$$

dengan Y_{ij} menyatakan data untuk setiap perlakuan pada setiap ulangan.

4. Menghitung Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP).

$$JKP = \frac{(T_s)^2}{r} - FK$$

dengan T_s adalah jumlah data untuk setiap perlakuan.

5. Menghitung jumlah kuadrat galat (JKG)

$$JKG = JKT - JKP$$

6. Menghitung kuadrat tengah perlakuan (KTP), $KTP = \frac{JKP}{t-1}$

7. Menghitung kuadrat tengah galat (KTG), $KTG = \frac{JKG}{t(r-1)}$

8. Menghitung nilai

$$F_{hitung} = \frac{KTP}{KTG}$$

9. Menyimpulkan analisa

Setelah dilakukan perhitungan di atas akan didapatkan tabel ANOVA secara lengkap seperti pada tabel berikut :

Tabel 2. Anova Model RAL

Sumber keragaman	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F_{hitung}	F_{α}
Perlakuan	$t - 1$	JKP	KTP	$\frac{KTP}{KTG}$	$F_{(\alpha, (t-1), t(r-1))}$
Galat	$t(r - 1)$	JKG	KTG		
Total	$tr - 1$	JKT			

Jika dalam pengujian kesamaan *mean* beberapa perlakuan menunjukkan hasil perbedaan yang signifikan (tolak H_0), maka pengujian di lanjutkan ke langkah berikutnya yaitu pengujian perbandingan ganda. Pengujian ini bertujuan untuk mencari mana dari perlakuan-perlakuan yang berbeda secara signifikan. Banyak uji yang dapat di gunakan namun harus sesuai dengan percobaan yang dilakukan salah satunya

adalah uji Duncan, yang didasarkan pada sekumpulan nilai beda nyata yang ukurannya semakin besar, tergantung pada jarak di antara pangkat-pangkat dari dua nilai tengah yang dibandingkan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan data primer yang di peroleh dari kuesioner. Responden dalam penelitian ini adalah mahasiswa matematika FMIPA Unpatti. Cara memilih Responden adalah 30 mahasiswa Jurusan Matematika yang pernah mengambil semua mata kuliah dari dosen matematika yang dilakukan dengan sampling acak sederhana. Hal ini dimungkinkan dengan memperhitungkan keragaman penilaian terhadap cara mengajar dosen.

Variabel penelitian yang digunakan adalah variabel ulangan dalam hal ini mahasiswa dan variabel perlakuan adalah dosen matematika FMIPA Unpatti. Responden memberikan skoring nilai dari skala 0 sampai 10 responden berdasarkan isi kuesioner. Pemasukan poin-poin pada kuesioner dilakukan dengan cara teratur menggunakan sistim pedagogik yakni penentuan pernyataan kuesioner dilakukan secara terstruktur dari awal perkuliahan sampai perkuliahan berakhir.

Uji asumsi galat dilakukan untuk mengetahui apakah sebarang galat menyebar secara normal dan homogen. Rancangan Acak Lengkap perlakuan diatur dengan pengacakan secara lengkap sehingga satuan percobaan memiliki peluang yang sama untuk mendapat setiap perlakuan. RAL dimungkinkan untuk satuan percobaan yang homogen, seperti percobaan penilaian cara mengajar dosen pada satu jurusan dan lain-lain. Aplikasi rancangan acak lengkap terdiri dari pengacakan dan Perhitungan Untuk Membuat Tabel Anova. pengacakan dalam penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan hasil analisis yang tepat dari perlakuan, Hasil pengacakan perlakuan yang dilakukan pada tahap sebelumnya akan di hitung untuk membuat tabel anova. Nilai-nilai dari hasil perhitungan akan di lihat apakah menerima atau menolak H_0 .

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Deskripsi Responden

Adapun tabel deskriptif responden ditampilkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Deskriptif Responden

IPK		Nilai		
Angkatan 2012	Angkatan 2013	Tinggi	Sedang	Rendah
2,34	2,53	3,00	2,53	2,26
3,37	2,82	3,03	2,65	2,34
3,53	3,29	3,16	2,67	2,37
2,37	3,71	3,18	2,80	
2,67	3,78	3,19	2,82	
2,65	2,92	3,20	2,84	
3,16	2,26	3,24	2,88	
2,96	3,66	3,29	2,90	
3,18	3,50	3,37	2,92	
2,84	3,03	3,40	2,94	
3,20	2,80	3,50	2,96	
2,90	3,19	3,53	2,98	
3,40	2,98	3,66		
2,88	3,24	3,71		
2,94	3,00	3,78		

Berdasarkan Tabel 3, deskriptif respoden di atas dapat dilihat perolehan IPK mahasiswa 2012 dan 2013 yaitu sebanyak 30 responden yang diambil secara acak dimana terdapat 15 responden dari angkatan 2012 dan 15 responden dari angkatan 2013. Tujuan dari tabel Deskriptif Responden di atas yaitu untuk melihat keragaman nilai dari 15 responden, dimana nilai IPK $\geq 3,00$ dikategorikan nilai tertinggi, IPK $\geq 2,50$ kategori sedang, dan IPK $\geq 1,50$ kategori rendah.

3.2 Pengujian Asumsi Distribusi Galat

Uji asumsi distribusi galat dilakukan untuk mengetahui apakah sebaran galat menyebar secara normal dan homogen. Pengujian asumsi ini dilakukan untuk melihat apakah data pada penilaian mahasiswa terhadap cara mengajar dosen dapat berdistribusi normal dan homogen.

3.2.1 Uji Kenormalan

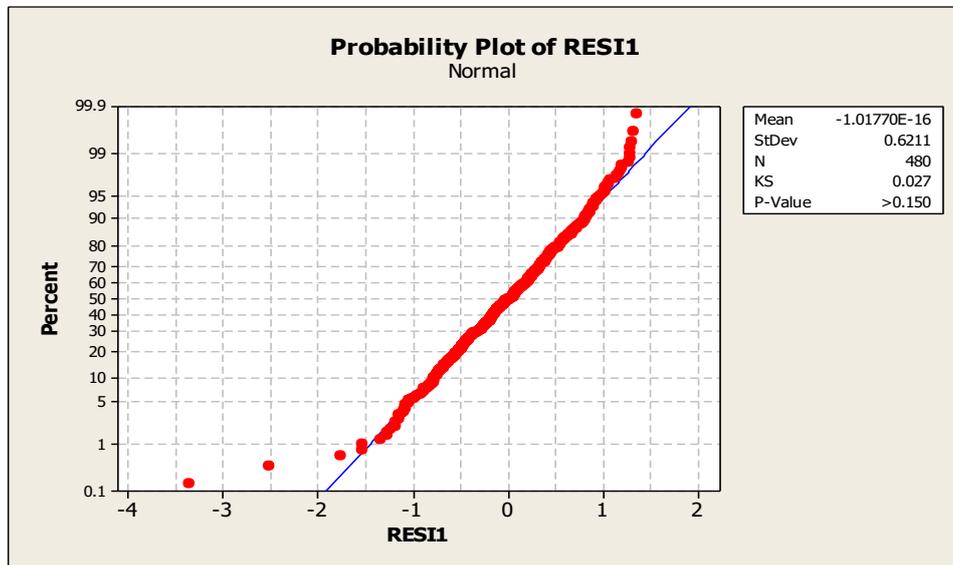
Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah sebaran galat menyebar secara normal atau tidak. Pengujian kenormalan galat menggunakan uji Kolmogorov Smirnov [5].

Hipotesis uji dengan $\alpha = 5\%$ yaitu:

H_0 : Galat menyebar normal

H_1 : Galat tidak menyebar normal

Dengan menggunakan *software* diperoleh *plot* sebaran data galat seperti pada Gambar 1. Sebaran galat cenderung membentuk garis lurus dan nilai *P-Value* ($>0,150$) yang lebih dari $\alpha = 5\%$. Sehingga keputusan yang diambil adalah terima H_0 , yaitu bahwa galat menyebar secara normal.



Gambar 1. Sebaran galat rancangan acak lengkap

3.2.1 Uji Kehomogenan

Uji kehomogenan ragam digunakan untuk melihat apakah varian galat homogen atau tidak. Pengujian ini menggunakan uji Bartlett. Pengujian Hipotesis:

H_0 : $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_a^2$ (varian galat homogen)

H_1 : ada i dan j sedemikian hingga $\sigma_i^2 \neq \sigma_j^2$ (varian galat tidak homogen)

Statistik uji:

$$\chi^2 = 2,3026 \left\{ \left[\sum_{i=1}^b (b_i - 1) \log(s^2) - \sum_{i=1}^b (b_i - 1) \log(s_i^2) \right] \right\}$$

Tabel 4. Sumber data minitab

Statistik Uji Bartlett	P-Value
22,46	0,096

Berdasarkan Tabel 4 diperoleh informasi bahwa pengujian kehomogenan menggunakan uji Bartlett pada *software* Minitab 16, menghasilkan nilai $p_{value} = 0,096 > 0,05$ sehingga gagal tolak H_0 , yang artinya memiliki varian galat yang homogen.

3.3. Aplikasi Rancangan Acak Lengkap

Pada penelitian ini prosedur pengacakan dan penataan RAL pada kasus penilaian cara mengajar dosen dalam hal ini sebagai perlakuan (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, dan P) oleh 30 mahasiswa yang diartikan pengulangan sebanyak 30 kali. Pengacakan dan penataan dengan tujuan untuk mendapatkan hasil analisis yang tepat dari perlakuan. Cara pengacakan dapat dilakukan dengan 3 cara yaitu diundi (lotere), daftar angka acak, atau menggunakan bantuan *software*. Pengacakan yang dipilih dalam penelitian ini adalah menggunakan bantuan *software* Ms.Excel.

Nilai-nilai dari hasil perhitungan di atas akan dimasukkan ke dalam tabel anova RAL. Tabel hasil perhitungan diatas disajikan pada tabel berikut.

Tabel 5. Hasil tabel anova RAL

Sumber keragaman	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F_{hitung}	$F_{0,01}$	$F_{0,05}$
Perlakuan	15	22,19	1,479162	2,92	2,08	1,69
Galat	464	234,78	0,505997			
Total	479	256,97				

Berdasarkan Tabel 5 diperoleh nilai F_{hitung} sebesar 2,92 yang berarti lebih besar dari nilai $F_{tabel} = 2,08$ dan 1,69 pada taraf 0,01 dan 0,05, maka hal ini dapat disimpulkan tolak H_0 sehingga minimal terdapat dosen yang memberikan perlakuan cara mengajar terhadap mahasiswa yang berbeda dengan dosen lain. Akibat keputusan yang diambil adalah tolak H_0 maka analisis dilanjutkan dengan pengujian beda nilai rata-rata (pengujian lanjut). Metode pengujian beda nilai rata-rata yang digunakan adalah Metode Duncan *Multiple Range Test* (DMRT). Urutan nilai rata-rata tiap perlakuan dari terbesar sampai yang terkecil sesuai pada tabel berikut ini:

Tabel 6. Sumber olah *software* SAS

Perlakuan (Dosen)	Mean	Uji Duncan
13	8.9590	A
3	8.8859	A
12	8.8287	AB
14	8.8090	AB
9	8.7897	AB
16	8.7826	AB
5	8.7772	AB
15	8.7333	AB
2	8.6928	ABC
1	8.6692	ABCD
10	8.6131	ABCD
6	8.5610	ABCD
11	8.4351	BCD
7	8.3041	CD
4	8.2733	D
8	8.2603	D

Berdasarkan Tabel 6 uji lanjut Duncan disimpulkan bahwa perlakuan yang diikuti dengan huruf yang sama berbeda tidak nyata artinya, cara mengajar dosen (perlakuan) adalah sama. Sebagai contoh bahwa cara mengajar dosen 13 sama dengan cara mengajar dosen 3, 12, 14, 9, 16, 5, 15, 2, 1, 10, dan 6 tetap.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian, dapat disimpulkan bahwa hasil peringkat cara mengajar dosen Jurusan Matematika FMIPA Unpatti menurut mahasiswa Jurusan Matematika FMIPA Unpatti dari yang tertinggi

sampai yang terendah adalah 13, 3, 12, 14, 9, 16, 5, 15, 2, 1, 10, 6, 11, 7, 4 dan 8. Peringkat terbaik adalah dosen 13 dan 3, sedangkan yang terendah adalah dosen 7, 4 dan 8. Berdasarkan cara mengajar dosen, dosen 13 memiliki cara mengajar yang sama dengan cara mengajar dosen 3, 12, 14, 9, 16, 5, 15, 2, 1, 10, dan 6 tetapi berbeda dengan cara mengajar dosen 11, 7, 4, dan 8.

Penelitian lanjutan dapat dicoba dengan menggunakan ulangan yang tidak sama. Metode RAL yang digunakan tidak hanya terpaku pada penilaian dosen maka di harapkan untuk peneliti selanjutnya menerapkan metode RAL pada bidang ekonomi, sosial dan lain sebagainya.

Daftar Pustaka

- [1] Depdiknas, UU RI No. 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional, Bandung: Fokusmedia, 2003.
- [2] A. Mattjik, Perancangan Percobaan, Bogor: IPB Press, 2002.
- [3] A. Mukmin, "amc87.blogspot.co.id," Mei 2011. [Online]. Available: <http://amc87.blogspot.co.id/2011/05/menyelesaikan-rancangan-acak-lengkap.html>.
- [4] Sastrosupadi, Percobaan Perancangan: Analisis dan Interpretasinya, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Umum, 2000.
- [5] W. Daniel, Statistika Non Parametrik Terapan, Jakarta: PT. Gramedia, 1937.

SMALL AREA ESTIMATION UNTUK PENDUGAAN TINGKAT PARTISIPASI ANGKATAN KERJA DI PROVINSI MALUKU DENGAN PENDEKATAN KERNEL-BOOTSTRAP

Mozart W. Talakua¹ and Geornado G. Patty²

^{1,2}Jurusan Matematika FMIPA Universitas Pattimura
Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Unpatti, Poka-Ambon, Indonesia
e-mail: ¹ocat1617@yahoo.com

Abstrak

Pendugaan area kecil dengan dengan teknik pendugaan tak langsung memerlukan asumsi adanya hubungan linear antara rata-rata area kecil dengan variabel penyerta. Jika tidak ada hubungan linier antara rata-rata area kecil dan variabel penyerta maka tidak tepat ‘meminjam kekuatan’ dari area lain dengan menggunakan model linear dalam pendugaan tak langsung. Untuk mengatasi hal tersebut dikembangkan pendekatan nonparametrik. Salah satu pendekatan nonparametrik yang digunakan adalah pendekatan Kernel-Bootstrap. Pendugaan tak langsung dengan pendekatan *Small Area Estimation* Kernel-Bootstrap digunakan untuk menduga angka tingkat partisipasi angkatan kerja pada level Kabupaten di Provinsi Maluku. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas dua bagian, yakni Tingkat partisipasi Angkatan Kerja (Y) sebagai variabel dependen, serta sebagai variabel penyerta : Angkatan Kerja Usia 15 Tahun Keatas (X). Evaluasi hasil pendugaan dilakukan dengan melihat nilai MSE (*Mean Square Error*) penduga *Small Area Estimation* Kernel-Bootstrap. Hasil pendugaan *Small Area Estimation* Kernel-Bootstrap terbaik yaitu 0,122 dengan menggunakan replikasi $B = 50$

Kata Kunci : Bootstrap, Kernel, *Mean Square Error*, *Small Area Estimation*

SMALL AREA ESTIMATION TO ESTIMATE PARTICIPATION LEVEL OF LABOUR FORCE IN MALUKU PROVINCE WITH KERNEL-BOOTSTRAP APPROACH

Abstract

Small area estimation with indirect estimation technique needs linear relation between small area mean and attachment variable. If there is no linear relation between small area mean and attachment variable then it is not appropriate to “borrow any power” from another areas with using linear model in indirect estimation. To overcome this condition we develop non-parametric approaches. One of the non-parametric approaches that we used is Kernel-Bootstrap approach. Indirect estimation with Kernel-Bootstrap SAE is used to approach participation level of labour force in regency level in Maluku Province. Variables which are used in this research consist of two part those are participation level of labour force as independent variable (Y) and labour force more than 15 years old as dependent variable (X). We get the evaluation result of this estimation by looking to MSE value of Kernel-Bootstrap SAE estimation. The best result of Kernel-Bootstrap SAE estimation is 0,122 with replication $B = 50$.

Keywords : Bootstrap, Kernel, *Mean Square Error*, *Small Area Estimation*

1. Pendahuluan

Penurunan kemiskinan selamanya dipengaruhi oleh pertumbuhan ekonomi yang tinggi. Setidaknya ada 3 masalah pokok yang perlu diperhatikan dalam mengukur tingkat pembangunan suatu negara yaitu tingkat kemiskinan, pembangunan dan ketimpangan dalam berbagai bidang. Masalah ketenagakerjaan merupakan salah satu aspek penting dalam proses pembangunan khususnya negara-negara berkembang. Hal ini disebabkan masalah ketenagakerjaan selalu menentang isu-isu tentang pengangguran, kesempatan kerja dan partisipasi angkatan kerja yang tentunya berkaitan dengan kualitas sumber daya manusia (SDM).

Usaha-usaha ke depan oleh pemerintah untuk mengurangi kemiskinan menggunakan pengembangan suatu program yang ditargetkan dan diarahkan pada daerah yang paling terbelakang, pendekatan ini untuk meningkatkan keefektifan biaya dari program intervensi sosial, yang implementasinya membutuhkan informasi detail tentang kemiskinan di tingkat lokal. Pengukuran kemiskinan melalui sampel survei tidak dapat secara langsung menghasilkan ukuran kemiskinan pada tingkat agrerasi yang rendah (misalnya kecamatan, desa/ kelurahan) karena adanya keterbatasan data. *Proverty mapping* merupakan salah satu metode untuk mengukur dan memetakan kemiskinan pada suatu wilayah/ kota, salah satu *proverty mapping* yaitu dengan menggunakan *Small Area Estimation (SAE)*.

Small Area Estimation merupakan salah satu metode yang paling sering digunakan untuk menduga parameter pada area kecil. *Small Area Estimation* mengalami banyak perkembangan dan perbaikan berdasarkan jenis data sampel yang diperoleh. *Small Area Estimation* sangat dibutuhkan untuk mendapatkan informasi-informasi pada daerah kecil, misalnya pada lingkup provinsi, kota/ kabupaten, kecamatan, ataupun desa/ kelurahan. Informasi tersebut menjadi sangat penting dengan berkembangnya era otonomi daerah di Indonesia karena dapat digunakan sebagai acuan untuk menyusun sistem perencanaan, pemantauan, dan kebijakan pemerintah lainnya tanpa harus mengeluarkan biaya yang besar untuk mengumpulkan data sendiri. Metode yang terus dikembangkan untuk menduga statistik area kecil ini adalah *SAE*, istilah *Small Area Estimation* menunjukkan suatu sub populasi dimana penduganya dapat menghasilkan ketepatan yang cukup [1].

Meminjam informasi yang akan digunakan sebagai variabel penyerta dari area lain dengan menggunakan model linier dalam pendugaan tak langsung tidak tepat digunakan jika tidak terdapat hubungan linier antara rata-rata area kecil dan variabel penyerta. Untuk mengatasi masalah tersebut maka dikembangkan pendekatan nonparametrik, salah satu yang digunakan yaitu pendekatan *kernel-based*. Pendekatan *kernel-based* menawarkan teknik nonparametrik sebagai alternatif baru yang menjanjikan identifikasi fungsi regresi pada pendugaan area kecil. Pada penelitian ini akan digunakan *Small Area Estimation* berdasarkan pendekatan nonparametrik *kernel-bootstrap* untuk mengestimasi tingkat partisipasi angkatan kerja di Maluku. Karena itu peneliti berkeinginan untuk meneliti tentang *small area estimation* untuk pendugaan tingkat partisipasi angkatan kerja di Provinsi Maluku dengan pendekatan *kernel-bootstrap*.

2. Tinjauan Pustaka

Terdapat dua topik utama yang menjadi perhatian para statistisi yaitu persoalan pengembangan teknik penarikan sampel (*sampling technique*) dan pengembangan metodologi estimasi parameter populasi (*estimation method*). Adapun Persoalan mutakhir dalam metodologi estimasi parameter populasi adalah mengenai estimasi untuk area atau domain survei yang memiliki sampel kecil (*Small Area Estimation/SAE*) [1]. Terdapat beberapa metode estimasi area kecil yang telah banyak digunakan diantaranya adalah *Best Linier Unbiased Prediction (BLUP)*, *Empirical Best Linier Unbiased Prediction (EBLUP)*, *Empirical Bayes (EB)*, dan *Hierarchical Bayes (HB)*. Pemodelan *SAE* yang saat ini sedang banyak dikaji adalah pemodelan dengan menerapkan kaidah Bayes (*bayesian Estimation*). Menurut kaidah Bayes, untuk mendapatkan estimasi yang baik, perlu model yang mampu menggabungkan informasi yang tersedia pada data sampel dan informasi lain yang diketahui sebelumnya, dalam teori peluang (*probability theorem*) lebih dikenal dengan menghitung posterior dengan memperhitungkan likelihood dan prior. Pendekatan dengan menggunakan fungsi kernel diusulkan karena fungsi ini didasarkan pada pendekatan penggunaan ketersediaan variabel-variabel umum antara data sensus dan survei sehingga dengan pendugaan area kecil yang mengestimasi fungsi regresi berdasarkan informasi tambahan. Metode ini lebih fleksibel dibanding dengan metode parametrik yang menggabungkan pola-pola kovarian spasial untuk pendugaan area kecil.

2.1. Bootstrap

Dalam pendekatan *bootstrap*, data latih dilakukan pengambilan sampel dengan pengembalian, misalnya data yang sudah terpilih sebagai data latih akan dikembalikan ke set data awal sehingga mempunyai kesempatan yang sama lagi untuk ditarik. Jika set data awal mempunyai N data, maka dapat ditunjukkan bahwa rata-rata sampel *bootstrap* berukuran N data berisi sekitar 63,2% dari baris data dalam set data awal.

Metode *bootstrap* pertama kali diperkenalkan oleh Bradley Efron pada tahun 1979. *Bootstrapping* ini merupakan teknik modifikasi dari Jackknife yang diperkenalkan oleh Queneville pada tahun 1948. Berhubung metode ini pada awalnya tidak membobatkan model peluang, tetapi berbasis pada data *bootstrap*

dikenal sebagai data *driven approach*. Pada dekade 80-an perkembangan metode nonparametrik mulai sering digunakan seperti pada regresi nonparametrik, estimasi distribusi dengan kernel, dan *neural network*. Metode bootstrap adalah metode berbasis resampling data sampel dengan syarat pengembalian pada datanya dalam menyelesaikan statistik ukuran suatu sampel dengan harapan sampel tersebut mewakili data populasi sebenarnya, biasanya ukuran resampling diambil secara ribuan kali agar dapat mewakili data populasinya. Bootstrap memungkinkan seseorang untuk melakukan inferensi statistik tanpa membuat asumsi distribusi yang kuat dan tidak memerlukan formulasi analitis untuk distribusi sampling suatu estimator. Sebagai pengganti, bootstrap menggunakan distribusi empiris untuk mengestimasi distribusi sampling. Jadi jika penyelesaian analitik tidak mungkin dilakukan dimana anggapan (suatu distribusi, misalnya kenormalan data) tidak dipenuhi maka dengan menggunakan bootstrap masih dapat dilakukan suatu inferensi. Metode *bootstrap* pada dasarnya adalah melakukan pengambilan sampel (resampling) dengan pengembalian dari sampel hasil observasi dengan replikasi B kali ($n < B < n^n$) dengan n adalah ukuran sampel. Metode *bootstrap* merupakan suatu metode pendekatan nonparametrik untuk menaksir berbagai kuantitas statistik seperti *mean*, *standar error*, dan bias suatu estimator atau untuk membentuk interval konfidensi dengan memanfaatkan kecanggihan teknologi komputer. Metode *bootstrap* dapat juga digunakan untuk mengestimasi distribusi suatu statistik. Distribusi ini diperoleh dengan menggantikan distribusi populasi yang tidak diketahui dengan distribusi empiris berdasarkan data sampel, kemudian melakukan pengambilan sampel dengan pengembalian dari distribusi empiris yang selanjutnya dipergunakan untuk mencari penaksir *bootstrap*. Metode *bootstrap* merupakan metode berbasis komputer yang berguna untuk menaksir berbagai kuantitas statistik seperti mean, standar error, dan bias suatu estimator atau untuk mengestimasi interval serta untuk mengestimasi distribusi suatu statistik [2].

Penduga *MSE* dengan *bootstrap* diberikan oleh :

$$MSE(\hat{\theta}_i) = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^B (\hat{\theta}_i^{*(j)} - \theta_i^{*(j)})^2 \quad (1)$$

Langkah-langkah dalam prosedur bootstrap adalah sebagai berikut :

- 1) Membangun distribusi empiris $\hat{F}_n(x)$ dari suatu sampel dengan menempatkan probabilitas $1/n$ pada setiap x_i , dengan $i = 1, 2, \dots, n$.
- 2) Mengambil sampel random sederhana berukuran n dengan pengembalian dari fungsi distribusi empiris $\hat{F}_n(x)$ sebanyak B kali. Hal ini dinamakan sebagai resampel dan disebut x_b^* . Sampel random dengan B ulangan dari (x_1, x_2, \dots, x_n) adalah

$$\begin{array}{cccc} x_{11}^* & x_{21}^* & \cdots & x_{n1}^* \\ x_{12}^* & x_{22}^* & \cdots & x_{n2}^* \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{1B}^* & x_{2B}^* & \cdots & x_{nB}^* \end{array}$$

Menurut Efron dan Tibshirani (1993), jumlah ulangan pada resampel bootstrap berkisar diantara nilai 25 – 200.

- 3) Menghitung statistik $\hat{\theta}$ yang diinginkan dari resampel yang disebut $\hat{\theta}_b^*$ sebanyak B kali.
- 4) Membangun distribusi empiris dari $\hat{\theta}_b^*$ dengan probabilitas masing-masing $1/B$ pada setiap $\hat{\theta}_1^*, \hat{\theta}_2^*, \dots, \hat{\theta}_B^*$. Distribusi adalah estimator distribusi sampling $\hat{\theta}$ dan disebut $\hat{F}^*(\hat{\theta}^*)$. Selanjutnya distribusi tersebut dapat digunakan untuk melakukan inferensi tentang θ .

Jika $\hat{\theta}$ merupakan *mean* (rata-rata) hasil resampel, maka dapat ditentukan rata-rata dan variansi bootstrapnya yaitu

$$\bar{\theta}^* = \frac{\sum_{i=1}^B \hat{\theta}_i^*}{B} \quad \text{dan} \quad \hat{V}^* = \frac{\sum_{i=1}^B (\hat{\theta}_i^* - \bar{\theta}^*)^2}{B-1}$$

2.2. Partisipasi Angkatan Kerja

Tenaga kerja dapat dikelompokkan menjadi bukan angkatan kerja dan angkatan kerja. Bukan angkatan kerja antara lain tenaga kerja yang sebagian besar waktunya digunakan untuk mengurus rumah tangga,

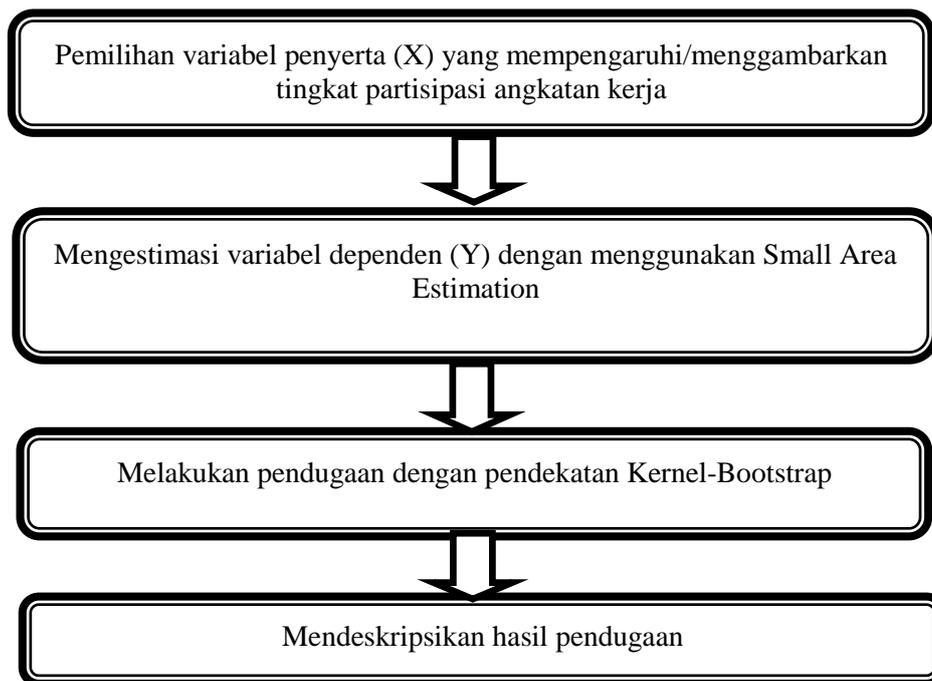
sekolah serta para pensiunan dan orang yang cacat fisik sehingga tidak dapat melakukan suatu pekerjaan. Sementara yang termasuk angkatan kerja adalah tenaga kerja yang sedang bekerja atau sedang berusaha mencari pekerjaan. Secara umum, proporsi angkatan kerja pedesaan lebih banyak dari pada angkatan kerja perkotaan.

Menurut [3] yang dimaksud tenaga kerja adalah penduduk yang sedang atau sudah bekerja, sedang mencari pekerjaan dan yang melakukan kegiatan-kegiatan lain, seperti bersekolah dan mengurus rumah tangga. Batas umur tenaga minimum 15 tahun tanpa batas umur maksimum. Menurut [4] yang dimaksud tenaga kerja adalah penduduk yang berumur di dalam batas usia kerja, baik yang sedang bekerja atau mencari pekerjaan dengan batas usia minimum 15 tahun ke atas tanpa batas usia maksimum.

Oleh sebab itu, dapat disimpulkan bahwa tenaga kerja yaitu meliputi penduduk yang berusia 15 tahun ke atas, baik yang sudah bekerja maupun yang sedang mencari pekerjaan serta yang melakukan kegiatan lain, seperti bersekolah dan mengurus rumah tangga serta golongan lain yang menerima pendapatan. Pada kenyataannya usia 15 tahun ke atas bukanlah kriteria tenaga kerja yang tetap. Batas usia tersebut bisa saja berubah sesuai dengan kondisi yang ada, tujuan dari pemilihan batas umur tersebut adalah supaya definisi yang diberikan sedapat mungkin sebagai gambaran keadaan yang sebenarnya.

3. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini berkaitan dengan tujuan penelitian tentang untuk menduga tingkat partisipasi angkatan kerja dengan pendekatan *Small Area Estimation* Kernel-Bootstrap di Provinsi Maluku. Langkah-langkahnya sebagai berikut :



4. Hasil Dan Pembahasan

4.1 Pendugaan dengan Pendekatan Kernel

Sebelum melakukan pendugaan area terkecil untuk tingkat partisipasi angkatan kerja dengan pendekatan kernel maka langkah awal yang diperlukan adalah menentukan pendugaan kernel untuk tiap area (kabupaten/kota) di Provinsi Maluku ($\hat{m}_h(x_i)$). Untuk mendapatkan nilai pendugaan $\hat{m}_h(x_i)$ digunakan pendekatan kernel Nadaraya-Watson yaitu :

$$\hat{m}_h(x_i) = \frac{\sum_i K_h(x-x_i)y_i}{\sum_i K_h(x-x_i)} \quad (2)$$

dimana K_h adalah fungsi kernel dengan *bandwidth* h dan $\hat{m}_h(x_i) = \frac{1}{h} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x}{h}\right)$. Pada pendugaan kernel

Nadaraya-Watson diatas fungsi kernel yang dipakai adalah fungsi kernel Epanechnikov. Penduga kernel pada persamaan (2) linier terhadap y_i , sehingga dapat ditulis sebagai berikut :

$$\hat{m}_h(x_i) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^n w_{hi}(x) y_i \quad (3)$$

dimana,

$$w_{hi}(x) = \frac{K_h(x-x_i)}{\frac{1}{m} \sum_i K_h(x-x_i)} \quad (4)$$

dengan demikian diperoleh hasil pendugaan $\hat{m}_h(x_i)$ dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut :

Tabel 1. Hasil Pendugaan Kernel Tiap Area

No.	Kabupaten/Kota	$\hat{m}_h(x_i)$
1.	Maluku Tenggara Barat	64,76401
2.	Maluku Barat Daya	64,76293
3.	Maluku Tenggara	64,76185
4.	Maluku Tengah	64,76077
5.	Buru	64,75969
6.	Buru Selatan	64,75860
7.	Kepulauan Aru	64,75752
8.	Seram Bagian Barat	64,75644
9.	Seram Bagian Timur	64,75535
10.	Ambon	64,75427
11.	Tual	64,75318

Berdasarkan Tabel 1 nilai-nilai pendugaan kernel untuk tiap area akan digunakan untuk pendugaan area terkecil. Dalam pendugaan area terkecil, nilai-nilai tersebut berfungsi sebagai penghalus (*smoothing*) dalam pendugaan.

Setelah diketahui pendugaan kernel untuk setiap area kabupaten/kota di Provinsi Maluku, maka dilakukan pendugaan pembobot pengaruh acak untuk setiap area

$$\hat{\gamma}_i = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + D_i} \quad (5)$$

dimana σ_u^2 merupakan pendugaan varian antar area dan D_i merupakan varian tiap area. Maka pendugaan untuk rata-rata area kecil yaitu $\hat{\theta}_i = \hat{\gamma}_i y_i + (1 - \hat{\gamma}_i) \hat{m}_h(x_i)$. Hasil pendugaan area secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.2 di bawah ini.

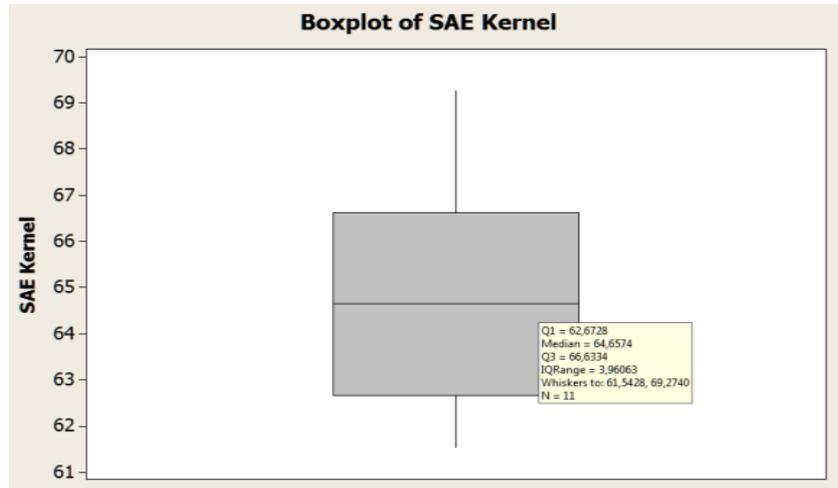
Tabel 2. Hasil Pendugaan Area Terkecil untuk Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (%)

No	Kabupaten/Kota	Data Asli	SAE-Kernel
1.	Maluku Tenggara Barat	70,82	67,31786
2.	Maluku Barat Daya	75,46	69,27396
3.	Maluku Tenggara	69,2	66,63345
4.	Maluku Tengah	57,13	61,54282
5.	Buru	66,57	65,52311
6.	Buru Selatan	63,4	64,18567
7.	Kepulauan Aru	64,52	64,65736
8.	Seram Bagian Barat	67,07	65,73208
9.	Seram Bagian Timur	59,89	62,70360
10.	Ambon	58,46	62,09993
11.	Tual	59,82	62,67282

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa tingkat partisipasi angkatan kerja pada setiap kabupaten/kota di Provinsi Maluku tidak terdapat perbedaan yang cukup mencolok karena tingkat partisipasi angkatan kerja merata di setiap area kabupaten/kota. Tingkat partisipasi angkatan kerja pada Kabupaten Maluku Barat Daya sebesar 75,46% dengan pendugaan SAE-Kernel sebesar 69,27396% dibandingkan Kota Ambon sebesar 58,46% dengan pendugaan SAE-Kernel 62,09993%. Hal ini diakibatkan karena Kabupaten Maluku Barat Daya merupakan sebuah Kabupaten baru sehingga banyak penduduk yang menjadi tenaga kerja pada daerah

tersebut. Secara keseluruhan tingkat partisipasi angkatan kerja yang paling mendekati adalah Kabupaten Kepulauan Aru dengan data asli sebesar 64,52% dan pendugaan SAE-Kernel sebesar 64,65736%.

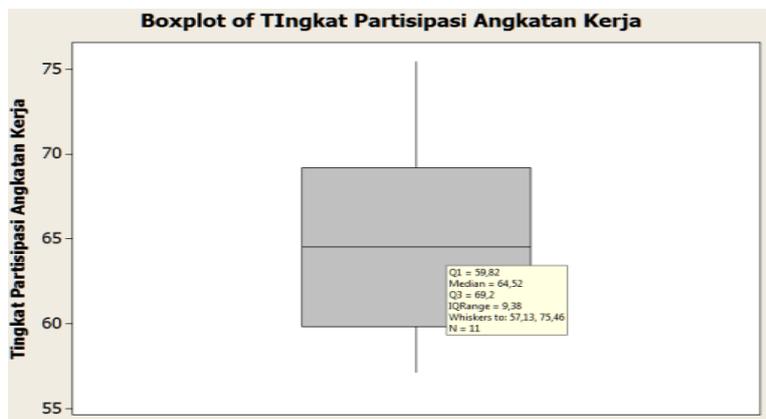
Selanjutnya akan membandingkan antara jumlah tingkat partisipasi angkatan kerja data asli dengan pendugaan SAE-Kernel salah satunya dengan melihat koefisien keragaman tingkat partisipasi angkatan kerja antar kabupaten/kota melalui gambar boxplot berikut :



Gambar 1. *Boxplot* Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja

Gambar 1 menunjukkan bahwa tidak ada pencilan tingkat partisipasi angkatan kerja pada area Kabupaten/Kota karena tidak ada data yang ekstrim. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2 dimana perbandingan data asli tidak berbeda jauh antar setiap area Kabupaten/Kota di Provinsi Maluku.

Pola tingkat partisipasi angkatan kerja pada tiap area kabupaten/kota di Provinsi Maluku pada *boxplot* berkisar hampir seimbang antara lebar bagian atas dan lebar bagian bawah. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat partisipasi angkatan kerja merata pada setiap area Kabupaten/Kota di Provinsi Maluku.



Gambar 2. *Boxplot* Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja SAE-Kernel

Selanjutnya, Gambar 2, menunjukkan bahwa pola tingkat partisipasi angkatan kerja dengan menggunakan SAE-Kernel pada *boxplot* hampir seimbang antara lebar bagian atas dan lebar bagian bawah. Hal ini menjelaskan bahwa persebaran tingkat partisipasi angkatan kerja merata pada setiap area Kabupaten/Kota di Provinsi Maluku.

4.2 Pendugaan Nilai *Mean Square Error* (MSE)

Setelah dilakukan pendugaan terhadap tingkat partisipasi angkatan kerja di Provinsi Maluku dengan metode *small area estimation* – kernel bootstrap selanjutnya akan dilakukan pendugaan nilai *mean square*

error. Dalam pendugaan *small area estimation*-kernel, dilakukan koreksi terhadap nilai *mean square error* dengan menggunakan metode *resampling Bootstrap*. Hasil perhitungan nilai rata-rata MSE dari masing - masing replikasi bootstrap yang diperoleh dengan menggunakan *software R* pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Statistik Replikasi Bootstrap

Replikasi bootstrap	Rata-rata <i>mean square error</i>
25	0,123
50	0,122
100	0,135
150	0,146
200	0,145

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai rata-rata *mean square error* terkecil terdapat pada replikasi bootstrap $B = 50$ yaitu sebesar 0,122. Hasil ini menjelaskan bahwa pendugaan jumlah tingkat partisipasi angkatan kerja dengan *Small Area Estimation Kernel-Bootstrap* dengan replikasi bootstrap $B = 50$ merupakan metode terbaik yang dapat digunakan untuk menduga tingkat partisipasi angkatan kerja di Provinsi Maluku.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa nilai pendugaan dengan menggunakan SAE-Kernel yang mendekati nilai data asli terdapat pada Kabupaten Kepulauan Aru. Sedangkan nilai pendugaan SAE-Kernel yang perbedaannya cukup besar terdapat pada Kabupaten Maluku Barat Daya. Model *Small Area Estimation* dengan pendekatan kernel-bootstrap dengan replikasi $B=50$ untuk menduga tingkat partisipasi angkatan kerja pada level Kabupaten di Provinsi Maluku dapat menghasilkan dugaan yang presisi, dapat ditunjukkan dari nilai *mean square error* yang dihasilkan sebesar 0,122.

Daftar Pustaka

- [1] R. JNK, *Small Area Estimation*, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2003.
- [2] S. Rahayu dan Tarno, "Prediksi Produksi Jagung di Jawa Tengah dengan ARIMA dan Bootstrap," dalam *Prosiding SPMIPA*, Semarang, 2006.
- [3] P. Simanjuntak, *Pengantar Ekonomi Sumberdaya Manusia*, Jakarta: LPFEUI, 2001.
- [4] Dumairy, *Perekonomian Indonesia*, Cetakan Kedua, Jakarta: Penerbit Erlangga, Anggota IKAPI, 1997.
- [5] Dudewicz, J. Edward dan S. Mishra, *Statistika Matematika Modern*, Bandung: ITB, 1995.
- [6] D. N. Gujarati, *Basic Econometrics*, New York: McGraw-Hill, 2003.
- [7] D. N. Gujarati, *Dasar-dasar Ekonometrika*, Jakarta: SalembaEmpat, 2010.
- [8] I. Hasan, *Pokok-Pokok Materi Statistik 2 (Statistika Inferensi)*, Jakarta: Bumi Aksara, 2002.
- [9] L. Laome, "Perbandingan Model Regresi Non Parametrik Dengan Regresi Spline dan Kernel," 2010.
- [10] A. M. Mood, F. A. Graybill dan D. C. Boes, *Introduction To The Theory Of Statistics*, 1974.
- [11] P. Mukhopadhyay dan P. Maiti, "Two Stage Non Parametric Approach For Small Area Estimation," dalam *ASA Section On Survey Research Methods*, 2004.
- [12] R. E. Walpole dan R. H. Myers, *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuan Terjemahan RK Sembiring*, Bandung: ITB, 1995.
- [13] S. Yitnosumarto, *Dasar-Dasar Statistika*, Jakarta: C.V Rajawali, 1990.

ANALISIS PERANAN DAN DAMPAK INVESTASI INFRASTRUKTUR TERHADAP PEREKONOMIAN MALUKU: ANALISIS *INPUT-OUTPUT*

Maria Katje Tupamahu¹, Jefri Tipka²

¹*Staf Dosen Program Studi Ilmu Ekonomi Pasca Sarjana Universitas Pattimura*

²*Mahasiswa Program Studi Ilmu Ekonomi Program Pasca Sarjana Universitas Pattimura*

Jl. Dr. Latumeten-Kampus PGSD Ambon, 97231

e-mail : jefri.tipka@bps.go.id

Abstrak

Kebangkitan Maluku dari Konflik pada tahun 1999-2003 mulai terlihat, pembangunan infrastruktur menunjukkan perbaikan yang sangat signifikan. Hal ini tercermin dari alokasi anggaran pemerintah untuk infrastruktur yang cenderung mengalami peningkatan jika dilihat dari persentasenya terhadap PDRB. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis peranan infrastruktur melalui analisis keterkaitan, analisis koefisien dan kepekaan penyebaran, analisis multiplier dan analisis dampak investasi infrastruktur terhadap sektor perekonomian di Provinsi Maluku. Infrastruktur yang dianalisis meliputi Ketenagalistrikan, Pengadaan Air Minum, Bangunan/Konstruksi serta pengangkutan dan informasi komunikasi. Data yang digunakan adalah Tabel *Input-Output* Provinsi Maluku Tahun 2013.

Kata kunci : Analisis I-O, investasi, peranan infrastruktur.

ANALYSIS OF INFRASTRUCTURE INVESTMENT ROLE AND IMPACT TOWARD ECONOMY IN MALUKU: INPUT-OUTPUT ANALYSIS

Abstract

Resurrection of Maluku from Conflict on Year 1999-2003 looks Start, Infrastructure Development showed significant improvement Very Yang. It reflected Singer of Government Budget Allocation to review Infrastructure that tends to increase the percentage Against IF Seen From the GDRP. Purpose of Research Singer is analyzing the role of Infrastructure through linkage analysis, sensitivity analysis and Deployment coefficient, the multiplier analysis and Analysis of Infrastructure Investment Impact Of Economy in Maluku. Infrastructure analyzed include Electricity, Water Supply, Building/ Construction and transport and information communication. The data used is the Input-Output Table Maluku Province in 2013.

Keywords: Analysis I-O, investment, role of infrastructure,

1. Pendahuluan

Infrastruktur merupakan fasilitas utama dan terpenting untuk menggerakkan pertumbuhan ekonomi. Fasilitas transportasi misalnya memungkinkan orang, barang dan jasa diangkut dari suatu tempat ke tempat lainnya, perannya sangat penting baik dalam proses produksi maupun dalam penunjang distribusi komoditi ekonomi. Keterbatasan infrastruktur di sejumlah daerah masih menjadi persoalan yang menghambat proses

percepatan pembangunan, salah satunya adalah terkait pasokan listrik di beberapa daerah yang masih belum memperoleh listrik. Pemenuhan ketersediaan infrastruktur menjadi syarat utama yang harus dipenuhi demi mewujudkan pembangunan yang berkualitas. Yang dimaksudkan dengan pembangunan yang berkualitas adalah membangun untuk manusia dan masyarakat, yang inklusif dan berbasis luas. [1] menjelaskan bahwa tingkat ketersediaan infrastruktur di suatu negara adalah faktor penting dan menentukan bagi tingkat kecepatan dan perluasan pembangunan ekonomi.

Di Indonesia, pertumbuhan infrastruktur sempat mengalami penurunan signifikan akibat depresiasi rupiah saat terjadi krisis ekonomi 1997/1998. Pada tahun 1998 pertumbuhan sektor listrik, gas dan air bersih turun menjadi 3,1 persen. Sektor kategori infrastruktur lainnya seperti bangunan serta pengangkutan dan komunikasi merosot drastis dengan pertumbuhan masing-masing -36,5 persen dan -15,1 persen. Lebih khusus di Provinsi Maluku pada tahun 2010 – 2013 laju pertumbuhan beberapa sektor infrastruktur mengalami tren yang menurun terlihat dari laju pertumbuhan sektor konstruksi pada tahun 2010 tumbuh sebesar 46,17 persen, selanjutnya pada tahun 2011 mengalami penurunan menjadi 9,08 persen; tahun 2012 menjadi 7,56. Pada tahun 2013 pertumbuhan sektor konstruksi Provinsi Maluku mengalami pertumbuhan menjadi 7,74 persen.

Studi [2] secara spesifik menunjukkan bahwa variabel infrastruktur panjang jalan beraspal dan daya terpasang listrik berpengaruh terhadap pendapatan nasional, investasi nasional dan investasi asing dengan koefisien elastisitas lebih dari satu. Hal serupa juga diungkapkan oleh [3], yaitu suplai tenaga listrik dan infrastruktur sosial berpengaruh terhadap daya tarik investasi asing pada suatu wilayah di Indonesia. Sementara itu, hasil studi [4], mengkaji kaitan pembangunan infrastruktur dengan pertumbuhan *output* dan ketimpangan wilayah. Hasil studi tersebut menyimpulkan bahwa ketimpangan antar wilayah dapat dijelaskan oleh perbedaan tingkat ketersediaan infrastruktur fisik dan sosial antar wilayah kepulauan yang ada di Kawasan Barat Indonesia dan Kawasan Timur Indonesia. Shane dan Gele (2004) dan Martin (1997) juga telah mengkaji keterkaitan infrastruktur dengan pembangunan ekonomi wilayah. [5], menyimpulkan dari hasil penelitian mereka bahwa Infrastruktur memiliki keterkaitan ke belakang yang lebih tinggi daripada keterkaitan ke depannya.

Berdasarkan studi-studi tersebut dapat disimpulkan bahwa infrastruktur memiliki peranan yang sangat penting dalam pertumbuhan ekonomi serta memiliki keterkaitan yang luas dengan berbagai aspek dalam pembangunan ekonomi. Bertitik tolak dari gambaran tersebut maka pertanyaan penelitian yang diajukan adalah pembangunan infrastruktur apa yang lebih diprioritas dalam mengatasi permasalahan pembangunan di Maluku mengingat keterbatasan anggaran yang dimiliki oleh pemerintah untuk menjawab permasalahan penelitian tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Menganalisis keterkaitan sektor infrastruktur dengan sektor perekonomian lain.
- 2) Menganalisis dampak penyebaran dan dampak *multiplier* yang ditimbulkan sektor infrastruktur terhadap sektor perekonomian lain.
- 3) Menganalisis pengaruh pertumbuhan investasi infrastruktur terhadap sektor perekonomian lain.

Adapun lingkup sektor infrastruktur meliputi sektor ketenagalistrikan, pengadaan air, konstruksi/bangunan, transportasi dan pergudangan dan informasi komunikasi.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data utama berupa tabel *Input-Output* Provinsi Maluku tahun 2013 (BPS, 2015). Untuk data tenaga kerja bersumber dari Badan Pusat Statistik Provinsi Maluku (BPS, 2014). Pengelolaan data dilakukan dengan bantuan Program SPSS 16 dan *Microsoft Excel*.

2.2 Metode Analisis Data

Alat analisis yang digunakan untuk mempelajari peranan infrastruktur terhadap sektor-sektor lainnya adalah Tabel *Input-Output*. Dari model I-O ini maka dampak investasi pada sektor infrastruktur terhadap *output*, pendapatan, kesempatan kerja dan nilai tambah bruto dapat diketahui berdasarkan matriks kebalikan Leontief. Sedangkan untuk mengetahui peranan sektor infrastruktur dapat dikaji berdasarkan analisis *multiplier* dan analisis keterkaitan.

Dalam bentuk persamaan Tabel *Input Output* disajikan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1n} + F_1 &= X_1 \\x_{21} + x_{22} + \dots + x_{2n} + F_2 &= X_2 \\&\vdots \\x_{n1} + x_{n2} + \dots + x_{nn} + F_n &= X_n \dots\dots\dots (1)\end{aligned}$$

Secara umum persamaan (1) di atas dapat dirumuskan kembali menjadi :

$$\sum_{j=1}^i x_{ij} + F_i = X_i \text{ untuk } i = 1, 2, 3, \dots, n$$

x_{ij} adalah banyaknya *output* sektor i yang digunakan sebagai *input* oleh sektor j dan F_i adalah permintaan akhir terhadap sektor i serta X_i adalah total *output* sektor i . Jika diketahui matriks koefisien teknis

$$a_{ij} = x_{ij} / x_j \dots\dots\dots (2)$$

maka jika persamaan (2) didistribusikan ke persamaan (1) maka akan didapat persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n + F_1 &= X_1 \\a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n + F_2 &= X_2 \\&\vdots \\a_{n1}X_1 + a_{n2}X_2 + \dots + a_{nn}X_n + F_n &= X_n \dots\dots\dots (3)\end{aligned}$$

Dalam bentuk matriks, persamaan (3) dapat ditulis sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ \vdots \\ F_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix}$$

Jika ditulis dalam bentuk persamaan menjadi :

$$\begin{aligned}AX + F &= X \text{ atau } (I - A)X = F \text{ atau} \\X &= (I - A)^{-1}F \dots\dots\dots (4)\end{aligned}$$

dimana :

- I : Matriks identitas
- F : Permintaan akhir
- X : Jumlah *output*
- $(I - A)$: Matriks Leontief terbuka
- $(I - A)^{-1}$: Matriks kebalikan Leontief

2.3 Analisis Keterkaitan dan Dampak Penyebaran

Konsep keterkaitan meliputi keterkaitan ke depan dimana *output* sektor tertentu (sektor *i*) digunakan sebagai *input* sektor lain (sektor *j*) dan keterkaitan ke belakang yang menunjukkan bahwa *input* sektor tertentu (sektor *i*) diperoleh dari *output* sektor lain (sektor *j*). sementara itu, analisis penyebaran dilakukan untuk mengetahui sektor mana saja yang mempunyai kemampuan untuk mendorong pertumbuhan sektor hulu atau hilirnya baik melalui mekanisme transaksi pasar *output* atau pasar *input*. Formulasi untuk menghitung keterkaitan dan dampak penyebaran dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rumus Analisis Keterkaitan dan Dampak Penyebaran

Analisis Keterkaitan		Analisis Dampak Penyebaran	
Keterkaitan langsung dan Tidak Langsung (Total) ke Depan	Keterkaitan langsung dan Tidak Langsung (Total) ke Belakang	Koefisien Penyebaran / Derajat Penyebaran	Kepekaan Penyebaran / Derajat Kepekaan
$KDLT_i = \sum_{j=1}^n \alpha_{ij}$	$KBLT_i = \sum_{i=1}^n \alpha_{ij}$	$Pd_j = \frac{n \sum_{i=1}^n \alpha_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \alpha_{ij}}$	$Sd_j = \frac{n \sum_{j=1}^n \alpha_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \alpha_{ij}}$

Sumber : sahara et al (2007)

dimana :

$KDLT_i$ = Keterkaitan langsung dan tidak langsung ke depan (total) sektor *i*

$KBLT_i$ = Keterkaitan langsung dan tidak langsung ke belakang (total) sektor *i*

Pd_j = Koefisien penyebaran sektor *j*

Sd_j = Keepekaan penyebaran sektor *i*

α_{ij} = Unsur matriks kebalikan Leontief model terbuka

2.4 Analisis Multiplier

Analisis *multiplier* menggambarkan bahwa terjadinya peningkatan aktivitas suatu sektor akan meningkatkan aktivitas sektor tersebut atau sektor lainnya sebesar penggandanya. Pada dasarnya, analisis angka pengganda mencoba melihat apa yang terjadi pada variabel-variabel endogen tertentu apabila terjadi perubahan variabel eksogen seperti permintaan akhir di dalam perekonomian. Analisis angka pengganda yang diukur meliputi *output* sektor produksi, pendapatan rumah tangga dan tenaga kerja.

2.5 Analisis Dampak Investasi

Analisis dampak investasi dilakukan untuk melihat perubahan *output*, pendapatan dan tenaga kerja yang terjadi pada sektor perekonomian Indonesia akibat adanya pertumbuhan investasi infrastruktur. *Shock* yang dilakukan adalah 52,8 juta US\$ yang merupakan Realisasi Investasi Penanaman Modal Luar Negeri dan Dalam Negeri pada tahun 2013. Rumus yang digunakan dalam menganalisis investasi tersebut adalah sebagai berikut (Miller dan Blair, 1985):

Dampak terhadap Pembentukan *Output*

$$\Delta X = (I - A^d)^{-1} \Delta Y \dots\dots\dots (5)$$

Dampak terhadap Pendapatan Rumah Tangga

$$\Delta I = \alpha_{n+1} (I - A^d)^{-1} \Delta Y \dots\dots\dots (6)$$

Dampak terhadap Penyerapan Tenaga Kerja

$$\Delta L = W_{n+1} (I - A^d)^{-1} \Delta Y \dots\dots\dots (7)$$

dimana :

- ΔX = Dampak terhadap pembentukan *output*
- ΔI = Dampak terhadap pendapatan rumah tangga
- ΔL = Dampak terhadap penyerapan tenaga kerja
- ΔY = Investasi Sektoral
- $(I - A^d)$ = Matriks kebalikan Leontief tertutup
- α_{n+1} = Koefisien pendapatan
- W_{n+1} = Koefisien tenaga kerja

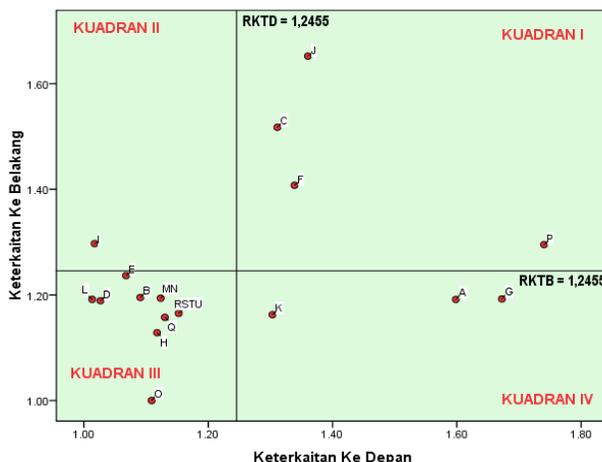
3. Hasil Dan Pembahasan

3.1. Struktur Permintaan *Input* dan Penawaran *Output* Infrastruktur

Output dari sub sektor ketenagalistrikan hanya sebesar 25,67 persen digunakan sebagai *input* oleh sektor ini sendiri. Hal serupa juga dapat terlihat pada sektor pengadaan air, pengelolaan sampah, dan daur ulang dimana hanya sebagian kecil dari *output* sektor ini yang digunakan sebagai *input* dari sektor itu sendiri yaitu sebesar 24,16 persen. Sementara itu, *input* antara dari sektor ketenagalistrikan paling banyak berasal dari sektor konstruksi yaitu sebesar 43,47 persen. Sedangkan *input* antara dari sektor pengadaan air yaitu sebesar 36,81 persen berasal dari sektor konstruksi. Berbeda dengan sektor ketenagalistrikan dan sektor pengadaan air *output* sektor konstruksi paling banyak digunakan sebagai *input* pada sektor jasa informasi dan komunikasi yaitu sebesar 28,19 persen. *Output* terbesar pada sektor ketenagalistrikan digunakan sebagai *input* pada sektor konstruksi yaitu sebesar 43,47 persen. Selanjutnya sebagai *input* pada sektor perdagangan mobil sepeda motor dan reparasinya sebesar 17,78 persen. *Input* pada sektor jasa angkutan laut sebesar 15,83 persen. Sedangkan untuk *output* sektor pengadaan air, pengelolaan sampah dan daur ulang paling banyak digunakan sebagai *input* pada sektor konstruksi yaitu sebesar 36,81 persen. Selanjutnya sebagai *input* pada sektor pengadaan air sendiri yaitu sebesar 20,08 persen, sektor perdagangan mobil sepeda motor dan reparasinya yaitu sebesar 4,10 persen.

3.2 Analisis Keterkaitan

Tinggi atau rendahnya keterkaitan suatu sektor terhadap sektor perekonomian lainnya dapat dinilai dari nilai koefisien sektor tersebut. Dalam penelitian ini keterkaitan suatu sektor dikatakan tinggi apabila nilainya melebihi nilai rata-rata keterkaitan seluruh sektor. Berdasarkan perhitungan, nilai rata-rata koefisien keterkaitan yaitu sebesar 1,2455 untuk keterkaitan total ke depan dan ke belakang.



Gambar 1. Kuadran Keterkaitan Sektor Ekonomi Provinsi Maluku

Keterangan :

RKTDB : Garis rata-rata keterkaitan total ke belakang

RKTDD : Garis rata-rata keterkaitan total ke depan

Berdasarkan nilai koefisien keterkaitan, sektor-sektor ekonomi dapat dikelompokkan dalam dari 17 (tujuh belas) sektor ekonomi di Provinsi Maluku. Terdapat 4 (empat) sektor yang masuk pada kudran I diantaranya, sektor J (Informasi dan Komunikasi), sektor C (Industri Pengolahan), sektor F (Konstruksi) dan sektor P (Jasa Pendidikan). Hal ini berarti bahwa keempat sektor tersebut memiliki keterkaitan langsung dan tidak langsung (total) ke depan dan ke belakang yang tinggi terhadap sektor perekonomian lainnya di Provinsi Maluku.

Sementara itu, pada kuadran II hanya terdapat satu sektor yaitu sektor I (penyediaan akomodasi dan makan minum), hal ini berarti bahwa sektor tersebut memiliki keterkaitan ke belakang yang tinggi, namun rendah untuk keterkaitan ke depan. Pada kuadran III terdapat 9 (sembilan) sektor yaitu sektor E (pengadaan air, pengelolaan sampah dan daur ulang), sektor L (real estate), sektor D (ketenagalistrikan), sektor B (pertambangan dan penggalian), sektor MN (jasa perusahaan), sektor Q (jasa kesehatan), sektor H (transportasi dan pergudangan), sektor O (administrasi pemerintahan, pertahanan dan jaminan sosial wajib), dan sektor RSTU (jasa lainnya). Pada kudran III berarti bahwa kesembilan sektor tersebut memiliki keterkaitan kedepan dan ke belakang yang rendah dari rata-rata.

Pada kuadran IV terdapat 3 sektor diataranya sektor K (jasa keuangan dan asuransi), sektor G (perdagangan besar-eceran dan reparasi mobil sepeda motor) dan sektor A (pertanian, kehutanan dan perikanan). Hal ini berarti ketiga sektor tersebut memiliki keterkaitan kedepan yang tinggi namun tidak memiliki keterkaitan langsung ke belakang terhadap sektor perekonomian lainnya di Provinsi Maluku.

Sektor yang memiliki keterkaitan total ke depan tertinggi adalah sektor jasa pendidikan yaitu sebesar 1,7403. Nilai ini menunjukkan apabila terjadi peningkatan terhadap permintaan akhir sebesar Rp. 1 juta maka

output sektor tersebut akan meningkatkan *output* sektor lainnya sebesar Rp. 1,7403 juta yang dialokasikan secara langsung dan tidak langsung ke sektor-sektor lainnya termasuk sektor itu sendiri. Sektor kategori infrastruktur sendiri yaitu, sektor ketenagalistrikan berada di peringkat limabelas, sektor pengadaan air berada di peringkat empat belas dan sektor konstruksi/bangunan berada di peringkat lima. Secara lebih rinci, nilai keterkaitan total ke depan dan ke belakang sektor perekonomian Provinsi Maluku yang lain dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Keterkaitan Total ke Depan dan ke Belakang Klasifikasi 17 sektor

Sektor	Keterkaitan ke Depan		Keterkaitan ke Belakang	
	Nilai	Peringkat	Nilai	Peringkat
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
A Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan	1,5984	3	1,1915	11
B Pertambangan dan Penggalian	1,0907	13	1,1952	7
C Industri Pengolahan	1,3112	6	1,5174	2
D Pengadaan Listrik dan Gas	1,0266	15	1,1890	12
E Pengadaan Air, Pengelolaan Sampah, Limbah dan Daur Ulang	1,0678	14	1,2365	6
F Konstruksi	1,3387	5	1,4075	3
G Perdagangan Besar dan Eceran; Reparasi Mobil dan Sepeda Motor	1,6725	2	1,1924	9
H Transportasi dan Pergi undangan	1,1176	11	1,1284	16
I Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum	1,0172	16	1,2971	4
J Informasi dan Komunikasi	1,3604	4	1,6522	1
K Jasa Keuangan dan Asuransi	1,3034	7	1,1625	14
L Real Estate	1,0133	17	1,1916	10
MN Jasa Perusahaan	1,1234	10	1,1938	8
O Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan Jaminan Sosial Wajib	1,1089	12	1,0000	17
P Jasa Pendidikan	1,7403	1	1,2952	5
Q Jasa Kesehatan dan Kegiatan Sosial	1,1302	9	1,1575	15
RSTU Jasa lainnya	1,1525	8	1,1650	13
RATA-RATA	1,2455		1,2455	

Sumber : Tabel Input Output Provinsi Maluku 2013, diolah

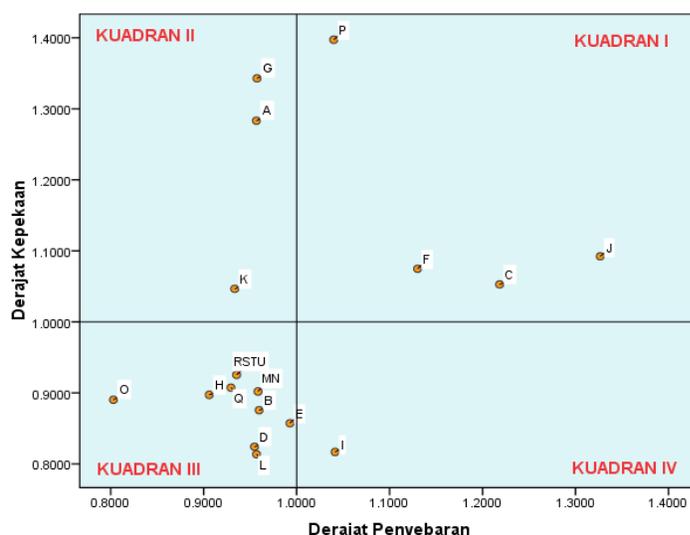
Hasil analisis keterkaitan ke depan menunjukkan bahwa semua sektor kategori infrastruktur memiliki nilai keterkaitan total ke depan yang rendah kecuali sektor konstruksi yang memiliki keterkaitan ke depan yang lebih tinggi. Sektor-sektor tersebut diantaranya sektor pengadaan listrik dan gas yaitu sebesar 1,0266; sektor pengadaan air yaitu sebesar 1,0678; sektor transportasi dan pergudangan yaitu sebesar 1,1176. Hal ini sesuai dengan kondisi infrastruktur yang terjadi di Provinsi Maluku dimana ada sekitar 1,62 juta penduduk Maluku di tahun 2013 yang tidak memiliki akses terhadap listrik PLN sekitar 24,30 persen. Selanjutnya pada tahun 2013 persentase rumah tangga yang tidak memiliki fasilitas Air Minum sendiri sebesar 67,19 persen. Sementara itu komposisi jalan beraspal dari total panjang jalan di Maluku hanya sekitar 75,55 persen. Persentase rumah tangga yang memiliki atau menguasai Telepon Seluler di Provinsi Maluku hanya sekitar 71,11 persen. Gambaran tersebut menunjukkan bahwa kondisi infrastruktur di Provinsi Maluku saat ini bisa dikatakan masih kurang memadai karena publik masih terbatas baik untuk digunakan sebagai konsumsi masyarakat maupun industri. Sementara itu, sektor yang memiliki keterkaitan total ke belakang tertinggi adalah sektor informasi dan komunikasi dengan nilai sebesar 1,6522. Nilai ini menunjukkan bahwa jika terjadi peningkatan permintaan akhir sebesar Rp. 1 juta terhadap sektor tersebut maka sektor tersebut secara langsung dan tidak langsung

membutuhkan *input* dari sektor-sektor lainnya termasuk sektor itu sendiri sebesar Rp. 2,02 juta. Sektor kategori infrastruktur lainnya yaitu sektor konstruksi/bangunan yang menempati peringkat ketiga.

Nilai keterkaitan ke belakang infrastruktur yang tinggi menunjukkan bahwa sektor-sektor tersebut memiliki kemampuan untuk meningkatkan *output* sektor lainnya yang menyediakan *input* bagi infrastruktur. Sektor-sektor kategori infrastruktur seperti ketenagalistrikan dan bangunan/konstruksi merupakan konsumen dari industri pengolahan yang menggunakan mesin-mesin, sehingga dapat dikatakan bahwa keterkaitan infrastruktur cukup besar terutama terhadap sektor industri pengolahan, begitu juga terhadap sektor pertambangan dan galian karena proyek-proyek infrastruktur dan konstruksi seperti ketenagalistrikan, konstruksi gedung, konstruksi bangunan sipil, konstruksi jalan dan jembatan membutuhkan *input* dari sektor tersebut.

3.3 Analisis Dampak Penyebaran

Suatu sektor dikatakan mempunyai nilai yang tinggi apabila nilai koefisien atau kepekaan penyebarannya lebih besar dari satu yang ditunjukkan oleh garis horizontal dan vertikal pada Gambar 2.



Gambar 2. Kuadran Derajat Kepekaan dan Derajat Penyebaran sektor Perekonomian Maluku

Pada Gambar 2 terlihat bahwa di kuadran I terdapat 4 (empat) sektor diantaranya sektor J (informasi dan komunikasi), sektor C (industri pengolahan), sektor F (konstruksi) dan sektor P (jasa pendidikan). Hal ini mengandung arti bahwa ke empat sektor tersebut memiliki nilai koefisien penyebaran dan koefisien kepekaan yang tinggi. Pada kuadran II terdapat 3 (tiga) sektor diantaranya sektor G (perdagangan besar-eceran dan reparasi mobil-sepeda motor), sektor A (pertanian, kehutanan dan perikanan) dan sektor K (jasa keuangan dan asuransi); hal ini mengandung arti bahwa sektor-sektor tersebut memiliki nilai derajat kepekaan yang lebih tinggi daripada derajat penyebarannya.

Pada kuadran III terdapat 9 (sembilan) sektor ekonomi antara lain sektor O (administrasi pemerintahan, pertahanan dan jaminan sosial wajib), sektor H (transportasi dan komunikasi), sektor Q (jasa kesehatan), sektor RSTU (jasa lainnya), sektor MN (jasa perusahaan), sektor B (pertambangan dan penggalian), sektor E (pengadaan air), sektor D (ketenagalistrikan), dan sektor L (real estate). Hal ini berarti bahwa kesembilan sektor tersebut memiliki nilai derajat kepekaan dan derajat penyebaran yang sangat kecil. Pada kuadran IV hanya terdapat sektor I (penyediaan akomodasi dan makan minum), hal ini berarti sektor tersebut memiliki nilai derajat penyebaran yang lebih tinggi daripada derajat kepekaan.

Berdasarkan Tabel 3, diketahui bahwa sektor konstruksi memiliki nilai derajat penyebaran menempati peringkat 3 terbesar diantara sektor perekonomian lainnya yaitu sebesar 1,1301. Nilai koefisien penyebaran yang terbesar memiliki kemampuan untuk meningkatkan pertumbuhan sektor hulunya. sementara itu, terdapat sektor kategori infrastruktur memiliki nilai derajat kepekaan kurang dari satu diantaranya pengadaan listrik dan gas, pengadaan air, transportasi dan pergudangan. Derajat kepekaan kurang dari satu berarti bahwa sektor-sektor tersebut kurang mampu dalam mendorong hilirnya yang menggunakan *input* dari sektor-sektor tersebut.

Pada klasifikasi 65 sektor, sektor konstruksi memiliki nilai derajat penyebaran menempati peringkat 7 diantara sektor perekonomian lainnya yaitu sebesar 1,1663. Dari 11 sektor kategori infrastruktur terdapat 6 sektor yang memiliki nilai derajat penyebaran lebih besar dari satu. Sementara itu, untuk kepekaan penyebaran dari 11 sektor kategori infrastruktur hanya terdapat 3 sektor yang memiliki nilai derajat kepekaan lebih dari satu, sektor tersebut antara lain sektor konstruksi sebesar 1,7291 menempati peringkat 3 dari 65 sektor; selanjutnya sektor angkutan darat lainnya sebesar 1,0314 menempati peringkat 18 dari 65 sektor; dan sektor informasi komunikasi sebesar 1,3994 menempati peringkat 6 dari 65 sektor.

Tabel 3. Nilai Derajat Kepekaan dan Derajat Penyebaran sektor perekonomian Maluku Tahun 2013 Klasifikasi 17 sektor

Sektor	Derajat Kepekaan		Derajat Penyebaran	
	Nilai	Peringkat	Nilai	Peringkat
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
A Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan	1,2833	3	0,9567	11
B Pertambangan dan Penggalian	0,8757	13	0,9597	7
C Industri Pengolahan	1,0528	6	1,2183	2
D Pengadaan Listrik dan Gas	0,8242	15	0,9547	12
E Pengadaan Air, Pengelolaan Sampah, Limbah dan Daur Ulang	0,8573	14	0,9928	6
F Konstruksi	1,0748	5	1,1301	3
G Perdagangan Besar dan Eceran; Reparasi Mobil dan Sepeda Motor	1,3429	2	0,9574	9
H Transportasi dan Pergudangan	0,8973	11	0,9060	16
I Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum	0,8168	16	1,0414	4
J Informasi dan Komunikasi	1,0923	4	1,3265	1
K Jasa Keuangan dan Asuransi	1,0465	7	0,9334	14
L Real Estate	0,8136	17	0,9568	10
MN Jasa Perusahaan	0,9020	10	0,9585	8
O Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan Jaminan Sosial Wajib	0,8903	12	0,8029	17
P Jasa Pendidikan	1,3973	1	1,0399	5
Q Jasa Kesehatan dan Kegiatan Sosial	0,9074	9	0,9294	15
RSTU Jasa lainnya	0,9254	8	0,9354	13

Sumber : Tabel Input Output Provinsi Maluku 2013, diolah

3.4 Analisis Multiplier

Berdasarkan perhitungan *multiplier* diketahui bahwa sektor konstruksi memiliki nilai *multiplier output* yang cukup besar yaitu 1,3965 dengan menempati peringkat 7 dari klasifikasi 65 sektor (tabel 4). Nilai ini berarti bahwa jika peningkatan permintaan akhir terhadap sektor tersebut sebesar Rp. 1 juta maka *output* di seluruh sektor perekonomian akan meningkat sebesar Rp. 1,3965 juta.

Pada klasifikasi 65 sektor, terlihat untuk sektor kategori infrastruktur terdapat sektor ketenagalistrikan yang memiliki nilai *multiplier* pendapatan tertinggi dari semua sektor atau berada pada peringkat pertama yaitu sebesar 2,8209 (Tabel 4). Nilai ini berarti bahwa jika terjadi peningkatan permintaan akhir sebesar Rp. 1 juta di sektor tersebut maka akan meningkatkan pendapatan seluruh sektor perekonomian sebesar Rp. 2,8209 juta. Sektor kategori infrastruktur yang lain seperti sektor konstruksi juga memiliki nilai *multiplier* pendapatan yang sangat cukup tinggi yaitu sebesar 1,7849 dengan menempati peringkat delapan dari klasifikasi 65 sektor. Nilai *multiplier* pendapatan pada sektor konstruksi sebesar 1,7849 berarti bahwa jika terjadi peningkatan permintaan akhir sebesar Rp. 1 juta di sektor tersebut maka akan meningkatkan pendapatan seluruh sektor perekonomian di Provinsi Maluku sebesar Rp. 1,7849 juta.

Berdasarkan klasifikasi 65 sektor, sektor kategori infrastruktur yang mempunyai nilai *multiplier* tenaga kerja tipe I terbesar adalah informasi dan komunikasi yaitu sebesar 9,6471 dengan menempati peringkat pertama dari klasifikasi ini. Nilai ini berarti bahwa jika terjadi peningkatan permintaan akhir di sektor tersebut sebesar Rp. 1 juta maka akan meningkatkan penyerapan tenaga kerja di seluruh sektor perekonomian sebesar 10 orang. Sektor kategori infrastruktur lain adalah sektor konstruksi yaitu sebesar 1,9954. Hal ini berarti jika terjadi peningkatan permintaan akhir di sektor tersebut sebesar Rp. 1 juta maka akan meningkatkan penyerapan tenaga kerja di seluruh perekonomian sebesar 2 orang.

Tabel 4. *Multiplier Output, Pendapatan dan Tenaga Kerja Sektor Infrastruktur Perekonomian Maluku Tahun 2013 Klasifikasi 65 Sektor*

Kode Sektor	Sektor	<i>Multiplier Output</i>		<i>Multiplier Pendapatan</i>		<i>Multiplier Tenaga Kerja</i>	
		Tipe I	Rangking	Tipe I	Rangking	Tipe I	Rangking
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
41	Ketenagalistrikan	1,1878	30	2,8209	1	1,118	39
42	Hasil gas alam danbuatan, pengadaan air/air panas, udara dingin dan produksi es	1,3473	9	2,2541	6	1,189	32
43	Pengadaan air, pengelolaan sampah dan daur ulang	1,2371	17	1,5959	10	1,385	20
44	Konstruksi	1,3965	7	1,7849	8	1,995	15
48	Angkutan darat	1,1235	45	1,1075	48	1,038	47
49	Angkutan laut	1,0952	49	1,1741	38	1,350	21
50	Angkutan sungai danau dan penyebrangan	1,2039	25	1,2842	23	1,562	18
51	Angkutan udara	1,1187	47	1,3397	18	3,157	9
52	Penunjang angkutan, pos dan kurir	1,1693	35	1,1235	45	1,025	50
55	Informasi dan komunikasi	1,6515	2	2,5522	3	9,647	1

Sumber : Tabel Input Output Provinsi Maluku 2013, diolah

3.5 Dampak Investasi Infrastruktur terhadap Perekonomian Maluku

Dari asumsi dana Investasi sebesar 52,8 juta US\$ yang merupakan dana realisasi investasi penanaman modal dalam negeri dan luar negeri tahun 2013 di Provinsi Maluku dan jika Asumsi dana tersebut sebesar Rp. 52,8 juta US\$ dialokasikan secara merata untuk masing-masing sektor kategori infrastruktur. Dampak investasi tersebut akan memberikan dampak tambahan *output* diseluruh sektor perekonomian sebesar 40,93 triliun rupiah.

Pada sisi pendapatan, dampak investasi infrastruktur akan memberikan dampak terhadap penciptaan pendapatan masyarakat di seluruh sektor perekonomian sebesar Rp. 11,94 triliun. Dampak dari permintaan

akhir terhadap penciptaan pendapatan masyarakat di Provinsi Maluku tahun 2013 ternyata menunjukkan pola yang sama dengan penciptaan *output*-nya. Penciptaan pendapatan masyarakat di Provinsi Maluku sebagian besar akibat pengaruh dari Komponen Pengeluaran Konsumsi Pemerintah dimana penciptaan pendapatan yang terbentuk sebesar Rp. 5,75 triliun dengan kata lain Komponen ini dapat memicu peningkatan dari Sektor kategori Infrastruktur secara tidak langsung. Pada sisi dampak tenaga kerja, dampak investasi infrastruktur akan memberikan tambahan tenaga kerja di seluruh sektor perekonomian sebesar 598 ribu tenaga orang. Pada sektor kategori infrastruktur dampak tambahan tenaga kerja yang paling tinggi adalah pada sektor angkutan darat yaitu sebesar 29 ribu tenaga kerja, selanjutnya sektor konstruksi memberikan tambahan tenaga kerja sebesar 27 ribu tenaga kerja (Tabel 5).

Tabel 5. Dampak Investasi Infrastruktur terhadap *Output*, Pendapatan dan Tenaga Kerja Sektor Infrastruktur Perekonomian Maluku Tahun 2013.

Sektor	<i>Output</i> (Juta Rp)		Pendapatan (Juta Rp)		Tenaga Kerja (Ribu Orang)	
	Nilai	%	Nilai	%	Nilai	%
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Pertanian, Kehutanan dan Perikanan	8.938.629	21,84	1.535.018	12,85	290,71	48,55
Pertambangan dan Penggalian	1.335.963	3,26	190.812	1,60	9,69	1,62
Industri Pengolahan	3.922.475	9,58	587.738	4,92	20,82	3,48
Ketenagalistrikan	119.169	0,29	4.095	0,03	2,57	0,43
Hasil gas alam dan buatan, pengadaan uap air/air panas, udara dingin dan produksi es	931	0,00	57	0,00	0,02	0,00
Pengadaan air, pengolahan sampah dan daur ulang	192.727	0,47	22.375	0,19	1,61	0,27
Konstruksi	5.606.109	13,70	706.714	5,92	27,86	4,65
Perdagangan Besar-Eceran dan Reparasi Mobil-Sepeda Motor	5.186.512	12,67	1.213.188	10,16	77,38	12,92
Angkutan darat lainnya	696.464	1,70	195.574	1,64	30,00	5,01
Angkutan laut	418.912	1,02	57.834	0,48	1,65	0,28
Angkutan Sungai danau dan penyebrangan	258.085	0,63	39.991	0,33	1,02	0,17
Angkutan Udara	614.208	1,50	62.570	0,52	0,45	0,08
Penunjang angkutan, pos dan kurir	47.202	0,12	14.331	0,12	3,17	0,53
Penyediaan akomodasi dan makan minum	818.281	2,00	150.319	1,26	8,46	1,41
Informasi dan komunikasi	1.894.891	4,63	221.990	1,86	1,51	0,25
Jasa keuangan dan asuransi	1.166.861	2,85	314.436	2,63	6,57	1,10
Real Estate	112.854	0,28	8.341	0,07	0,06	0,01
Jasa Perusahaan	368.541	0,90	89.935	0,75	2,69	0,45
Pemerintahan Umum	5.881.321	14,37	5.313.978	44,49	43,71	7,30
Jasa Pendidikan	1.936.359	4,73	793.225	6,64	44,07	7,36
Jasa Kesehatan dan kegiatan sosial	827.579	2,02	318.980	2,67	9,79	1,64
Jasa Lainnya	587.483	1,44	101.892	0,85	14,98	2,50
Total	40.931.557	100,00	11.943.392	100,00	598,79	100,00

Sumber : Tabel Input Output Provinsi Maluku 2013, diolah.

1. Kesimpulan

Pembahasan hasil penelitian secara ringkas dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Infrastruktur memiliki keterkaitan kebelakang lebih tinggi daripada keterkaitan kedepannya yang berarti bahwa infrastruktur lebih berperan meningkatkan *output* sektor lain yang digunakan sebagai *input* dibandingkan dengan kemampuannya dalam meningkatkan *output* sektor lain yang menggunakan *output* sektor lain yang menggunakan *input* dari infrastruktur.
2. Terdapat beberapa sektor kategori infrastruktur (kontruksi dan informasi komunikasi) memiliki nilai dampak penyebaran lebih besar dari satu dan sektor tersebut juga memiliki nilai dampak kepekaan lebih dari satu. Nilai tersebut berarti bahwa infrastruktur (konstruksi dan infomasi komunikasi) mampu meningkatkan pertumbuhan sektor hulunya dan mampu meningkatkan sektor hilirnya.
3. Semua kategori infrastruktur memberikan dampak *multiplier* yang positif terhadap sektor perekonomian lainnya.
4. Pertumbuhan investasi pada sektor konstruksi memberikan dampak cukup besar terhadap perubahan *output* dan pendapatan total, sedangkan sektor angkutan darat memberikan dampak cukup terbesar pada perubahan tenaga kerja total secara total.

Daftar Pustaka

- [1] Tudaro, P.L, "Pembangunan Ekonomi di Dunia Ketiga".
- [2] Hambali, Teknologi Bioenergi, Bogor: PT. Agromedia Pustaka, 2007.
- [3] Y. Tatiana, M. Firdaus, H. Siregar and H. Hariyoga, "Analisis Perwilayahan Pembangunan dan Iklim Investasi di Provinsi Bengkulu," *MIMBAR*, vol. 31, pp. 295-306, 2015.
- [4] R. Yanuar, "Kaitan Pembangunan Infrastruktur dan Pertumbuhan Ouput sserta Dampaknya Terhadap Kesenjangan di Indonesia".
- [5] D. P. Candra and A. Alla, "Analisis Peranan dan Dampak Investasi Infrastrrtuktur Terhadap Pereknomian Indonesia Analisis Input Ouput," *Jurnal Manajemen & Agribisnis*, vol. Vol 7 No 1 Maret 2010, 2010.
- [6] Abraham Kalalimbong, "Kajian Infrastruktur di Provinsi Maluku," *Jurnal Teknologi*, vol. Volume 7 Nomor 1, Tahun 2010.
- [7] Badan Pusat Statistik Provinsi Maluku, "Maluku Dalam Angka 2013," Ambon, BPS Maluku.
- [8] Badan Pusat Statistik Provinsi Maluku, "Produk Domestik Regional Bruto Provinsi Maluku Menurut Lapangan Usaha 2010-2014," Ambon, BPS Maluku , 2015.
- [9] Badan Pusat Statistik Provonsi Maluku, "Tabel Input Ouput provinsi Maluku 2013," Ambon, BPS Maluku, 2015.
- [10] Badan Pusat Statistik Provinsi Maluku, "Statistik Indonesia 2015," Jakarta, BPS.
- [11] Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, "Infrastruktur Indonesia," Jakarta, Bappenas, 2003.
- [12] R. Miller and B. P, "Input Ouput Analysis : Foundation and Ectensions," 1985.
- [13] J. Tipka , "Analsis Ketimpangan Pembangunan Antar Kecamatan di Kota Ambon," *Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*.

ANALISIS PREFERENSI PELANGGAN PT. PLN (PERSERO) DALAM MENENTUKAN ATRIBUT REKENING LISTRIK PRABAYAR DI KOTA AMBON DENGAN MENGGUNAKAN METODE ANALISIS KONJOIN

¹M. Yahya Matdoan, ²Elvinus R. Persulesy, ³F. Kondo Lembang

^{1,2,3}Jurusan Matematika FMIPA, Universitas Pattimura
Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Unpatti, Poka-Ambon, Indonesia
e-mail: matdoanyahya354@gmail.com

Abstrak

Analisis konjoin merupakan salah satu teknik analisis multivariat yang digunakan untuk mengetahui preferensi konsumen terhadap suatu produk, baik berupa barang atau jasa dengan cara mengkombinasikan jumlah nilai dari masing - masing atribut yang terpisah. Oleh karena itu, penggunaan analisis konjoin sangat membantu penelitian dalam pemasaran terutama penting tidaknya suatu atribut beserta taraf dalam suatu produksi atau jasa. Hasil pengolahan analisis konjoin pada penelitian ini mendapatkan informasi bahwa faktor utama kepuasan pelanggan di Kota Ambon terhadap produk listrik Prabayar yaitu konsumen lebih menyukai produk listrik Prabayar yang memiliki garansi kerusakan, tempat pembelian *voucher* listrik di kios terdekat, tampilan warna rekening produk berwarna putih dan media pengaduan pelanggan melalui telepon.

Kata Kunci : analisis konjoin, atribut, preferensi

ANALYSIS CUSTOMER PREFERENCES OF PT PLN (PERSERO) IN DETERMINING ELECTRIC ACCOUNT ACHIEVEMENT ATTRACTION IN AMBON CITY USING CONJOINT ANALYSIS

Abstract

Conjoint analysis is one multivariate analysis technique used to know consumer preference to a product, either in the form of goods or service by way of combine amount of value from each separate attribute. Therefore, the use of conjoint analysis is very helpful in marketing research, especially the importance of an attribute and the level in a production or service. The result of the analysis of konjoin analysis in this research get information that the main factor of consumer satisfaction in Ambon city to prepaid electricity product is consumer prefer pre-paid electricity product which has damage warranty, place of purchase of electric voucher at kiosk nearby, white product account color display and complaint media customers by phone.

Keywords: attributes, conjoint analysis, preferences

1. Pendahuluan

Di era Globalisasi perkembangan Dunia bisnis, teknologi dan investasi semakin pesat. Setiap perusahaan menghadapi persaingan yang ketat, sehingga peran perusahaan dalam hal inovasi produk penting dan sangat menentukan. Kepuasan pelanggan adalah perasaan senang atau kecewa seseorang yang muncul setelah membandingkan antara produk yang dipikirkan terhadap kinerja yang diharapkan [1]. Setiap negara memiliki tujuan untuk mensejahterakan masyarakatnya. Hal ini dikarenakan kesejahteraan merupakan tolak ukur pembangunan nasional. Oleh karena itu, pemerintah dituntut untuk memberikan pelayanan kepada masyarakat dalam rangka mewujudkan kesejahteraan. Salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang pelayanan kepada masyarakat adalah PT. Perusahaan Listrik Negara (PLN). PT PLN (Persero) merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak dalam bidang kelistrikan di Indonesia. Pada awalnya PT. PLN (Persero) melayani kelistrikan pelanggan dengan cara program listrik pascabayar. Namun dalam pelaksanaannya, listrik pascabayar menimbulkan beberapa masalah diantaranya tagihan tidak menentu, salah

baca meteran, tunggakan rekening rumah, kos atau kontrakan, dan lain-lain. Oleh karena itu, PT. PLN (Persero) memberikan inovasi baru dalam pelayanan publik berupa listrik Prabayar atau biasa disebut listrik pintar [2].

Sejak diluncurkan pada Januari 2008, listrik Prabayar menjadi salah satu pilihan masyarakat dalam memudahkan pemakaian listrik. Rekening Listrik Prabayar merupakan cara pembelian listrik dimana pelanggan membayar terlebih dahulu baru kemudian menikmati aliran listrik. Keunggulan dari listrik Prabayar adalah pelanggan lebih bijak mengelola pemakaian listrik sendiri, tidak akan ada lagi tunggakan yang mengakibatkan aliran listrik dicabut dan petugas PT. PLN (Persero) tidak lagi ke lapangan untuk mengecek meteran rekening listrik Pelanggan. Kebutuhan akan jasa listrik di Kota Ambon dari tahun ketahun menunjukkan adanya peningkatan. Namun melihat kondisi saat ini jumlah pengguna rekening listrik Prabayar masih sedikit, hal ini disebabkan karena sistem yang masih begitu belum baik dan aplikasi rekening listrik Prabayar yang masih minim juga merupakan masalah bagi konsumen. Oleh karena itu, tujuan dipasarkannya rekening listrik Prabayar dapat dikatakan belum tercapai. Melihat kondisi ini, pihak PT. PLN (Persero) harus menawarkan produk yang sesuai dengan kebutuhan dan keinginan pelanggan, dengan kata lain, harus memahami atribut maupun fitur apa saja yang diharapkan konsumen di dalam produk tersebut agar dapat meningkatkan kepuasan pelanggan.

Merujuk informasi diatas, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui atribut rekening listrik Prabayar yang diinginkan sebagian besar responden. Analisis konjoin adalah salah satu teknik analisis multivariat yang mampu mendesain suatu bentuk produk beserta atribut-atributnya yang diinginkan konsumen, serta analisis ini juga dapat digunakan untuk mengetahui bagaimana persepsi konsumen terhadap produk rekening listrik Prabayar. Analisis konjoin merupakan teknik Analisis Peubah Ganda (APG) yang unik dibandingkan dengan teknik Analisis Peubah Ganda (APG) lainnya, karena peneliti terlebih dahulu harus membentuk produk atau jasa yaitu dengan cara mengkombinasikan level-level pada setiap peubah dari seluruh kemungkinan kombinasi yang terbentuk dan analisis ini dapat menduga pada taraf individual [3].

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Sejarah Analisis Konjoin

Analisis Konjoin berawal sekitar tahun 1960-an, dengan dipublikasikan sebuah artikel oleh Luce (psikolog) dan Tukey (statistik) di *journal of mathematical psychology* pada tahun 1964. Artikel tersebut membahas tentang pengukuran analisis konjoin dengan menggunakan skala interval. Sejak pertengahan 1970-an [4], analisis konjoin telah menarik banyak perhatian peneliti sebagai salah satu metode yang dapat menggambarkan secara nyata keputusan konsumen sebagai *trade off* di antara produk atau jasa dengan multi atribut. Kemudian di tahun 1980-an analisis konjoin banyak di publikasikan secara luas di bidang industri. Selama era 1990-an, penggunaan analisis konjoin meluas ke berbagai bidang ilmu pengetahuan. Seiring dengan perkembangan zaman analisis konjoin dapat di kembangkan secara luas dalam menciptakan produk baru yang mengarah pada pemakaiannya di berbagai bidang, seperti segmentasi pasar, pemasaran, penetapan harga, dan periklanan [5].

2.2 Analisis Konjoin

Analisis Konjoin (*Conjoint Analysis*) merupakan suatu metode analisis dalam analisis multivariat. Metode ini digunakan untuk menentukan tingkat kepentingan relatif berdasarkan persepsi pelanggan yang dibawa oleh suatu produk tertentu dan nilai kegunaan yang muncul dari atribut-atribut produk terkait [6]. Secara umum model analisis konjoin dapat diformulasikan sebagai berikut :

$$\begin{array}{l} Y_1 \\ \text{Metrik/Non Metrik} \end{array} = \begin{array}{l} X_1 + X_2 + \dots + X_n \\ \text{Non Metrik} \end{array}$$

Keterangan :

Variabel independen (X_1 dan seterusnya) : Faktor, data yang berupa data non metrik.

Variabel dependen (Y_1) : Pendapat keseluruhan (*overall preference*) dari seseorang responden terhadap sekian faktor dan level pada sebuah produk dan juga mencakup tingkat kepentingan faktor seseorang responden terhadap atribut-atribut produk terkait.

Model dasar analisis konjoin secara matematis sebagai berikut :

$$\mu(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^k a_{ij} x_{ij}$$

dimana :

$\mu(x)$: Seluruh *utility* dari suatu alternatif

a_{ij} : Sumbangan *the part-worth* atau *utility* taraf ke- j atribut ke- i

k_i : Banyaknya level atribut ke- i

m : Banyak atribut

X_{ij} : *Dummy variable* atribut ke- i taraf ke- j (bernilai 1) jika level ke- j dari atribut ke- i terjadi, 0 jika tidak terjadi.

Utilities level adalah nilai pentingnya suatu level terhadap level lainnya pada suatu atribut (I_i) dinyatakan dalam kisaran *parth worth* yaitu selisih antara nilai *part-worth* terbesar dan terkecil. Sedangkan faktor *importance* (W_i) adalah nilai yang menunjukkan tingkat kepentingan relatif suatu atribut dibandingkan dengan atribut lainnya, di formulasikan [6] :

$$w_i = \frac{I_i}{\sum_{i=1}^m I_i} \times 100$$

Keterangan :

w_i : Pentingnya atribut (*factor importance*) ke- i

I_i : Range nilai kepentingan untuk tiap atribut

Range nilai kepentingan relatif tiap atribut dapat dicari dengan rumus sebagai berikut [6] :

$$I_i = [\max(a_{ij}) - \min(a_{ij})]$$

Dalam evaluasi model, hasil analisis konjoin dinilai untuk akurasi baik individu maupun agregat. Tujuan keduanya adalah untuk memastikan seberapa konsisten model untuk memprediksi preferensi yang diberikan responden. Untuk memeriksa kecocokan model keseluruhan dapat digunakan nilai korelasinya, Semakin tinggi korelasinya semakin cocok atau semakin baik modelnya.

2.3. Uji Ketepatan Prediksi

Untuk menguji ketepatan prediksi dalam analisis konjoin dilakukan dengan menggunakan korelasi *Pearson's R* dan *Tau Kendal*. Pedoman untuk uji signifikansi adalah :

H_0 : Tidak ada hubungan yang kuat antara variabel estimasi dengan observasi.

H_1 : Ada hubungan yang kuat antara variabel estimasi dengan observasi.

2.4. Aturan Keputusan

Jika probabilitas (significance) $> 0,05$, maka H_0 diterima

Jika probabilitas (significance) $< 0,05$, maka H_0 ditolak

2.5. Uji Validitas dan Uji Reliabilitas

2.5.1. Uji Validitas

Uji validitas digunakan untuk menunjukkan sejauh mana suatu alat ukur (kuesioner) yang digunakan untuk mengukur informasi yang diperlukan. Uji ini dilakukan dengan mengukur korelasi antara variabel/item dengan skor total variabel. Uji validitas ini menggunakan teknik korelasi *product momen* model *pearson's* dengan rumus sebagai berikut [7]:

$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{\{(n \sum x^2) - (\sum x)^2\} \{(n \sum y^2) - (\sum y)^2\}}}$$

Keterangan :

- r_{xy} : Koefisien korelasi
 x : Skor pertanyaan untuk setiap subjek
 y : Skor total
 xy : Skor pertanyaan dan skor total
 n : Jumlah sampel

Menurut [8], bilamana koefisien korelasi antara skor suatu indikator dengan skor total keseluruhan indikator positif dan lebih besar 0,3 ($r_{xy} \geq 0,3$) maka instrumen tersebut dianggap valid. atau apabila r hitung masing-masing pertanyaan (dilihat pada output data) lebih besar dari r tabel yang berarti pertanyaan valid, dan jika r hitung lebih kecil dari r tabel yang berarti pertanyaan tidak valid.

2.5.2. Uji Reliabilitas

Uji Reliabilitas merupakan indeks yang menunjukkan sejauh mana suatu alat pengukuran dapat dipercaya atau dapat diandalkan. Dalam penelitian ini uji reliabilitas dilakukan dengan melihat koefisien α -cronbach dengan rumus sebagai berikut [7] :

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(\frac{1 - \sum \sigma_i^2}{\sigma_i^2} \right)$$

Keterangan :

- α : Nilai *alpha cronbach*
 k : Banyaknya butir pertanyaan
 $\sum \sigma_i^2$: Jumlah varian butir
 σ_i^2 : Varian total

3. Metodologi Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer yang diperoleh dari pengguna listrik prabayar di Kota Ambon. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan teknik *probability sampling*. [8] Skala kuesioner yang digunakan adalah skala *likert*, dengan penentuan sampel sebagai berikut :

Tabel 1. Data Pengguna Listrik Prabayar di Kota Ambon

No.	Nama	Jumlah Pelanggan	Presentase
1.	PT PLN Rayon Kota	8.532	45%
2.	PT PLN Rayon Baguala	7.464	40%
3.	PT PLN Rayon Nusaniwe	2.817	15%
Total		18.813	100%

Sumber : PT. PLN (Persero) Cabang Ambon

Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat bahwa pelanggan listrik prabayar di kota Ambon sebanyak 18.813 pelanggan. Sampel dalam penelitian ini adalah sebagian dari populasi atau sebagian dari pelanggan listrik prabayar yang ada di Kota Ambon. Pengambilan banyaknya jumlah sampel menggunakan metode slovin.

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{N}{1 + Ne^2} \\
 n &= \frac{18.813}{1 + 18.813(0,1)^2} \\
 &= \frac{18.813}{1 + 18.813(0,01)} \\
 &= \frac{18.813}{189,13} \\
 &= 99,47
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan, maka diperoleh sampel sebanyak 99,47 dibulatkan menjadi 100. Jadi, sampel dalam penelitian ini adalah 100 responden ($n=100$).

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1. Penyusunan Kuesioner

Untuk mengetahui preferensi konsumen terhadap atribut rekening listrik Prabayar, disusunlah kuesioner yang kemudian disebarluaskan kepada responden. Berikut ini adalah hal-hal yang dihasilkan dari penyebaran kuesioner preferensi pelanggan :

1. Kombinasi atribut dan level dari produk listrik Prabayar yang optimal.
2. Tingkat utilitas level-level dari produk listrik Prabayar.
3. Tingkat kepentingan atribut-atribut listrik Prabayar.

4.2. Penentuan Atribut Produk

Penentuan atribut produk listrik Prabayar dalam kuesioner ini berdasarkan pada hasil studi literatur dan diskusi dengan pengguna listrik Prabayar.

4.3. Penyusunan Level Pada Atribut

Berdasarkan hasil dari interpretasi kebutuhan pelanggan listrik Prabayar, diperoleh empat atribut yang dinilai penting dalam produk listrik Prabayar. Adapun keempat atribut dan taraf-tarafnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Atribut dan Level Listrik Prabayar

Atribut	Taraf	Level
Warna	1	Putih
	2	Kuning
	3	Biru
Tempat	1	Loket PLN
	2	Bank
	3	Kios
Media Pengaduan	1	SMS
	2	Telepon
Jaminan Garansi	1	Ya
	2	Tidak

4.4. Mendesain Stimuli

Stimuli merupakan kombinasi antara atribut atau faktor (Warna, Tempat, Media dan Garansi) dan sepuluh level atau sub atribut (tiga untuk tampilan warna rekening listrik Prabayar, tiga untuk tempat pembelian voucher listrik, dua untuk media pengaduan pelanggan dan dua untuk garansi listrik Prabayar), maka kemungkinan kombinasi yang diperoleh adalah

$$3 \times 3 \times 2 \times 2 = 36$$

Dari kombinasi diatas, hal ini berarti secara teoritis responden harus menilai 36 kemungkinan kombinasi produk. Kombinasi atribut yang sangat banyak bisa melelahkan responden dan membuat responden tidak fokus memberikan jawaban, apalagi faktor dan level yang diteliti kompleks dan saling terkait. Untuk itu, prosedur stimuli pada analisis konjoin digunakan untuk membantu menciptakan kombinasi stimuli dari 36 kemungkinan tersebut. Sehingga tidak perlu menganalisis semua kombinasi lebih lanjut. Desain eksperimen dibuat berdasarkan syntax SPSS 22. Berikut adalah penulisan *syntax*.

```

ORTHOPLAN
/FACTORS =
WARNA 'Warna Rekening Listrik Prabayar' ('Putih' 'Kuning' 'Biru')
TEMPAT 'Tempat Pembelian Voucher Listrik' ('PLN' 'Bank' 'Kios')
MEDIA 'Media Pengaduan Pelanggan' ('SMS' 'Telepon')
GARANSI 'Jaminan Garansi Listrik Prabayar' ('Ada' 'Tidak Ada')
/HOLDOUT = 0
SAVE OUTFILE = 'CONJOINT1.SAV'.

```

Gambar 1. Syntax pembuatan stimuli dengan program SPSS 22.

Hasil *syntax* stimuli SPSS pada Gambar 1 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Stimuli SPSS

Warna	Tempat	Media	Garansi	Status	Card
3	2	1	1	0	1
3	3	1	2	0	2
2	1	1	2	0	3
2	3	2	1	0	4
2	2	1	1	0	5
1	3	1	1	0	6
1	1	1	1	0	7
3	1	2	1	0	8
1	2	2	2	0	9

Berdasarkan *ouput syntax* Tabel 3, dapat dilihat bahwa SPSS mengkombinasikan stimuli menjadi 9 stimuli dengan penggabungan setiap level dan atribut yang sudah ditentukan sebelumnya. Selanjutnya diterjemahkan kode setiap level ke dalam kuesioner penelitian.

Tabel 4. Hasil Kombinasi SPSS

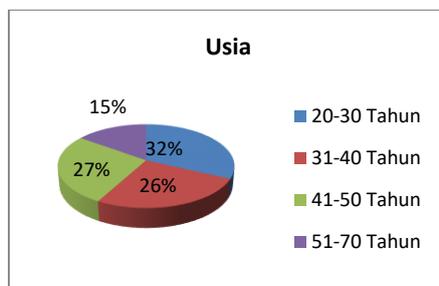
Card	Warna	Tempat	Media	Garansi
1.	Biru	Bank	SMS	Ada
2.	Biru	Kios	SMS	Tidak ada
3.	Kuning	PLN	SMS	Tidak ada
4.	Kuning	Kios	Telepon	Ada
5.	Kuning	Bank	SMS	Ada
6.	Putih	Kios	SMS	Ada
7.	Putih	PLN	SMS	Ada
8.	Biru	PLN	Telepon	Ada
9.	Putih	Bank	Telepon	Tidak ada

Berdasarkan Tabel 4, menunjukkan bahwa kombinasi nomor 1 mempunyai atribut warna dengan level biru, atribut tempat pembelian voucher listrik prabayar dengan level bank, atribut media pengaduan pelanggan dengan level telepon dan atribut garansi kerusakan dengan level ada. Begitu selanjutnya dengan kombinasi yang lain. Dari 9 kombinasi tersebut akan dimasukkan ke dalam kuesioner untuk dinilai oleh responden, jadi setiap responden harus menilai 9 kombinasi sekaligus.

4.5. Hasil Kuesioner

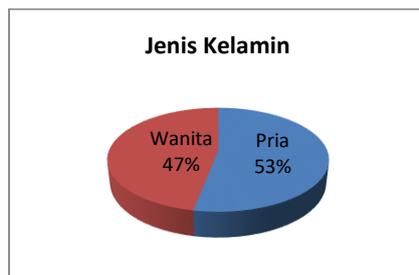
4.5.1 Profil Responden

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai profil responden. Profil responden yang digambarkan dalam kuesioner menyangkut usia, jenis kelamin, tingkat pendidikan terakhir, dan jenis pekerjaan. Adapun data usia responden secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 2.



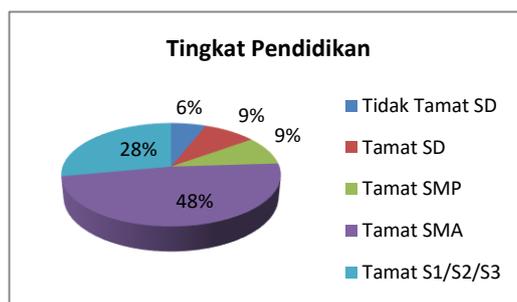
Gambar 2. Usia Responden

Pada penelitian ini berdasarkan usia responden, terdapat 32 responden berusia 20-30 tahun, 27 responden berusia 41- 50 tahun, 26 responden berusia 31-40 tahun, dan 15 responden berusia 51-70 tahun.



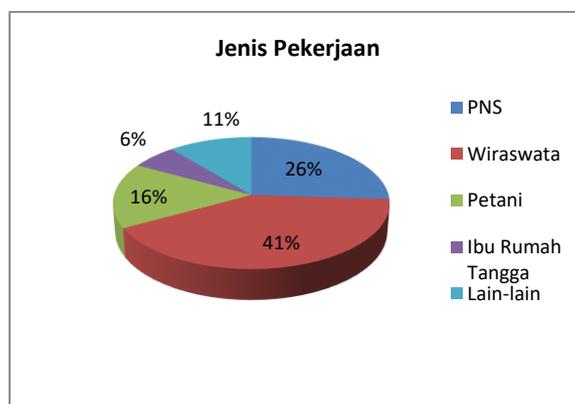
Gambar 3. Jenis Kelamin Responden

Berdasarkan Gambar 3, Dapat dilihat bahwa pada penelitian ini terdapat 53 orang berjenis kelamin laki - laki dan 47 orang berjenis kelamin perempuan.



Gambar 4. Tingkat Pendidikan Responden

Berdasarkan Gambar 4 pada tingkat pendidikan, jumlah responden yang tamat SMA sebanyak 48 orang, kemudian disusul responden yang tamat S1/S2/S3 sebanyak 28 orang, tamat SMP sebanyak 9 orang, tamat SD sebanyak 9 orang dan terakhir responden yang tidak tamat SD sebanyak 6 orang.



Gambar 5. Diagram Jenis Pekerjaan Responden

Berdasarkan Gambar 5, menunjukkan bahwa dari segi jenis pekerjaan terdapat 48 orang berprofesi sebagai Wiraswasta, kemudian 26 orang berprofesi sebagai PNS, 16 orang berprofesi sebagai petani, 6 orang berprofesi sebagai ibu rumah tangga dan 11 orang berprofesi yang lainnya.

4.6. Uji Validitas Dan Uji Reliabilitas

4.6.1. Uji Validitas

Uji validitas digunakan untuk menunjukkan sejauh mana suatu alat ukur (kuesioner) yang digunakan untuk mengukur informasi yang diperlukan. Penelitian ini menggunakan 50 responden untuk mengukur validitas dan reliabilitas. Adapun hasil uji validitas dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Ouput SPSS, Uji Validitas

Pertanyaan	Scale Variance If Item Deleted	Keterangan
Sikap 1	0,287	Valid
Sikap 2	0,438	Valid
Sikap 3	0,357	Valid
Sikap 4	0,292	Valid
Sikap 5	0,346	Valid
Sikap 6	0,291	Valid
Sikap 7	0,350	Valid
Sikap 8	0,457	Valid
Sikap 9	0,600	Valid

Berdasarkan Tabel 6, dapat dilihat bahwa untuk mengetahui butir soal mana yang gugur dapat dilakukan dengan membandingkan koefisien validitas yang disebut dengan r hitung dengan r tabel pada taraf signifikan 5%. Berdasarkan tabel r diperoleh $df = n-2 = 50-2 = 48$, taraf signifikansi 5% sebesar 0,2787. Apabila nilai r hitung lebih besar dari 0,2787 maka dapat dinyatakan butir soal dalam kuesioner tersebut dikatakan valid. Sebaliknya apabila nilai r hitung lebih kecil dari 0,2787 maka butir soal dinyatakan gugur. Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa karena r hitung lebih besar dari r tabel, maka semua soal dalam kuesioner dapat dinyatakan valid.

4.6.2. Uji Reliabilitas

Hasil uji reliabilitas dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Hasil Ouput Uji Reliabilitas dengan SPSS.

Cronbach's Alpha	N of Items
0.653	9

Berdasarkan Tabel 7, dapat disimpulkan bahwa instrument yang dipakai dalam penelitian ini dapat dikatakan reliabel. Berdasarkan hasil uji reliabilitas yang dilakukan diperoleh koefisien alpha Cronbach's sebesar (0,653) Karena koefisien reliabilitasnya lebih besar dari 0,60 maka instrumen untuk mengukur sikap pelanggan terhadap atribut rekening listrik Prabayar dapat dikatakan reliabel.

4.7. Hasil Analisis Konjoin

4.7.1 Nilai Utilitas

Nilai utilitas digunakan untuk mengetahui tingkat kepuasan relatif dari responden. Utilitas tertinggi merupakan nilai yang paling dipilih oleh responden. Pada penelitian ini penyelesaiannya tidak dilakukan secara manual karena jumlah responden yang begitu banyak dan proses penyelesaian yang begitu lama. Oleh karena itu, penelitian ini tidak dilakukan secara manual namun dengan menggunakan aplikasi SPSS. Adapun hasil penelitian dapat dilihat pada pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai Utilitas

		<i>Utility Estimate</i>
WARNA	Putih	0,017
	Kuning	-0,030
	Biru	0,013
TEMPAT	PLN	0,074
	Bank	-0,195
	Kios	0,121
MEDIA	SMS	-0,035
	Telepon	0,035
GARANSI	Ada	0,823
	Tidak Ada	-0,823
<i>(Constant)</i>		2,886

Berdasarkan dari Tabel 8, dapat dilihat bahwa terdapat dua tanda yaitu tanda positif dan negatif. Maksud dari dua tanda tersebut adalah semakin besar nilai (positif) maka semakin besar pula atribut yang diminati oleh responden, begitu sebaliknya semakin rendah (negatif) menunjukkan bahwa atribut tersebut kurang diminati oleh responden. Sehingga dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Warna, dari ke tiga tampilan warna rekening listrik Prabayar yaitu warna putih, kuning dan biru dapat dilihat bahwa responden lebih cenderung menyukai tampilan warna rekening listrik yang berwarna putih (0,017) dibandingkan dengan tampilan listrik Prabayar yang berwarna biru (0,013) dan kuning (-0,030).
- 2) Tempat, adapun tempat pembelian voucher yang paling disenangi responden adalah di kios-kios terdekat dengan nilai (0,121) di bandingkan dengan tempat pembelian voucher listrik Prabayar di PLN (0,074) dan responden kurang menyukai pembelian voucher listrik Prabayar di Bank (-0,195).
- 3) Media, adapun media pengaduan pelanggan yang paling disenangi responden adalah media telepon (0,35) di bandingkan dengan media SMS (-0,35).
- 4) Garansi, berdasarkan Tabel 8, dapat di tarik kesimpulan bahwa responden lebih cenderung menyukai listrik Prabayar yang memiliki garansi (0,823) dibandingkan dengan listrik Prabayar yang tidak memiliki garansi (-0,823).

4.7.2 Nilai Kepentingan Relatif

Nilai kepentingan relatif menunjukkan tingkat persentase diantara dari masing-masing atribut. Hasil keseluruhan nilai kepentingan relatif dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Faktor Kepentingan Relatif

WARNA	19,81
TEMPAT	23,95
MEDIA	10,34
GERANSI	45,88

Berdasarkan Tabel 9, dapat ditarik kesimpulan bahwa responden (secara umum) cenderung lebih menyukai rekening listrik Prabayar yang memiliki garansi kerusakan (45,88%) kemudian yang menjadi prioritas kedua bagi responden (secara umum) adalah tempat pembelian voucher listrik Prabayar (23,95%). Sementara tampilan warna rekening listrik Prabayar (19,81%) menjadi prioritas ketiga dan Media Pengaduan Pelanggan (10,34%) menjadi prioritas keempat.

4.8. Ketepatan Prediksi

Untuk menguji ketepatan prediksi dalam analisis konjoin dilakukan dengan menggunakan korelasi *Pearson's R* dan *Tau Kendal*. Pedoman untuk uji signifikansi adalah sebagai berikut :

H_0 : Tidak ada hubungan yang kuat antara variabel estimasi dengan observasi.

H_1 : Ada hubungan yang kuat antara variabel estimasi dengan observasi.

Tabel 10. Ketetapan Prediksi

	Value	Sig.
Pearson's R	0,999	0,000
Kendall's tau	0,889	0,000

Berdasarkan Tabel 10, dapat disimpulkan bahwa pada perhitungan *pearson's* maupun *kendall*, angka signifikan keduanya dibawah 0,05 maka H_0 ditolak. Hal ini berarti ada korelasi yang cukup kuat untuk menggambarkan kondisi aktual antara hasil analisis konjoin dengan pendapat responden.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Hasil penerapan analisis konjoin untuk mengetahui preferensi pelanggan listrik Prabayar di Kota Ambon, diketahui bahwa pelanggan lebih menyukai tampilan warna meteran listrik Prabayar yang berwarna putih, tempat pembelian *voucher* listrik di kios-kios terdekat, media pengaduan pelanggan melalui telepon dan memiliki jaminan garansi.
- 2) Faktor yang paling diperhatikan oleh pelanggan listrik Prabayar di Kota Ambon adalah faktor jaminan garansi dari listrik Prabayar dengan kepentingan relatif sebesar 45,88% di bandingkan dengan faktor lainnya.

Daftar Pustaka

- [1] P. Kotler, Alih bahasa and M. Benyamin, Manajemen Pemasaran, Klaten: PT Intan Sejati.
- [2] M. I. Yusi and N. Widowati, "Analisis Pelayanan Listrik Prabayar di PT. PLN (Persero)," *Jurnal Jurusan Administrasi Publik*, 2013.
- [3] B. Simamora, Analisis Multivariat Pemasaran, Jakarta: PT. Gramedia, 2005.
- [4] Arikonto and H. Friska, "Analisis Konsumen Terhadap Atribut Etool Card," Jurusan Teknik Universitas Indonesia, Jakarta, 2006.
- [5] I. Susanti, "Penentuan Atribut Telur Asin Berdasarkan Preferensi Konsumen," Jurusan Teknik Industri Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 2011.
- [6] J. F. Hair, C. B. William, J. B. Barry, E. A. Rolph and L. T. Ronald, *Multivariate Data Analysis*, 6th ed., New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2006.
- [7] H. Usman and N. Sobari, *Aplikasi Teknik Multivariate Untuk Riset Pemasaran*, Jakarta: PT. Prajagrafindo Persada, 2013.
- [8] W. G. Cochran, *Teknik Penarikan Sampel*, Jakarta: UI Press, 2001.
- [9] Sugiyono, *Metode Penelitian Bisnis*, Bandung: Alfabeta, 1999.

ANALISIS PETA POSITIONING UNTUK RESTORAN BERDASARKAN PERSEPSI PELANGGAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE MULTIDIMENSIONAL SCALING (STUDI KASUS: RESTORAN AMBON CITY CENTER PASSO)

Ferry Kondo Lembang¹, Angelia C. Leunupun², Mozart W. Talakua³

^{1,2,3} Jurusan Matematika FMIPA UNPATTI
Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Unpatti, Poka-Ambon, Maluku
e-mail: ¹f.kondolembang@staff.unpatti.ac.id

Abstrak

Multidimensional Scaling (MDS) merupakan salah satu teknik peubah ganda yang dapat digunakan untuk menentukan posisi suatu objek berdasarkan penilaiannya kemiripannya. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh deskripsi pelanggan terhadap restoran serta mengetahui kemiripan antara rumah makan berdasarkan atribut-atribut yang dijadikan objek penelitian. Teknik analisis yang digunakan adalah *Multidimensional Scaling*. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil responden sebanyak 30 responden. Hasil dari peta analisis *Multidimensional Scaling* dapat dilihat bahwa Mister Basso dan Rice Bowl memiliki tingkat kemiripan pada cita rasa, harga, dan fasilitas karena jarak yang saling berdekatan. Sedangkan untuk restoran Solaria, 77 Es teller dan Bakso Lapangan Tembak Senayan menempati posisi yang relatif saling berjauhan antar satu dengan yang lain yang berarti ketiga restoran tidak mempunyai kemiripan atau ketidakmiripan. Hasil dari uji konsistensi dan kesamaan sikap responden juga menunjukkan bahwa responden memiliki kesamaan sikap dalam menilai kemiripan masing-masing restoran.

Kata Kunci : Multidimensional scaling, peta positioning

POSITIONING MAP ANALYSIS BASED ON COSTUMER PERCEPTION USING MULTIDIMENSIONAL SCALING METHOD (CASE STUDY: AMBON CITY CENTER PASSO RESTAURANT)

Abstract

Multidimensional Scaling (MDS) is a technique that can be used in multiple variables to the determine the position of other objects based on similarity. The purpose of this study is to obtain a description of the restaurant and the costumer know the similarities between the restaurant based attributes as object of research. Analysis technique used is Multidimensional Scaling. The research was by taking the respondents were 30 respondents. The result of Multidimensional Scaling map shows that Mister Basso and Rice Bowl have a same rate in taste of food, price and facilities category due to the distance is near each other. As for Solaria, 77 Es Teller and Bakso Lapangan Tembak Senayan have a relative position between each other which means the three restaurant unsimilarity. The result of the test of consistency and similarity of attitudes of respondents also showed that respondents have the same attitude in assessing each similarity of restaurant.

Keywords : Multidimensional scaling, positioning map

1. Pendahuluan

Dalam era globalisasi ini persaingan bisnis akan menjadi sangat ketat. Salah satu bisnis yang terus berkembang di Indonesia adalah bisnis makanan. Hal ini disebabkan karena semua orang membutuhkan makanan sehingga secara otomatis bisnis restoran selalu dicari orang. Seiring dengan perubahan zaman, kecenderungan orang untuk makan diluar rumah semakin meningkat dengan berbagai alasan praktis, ekonomis maupun *prestige*. Oleh karena itu, sangat penting bagi sebuah restoran untuk mempertimbangkan strategi restoran untuk menciptakan suasana yang nyaman dan dapat mengungguli restoran lainnya.

Restoran atau rumah makan adalah suatu operasi layanan makanan yang mendatangkan keuntungan yang basis utamanya adalah penjualan makanan dan minuman kepada individu-individu dan tamu-tamu dalam kelompok kecil. Secara umum faktor yang mempengaruhi keberhasilan bisnis restoran adalah kualitas cita rasa (*taste*) yang sesuai selera masyarakat, pemilihan lokasi yang tepat, disertai pelayanannya. Untuk pengertian dari pelanggan yaitu individu-individu yang melakukan pembelian untuk memenuhi kebutuhan pribadinya atau konsumsi rumah tangga.

Ilmu statistik telah lama diterapkan pada pengolahan dan analisis kegiatan riset pemasaran. Dalam dunia marketing, perilaku konsumen diukur melalui persepsi konsumen terhadap suatu produk. Peranan analisis multivariat merupakan salah satu bentuk komunikasi dari pemasaran perusahaan ke konsumen yang bertujuan untuk menentukan posisi yang akan ditempati suatu produk, disebut peta *positioning*. Posisi produk adalah cara produk yang ditetapkan oleh konsumen berdasarkan atribut penting yang ada pada produk dalam ingatan konsumen dalam hubungan dengan pesaing. Penentuan posisi atau *positioning* adalah tindakan merancang penawaran dan citra pemasaran sehingga menempati suatu posisi kompetitif yang berarti dan berbeda dalam benak pelanggan targetnya.

Analisis *Multidimensional Scaling* (MDS) merupakan salah alat analisis multivariat yang berhubungan dengan penempatan beberapa objek (produk, merk, atau perusahaan) yang menggambarkan posisi suatu objek dengan objek lainnya berdasarkan kemiripannya. Ada beberapa restoran yang terdapat di kota Ambon provinsi Maluku. Tepatnya pada salah satu pusat perbelanjaan yaitu *Ambon City Center (ACC)*. Restoran restoran tersebut diantara *Solaria*, *Rice Bowl*, *Mister Basso*, 77 es teller juara Indonesia, *Basso* lapangan tembak senayan. Masing – masing dari restoran tersebut pasti mempunyai cita rasa, harga, pelayanan dan fasilitas yang berbeda maka dalam penelitian ini penulis mengambil judul “Analisis Peta *Positioning* Restoran Berdasarkan Persepsi Pelanggan dengan Menggunakan Metode *Multidimensional Scaling*”

2. Tinjauan Pustaka

Positioning adalah cara yang ditetapkan konsumen berdasarkan atribut penting yang ada pada produk dalam ingatan konsumen dalam hubungannya dengan pesaing. Menurut [1], posisi suatu produk adalah bagaimana suatu produk didefinisikan oleh konsumen melalui sifat-sifat pentingnya serta tempat dibenak konsumen yang dimiliki oleh produk tersebut relatif terhadap produk pesaingnya.

Menurut [2], *positioning* adalah suatu strategi yang berusaha menciptakan diferensiasi yang unik dalam benak konsumen, sehingga terbentuk citra (image) merek atau produk yang lebih unggul dibandingkan merek atau produk pesaing. Konsep *positioning* mulai dikenal pada tahun 1972 kemudian istilah tersebut mulai diperkenalkan oleh Jack Trout dan Al Ries dalam serangkaian artikel yang berjudul “*The Position Area*” yang dimuat dalam surat kabar bisnis *Advertising Age*.

Penelitian tentang analisis peta *positioning* sejauh ini telah dikembangkan menggunakan beberapa teknik dalam analisis multivariat salah satunya adalah dalam penelitian ini yakni metode *Multidimensional Scaling*.

2.1. Analisis *Multidimensional Scaling*

Secara umum *Multidimensional Scaling* dapat digolongkan sebagai jenis dari hubungan objek yang diamati dan dapat digabungkan ke dalam analisis data. Selain itu, *Multidimensional Scaling* dapat digolongkan sebagai representasi geometri dari hubungan antar objek. Apapun bentuk yang dihasilkan dapat diwujudkan ke dalam suatu ukuran kemiripan atau ketidakmiripan.

Konsep *Multidimensional Scaling* menganggap bahwa seperangkat stimuli seperti merk, produk dan lainnya dapat disajikan sebagai seperangkat titik dalam suatu peta atau ruang multidimensi. Konsep ini bertujuan untuk mengubah penilaian konsumen mengenai kesamaan atau preferensi mereka (misalnya, preferensi atau pilihan mereka akan toko, merk, produk tertentu) ke dalam representasi grafis dengan tata letak dan jarak ke dalam suatu ruang atau bidang multidimensi.

Apabila objek A atau B dianggap sebagai pasangan yang paling mirip dibandingkan pasangan-pasangan lainnya, stimuli A dan B akan ditempatkan sedemikian rupa pada bidang multidimensi dengan jarak yang paling dekat dibandingkan dengan jarak antara pasangan - pasangan lainnya. Pada akhirnya peta persepsi yang dihasilkan akan menunjukkan posisi relatif seluruh pasangan objek yang ada.

2.2. Multidimensional Scaling Non Metrik

MDS non-metrik yaitu jika skala datanya berupa nominal atau ordinal. MDS non-metrik mengasumsikan bahwa data adalah kualitatif (nominal dan ordinal). Data jarak yang digunakan dalam penskalaan berdimensi ganda non-metrik adalah data yang dianggap bertipe ordinal. Untuk penskalaan berdimensi ganda non-metrik, fungsi transformasi hanya mempunyai batasan $\delta_{ij} < \delta_{i'j'} \Rightarrow f(\delta_{ij}) \leq f(\delta_{i'j'}) \forall 1 \leq i, j, i', j' \leq n$. Suatu fungsi standar STRESS (*Standardized Residual Sum Of Square*) sebagai berikut:

$$Stress = \sqrt{\frac{\sum_{i < j} (d_{ij} - \hat{d}_{ij})^2}{\sum_{i < j} (d_{ij} - \bar{d})^2}}$$

dimana :

\bar{d} : Jarak rata-rata (\sum_{ij}/n) dalam peta

\hat{d}_{ij} : *Derived distance* dari data ketidakmiripan

d_{ij} : Jarak sebenarnya

Prosedur penskalaan multidimensional scaling mengasumsikan bahwa input data ordinal akan tetapi menghasilkan metrik. Jarak dalam peta spasial yang dihasilkan diasumsikan sebagai skala interval (metrik). Prosedur ini menemukan dalam suatu *dimensionality* tertentu. Bahwa suatu peta spasial yang *rank order*-nya berasal dari jarak antara jarak antara merek atau stimulus yang diperkirakan akan mempertahankan atau menghasilkan kembali *input* urutan peringkat atau *input rank orde*. Sebaliknya, metode penskalaan multidimensional metrik mengasumsikan bahwa input data berupa metrik. Seperti diketahui data metrik biasa berupa skala interval atau rasio. Metode metrik dan non-metrik memberikan hasil yang sama [3]. Menurut [4], prosedur MDS dengan menggunakan data metrik maupun non metrik akan memberikan hasil sama.

2.3. Penentuan Jumlah Dimensi

Tujuan utama *multidimensional scaling* adalah membentuk suatu *spatial map* yang terbaik (dapat menggambarkan keadaan sesungguhnya) dari suatu data. Dalam peta yang terbentuk diharapkan mempunyai dimensi yang optimal untuk penginterpretasian hasil, sehingga analisa yang dilakukan akan menghasilkan suatu kevalidan dalam rangka pengambilan kebijakan-kebijakan.

Spatial map merupakan langkah awal yang bagus untuk evaluasi ini. Jumlah peta merupakan interpretasi penting yang berhubungan dengan jumlah dimensi. Sebuah peta dihasilkan dari beberapa kombinasi dari tiap dimensi. Satu hasil penting yang harus dihasilkan adalah hasil yang terbaik dengan jumlah dimensi yang terkecil. Pendekatan berikutnya adalah dengan menggunakan pengukuran *STRESS* (*Standardized Residual Sum Of Square*), yaitu *lack of fit measure*. Nilai *STRESS* yang tinggi mengindikasikan bahwa model kurang baik.

2.4. Uji Kecocokan Model

Uji kecocokan model dapat dilakukan dengan menggunakan Nilai *index of fit* (R^2) sebagai berikut

$$R^2 = \sqrt{\frac{\sum_{i < j} (d_{ij} - \bar{d}_{ij})^2}{\sum_{i < j} (d_{ij} - \bar{d})^2}}$$

dengan $i = 1, 2, \dots, p; j = 1, 2, \dots, p$

Hipotesa untuk nilai R^2 yaitu sebagai berikut :

H_0 : Model *multidimensional scaling* tidak baik.

H_1 : Model *multidimensional scaling* baik.

Nilai R^2 sebesar 0.6 dianggap telah cukup dan nilai yang lebih besar dianggap semakin layak [5]. Untuk itu, jika $R^2 < 0.6$ maka H_0 ditolak. Tinggi rendahnya nilai *STRESS* mengindikasikan apakah model *Multidimensional Scaling* baik atau tidak. Semakin kecil nilai *STRESS* yang didapatkan, semakin baik model *multidimensional scaling* yang didapatkan. Terdapat patokan mengenai nilai *STRESS*. Untuk *Kruskal's STRESS* formula, disarankan untuk mengikuti kriteria sebagai berikut :

Tabel 1. Kriteria Nilai *Stress*

<i>Stress</i> (%)	Kondisi Model
≥ 20.00	Jelek
10 – 19,99	Cukup
5 – 9,99	Baik
2.5 – 4,99	Sangat Baik
0 – 2,49	Sempurna

3. Metodologi Penelitian

3.1. Sumber Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan data primer yang diperoleh dari kuesioner. Responden dalam penelitian ini adalah pelanggan yang pernah berkunjung ke rumah makan yang ada di Pusat Perbelanjaan Ambon City Center (ACC). Jumlah responden dalam penelitian ini sebanyak 30 responden, Adapun objek pengamatan yang diteliti yaitu Solaria, Rice Bowl, Mister Basso, 77 es teller juara Indonesia, Basso lapangan tembak senayan.

3.2. Teknik Pengukuran Data

Skala pengukuran yang digunakan dalam pengukuran ini adalah Skala Likert. Rentang skala yang digunakan untuk mengukur derajat sangat mirip atau sangat tidak mirip untuk setiap variabel dalam penelitian ini adalah 1 (satu) sampai dengan 5 (lima), dengan tingkat kebobotan sebagai berikut :

- a. Skor 1 : Restoran Sangat Mirip
- b. Skor 2 : Restoran Mirip
- c. Skor 3 : Restoran Sedikit Mirip
- d. Skor 4 : Restoran Tidak Mirip
- e. Skor 5 : Restoran Sangat Tidak Mirip

3.3. Langkah-langkah Analisis

Langkah - langkah analisis untuk menjawab tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Analisis karakteristik responden
- b. Pengujian kecocokan model
- c. Analisis peta *positioning* daya saing restoran berdasarkan atribut yang ada
- d. Pengambilan keputusan

4. Hasil dan Pembahasan

Bagian ini membahas tentang hasil pengolahan dan analisis data peta *positioning* restoran di mall ACC Passo berdasarkan persepsi responden.

4.1. Uji Kecocokan Model

Uji kecocokan model yaitu ketetapan suatu pemecahan analisis MDS dinilai dengan ukuran *stress*, *stress* adalah ukuran yang menunjukkan kekurangan tepatan (*lack of fit*). Semakin besar nilai *stress* semakin tidak tepat bagi peta persepsi untuk mewakili input data. Model MDS yang dihasilkan Nilai *stress* atribut restoran di ACC disajikan dalam Tabel 2 berikut ini :

Tabel 2. Nilai *Stress* Atribut Restoran

No	Atribut	<i>Stress</i>	Kondisi Model
1	Cita rasa	0,19353	Cukup
2	Harga	0,13212	Cukup
3	Pelayanan	0,18745	Cukup
4	Fasilitas	0,18414	Cukup

Sumber: Data Primer Diolah Dengan SPSS 20

Tabel 2, menunjukkan *stress* model dua dimensi yang dihasilkan masuk dalam standar kondisi model yang cukup baik. Indeks *RSQ* (*R square*) juga harus dikaji. Model dapat diterima apabila $RSQ \geq 0,60$ (60% atau lebih). Semakin tinggi *RSQ*, semakin baik model MDS. Nilai *RSQ* atribut restoran di ACC ditunjukkan dalam Tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Nilai *RSQ* Atribut Restoran

No	Atribut	<i>RSQ</i>	Keterangan
1	Cita rasa	0,80596	Dapat Diterima
2	Harga	0,83203	Dapat Diterima
3	Pelayanan	0,72548	Dapat Diterima
4	Fasilitas	0,71410	Dapat Diterima

Sumber: Data Primer Diolah dengan SPSS 20

Nilai *RSQ* atribut restoran disajikan pada Tabel 3. Pada Tabel tersebut terlihat bahwa nilai $RSQ \geq 0,60$ (60% atau lebih). Hal ini berarti bahwa model dimensi yang dihasilkan sudah bisa mewakili data input dengan cukup baik.

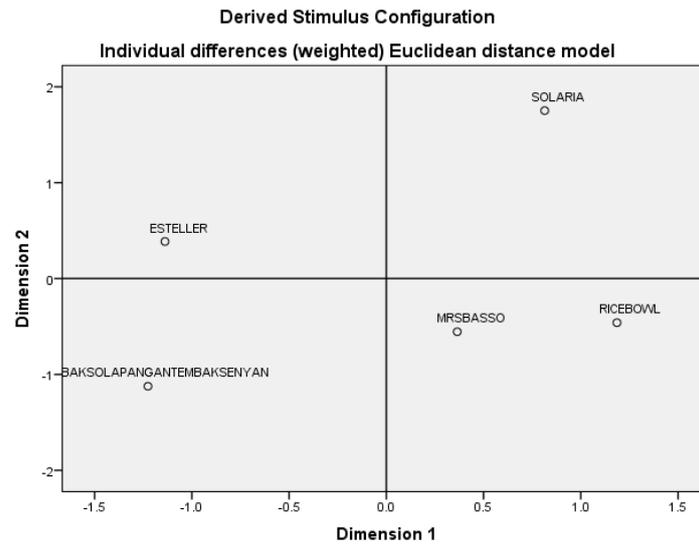
4.2. Peta *Positioning* Daya Saing Restoran

Peta *positioning* merupakan suatu penelitian dengan problem multidimensi. Riset ini menunjukkan apa dan bagaimana yang dirasakan pelanggan restoran di ACC dengan adanya persaingan diantara kelima restoran tersebut. Karena itu, agar mencapai tujuan penelitian maka harus diketahui bagaimana pendapat pelanggan tentang restoran. Terlebih dahulu perlu diketahui bagaimana pelanggan membedakan atau membandingkan restoran-restoran tersebut berdasarkan atribut yang meliputi Cita Rasa, Harga, Pelayanan dan Fasilitas.

4.2.1. Peta *Positioning* Berbasis Atribut Cita Rasa

Persepsi konsumen di bawah ini adalah berdasarkan atribut cita rasa yang merupakan suatu cara pemilihan makanan yang harus dibedakan dari rasa (*taste*) makanan tersebut, cita rasa juga merupakan atribut makanan yang meliputi penampakan, bau, rasa, tekstur, dan suhu.

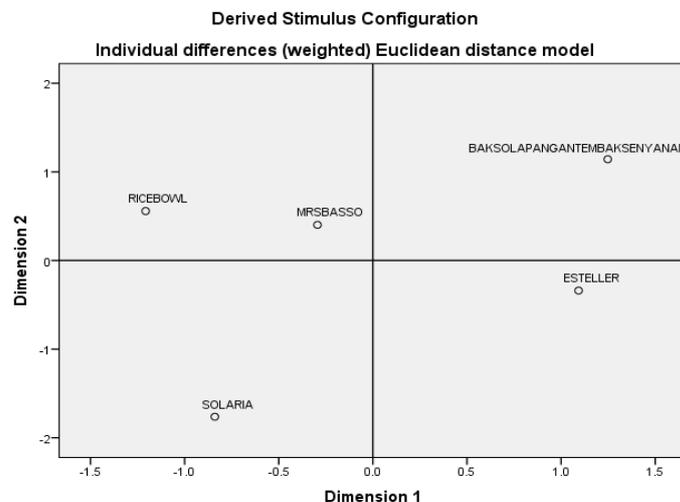
Gambar 1 adalah peta hasil proses INDSCAL (*Individual Differences (weighted) Euclidean Distance Model*) untuk menampilkan peta MDS dari lima restoran yaitu Solaria, Mister Basso, Rice Bowl, 77 Es Teller dan Bakso Lapangan Tembak Senayan. Gambar peta tersebut menunjukkan bahwa Mister Basso dan Rice Bowl letaknya berdekatan. Ini adalah sebuah hasil dari persepsi konsumen bahwa restoran yang diperbandingkan memiliki kemiripan satu sama lain pada atribut cita rasa. Gambar peta tersebut juga menunjukkan bahwa Solaria, 77 Es Teller, dan BLTS letaknya berjauhan dengan restoran lainnya, sehingga restoran tersebut memiliki perbedaan satu sama lain pada atribut cita rasa.



Gambar 1. Konfigurasi Peta *Positioning* 2 Dimensi Atribut Cita Rasa

4.2.2 Peta *Positioning* Berbasis Atribut Harga

Persepsi konsumen di bawah ini adalah berdasarkan atribut harga yang merupakan tanggapan responden terhadap tingkat kemiripan besarnya nilai yang harus dikeluarkan untuk membeli makanan atau minuman pada restoran tersebut beserta persyaratannya, dengan indikator harga adalah kemahalan makanan atau minuman di restoran dan tingkat kesesuaian harga dengan kualitas restoran.

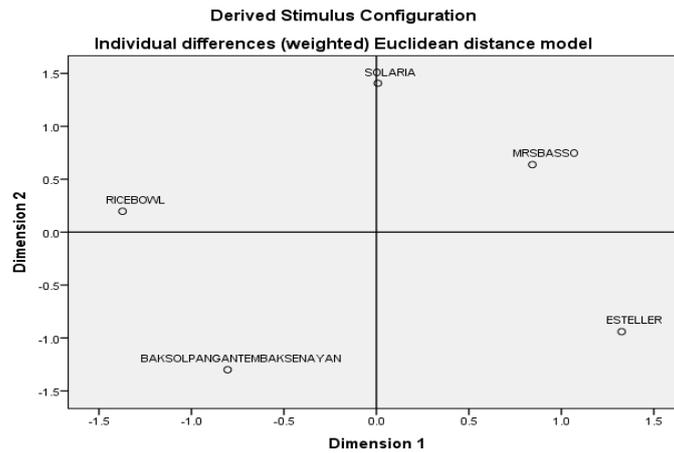


Gambar 2. Konfigurasi Peta *Positioning* 2 Dimensi Atribut Harga

Gambar 2 adalah peta hasil proses INDSCAL (*Individual Differences (weighted) Euclidean Distance Model*) untuk menampilkan peta MDS dari lima restoran yaitu Solaria, Mister Basso, Rice Bowl, 77 Es Teller dan Bakso Lapangan Tembak Senayan. Gambar peta tersebut menunjukkan bahwa Mister Basso dan Rice Bowl letaknya berdekatan. Hal ini adalah sebuah hasil dari persepsi konsumen bahwa restoran yang dibandingkan memiliki kemiripan satu sama lain pada atribut harga. Gambar peta tersebut juga menunjukkan bahwa Solaria, 77 Es Teller, dan BLTS letaknya berjauhan dengan restoran lainnya, sehingga restoran tersebut memiliki perbedaan satu sama lain pada atribut harga.

4.2.3 Peta *Positioning* Berbasis Atribut Pelayanan

Persepsi konsumen di bawah ini adalah berdasarkan atribut pelayanan yang merupakan petugas yang melayani pesanan makanan dan minuman sesuai dengan permintaan tamu atau konsumen. Pelayan harus berpenampilan baik dan rapih. Hal ini meliputi tingkah laku, kejujuran, sopan santun, ramah tamah kepada tamu, atasan, maupun teman sejawat.

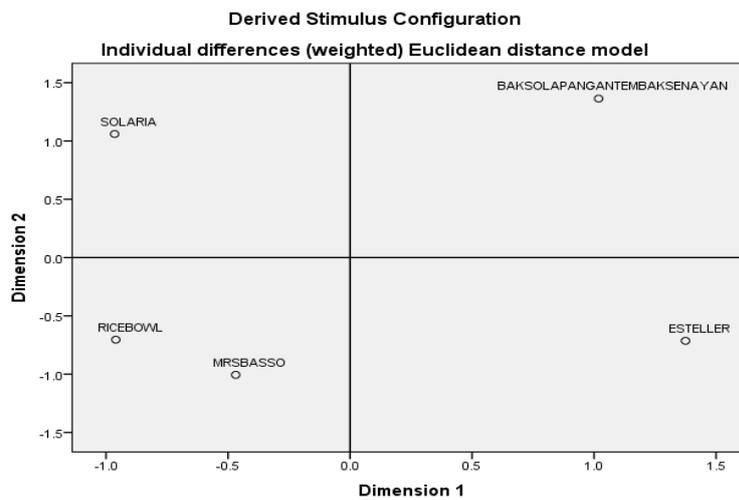


Gambar 3. Konfigurasi Peta *Positioning* 2 Dimensi Atribut Pelayanan

Gambar 3 adalah peta hasil proses INDSCAL (*Individual Differences (weighted) Euclidean Distance Model*) untuk menampilkan peta MDS dari lima restoran yaitu Solaria, Mister Basso, Rice Bowl, 77 Es Teller, dan Bakso Lapangan Tembak Senayan. Gambar peta tersebut menunjukkan bahwa Mister Basso dan Solaria letaknya berdekatan. Jarak posisi yang berdekatan berarti memiliki kemiripan satu sama lain pada atribut pelayanan. Gambar peta tersebut juga menunjukkan bahwa Ricebowl, 77 Es Teller dan Bakso Lapangan Tembak Senayan letaknya berjauhan dengan restoran lainnya, sehingga restoran tersebut memiliki perbedaan satu sama lain pada atribut harga atau tidak ada kemiripan.

4.2.4 Peta *Positioning* Berbasis Atribut Fasilitas

Persepsi konsumen di bawah ini adalah berdasarkan atribut fasilitas yang merupakan sarana pendukung dalam aktivisasi restoran berbentuk fisik, dan digunakan dalam kegiatan normal restoran.



Gambar 4. Konfigurasi Peta *Positioning* 2 Dimensi Atribut Fasilitas

Gambar 4 adalah peta hasil proses INDSCAL (*Individual Differences (weighted) Euclidean Distance Model*) untuk menampilkan peta MDS dari lima restoran yaitu Solaria, Mister Basso, Rice Bowl, 77 Es Teller, dan Bakso Lapangan Tembak Senayan. Gambar peta tersebut menunjukkan bahwa Mister Basso dan Rice Bowl letaknya berdekatan. Jarak posisi yang berdekatan dari pasangan ini adalah sebuah hasil dari persepsi konsumen bahwa restoran yang diperbandingkan memiliki kemiripan satu sama lain pada atribut fasilitas. Gambar peta tersebut juga menunjukkan bahwa Solaria, 77 Es Teller dan Bakso Lapangan Tembak Senayan letaknya berjauhan dengan restoran lainnya, sehingga restoran tersebut memiliki perbedaan satu sama lain pada atribut harga atau tidak ada kemiripan.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa Peta *Positioning* restoran berdasarkan persepsi konsumen di ACC diketahui mempunyai posisi yang berbeda-beda. Posisi restoran sangat dipengaruhi oleh persepsi konsumen terhadap masing-masing restoran. Peta positioning yang dihasilkan menunjukkan :

- a. Berdasarkan persepsi konsumen, dari segi cita rasa Mister Basso memiliki kemiripan dengan Rice Bowl, artinya Mister Basso merupakan pesaing langsung dari Rice Bowl. Sedangkan Solaria, 77 Es teller dan Bakso Lapangan Tembak Senayan tidak memiliki pesaing langsung karena restoran tersebut memiliki perbedaan dengan restoran lainnya dan tidak ada kemiripan pada atribut cita rasa.
- b. Berdasarkan persepsi konsumen, dari segi harga Mister Basso memiliki kemiripan dengan Rice Bowl, artinya Mister Basso merupakan pesaing langsung dari Rice Bowl begitu pula sebaliknya. Sedangkan Solaria, 77 Es teller dan Bakso Lapangan Tembak Senayan tidak memiliki pesaing langsung karena restoran tersebut memiliki perbedaan dengan restoran lainnya dan tidak ada kemiripan pada atribut harga.
- c. Berdasarkan persepsi konsumen, dari segi Pelayanan Mister Basso memiliki kemiripan dengan Solaria, artinya Mister Basso merupakan pesaing langsung dari Rice Bowl. Sedangkan Ricebowl, 77 Es teller dan Bakso Lapangan Tembak Senayan tidak memiliki pesaing langsung karena restoran tersebut memiliki perbedaan dengan restoran lainnya dan tidak ada kemiripan pada atribut Pelayanan.
- d. Berdasarkan persepsi konsumen, dari segi fasilitas Mister Basso memiliki kemiripan dengan Rice Bowl, artinya Mister Basso merupakan pesaing langsung dari Rice Bowl. Sedangkan Solaria, 77 Es teller dan Bakso Lapangan Tembak Senayan tidak memiliki pesaing langsung karena restoran tersebut memiliki perbedaan dengan restoran lainnya dan tidak ada kemiripan pada atribut fasilitas.

Daftar Pustaka

- [1] A. Kotler, Prinsip-Prinsip Pemasaran, Jilid I, Jakarta: Erlangga, 2001.
- [2] A. Ries and J. Trout, Positioning : The Battle For Your Mind, Mc McGraw- Hill Education, 1981.
- [3] Supranto, Analisis Multivariat : Arti dan Interpretasi, Jakarta: PT. Rineka Cipta, 2004.
- [4] Malhorta and K. Naresh, Marketing Research : An Applied Orientation, 5th ed., New Jersey: Pearson Education, Inc., 2004.
- [5] D. Hair and dkk., Multivariate Data Analysis, New Jersey: Pearson Education, 2006.

ANALISIS REGRESI LOGISTIK ORDINAL (Studi kasus: Akreditasi SMA di Kota Ambon)

Thomas Pentury¹, Salmon Notje Aulele², Riana Wattimena³

^{1,2,3}Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pattimura
Jalan Ir. M. Putuhena, Kampus Unpatti, Poka, Ambon, Indonesia
e-mail: ²salmon.aulele@yahoo.com

Abstrak

Pendidikan adalah salah satu faktor yang mempengaruhi pembangunan manusia. Salah satu faktor yang menunjang baik atau tidaknya pendidikan adalah sekolah. Baik atau tidaknya mutu suatu sekolah dinyatakan dengan akreditasi sekolah. Status akreditasi sekolah merupakan data dengan skala ordinal. Salah satu metode statistika yang dapat dipakai untuk klasifikasi data yang bersifat ordinal adalah regresi logistik ordinal. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menentukan model akreditasi SMA di Kota Ambon berdasarkan faktor-faktor yang terdapat dalam profil sekolah dengan menggunakan Regresi Logistik Ordinal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel yang signifikan mempengaruhi akreditasi SMA di Kota Ambon dengan tingkat kepercayaan sebesar 95% adalah jumlah guru (X_4).

Kata Kunci: Akreditasi sekolah, pendidikan, regresi logistik ordinal

LOGISTIC REGRESSION ANALYSIS ORDINAL (Case Study: Accreditation of High Schools in the City of Ambon)

Abstract

Education is one of the factors that affect human development. One of the factor that either support or not is school education. The quality of a school is declared by the accreditation. Accreditation status of the school is an ordinal scale data. One of the statistical methods that can be used for classification of data which are ordinal is an ordinal logistic regression. The purpose of this study is to determine the model of high school accreditation in Ambon based on the factors contained in the school profiles using Ordinal Logistic Regression. The results showed that the variables that significantly affect the accreditation of high schools in the city of Ambon with a confidence level of 95% are the number of teachers (X_4).

Keywords: Education, logistic regression ordinal, school accreditation

1. Pendahuluan

Salah satu program pemerintah yang selalu dilakukan adalah meningkatkan mutu pendidikan secara nasional. Usaha untuk meningkatkan mutu pendidikan nasional salah satunya dilakukan dengan diselenggarakannya akreditasi sekolah, baik untuk sekolah negeri maupun sekolah swasta dan terdapat dalam dasar hukum UU No. 20 Tahun 2003 tentang Sisdiknas Pasal 60 mengenai Akreditasi Sekolah, untuk membenahi kinerja pendidikan.

Pada tahun 2005 sampai 2007, pelaksanaan akreditasi sekolah dilakukan oleh Badan Akreditasi Sekolah Provinsi dan Badan Akreditasi Sekolah (BAS) Kabupaten/Kota. BAS Provinsi melaksanakan akreditasi untuk TKLB, SDLB, SMPLB, SMA, SMK, dan SMLB. Sedangkan BAS Kabupaten/Kota melaksanakan akreditasi untuk TK, SD, dan SMP. Namun pada tahun 2008, pelaksanaan akreditasi sekolah dilakukan oleh Badan Akreditasi Nasional Sekolah/Madrasah (BAN S/M).

Hasil akreditasi akan diterbitkan sertifikat akreditasi sekolah yang dikeluarkan oleh Badan Akreditasi Sekolah Nasional (BASNAS) yang memuat masing-masing komponen (dalam angka) dan peringkat/status akreditasi sekolah yang dinyatakan dengan huruf A (amat baik), B (baik), dan C (cukup) dan berlaku dalam kurun waktu 4 tahun sejak tanggal ditetapkan dan setelah kurun waktu itu harus diakreditasi ulang.

Ditinjau dari skala data, peringkat/status akreditasi merupakan data dengan skala ordinal. Oleh karena itu, penentuan peringkat/status ini adalah klasifikasi data yang bersifat ordinal. Salah satu metode statistika yang dapat dipakai untuk klasifikasi data yang bersifat ordinal adalah regresi logistik ordinal [1].

Salah satu faktor yang menunjang baik atau tidaknya pendidikan adalah sekolah. Baik atau tidaknya mutu suatu sekolah dinyatakan dengan akreditasi sekolah. Ingin dianalisis status akreditasi suatu sekolah dengan dengan profil sekolah yang bersangkutan yang meliputi status sekolah yaitu negeri atau swasta, lama berdiri suatu sekolah pada saat mengajukan akreditasi, jumlah siswa dan jumlah guru pada saat mengajukan akreditasi, status tanah/bangunan, serta jumlah nilai rata-rata Ujian Nasional sekolah.

Analisis yang digunakan adalah Regresi Logistik Ordinal. Analisis ini bertujuan untuk mengkaji bentuk penaksir parameter serta model akreditasi suatu sekolah yang menghubungkan status akreditasi dengan profil sekolah. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan model akreditasi sekolah berdasarkan faktor-faktor yang terdapat dalam profil SMA di Kota Ambon yang terakreditasi sampai dengan tahun 2013 menggunakan Regresi Logistik Ordinal.

Analisis regresi logistik ordinal merupakan salah satu metode statistika yang menggambarkan hubungan antara suatu variabel respon (Y) dengan lebih dari satu variabel prediktor (X) dimana variabel respon lebih dari dua kategori dan skala pengukuran bersifat tingkatan [2]. Metode kemungkinan nilai maksimum (*Maximum Likelihood Estimator/MLE*) merupakan metode yang digunakan untuk menaksir parameter-parameter model regresi logistik. MLE memberikan nilai estimasi β dengan memaksimumkan fungsi *Likelihood* [3]. Menurut [2], model yang telah diperoleh perlu diuji kesignifikansinya dengan melakukan pengujian statistik antara lain uji serentak dan uji individu. Selain itu terdapat uji yang digunakan untuk menguji kesesuaian model regresi logistik yaitu *Goodness of Fit*. Uji independensi dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor [4]. Pengujian tersebut menggunakan uji *Chi-Square*.

Pada model logit, sifat ordinal dari respon Y dituangkan dalam peluang kumulatif sehingga *cumulative logit models* merupakan model yang didapatkan dengan membandingkan peluang kumulatif yaitu peluang kurang dari atau sama dengan kategori respon ke-j pada p variabel prediktor yang dinyatakan dalam vektor \mathbf{X} , $P(Y \leq j|\mathbf{X})$, dengan peluang lebih besar dari kategori respon ke-j, $P(Y > j|\mathbf{X})$ [2]. Peluang kumulatif, $P(Y \leq j|\mathbf{X})$, didefinisikan sebagai berikut :

$$P(Y \leq j|\mathbf{X}) = \frac{\exp\left(\theta_j + \sum_{k=1}^p \beta_k x_k\right)}{1 + \exp\left(\theta_j + \sum_{k=1}^p \beta_k x_k\right)}$$

dimana $j = 1, 2, \dots, J$ adalah kategori respon [3].

Model yang telah diperoleh perlu dilakukan uji signifikansinya dengan melakukan pengujian statistik antara lain :

a) Uji Serentak

Uji serentak dilakukan untuk memeriksa keberartian koefisien β secara keseluruhan.

Hipotesis yang digunakan :

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_j = 0$$

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \beta_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, p$$

Statistik Uji:

$$G = -2 \log \left[\frac{\left(\frac{n_0}{n}\right)^{n_0} \left(\frac{n_1}{n}\right)^{n_1} \left(\frac{n_2}{n}\right)^{n_2}}{\sum_{i=1}^n [\phi_0(x_i)^{y_{0i}} \phi_1(x_i)^{y_{1i}} \phi_2(x_i)^{y_{2i}}]} \right]$$

Dimana, n_1, n_2 dan n_3 berturut-turut menyatakan nilai observasi $Y = 1, Y = 2$, dan $Y = 3$, dan n menyatakan banyaknya observasi. H_0 ditolak pada tingkat signifikan sebesar α bila $p - \text{value} < \alpha$ atau $G > \chi^2_{\alpha, db}$.

b) Uji Parsial

Untuk uji parsial, signifikansi parameter model dapat diuji dengan *Wald Test*. Hasil dari *Wald Test* digunakan untuk menunjukkan apakah suatu variabel prediktor signifikan atau layak masuk dalam model atau tidak.

Hipotesis yang digunakan :

$$H_0 : \beta_k = 0$$

$$H_1 : \beta_k \neq 0, k = 1, 2, \dots, p; p = \text{jumlah prediktor dalam model}$$

$$\text{Statistik Uji } W = \frac{\hat{\beta}_k}{SE(\hat{\beta}_k)}$$

H_0 ditolak bila $W > Z_{\alpha/2}$ atau $P\text{-value} < \alpha$. Hal ini dikarenakan statistik uji W mengikuti distribusi normal [3]. Uji W mengikuti distribusi normal dikarenakan jumlah sampel besar. Menurut [2], terdapat statistik uji yang digunakan untuk menguji kesesuaian model regresi logistik yaitu *Goodness of Fit* dengan hipotesis sebagai berikut :

$$H_0 : \text{Model cukup memenuhi}$$

$$H_1 : \text{Model tidak memenuhi}$$

Statistik ujinya adalah:

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^J \frac{(y_j - m_j \phi_j)^2}{m_j \phi_j (1 - \phi_j)}$$

dengan $J = 1, 2, 3, \dots, j$, dimana, y_j menyatakan variabel respon ke- j , m_j menyatakan banyaknya observasi yang memiliki nilai ϕ_j , dan ϕ_j menyatakan peluang kumulatif. H_0 ditolak apabila $\chi^2_{\text{hitung}} > \chi^2_{(J-2)}$.

Menurut [4], uji independensi dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor dengan menggunakan uji *Chi-square*.

Hipotesis yang digunakan:

$$H_0 : \text{Tidak ada hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor}$$

$$H_1 : \text{Ada hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor}$$

Statistik uji yang digunakan adalah:

$$\chi^2 = \sum_{ij=1}^{rk} \frac{(o_{ij} - e_{ij})^2}{e_{ij}}$$

$$\text{Dimana, } e_{ij} = \frac{(\text{total baris ke-}i) \times (\text{total kolom ke-}j)}{\text{total observasi}}$$

dengan r adalah banyak baris, k adalah banyak kolom, o_{ij} adalah frekuensi observasi baris ke- i kolom ke- j , e_{ij} adalah frekuensi harapan baris ke- i kolom ke- j , dan $db = \text{derajat bebas} = (r-1)(k-1)$. H_0 ditolak apabila $\chi^2_{\text{hitung}} > \chi^2_{(\alpha, db)}$.

Pada regresi logistik ordinal, terdapat juga interpretasi koefisien model regresi logistik ordinal yang merupakan inferensi dan pengambilan keputusan berdasarkan koefisien yang diestimasi. Koefisien tersebut menggambarkan *slope* atau perubahan pada variabel terikat per unit perubahan pada variabel bebas. Untuk menginterpretasi koefisien parameter, digunakan *odds ratio* (ψ). Odds ratio tidak hanya digunakan untuk satu variabel bebas namun juga lebih dari satu. Interpretasi koefisien untuk model regresi logistik ordinal dapat dilakukan dengan menggunakan nilai odds rasionya. Parameter β_k menyatakan perubahan fungsi logit dan diperoleh penduga untuk odds rasio yaitu $\psi = \exp(\beta_k)$.

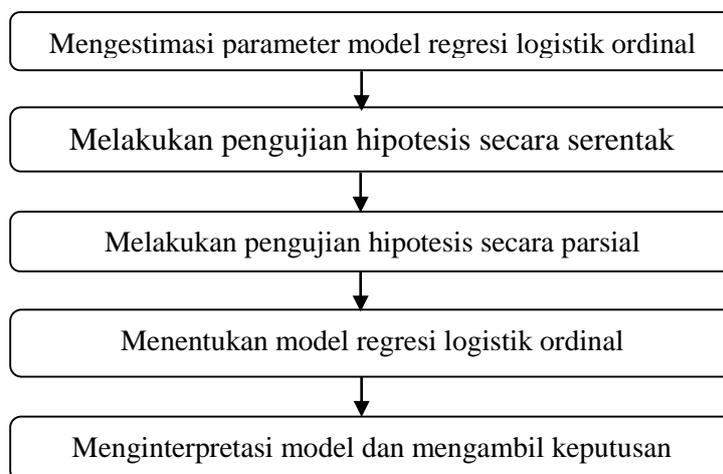
2. Metode Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dari Dinas Pendidikan Provinsi Maluku. Pada penelitian ini yang dijadikan unit observasi adalah SMA di Kota Ambon yang sudah terakreditasi sampai dengan tahun 2013. Dalam penelitian ini variabel prediktor yang digunakan untuk analisis regresi logistik ordinal adalah sebagai berikut :

1. X_1 : Status sekolah, ada dua kategori yaitu negeri dan swasta
2. X_2 : Lama berdiri sekolah dalam tahun
3. X_3 : Jumlah siswa
4. X_4 : Jumlah guru
5. X_5 : Status tanah bangunan (1 = milik sendiri ; 0 = disewa/menumpang)
6. X_6 : Jumlah nilai rata-rata Ujian Nasional, sekolah

Sebagai variabel respon adalah peringkat status akreditasi SMU (1–3) antara lain C = cukup (1), B = baik (2), dan A = amat baik (3) yang dikeluarkan oleh Badan Akreditasi Sekolah Provinsi Maluku. Peringkat/status akreditasi sekolah SMU tersebut adalah C = Cukup, B = Baik, dan A = Amat Baik.

Prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini berkaitan dengan tujuan penelitian adalah mendapatkan model akreditasi sekolah berdasarkan faktor-faktor yang terdapat terdapat dalam profil sekolah yang meliputi status sekolah yaitu negeri atau swasta, lama berdiri suatu sekolah pada saat mengajukan akreditasi, jumlah siswa dan jumlah guru pada saat mengajukan akreditasi, status tanah/bangunan serta jumlah nilai rata-rata ujian nasional sekolah pada SMA di Kota Ambon yang terakreditasi sampai dengan tahun 2013 dengan langkah-langkah sebagai berikut :



Gambar 1. Alur prosedur penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Banyaknya sekolah yang dijadikan unit observasi yaitu 21 SMA yang ada di Kota Ambon. Dari sejumlah sekolah tersebut, 5 SMA atau 23,8% yang terakreditasi A, 15 SMA atau 71,4% yang terakreditasi B dan 1 SMA atau 4,8% yang terakreditasi C. Dari jumlah SMA yang menjadi unit observasi, terdapat 7 sekolah atau 33,3% yang berkategori swasta dan sisanya 14 sekolah atau 66,7% berkategori negeri. Berdasarkan status tanah bangunan, terdapat 7 sekolah atau 33,3% yang masih menyewa atau menumpang dan sisanya 14 sekolah atau 66,7% mendirikan bangunan sekolah di tanah milik pemerintah/sendiri.

Selanjutnya dilakukan estimasi parameter model regresi logistik ordinal dengan tiga variabel respon dan enam variabel prediktor. Dengan menggunakan *software* SPSS 16 diperoleh hasil estimasi sebagai berikut.

Tabel 1. Estimasi Parameter Model Regresi Logistik Ordinal

Prediktor	Koefisien	SE Koefisien
Konstan (1)	99,631	61,806
Konstan (2)	175,425	108,632
X ₁	-0,302	6,535
X ₂	1,449	0,965
X ₃	-0,009	0,021
X ₄	2,324	1,492
X ₅	-23,157	15,265
X ₆	0,896	0,607

Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa terdapat dua nilai konstan. Hal ini diakibatkan karena adanya tiga variabel respon sehingga terdapat dua model logit. Selanjutnya dilakukan pengujian signifikansi parameter model baik secara serentak maupun secara parsial.

3.1 Pengujian Secara Serentak Model Akreditasi SMA

Pengujian secara serentak model akreditasi SMA menggunakan *likelihood ratio-test*. Hipotesisnya adalah sebagai berikut :

$$H_0 : X_1 = X_2 = X_3 = X_4 = X_5 = X_6 = 0$$

(keenam variabel tidak signifikan mempengaruhi status akreditasi sekolah)

$$H_1 : \text{minimal ada satu } X_j \neq 0 ; j = 1, 2, \dots, 6$$

(minimal ada satu variabel yang tidak signifikan mempengaruhi status akreditasi sekolah)

Dengan menggunakan *software* SPSS 16 diperoleh nilai statistik uji G sebesar 30,534 dan nilai *P-value* = 0,000 yang lebih kecil dari $\alpha = 0,05$, maka dapat diambil kesimpulan bahwa dengan pengujian secara serentak model akreditasi sekolah SMA dengan regresi logistik ordinal dengan enam variabel prediktor signifikan pada tingkat kepercayaan 95% atau dengan kata lain tolak H_0 . Hal ini berarti bahwa minimal ada satu parameter yang signifikan, sehingga perlu dilakukan pengujian secara parsial.

3.2 Pengujian Secara Parsial Model Akreditasi SMA

Dari pengujian secara serentak diketahui bahwa model adalah signifikan atau tolak H_0 yang berarti bahwa minimal ada satu parameter yang signifikan. Statistik uji yang digunakan secara parsial adalah Uji Wald. Pengujian ini digunakan untuk mengetahui variabel prediktor yang signifikan. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$H_0 : X_k = 0 \quad (\text{variabel } X_k \text{ tidak mempengaruhi status akreditasi sekolah})$$

$$H_1 : X_k \neq 0 ; k = 1, 2, \dots, 6 \quad (\text{variabel } X_k \text{ mempengaruhi status akreditasi sekolah})$$

Dengan menggunakan *software* SPSS 16 diperoleh hasil pengujian secara parsial dengan menggunakan uji Wald sebagai berikut.

Tabel 2. Statistik Uji Wald Untuk Pengujian Secara Parsial

Prediktor	Koefisien	SE Koefisien	Z	P-value	Odds Rasio
Konstan (1)	99,631	61,806	2,599	0,107	
Konstan (2)	175,425	108,632	2,608	0,106	
X ₁	-0,302	6,535	0,002	0,963	0,73
X ₂	1,449	0,965	2,251	0,134	4,26
X ₃	-0,009	0,021	0,184	0,668	0,99
X ₄	2,324	1,492	2,426	0,019	10,21
X ₅	-23,157	15,265	2,301	0,129	$8,7 \times 10^{-11}$
X ₆	0,896	0,607	2,180	0,140	2,45

Dari Tabel 2 terlihat bahwa variabel prediktor yang signifikan mempengaruhi akreditasi SMA di Kota Ambon dengan tingkat kepercayaan sebesar 95% adalah jumlah guru (X_4) karena memiliki nilai P-value yang lebih kecil dari $\alpha = 0,05$. Karena variabel respon terdiri dari tiga kategori maka terdapat dua model logit dengan menggunakan semua variabel prediktor adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Logit}(\gamma_1) &= \log\left(\frac{\gamma_1}{1-\gamma_1}\right) \\ &= 99,631 - 0,302X_1 + 1,449X_2 - 0,009X_3 + 2,324X_4 - 23,157X_5 + 0,896X_6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Logit}(\gamma_2) &= \log\left(\frac{\gamma_2}{1-\gamma_2}\right) \\ &= 175,425 - 0,302X_1 + 1,449X_2 - 0,009X_3 + 2,324X_4 - 23,157X_5 + 0,896X_6 \end{aligned}$$

Interpretasi model yang terbentuk adalah dengan menggunakan odds rasio yang diperoleh dari $\text{Exp}(\beta)$. Berdasarkan Tabel 2, nilai odds rasio untuk variabel status sekolah (X_1) adalah sebesar 0,73. Hal ini menunjukkan bahwa sekolah yang berstatus swasta akan memiliki nilai akreditasi cukup (nilai C) sebesar 0,73 kali dibanding dengan sekolah yang berstatus negeri. Sedangkan nilai odds rasio untuk variabel status tanah bangunan (X_5) adalah sebesar $8,7 \times 10^{-11}$. Hal ini menunjukkan bahwa sekolah yang status tanah bangunannya menyewa/menumpang akan memiliki nilai akreditasi cukup (nilai C) sebesar $8,7 \times 10^{-11}$ kali dibanding dengan sekolah yang status tanah bangunannya milik pemerintah/milik sendiri.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Variabel yang signifikan mempengaruhi akreditasi SMA di Kota Ambon dengan tingkat kepercayaan sebesar 95% adalah jumlah guru (X_4)
2. Model logit dari keenam variabel yang terdapat dalam profil sekolah dapat diperoleh.

Daftar Pustaka

- [1] A. Antonov, Performance of Modern Techniques for Rating Model Design, Zurich: Master Thesis, 2004.
- [2] D. W. Lemeshow and S. Hosmer, Applied Logistic Regression, New York: John Wiley & Sons. Inc, 2000.
- [3] A. Agresti, Categorical Data Analysis, New York: John Wiley & Sons. Inc, 1990.
- [4] Walpole, Pengantar Statistika, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 1995.
- [5] S. K. Hyun, Topics in Ordinal Logistic Regression And It's Applications, Texas : A&M University, 2004.
- [6] Tim Sekretariat Negara RI, Peraturan Pemerintah Tentang Standar Nasional Pendidikan, Jakarta: Sekretariat Negara RI, 2005.

ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPERNGARUHI KANKER LEHER RAHIM DI KOTA AMBON DENGAN MENGGUNAKAN REGRESI LOGISTIK BINER

(Studi kasus: Pasien di RSUD Dr. M. Haulussy Ambon)

Salmon Notje Aulele¹, H. W. M. Patty², Trisnawaty³

^{1, 2, 3}Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pattimura
Jalan Ir. M. Putuhena, Kampus Unpatti, Poka, Ambon, Indonesia
e-mail: ¹salmon.aulele@yahoo.com

Abstrak

Kanker serviks atau kanker leher rahim adalah jenis penyakit kanker yang terjadi pada daerah leher rahim, yaitu bagian rahim yang terletak di bawah yang membuka ke arah liang vagina. Berawal dari leher rahim, apabila telah memasuki tahap lanjut, kanker ini bisa menyebar ke organ-organ lain di seluruh tubuh. Regresi logistik biner merupakan salah satu pendekatan model matematis yang digunakan untuk menganalisis hubungan beberapa faktor dengan sebuah variabel yang bersifat dikotomis (biner). Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi penyebab kanker leher rahim di kota Ambon dengan menggunakan regresi logistik biner. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi kanker leher rahim di kota Ambon dengan menggunakan regresi logistik biner adalah usia (X_1) dan frekuensi menikah (X_4) dengan ketepatan pengklasifikasian penderita dan non penderita kanker leher rahim berturut-turut adalah 57,14% dan 66,67%. Secara keseluruhan, model regresi logistik yang telah diperoleh dapat mengklasifikasikan responden sebesar 61,9%.

Kata Kunci: kanker leher rahim, ketepatan klasifikasi, regresi logistik biner

ANALYSIS OF THE FACTORS THAT AFFECT CERVICAL CANCER IN THE CITY OF AMBON BY USING BINARY LOGISTIC REGRESSION

(Case Study: Patient in RSUD Dr. M. Haulussy Ambon)

Abstract

Cervical cancer is a type of cancer that occurs in the cervical region that is part of the uterus that is located under the opening to the vagina. Starting from the cervix if it has entered the stage, this cancer can spread to other organs throughout the body. Binary logistic regression is one approach used a mathematical model to analyze the relationship of several factors with a variable is dichotomous (binary). The purpose of this study is to determine the factors that influence the cause of cervical cancer in the city of Ambon by using binary logistic regression. The results showed that the factors that affect cervical cancer in the city of Ambon by using binary logistic regression are age (X_1) and frequency married (X_4) with the accuracy of the classification of patients and non-patients respectively was 57.14% and 66.67%. Overall, the logistic regression model that has been obtained can classify respondents of 61.9%.

Keywords: Accuracy classification, binary logistic regression, cervical cancer

1. Pendahuluan

Kanker serviks atau kanker leher rahim adalah jenis penyakit kanker yang terjadi pada daerah leher rahim yaitu, bagian rahim yang terletak di bawah yang membuka ke arah liang vagina. Berawal dari leher rahim, apabila telah memasuki tahap lanjut, kanker ini bisa menyebar ke organ-organ lain di seluruh tubuh. Menurut para ahli kanker, kanker leher rahim adalah salah satu jenis kanker yang paling dapat dicegah dan paling dapat disembuhkan dari semua kasus kanker.

Di Indonesia diperkirakan 15.000 kasus baru kanker serviks terjadi setiap tahunnya. Sedangkan angka kematiannya di perkirakan 7.500 kasus per tahun [1]. Sementara itu di Maluku sebelum tahun 2007 tercatat dari 10.000 perempuan di Maluku hanya dua orang yang meninggal akibat penyakit kanker serviks. Setelah

itu meningkat menjadi 10 perempuan per tahun. Oleh sebab itu dibutuhkan kerja sama antar berbagai komponen dan instansi teknis terkait. Terutama tim penggerak PKK untuk memberikan pemahaman dan advokasi kesehatan kepada kaum perempuan. Hal ini bertujuan untuk menekan peningkatan kasus penyakit tersebut serta menekan penyebaran penyakit ini, sehingga jumlah penderita dapat menurun drastis dalam lima tahun mendatang [2].

Sejumlah faktor yang diduga dapat mempermudah orang terinfeksi HPV (*Human Papilloma Virus*), diantaranya yaitu melakukan hubungan seks pada usia muda, sering berganti pasangan, dan memiliki sejarah merokok. Dari faktor-faktor tersebut, untuk melihat faktor-faktor risiko yang mempengaruhi seseorang terkena kanker leher rahim maka digunakan metode regresi logistik biner. Dalam [3] dikemukakan bahwa regresi logistik biner merupakan suatu metode analisis data yang digunakan untuk mencari hubungan antara variabel respon (y) yang bersifat biner atau dikotomis dengan variabel prediktor (x) yang bersifat polikotomis.

Regresi logistik biner merupakan salah satu pendekatan model matematis yang digunakan untuk menganalisis hubungan beberapa faktor dengan sebuah variabel yang bersifat dikotomis (biner). Pada regresi logistik jika variabel responnya terdiri dari dua kategori misalnya $Y = 1$ menyatakan hasil yang diperoleh “sukses” dan $Y = 0$ menyatakan hasil yang diperoleh “gagal” maka regresi logistik tersebut menggunakan regresi logistik biner. Secara umum model probabilitas regresi logistik dengan melibatkan beberapa variabel prediktor dapat diformulasikan sebagai berikut

$$E(y|x) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k}} \quad (1)$$

dimana $E(y|x)$ merupakan penjumlahan dari $\pi(x)$. Fungsi $\pi(x)$ merupakan fungsi nonlinear sehingga perlu dilakukan transformasi logit untuk memperoleh fungsi yang linier. Dengan demikian dapat dilihat hubungan antara variabel respon (y) dengan variabel prediktornya (x). Bentuk logit $\pi(x)$ dari dinyatakan sebagai (x), yaitu:

$$g(x) = \left(\frac{\pi(x)}{1 - \pi(x)} \right) \quad (2)$$

Selanjutnya persamaan (1) dan (2) disubstitusikan sehingga diperoleh:

$$g(x) = \ln \left(\frac{\pi(x)}{1 - \pi(x)} \right) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k$$

dengan $g(x)$ merupakan fungsi hubungan dari model regresi logistik yang disebut fungsi hubungan logit.

Diasumsikan sebuah sampel berukuran n dan terdiri atas pengamatan independen berpasangan (x_i, y_i) , $i = 1, 2, \dots, n$, dengan y_i menyatakan nilai variabel respon dan x_i adalah nilai variabel prediktor untuk subjek ke- i . Pada regresi linier, metode penaksiran parameter yang lazim digunakan adalah *least squares*, dengan konsep meminimumkan jumlah kuadrat residual. Metode estimasi yang mengarah pada fungsi *least squares* dalam model regresi linier (jika residual berdistribusi normal) disebut *maximum likelihood* [3] Maksimum \ln likelihood dapat diperoleh dengan cara mendiferensialkan $L(\beta)$ terhadap β dan menyamakannya dengan nol [4].

$$\frac{\partial L(\beta)}{\partial \beta_a} = \sum_{i=1}^n y_i x_{ia} - \sum_{i=1}^n x_{ia} \hat{\pi}(x_i)$$

$$0 = \sum_{i=1}^n y_i x_{ia} - \sum_{i=1}^n x_{ia} \hat{\pi}(x_i), a = 0, 1, \dots, k$$

Dimana $\hat{\pi}(x_i) = \exp(\sum_{j=0}^k \hat{\beta}_j x_{ij}) / 1 + \exp(\sum_{j=0}^k \hat{\beta}_j x_{ij})$ menyatakan estimasi dari $\pi(x_i)$ dengan menggunakan metode *maximum likelihood*. Dari hasil penurunan pertama pada persamaan tersebut, nilai β diestimasi dengan metode numerik karena persamaannya bersifat nonlinier. Sedangkan metode untuk mengestimasi varians dan kovarians dari taksiran β dikembangkan menurut teori MLE (*Maximum Likelihood Estimation*) yang menyatakan bahwa estimasi varians dan kovariansi diperoleh dari turunan kedua fungsi \ln Likelihood.

Setelah mengestimasi koefisien-koefisien model regresi logistik, maka perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui variabel prediktor mana yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon.

Pengujian keberartian parameter model dengan satu variabel prediktor dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya hubungan antara suatu variabel prediktor dan variabel respon dengan menggunakan statistik uji Wald (W). Rasio yang dihasilkan dari persamaan akan mengikuti distribusi normal baku [3]. Sehingga untuk memperoleh keputusan, nilai statistik uji dibandingkan dengan distribusi normal baku (Z). Kriteria penolakan H_0 adalah jika $|W| > Z_{\alpha/2}$ dan jika $p\text{-value} \leq 0,05$. Sedangkan uji signifikansi parameter pada model multivariat dilakukan sebagai upaya memeriksa peranan masing-masing variabel prediktor dalam model secara bersama-sama. Dibawah H_0 , statistik uji G akan mengikuti distribusi *Chi-square* dengan derajat bebas k . Sehingga untuk memperoleh keputusan, nilai statistik uji G dibandingkan dengan nilai $\chi^2_{(\alpha,k)}$. H_0 ditolak jika $G > \chi^2_{(\alpha,k)}$.

Uji kesesuaian model (*goodness-of-fit*) dihitung berdasarkan nilai $\hat{\pi}$ yang tergantung pada susunan variabel-variabel prediktor dalam model, bukan pada jumlah variabel prediktor. Berikut ini adalah prosedur pengujian kesesuaian model.

H_0 : Model sesuai

H_1 : Model tidak sesuai

Statistik Uji [3]:

$$\hat{C}(\text{Hosmer-Lemeshow}) = \sum_{k=1}^g \frac{(o_k - n_k' \bar{\pi}_k)^2}{n_k' \bar{\pi}_k (1 - \bar{\pi}_k)}$$

dengan:

g = Banyaknya grup

n_k' = Jumlah subjek pada grup ke- k

$o_k = \sum_{j=1}^{c_k} y_j$, jumlah nilai variabel respon pada c_k kombinasi variabel prediktor

$\bar{\pi}_k = \frac{\sum_{j=1}^{c_k} m_j \hat{\pi}(x_j)}{n_k'}$, rata-rata taksiran probabilitas dimana m_j adalah banyaknya subjek pada c_k kombinasi variabel prediktor

Jika H_0 benar, maka distribusi statistik uji \hat{C} mengikuti distribusi *Chi-square* dengan derajat bebas $g-2$ [3]. Daerah penolakan H_0 adalah $\hat{C} > \chi^2_{(g-2,\alpha)}$.

Pada pemodelan regresi logistik biner, interpretasi parameter bertujuan untuk mengetahui arti dari nilai taksiran parameter pada variabel prediktor. Terdapat dua jenis variabel prediktor, yaitu variabel yang bersifat kategorik dan variabel kontinu. Estimasi koefisien dari variabel prediktor menyatakan *slope* atau nilai perubahan variabel respon untuk setiap perubahan satu unit variabel prediktor. Interpretasi meliputi penentuan hubungan fungsional antara variabel respon dan variabel prediktor serta mendefinisikan unit perubahan variabel respon yang disebabkan oleh variabel prediktor.

Untuk regresi logistik dimana variabel prediktor bersifat dikotomis, nilai dikategorikan 0 atau 1. Pada model ini, ada dua nilai $\pi(x)$ dan dua nilai $1 - \pi(x)$.

Tabel 1. Nilai-nilai $\pi(x)$ dan $1 - \pi(x)$ Untuk Variabel Prediktor Dikotomis

Variabel respon	Variabel Prediktor	
	x = 1	x = 0
y = 1	$\pi(1) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1)}$	$\pi(0) = \frac{\exp(\beta_0)}{1 + \exp(\beta_0)}$
y = 0	$1 - \pi(1) = \frac{1}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1)}$	$1 - \pi(0) = \frac{1}{1 + \exp(\beta_0)}$
Total	1.0	0.1

Nilai odds dari variabel respon diantara pengamatan dengan $x = 1$ adalah $\frac{\pi(1)}{1-\pi(1)}$, sedangkan jika $x = 0$, nilai odds $\frac{\pi(0)}{1-\pi(0)}$ (Hosmer and Lemeshow, 1989). Ln odds, sebagaimana didefinisikan sebelumnya sebagai logit, adalah

$$g(1) = \ln \left[\frac{\pi(1)}{1-\pi(1)} \right] \text{ dan } g(0) = \ln \left[\frac{\pi(0)}{1-\pi(0)} \right]$$

Odds rasio, dinotasikan ψ , didefinisikan sebagai perbandingan odds untuk $x = 1$ terhadap odds untuk $x = 0$, sebagaimana dituliskan pada Persamaan (3) [4].

$$\psi = \frac{\pi(1)/[1-\pi(1)]}{\pi(0)/[1-\pi(0)]}$$

Berdasarkan Tabel 1, nilai odds rasio adalah

$$\begin{aligned} \psi &= \frac{\left(\frac{\exp(\beta_0 + \beta_1)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1)} \right) \left(\frac{1}{1 + \exp(\beta_0)} \right)}{\left(\frac{\exp(\beta_0)}{1 + \exp(\beta_0)} \right) \left(\frac{1}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1)} \right)} \\ &= \exp(\beta_1) \end{aligned}$$

Odds rasio adalah ukuran asosiasi yang dapat diartikan secara luas, terutama dalam epidemiologi. Dari Persamaan (3), odds rasio berarti rata-rata besarnya kecenderungan variabel respon bernilai tertentu jika $x = 1$ dibandingkan jika $x = 0$.

Evaluasi prosedur klasifikasi adalah suatu evaluasi yang melihat peluang kesalahan klasifikasi yang dilakukan oleh suatu fungsi klasifikasi (Johnson and Wichern, 1992). Ukuran yang dipakai adalah *apparent error rate* (APER). Nilai APER menyatakan nilai proporsi sampel yang salah diklasifikasikan oleh fungsi klasifikasi. Penentuan kesalahan klasifikasi dapat dilihat dari Tabel 2, jika subjek hanya diklasifikasikan menjadi dua kelompok, yakni y_1 dan y_2 .

Tabel 2. Tabel Klasifikasi

Hasil Observasi	Taksiran	
	y_1	y_2
y_1	n_{11}	n_{12}
y_2	n_{21}	n_{22}

Keterangan :

n_{11} = Jumlah subjek dari y_1 tepat diklasifikasikan sebagai y_1

n_{12} = Jumlah subjek dari y_1 salah diklasifikasikan sebagai y_2

n_{21} = Jumlah subjek dari y_2 salah diklasifikasikan sebagai y_1

n_{22} = Jumlah subjek dari y_2 tepat diklasifikasikan sebagai y_2

$$\text{APER (\%)} = \frac{n_{12} + n_{21}}{n_{11} + n_{12} + n_{21} + n_{22}}$$

2. Metode Penelitian

Sumber data dari penelitian ini berasal dari informasi pasien yang pernah menjalani perawatan di IRNA (Instalasi Rawat Inap) RSUD dr. M. Haulussy Ambon sepanjang tahun 2015. Responden terbagi menjadi dua kelompok, yakni penderita (*case*) dan non penderita (*control*) kanker leher rahim. Data untuk kelompok *case* merupakan data sekunder yang diperoleh dari rekam medik pasien yang terdiagnosis menderita kanker leher rahim pada tahun 2015 dan *control* merupakan data primer yang diperoleh menggunakan media komunikasi berupa kuesioner. Responden yang digolongkan sebagai kelompok *control*

pada penelitian ini tidak memiliki hubungan kekerabatan dengan responden dari kelompok *case*. Hal ini dimaksudkan untuk memenuhi asumsi keindependenan antara responden kelompok *case* dan *control*. Banyaknya responden yang diambil sebagai sampel pada kelompok *control* disesuaikan dengan kelompok *case* dengan asumsi kondisi fisik awal seluruh responden adalah sama.

Model regresi logistik biner digunakan untuk menganalisa hubungan antara satu variabel respon dan beberapa variabel prediktor, dengan variabel responnya berupa data kualitatif dikotomi yaitu bernilai 1 untuk menyatakan keberadaan sebuah karakteristik dan bernilai 0 untuk menyatakan ketidakterdapatnya sebuah karakteristik. Variabel-variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah variabel respon dan variabel prediktor. Variabel respon terdiri atas dua kategori yaitu penderita kanker leher rahim (diberi kode 1) dan non penderita kanker leher rahim (diberi kode 0).

Terdapat enam variabel prediktor yang digunakan dalam penelitian ini. Variabel prediktor pertama adalah usia (X_1). Variabel prediktor kedua adalah status (X_2), yang dikategorikan menjadi menikah (diberi kode 1) dan janda (diberi kode 0). Variabel prediktor ketiga adalah usia menikah (X_3) atau usia pertama kali menikah bagi responden yang pernah menikah lebih dari satu kali, yang dikategorikan menjadi ≤ 17 tahun (diberi kode 1) dan > 17 tahun (diberi kode 0). Variabel prediktor keempat adalah frekuensi menikah (X_4), yang dikategorikan menjadi satu kali (diberi kode 1) dan lebih dari satu kali (diberi kode 2). Variabel prediktor kelima adalah jumlah anak (X_5), dikategorikan menjadi 0 – 2 orang (diberi kode 1), 0 – 2 orang (diberi kode 2), dan >5 orang (diberi kode 3). Variabel prediktor keenam yaitu penggunaan KB (X_6), yang dikategorikan menjadi tidak (diberi kode 1) dan ya (diberi kode 0). Keenam variabel prediktor yang dipilih untuk mengetahui karakteristik responden apakah responden masih aktif dalam hubungan seksual atau tidak, pernah berganti pasangan seksual atau tidak, frekuensi persalinan yang pernah dijalani, dan apakah responden ekseptor (orang yang mengikuti program KB) atau tidak.

Jika variasi karakteristik responden telah diketahui, maka model regresi logistik univariat antara variabel respon dengan masing-masing variabel prediktor dapat ditentukan. Selanjutnya dilakukan uji signifikansi parameter dari setiap model regresi logistik univariat untuk mengetahui variabel-variabel prediktor mana yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon, sehingga model regresi logistik multivariat antara variabel respon dengan variabel-variabel prediktor yang signifikan dapat ditentukan pula. Model regresi logistik kemudian diuji kesesuaian modelnya (*goodness-of-fit*), yakni model yang seluruh variabel prediktornya signifikan.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengolahan data menunjukkan sebagian besar responden berstatus menikah, yakni 76,2% dan sisanya 23,8% responden adalah janda. Dengan kata lain, terjadi perbedaan frekuensi yang cukup mencolok antara kategori pada variabel status (X_2). Berdasarkan usia menikah, 61,9% responden menikah pada usia di atas 20 tahun. Hal ini dapat menjadi salah satu indikasi bahwa masyarakat sudah mempunyai kesadaran yang tinggi untuk tidak menikah di usia muda. Presentasi responden yang menikah satu kali lebih banyak dari pada responden yang menikah lebih dari satu kali, yakni 77,38% responden. Berdasarkan jumlah anak, responden yang memiliki jumlah anak 0-2 orang dan 3-5 orang adalah hampir sama, masing-masing sebesar 40,46 % dan 45,24% dari jumlah responden keseluruhan. Sedangkan responden yang memiliki anak lebih dari lima yaitu sebanyak 12 orang atau 14,30% responden. Responden yang mengikuti program KB lebih banyak dibandingkan dengan yang tidak mengikuti program KB, yaitu 54,76% responden mengikuti program KB sedangkan sisanya 45,24% responden tidak mengikuti program KB.

Untuk mengetahui pola hubungan antara faktor-faktor risiko penyebab kanker leher rahim dengan peluang pasien terdiagnosis sebagai penderita kanker leher rahim, dapat digunakan analisis regresi logistik. Selain itu, dapat diketahui besarnya pengaruh setiap faktor dalam menentukan peluang seseorang untuk menderita kanker leher rahim. Pada penelitian ini, dilakukan regresi logistik biner dengan satu variabel prediktor dan lebih dari satu variabel prediktor.

3.1. Regresi Logistik Biner dengan Satu Variabel Prediktor

Pengujian signifikansi parameter sebagai koefisien dari variabel prediktor pada masing-masing model univariat perlu dilakukan. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

$H_0 : \beta_j = 0$ (variabel X_j tidak signifikan mempengaruhi Y)

$H_1 : \beta_j \neq 0$ (variabel X_j signifikan mempengaruhi Y)

Dengan menggunakan *software* SPSS, diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 3. Pengujian Signifikansi Parameter Model Regresi Logistik biner Univariat

Variabel	$\hat{\beta}$	Wald	<i>P-value</i>	Keputusan
Usia (x_1)	0,063	7,654	0,006	Tolak H_0
Status (x_2) (1)	0,263	0,262	0,609	Terima H_0
Usia menikah (x_3) (1)	-0,202	0,202	0,653	Terima H_0
Frekuensi menikah (x_4)(1)	1,664	7,282	0,007	Tolak H_0
Jumlah anak (x_5)(1)	-1,212	3,031	0,082	Terima H_0
Jumlah anak (x_5)(2)	0,317	0,219	0,640	Terima H_0
Penggunaan KB (x_6)(1)	-0,192	0,192	0,661	Terima H_0

Berdasarkan hasil pengujian tersebut, faktor-faktor yang berpengaruh secara individu terhadap penyakit kanker leher rahim adalah usia (X_1) dan frekuensi menikah (X_4) karena nilai *p-value* < 0,05. Sehingga untuk pemodelan regresi logistik biner multivariat, hanya menggunakan variabel X_1 dan X_4 .

3.2. Regresi Logistik Biner dengan Lebih Dari Satu Variabel Prediktor

Setelah diperoleh faktor-faktor yang berpengaruh dengan satu variabel prediktor, dilakukan regresi logistik biner dengan memasukkan variabel X_1 dan X_4 secara bersama-sama untuk memeriksa ada atau tidaknya hubungan antara variabel tersebut. Untuk mengetahui apakah parameter-parameter model telah signifikan atau tidak maka dilakukan langkah-langkah pengujian dengan hipotesis yang digunakan yaitu:

$H_0 : \beta = 0$ (variabel X_1 dan X_4 secara bersama-sama tidak mempengaruhi Y)

$H_1 : \beta \neq 0$ (minimal ada satu variabel bebas yang mempengaruhi Y)

Dengan menggunakan *software* SPSS, diperoleh statistik uji G (*likelihood ratio test*) yaitu 13,862. Dengan menggunakan α sebesar 5% maka diperoleh $\chi^2_{(\alpha; k)} = \chi^2_{(0,05; 2)} = 5,99$. Karena nilai $G = 13,862 > \chi^2_{(0,05; 2)}$ maka Tolak H_0 , sehingga minimal ada satu variabel bebas yang mempengaruhi variabel respon (Y). Dan untuk mengetahui variabel mana yang berpengaruh maka dilakukan pengujian signifikansi parameter secara parsial. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut :

$H_0 : \beta_j = 0$ (variabel X_j tidak signifikan mempengaruhi Y)

$H_1 : \beta_j \neq 0$ (variabel X_j signifikan mempengaruhi Y)

Dengan menggunakan *software* SPSS, diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 4. Pengujian Signifikansi Parameter Secara Parsial

Variabel	β	Wald	<i>P-value</i>	Keputusan
Konstanta	-4,045	10,235	0,001	Tolak H_0
Usia X_1	0,052	4,747	0,029	Tolak H_0
Frekuensi menikah X_4 (1)	1,349	4,461	0,035	Tolak H_0

Berdasarkan Tabel 4, terlihat bahwa faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap penyakit kanker leher rahim adalah usia (X_1) dan frekuensi menikah (X_4) karena nilai *p-value* < 0,05. Sehingga model regresi logistik biner yang diperoleh adalah :

$$\hat{\pi} = \frac{\exp(-4,045 + 0,052 x_1 + 1,349 x_4)}{1 + \exp(-4,045 + 0,052 x_1 + 1,349 x_4)}$$

3.3. Uji Kesesuaian Model

Karena ada sejumlah responden yang memiliki karakteristik sama dalam hal usia dan frekuensi menikah, maka perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui apakah model regresi logistik biner yang didapatkan telah sesuai atau tidak. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut :

H_0 : Model Sesuai

H_1 : Model Tidak Sesuai

Dengan menggunakan *software* SPSS, diperoleh statistik uji \hat{C} (Hosmer – Lemeshow) adalah 8,519 dan nilai *p-value* 0,384. Karena nilai *p-value* = 0,384 > α = 0,05 maka terima H_0 , sehingga model regresi logistik biner yang diperoleh telah sesuai. Dengan kata lain model dapat digunakan untuk menjelaskan seberapa besar peluang pasien untuk menderita kanker leher rahim berdasarkan variabel usia (X_1) dan variabel frekuensi menikah (X_4).

3.4. Interpretasi Model Regresi Logistik Biner

Setelah mendapatkan model regresi logistik biner yang sesuai dimana semua variabel prediktor didalamnya telah berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon, maka langkah selanjutnya adalah menginterpretasikan model tersebut. Jika model regresi logistik biner yang terbaik ditulis dalam bentuk logit, maka menjadi

$$\hat{g}(x) = -4,045 + 0,052x_1 + 1,349x_4(1)$$

Untuk menginterpretasikan model tersebut dapat digunakan nilai odds rasion. Nilai odds rasio yang diperoleh disajikan dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 5. Nilai Odds Rasio

Variabel	Exp ($\hat{\beta}$)
Usia (X_1)	1,053
Frekuensi menikah (X_4)(1)	3,853

Berdasarkan nilai odds rasio, dapat dijelaskan bahwa wanita yang frekuensi menikah satu kali akan berisiko menderita kanker leher rahim 3,853 kali lebih tinggi dibandingkan dengan wanita yang frekuensi menikah lebih dari satu kali.

3.5. Ketepatan Pengklasifikasian Responden

Selanjutnya menentukan ketepatan klasifikasi dari model regresi logistik biner yang dihasilkan. Dengan menggunakan *software* SPSS, diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 6. Pengklasifikasian Penderita dan Non Penderita Kanker Leher Rahim

Observasi	Taksiran		Ketepatan klasifikasi
	Non penderita	Penderita	
Non penderita	28	14	66,67%
Penderita	18	24	57,14%
Persentase keseluruhan			61,90%

Berdasarkan Tabel 6, terlihat bahwa besarnya ketepatan pengklasifikasian penderita dan non penderita kanker leher rahim untuk kelompok non penderita adalah 66,67% dan 57,14% untuk kelompok penderita. Secara keseluruhan, model regresi logistik biner yang telah diperoleh dapat mengklasifikasikan responden dengan benar sebanyak 52 orang diantara 84 responden atau 61,9%. Besarnya missklasifikasi yaitu 38,1%. Kesalahan klasifikasi dari model regresi logistik biner ini masih cukup besar. Hal tersebut dimungkinkan karena sedikitnya variabel prediktor yang masuk kedalam model.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang diambil dari penelitian ini yaitu :

1. Faktor-faktor yang signifikan mempengaruhi kanker leher rahim di kota Ambon adalah usia (X_1) dan frekuensi menikah (X_4). Sehingga model regresi logistik biner yang diperoleh adalah :

$$\hat{\pi} = \frac{\exp(-4,045 + 0,052 x_1 + 1,349 x_4)}{1 + \exp(-4,045 + 0,052 x_1 + 1,349 x_4)}$$

2. Besarnya ketepatan pengklasifikasian penderita dan non penderita kanker leher rahim dari model regresi logistik biner yang diperoleh adalah 61,90%. Dengan rincian, tingkat ketepatan pengklasifikasian untuk kelompok *control* adalah 66,67% dan 57,14% untuk kelompok *case*.

Untuk penelitian lanjutan, sebaiknya terlebih dahulu berkonsultasi dengan dokter ahli untuk menentukan kelompok *control* dengan lebih tepat. Selain itu, dapat pula mencoba untuk menggunakan metode regresi logistik yang melibatkan interaksi antar variabel prediktor atau metode MARS (*Multivariate Adaptive Regression Splines*) yang lebih kompleks.

Daftar Pustaka

- [1] O. Emilia, Bebas Ancaman Kanker Serviks (Fakta, Pencegahan, dan Penanganan Dini Terhadap Serangan Kanker Serviks), Yogyakarta: Media Pressindo, 2010.
- [2] A. Maluku, "10 Wanita Maluku Meninggal Karena Kanker Serviks," Antara Maluku, Ambon, 2015.
- [3] D. d. L. S. Hosmer, Applied Logistic Regression, Second Ed, Singapura: John Wiley & Sons. Inc, 1989.
- [4] A. Agresti, Categorical Data Analysis, New York: John Wiley & Sons Inc., 1990.