

## Uji Modifikasi Peringkat Bertanda Wilcoxon Untuk Masalah Dua Sampel Berpasangan

<sup>1</sup>Wili Solidayah <sup>2</sup>Siti Sunendiari <sup>3</sup>Lisnur Wachidah

<sup>1,2</sup> *Statistika, Fakultas MIPA, Universitas Islam Bandung,*

*Jl. Tamansari No. 1 Bandung 40116*

e-mail: <sup>1</sup>wilisolidayah@gmail.com, <sup>2</sup>sunen\_diari@yahoo.com, <sup>3</sup>lisnur\_w@yahoo.co.id

**Abstrak:** Salah satu dari metode statistika nonparametrik untuk data pengamatan dari dua sampel berpasangan (sebelum dan sesudah) dapat menggunakan uji modifikasi peringkat bertanda Wilcoxon. Dimana, dalam perhitungan uji modifikasi peringkat bertanda Wilcoxon melibatkan nilai perbedaan yang bernilai -1, 1 dan 0, tanpa menghilangkan nilai perbedaan 0 tersebut dan mengetahui proporsi untuk masing-masing nilai yang bertanda positif, negatif, dan nol. Sedangkan pada uji peringkat bertanda Wilcoxon nilai perbedaan nol tidak diikutsertakan dalam perhitungan. Dalam skripsi ini akan membahas uji modifikasi peringkat bertanda Wilcoxon, data yang akan digunakan untuk mengaplikasikan metode tersebut diterapkan pada data kadar TSHs (*Thyroid Stimulating Hormon sensitive*) penderita hipertiroidi di Bagian Ilmu Kedokteran Nuklir Rumah Sakit Dr. Hasan Sadikin Bandung selama periode Januari 2007 sampai dengan Maret 2007. Berdasarkan hasil perhitungan menunjukkan terdapat perbedaan pengaruh kadar TSHs lebih tinggi pada penderita hipertiroidi sebelum dan sesudah mengikuti pengobatan iodium radioaktif. Artinya, pengobatan iodium radioaktif menyebabkan penderita hipertiroidi setelah tiga bulan pengobatan menjadi lebih baik.

**Kata kunci :** uji modifikasi peringkat bertanda Wilcoxon

### A. Pendahuluan

Salah satu tujuan digunakannya suatu analisis statistika adalah membuat kesimpulan tentang suatu penelitian tertentu dari satu atau beberapa populasi, baik dengan cara penaksiran ataupun pengujian hipotesis mengenai penelitian tersebut (Sudjana, 2005). Analisis statistika tersebut antara lain pengujian perbedaan dari sebuah variabel setelah objek yang variabelnya diukur diberi perlakuan dan sebelum diberi perlakuan, yang sering disebut sebagai masalah dua sampel berpasangan. Dari pengujian tersebut dapat dilihat apakah perlakuan yang diberikan benar-benar mempunyai pengaruh atau tidak.

Metode yang dapat digunakan untuk pengujian dua sampel berpasangan yang paling umum adalah uji tanda. Dalam perhitungannya, uji tanda ini menggunakan tanda positif dan negatif dari perbedaan data pengamatan berpasangan sebelum dan sesudah diberi perlakuan. Pada tahun 1945, Frank Wilcoxon mengembangkan suatu metode pengujian untuk masalah dua sampel berpasangan yang melibatkan nilai perbedaan antara pasangan pengamatan, tetapi tidak memperhitungkan nilai selisih data tersebut dan dikenal sebagai pengujian peringkat bertanda Wilcoxon (Sungkono, 2008). Namun demikian, terdapat kelemahan dalam cara pengujian uji peringkat bertanda Wilcoxon yaitu tidak memperhitungkan nilai selisih yang bernilai nol pada setiap pasangan, sehingga mengakibatkan nilai selisih yang bernilai nol tidak diikutsertakan dalam pengujian (Siegel, 1992).

Dalam penelitian tidak semua data sampel berpasangan yang nilai perbedaan nol dilibatkan dalam perhitungan atau pengujian. Oyeka dan Ebuh (2012) mengusulkan prosedur lain yang lebih efisien untuk uji peringkat bertanda Wilcoxon ialah uji modifikasi peringkat bertanda Wilcoxon. Dimana dalam perhitungannya, nilai perbedaan yang bernilai nol dilibatkan dalam pengujian, dapat mengetahui proporsi untuk setiap nilai yang bertanda positif, negatif, dan nol sehingga tidak terjadi data *missing*. Tujuan penelitian, membahas suatu prosedur pengujian terhadap masalah dua sampel

berpasangan menggunakan uji modifikasi peringkat bertanda Wilcoxon. Tujuan prosedur pengujian tersebut diaplikasikan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh pengobatan iodium radioaktif terhadap kadar TSHs pasien yang menderita *hipertiroidi*.

## B. Tinjauan Pustaka

### 1. Uji Peringkat Bertanda Wilcoxon

Uji peringkat bertanda Wilcoxon digunakan untuk membandingkan nilai tengah suatu variabel dari dua data sampel berpasangan. Variabel tersebut dinyatakan oleh X dan Y. Dalam uji peringkat bertanda Wilcoxon, bukan hanya tanda yang diperhatikan namun juga nilai perbedaan antara X dan Y. Pada uji peringkat bertanda Wilcoxon nilai perbedaan pada setiap  $W_i$ , sebagai berikut:

$$W_i = \begin{cases} 1 & d_i > 0 \\ -1 & d_i < 0 \end{cases} \quad \text{untuk } i = 1, 2, \dots, n$$

Perumusan hipotesis dalam uji peringkat bertanda Wilcoxon adalah:

$H_0$  : Tidak ada perbedaan pengaruh kedua perlakuan.

$H_1$  : Terdapat perbedaan pengaruh kedua perlakuan.

Statistik untuk nilai T :

$$T = \sum_{i=1}^n r(|d_i|) \cdot W_i$$

Dimana  $i = r(|d_i|)$  adalah nilai peringkat dari nilai perbedaan  $d_i$  dan  $W_i$  akan diperoleh dari nilai  $W_i$  untuk uji peringkat bertanda Wilcoxon. Rumus untuk mencari nilai rata-rata uji peringkat bertanda Wilcoxon, sebagai berikut:

$$E(T) = \frac{n(n+1)}{4}$$

dan nilai untuk nilai Varians (T) :

$$E(T) = \frac{n(n+1)(2n+1)}{24}$$

Sehingga, statistik uji yang digunakan untuk uji peringkat bertanda Wilcoxon adalah:

$$Z = \frac{T - E(T)}{\sqrt{V(T)}}$$

Dengan taraf  $\alpha$  tertentu ketentuan dalam mengambil keputusan pengujian hipotesis, tergantung pada hipotesisnya apakah satu pihak atau dua pihak. Untuk uji dua pihak, terima  $H_0$  jika  $-Z_{1-\frac{\alpha}{2}} < Z < Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ . Untuk uji pihak kanan, tolak  $H_0$  jika nilai  $Z \geq Z_{1-\alpha}$ . Sedangkan, untuk pihak kiri tolak  $H_0$  jika nilai  $Z \leq -Z_{1-\alpha}$ , dimana nilai  $-Z_{1-\alpha}$  dan  $Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$  akan diperoleh dari tabel distribusi normal baku Z.

### 2. Uji Modifikasi Peringkat Bertanda Wilcoxon

Uji modifikasi peringkat bertanda Wilcoxon pertama kali dikenalkan oleh Oyeka dan Ebuh yang berasal dari Nigeria pada tahun 2012. Dalam pengujiannya, metode tersebut cocok digunakan apabila tidak hanya mengetahui besarnya setiap nilai perbedaan  $d$  yang dihasilkan oleh selisih  $X - Y$  tetapi juga arah harga pengamatan yang bersangkutan, sehingga kita dapat menetapkan peringkat untuk masing-masing dari nilai perbedaan  $r(|d_i|) = i$ . dimana  $r(|d_i|) = i$  adalah peringkat dari nilai perbedaan  $d_i$  (Oyeka & Ebuh, 2012).

Uji modifikasi peringkat bertanda Wilcoxon berfungsi untuk menguji perbedaan antar data berpasangan, menguji komparasi antar pengamatan sebelum dan sesudah (*before after design*) diberi perlakuan dan mengetahui efektifitas suatu perlakuan. Perumusan hipotesis uji modifikasi peringkat bertanda Wilcoxon sama dengan perumusan hiotesis uji peringkat bertanda Wilcoxon. Menentukan banyaknya nilai perbedaan pada setiap nilai  $W_i$ . Perumusan hipotesis untuk uji peringkat bertanda Wilcoxon adalah:

$$H_0 : M_1 = M_2 ; \text{ Tidak ada perbedaan pengaruh sesudah dan sebelum perlakuan ...}(2.1)$$

Sementara itu hipotesis alternatifnya adalah:

- Uji dua pihak  
 $H_1 : M_1 \neq M_2 ;$  Terdapat perbedaan pengaruh sesudah dan sebelum perlakuan
- Uji pihak kanan  
 $H_1 : M_1 > M_2 ;$  Terdapat perbedaan pengaruh sesudah lebih besar dibandingkan sebelum perlakuan.
- Uji pihak kiri  
 $H_1 : M_1 < M_2 ;$  Terdapat perbedaan pengaruh sesudah lebih kecil dibandingkan sebelum perlakuan.

Uji peringkat bertanda Wilcoxon hanya dapat digunakan untuk kasus pengamatan data berpasangan sebelum dan sesudah diberi perlakuan. Misalkan nilai pengamatan untuk data berpasangan adalah  $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots (x_n, y_n)$ . Dalam uji modifikasi peringkat bertanda Wilcoxon nilai yang diperhatikan:

$$d_i = x_i - y_i \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, n. \dots(2.2)$$

Ubah hasil nilai  $d_i$  menjadi  $|d_i|$ , kemudian menentukan peringkat dari perbedaan data yang telah dimutlakan nilai terkecil diberi peringkat 1, harga mutlak data kedua diberi peringkat 2 sampai dengan peringkat harga mutlak terbesar diberi peringkat  $n$ . Jika terdapat nilai harga mutlak yang sama besar maka peringkat diambil rata-rata dari harga mutlak yang sama. Hal tersebut berlaku pula untuk uji modifikasi peringkat bertanda Wilcoxon. Menentukan banyaknya nilai perbedaan pada setiap nilai  $W_i$ :

$$W_i = \begin{cases} 1 & d_i > 0 \\ 0 & d_i = 0 \\ -1 & d_i < 0 \end{cases} \text{ untuk } i = 1, 2, 3, \dots, n \dots(2.3)$$

Didefinisikan

$$\pi^+ = P(W_i = 1) ; \pi^0 = P(W_i = 0) \text{ dan, } \pi^- = P(W_i = -1)$$

Dimana  $\pi^+ + \pi^0 + \pi^- = 1$

Rumus untuk mencari nilai statistik T :

$$T = \sum_{i=1}^n r(|d_i|).W_i \dots(2.4)$$

Dimana T adalah nilai statistik yang digunakan dalam statistik uji yang diperoleh dari peringkat nilai perbedaan  $d_i$ . Adapun penurunan rumus untuk mencari nilai rata-rata dalam pengujian uji modifikasi peringkat bertanda Wilcoxon, sebagai berikut:

$$E(W_i) = \sum_{i=1}^n W_i \cdot P(W_i)$$

$$E(W_i) = 1(P(W_i=1)) + 0(P(W_i=0)) + (-1)P(W_i=-1)$$

$$E(W_i) = (1)\pi^+ + (0)\pi^0 + (-1)\pi^-$$

$$E(W_i) = \pi^+ - \pi^-$$

Sedangkan, rumus untuk mencari nilai rata-rata dari T adalah:

$$E(T) = E \sum_{i=1}^n (i \cdot W_i) = \sum_{i=1}^n (i \cdot E(W_i))$$

$$E(T) = E \sum_{i=1}^n i \cdot E(W_i)$$

$$E(T) = \frac{n(n+1)}{2} (\pi^+ - \pi^-) \quad \dots(2.5)$$

Untuk mendapatkan T cari terlebih dahulu  $E(W_i^2)$  sebagai berikut:

$$E(W_i^2) = \sum_{i=1}^n W_i^2 \cdot P(W_i)$$

$$E(W_i^2) = 1^2(P(W=1)) + 0^2(P(W=0)) + (-1)^2(P(W=-1))$$

$$E(W_i^2) = 1 \cdot \pi^+ + 0 \cdot \pi^0 + 1 \cdot \pi^-$$

$$E(W_i^2) = \pi^+ + \pi^-$$

Didapat,

$$V(W_i) = E(W^2) + (E(W))^2$$

$$V(W_i) = (\pi^+ + \pi^-) - (\pi^+ - \pi^-)^2$$

Sehingga, rumus untuk nilai varians T :

$$V(T) = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6} \{(\pi^+ + \pi^-) - (\pi^+ - \pi^-)^2\} \quad \dots(2.6)$$

Uji modifikasi peringkat bertanda Wilcoxon mempunyai nilai proporsi untuk masing-masing nilai perbedaan  $W_i$  pada persamaan (2.3) adalah:

$$\hat{\pi}^+ = \frac{f^+}{n} \quad \dots(2.7)$$

$$\hat{\pi}^- = \frac{f^-}{n} \quad \dots(2.7)$$

$$\hat{\pi}^0 = \frac{f^0}{n} \quad \dots(2.7)$$

Dimana  $f^+$ ,  $f^-$ , dan  $f^0$  adalah masing-masing frekuensi terjadi 1, -1, dan 0 pada perbedaan  $W_i$ . Sehingga, untuk statistik uji pada uji modifikasi peringkat bertanda Wilcoxon, adalah:

$$Z = \frac{T - E(T)}{\sqrt{V(T)}} \quad \dots(2.8)$$

Ketentuan dalam mengambil keputusan pengujian hipotesis, tergantung pada hipotesisnya apakah satu pihak atau dua pihak. Untuk uji dua pihak maka kriteria uji untuk hipotesis yang ada pada persamaan (2.1) adalah terima  $H_0$  jika  $-Z_{1-\frac{\alpha}{2}} < Z < Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ . Untuk uji pihak kanan, tolak  $H_0$  jika nilai  $Z \geq Z_{1-\alpha}$ . Sedangkan, untuk pihak kiri

tolak  $H_0$  jika nilai  $Z \leq -Z_{1-\alpha}$ , dimana nilai  $-Z_{1-\alpha}$  dan  $Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$  akan diperoleh dari tabel distribusi normal baku Z dengan taraf  $\alpha$  tertentu.

**C. Bahan Dan Metode**

Bahan yang digunakan untuk mengaplikasikan metode yang dibahas diperoleh dari tugas akhir Hafiedz, A (2009). Data yang dicatat adalah data rekam medik kadar TSHs (*Thyroid Stimulating Hormon sensitive*) pada penderita *hipertiroidi* dengan menggunakan pengobatan iodium radioaktif di Bagian Ilmu Kedokteran Nuklir Rumah Sakit Dr. Hasan Sadikin. Data rekam medik yang diteliti adalah data kadar TSHs dalam serum sebelum pengobatan iodium radioaktif, dan sesudah 3 bulan pengobatan iodium radioaktif pada periode Januari 2007 sampai dengan Maret 2007. Metode yang akan digunakan ialah uji modifikasi peringkat bertanda Wilcoxon.

**D. Pembahasan**

Berdasarkan data pada Tabel 3.1 untuk mengetahui pengaruh sesudah 3 bulan pengobatan iodium radioaktif pada penderita hipertioridi akan digunakan uji modifikasi peringkat bertanda Wilcoxon. Tabel 4.1 adalah nilai perhitungan kadar TSHs sebelum pengobatan dan sesudah 3 bulan pengobatan iodium radioaktif.

**Tabel 4.1**  
**Nilai Perhitungan Kadar TSHs Sebelum (Y) dan Sesudah (X)**

<i>i</i>	$Y_i$	$X_i$	$d_i$	$ d_i $	Rank $ d_i $	Tanda	$W_i$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	0,06	0,05	-0,01	0,01	47,5	-	-1
2	2,40	0,20	-2,20	2,20	109	-	-1
3	0,01	0,03	0,02	0,02	60,5	+	1
4	0,03	0,07	0,04	0,04	76	+	1
5	0,03	0,03	0,00	0,00	21,5	0	0
⋮	...	...	...	...	...	...	...
154	0,10	33,00	32,90	32,90	130	+	1

Pada Tabel 4.1 kolom (4) adalah nilai perbedaan kadar TSHs dalam serum sebelum dan sesudah pengobatan iodium radioaktif. Dimana, Y adalah data pengamatan sebelum pengobatan iodium radioaktif dan X data pengamatan sesudah pengobatan iodium radioaktif. Dengan menggunakan persamaan (2.2), berikut contoh perhitungan nilai perbedaan pada penderita hipertioridi urutan pertama dan terakhir:

$$d_1 = 0.05 - 0.06 = -0.06$$

⋮

$$d_{154} = 33 - 0.10 = 32.90$$

Kolom (5) adalah nilai mutlak dari setiap perbedaan yang ada pada kolom (4). Pada kolom (6) adalah nilai peringkat dari nilai – nilai pada kolom (5), pada kolom (7) adalah tanda dari nilai perbedaan pada kolom (4), kemudian pada kolom (8) adalah nilai perbedaan untuk setiap  $W_i$ .

**Tabel 4.2**

**Kondisi Kadar TSHs Penderita Hipertiroidi  
Dengan Pengobatan Iodium Radioaktif**

<b>i</b>	<b><math>d_i</math></b>	<b>Rank <math> d_i </math></b>	<b>Tanda</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Kesimpulan</b>
(1)	(4)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	-0,01	47,5	-	Menurun	Pengobatan Gagal
2	-2,20	109	-	Menurun	Pengobatan Gagal
3	0,02	60,5	+	Meningkat	Pengobatan Berhasil
4	0,04	76	+	Meningkat	Pengobatan Berhasil
5	0,00	21,5	0	Normal	Pengobatan Gagal
⋮	...	...	...	...	...
154	32,90	130	+	Meningkat	Pengobatan Berhasil

Dari Tabel 4.2 menunjukkan mengenai kadar TSHs dalam serum pada penderita hipertiroidi. Pada kolom (5) adalah keterangan untuk kadar TSHs dalam serum, dan untuk kolom terakhir pada Tabel 4.2 berisikan kesimpulan yang diambil dari kolom (5) dimana kadar TSHs dalam serum dikatakan gagal jika kolom (3) bertanda negatif (menurun) dan nol (normal), sedangkan berhasil jika kolom (3) bertanda positif (meningkat). Selanjutnya adalah perumusan hipotesis, sebagai berikut :

$H_0 : M_1 = M_2$  ; Tidak ada perbedaan pengaruh kadar TSHs pada penderita hipertiroidi sesudah dan sebelum mengikuti pengobatan iodium radioaktif.

$H_1 : M_1 \geq M_2$  ; Terdapat perbedaan pengaruh kadar TSHs lebih tinggi pada penderita hipertiroidi sesudah dibandingkan sebelum mengikuti pengobatan iodium radioaktif.

Untuk menghitung statistik uji dibutuhkan nilai  $T$ ,  $E(T)$ , dan  $V(T)$  sesuai dengan persamaan (2.4), (2.5), dan (2.6). Nilai-nilai tersebut adalah:

$$T = \sum_{i=1}^n i \cdot W_i$$

$$\begin{aligned} T &= 47,5(-1) + 109(-1) + 60(1) + 76(1) + 21,5(0) + 143,5(1) + 21,5(0) \\ &\quad + 83,5(-1) + 135(1) + 108(-1) + 21,5(0) + \dots + 130(1) \\ &= -47,5 + (-109) + 60 + 76 + 0 + 143 + 0 + (-83,5) + 135 + (-108) \\ &\quad + 0 + \dots + 130 \end{aligned}$$

$$T = 6285$$

dan,

$$E(T) = \frac{n(n+1)}{2} \cdot (\pi^+ - \pi^-)$$

Selanjutnya dicari nilai masing-masing proporsi dengan menggunakan persamaan (2.7) dimana nilai  $\pi^+$ ,  $\pi^-$ , dan  $\pi^0$  adalah frekuensi yang terjadi pada nilai perbedaan  $W_i = 1$  ;  $W_i = -1$ , dan  $W_i = 0$ .

$$\hat{\pi}^+ = \frac{f^+}{n}$$

$$\hat{\pi}^+ = \frac{82}{154} = 0,53$$

$$\hat{\pi}^- = \frac{f^-}{n}$$

$$\hat{\pi}^- = \frac{30}{154} = 0.20$$

dan,

$$\hat{\pi}^0 = \frac{f^0}{n}$$

$$\hat{\pi}^0 = \frac{42}{154} = 0,27$$

Sehingga,

$$E(T) = \frac{n(n+1)}{2} \cdot (\pi^+ - \pi^-)$$

$$E(T) = \frac{154(154+1)}{2} \cdot (0,53 - 0,20)$$

$$= \frac{154(155)}{2} \cdot (0,33)$$

$$= \frac{23870}{2} \cdot (0,33)$$

$$= \frac{7877,1}{2}$$

$$E(T) = 3938,55$$

Sedangkan, nilai untuk taksiran Varians ( $T$ ) diperoleh:

$$V(T) = \frac{n(n+1)(2n+n)}{6} (\pi^+ + \pi^- - (\pi^+ - \pi^-)^2)$$

$$V(T) = \frac{154(154+1)(2(154)+1)}{6} (0,53 + 0,20 - (0,53 - 0,20)^2)$$

$$= \frac{154(155)(309)}{6} (0,73 - 0,1089)$$

$$= \frac{7375830}{6} (0,6211)$$

$$= \frac{4581128,013}{6}$$

$$V(T) = 763521,3355$$

Berdasarkan nilai  $T$ ,  $E(T)$ , dan  $V(T)$ , maka nilai statistik uji berdasarkan persamaan (2.8):

$$Z = \frac{T - E(T)}{\sqrt{V(T)}}$$

$$Z = \frac{6285 - 3938,55}{\sqrt{763521,3355}}$$

$$Z = \frac{2346,45}{873,7970791}$$

$$Z = 2,69$$

Dengan taraf arti  $\alpha = 0,01$  karena pengujiannya pihak kanan maka dari tabel distribusi normal baku diperoleh nilai  $Z_{1-\alpha} = 2,33$ , karena nilai  $Z = 2,69$  lebih besar dari nilai kritis  $Z_{1-\alpha} = 2,33$ , maka hipotesis nol ditolak dan disimpulkan bahwa terdapat perbedaan pengaruh kadar TSHs lebih tinggi pada penderita hipertiroidi sesudah dibandingkan sebelum mengikuti pengobatan iodium radioaktif.

## E. Kesimpulan

Dalam kasus analisis data dua sampel berpasangan, uji modifikasi peringkat bertanda Wilcoxon merupakan alternatif perbaikan dari uji peringkat bertanda Wilcoxon dan informasi data pengamatan tidak ada yang dihilangkan. Berdasarkan pengujian uji modifikasi peringkat bertanda Wilcoxon yang dibahas disimpulkan bahwa, pengobatan melalui iodium radioaktif bagi penderita hipertiroidi signifikan, maka terdapat perbedaan pengaruh kadar TSHs lebih tinggi pada penderita hipertiroidi sesudah dibandingkan sebelum mengikuti pengobatan iodium radioaktif. Artinya, pengobatan iodium radioaktif menyebabkan penderita hipertiroidi setelah tiga bulan pengobatan menjadi lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Daniel, W. W. (1989). *Statistika Nonparametrik Terapan (terjemahan)*. Penerbit PT Gramedia. Jakarta.
- Djarwanto. (2003). *Statistika Nonparametrik*. Penerbit BPFE Yogyakarta.
- Hafiedz, A. (2009). *Pola Respon Pengobatan Iodium Radioaktif Pada Pasien Hipertiroidi Dibagian Ilmu Kedokteran Nuklir Rumah Sakit DR. Hasan Sadikin Pengamatan Tiga Bulan Pertama*. Laporan skripsi, Fakultas Kedokteran, Universitas Islam Bandung.
- Oyeka, I.C.A. dan Ejuh, G.U. (2012). *Modified Wilcoxon Signed Rank Test*. Open Journal of Statistics, 172-176.
- Siegel, S. (1992). *Statistika Nonparametrik Untuk Ilmu-Ilmu Sosial (terjemahan)*. Penerbit PT Gramedia. Jakarta.
- Sudjana. (2005). *Metode Statistika*. Penerbit Tarsito. Bandung
- Sungkono, C. (2008). *Teknik-Teknik Statistika Dalam Bisnis Dan Ekonomi Menggunakan Kelompok Data Global*, Edisi 13. Penerbit Salemba Empat. Jakarta