

Beberapa Metode Alternatif untuk Analisis Data Sampel Berpasangan

¹Rima Rizka Yuniar²Teti Sofia Yanti, ³ Abdul Kudus
^{1,2,3} Statistika, Fakultas MIPA, Universitas Islam Bandung,
Jl. Tamansari No. 1 Bandung 40116

e-mail: ¹rimayuniar38@yahoo.com²tetisofiaiyanti@gmail.com,³akudus69@yahoo.com

Abstrak: Terdapat beberapa metode alternatif yang dapat digunakan untuk menguji data sampel berpasangan untuk statistika parametrik dan statistika non parametrik. Statistika parametrik digunakan jika distribusi dari sampel diambil dari populasi berdistribusi normal, dan skala pengukuran minimal interval, sedangkan statistika non parametrik tidak menuntut terpenuhinya banyak asumsi sehingga sering disebut sebagai bebas distribusi dan skala pengukuran yang digunakan minimal ordinal. Metode yang digunakan untuk menguji sampel data berpasangan pada skripsi ini adalah uji tanda untuk dua sampel berpasangan, dan uji peringkat bertanda Wilcoxon. Dalam skripsi ini juga mengenalkan beberapa metode modifikasi seperti modifikasi uji tanda, modifikasi uji sampel berpasangan, dan modifikasi uji peringkat bertanda Wilcoxon. Pengujian-pengujian tersebut diterapkan untuk mengetahui apakah ada perbedaan nilai pengetahuan siswa SD Mathla'ul Khoeriyah terhadap penyakit *limfatik filariasis* sebelum dan sesudah diberi perlakuan *game* edukasi. Hasil pengujian hipotesis menunjukkan bahwa ada perbedaan nilai pengetahuan penyakit *limfatik filariasis* sebelum dan sesudah diberi perlakuan *game* edukasi.

Kata kunci : Data Berpasangan, Nonparametrik, Parametrik

A. Pendahuluan

Dalam berbagai segi kehidupan, khususnya kehidupan sehari-hari pada umumnya sering kali ditemui penggunaan metode-metode atau teknik-teknik statistika. Teknik statistik yang akan digunakan tergantung pada interaksi dua hal, yaitu asumsi dan jenis data yang akan dianalisis. Dalam pengujian untuk sampel biasanya terbagi menjadi dua macam yaitu pengujian dua sampel dan pengujian lebih dari dua sampel. Dalam pengujian dua sampel terbagi menjadi dua kelompok sampel, yaitu sampel berpasangan dan sampel saling bebas. Sampel berpasangan adalah sebuah pengamatan dengan subjek yang sama namun mengalami dua perlakuan atau pengukuran yang berbeda, atau pengamatan yang memang sengaja dipasangkan (Siegel, 1997). Contoh sampel berpasangan misalnya para peneliti medis ingin mengetahui efek suatu obat terhadap penurunan panas badan manusia, sehingga diukur panas badan sebelum dan sesudah diberikan obat. Dengan demikian, kinerja obat dapat diketahui dengan cara membandingkan kondisi objek penelitian sebelum, dan sesudah diberikan obat.

Untuk menguji dua sampel berpasangan dapat menggunakan statistika parametrik maupun non parametrik. Statistika parametrik digunakan jika sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal, sampel diperoleh secara random, dan skala pengukuran minimal interval, sedangkan untuk statistika non parametrik tidak menuntut terpenuhinya banyak asumsi, oleh karena itu statistika non parametrik sering disebut sebagai bebas distribusi. Statistika non parametrik biasanya digunakan untuk melakukan analisis pada data berskala minimal ordinal.

Dalam skripsi ini akan dibahas beberapa pengujian hipotesis dan perbandingan diantara pengujian-pengujian hipotesis untuk dua sampel berpasangan sehingga mendapatkan metode yang lebih efisien. Pengujian statistik yang digunakan untuk sampel berpasangan dalam skripsi ini adalah uji tanda untuk dua sampel berpasangan, modifikasi uji tanda, uji peringkat bertanda Wilcoxon untuk data berpasangan,

modifikasi uji peringkat bertanda Wilcoxon, dan modifikasi uji sampel berpasangan menggunakan ranking.

B. Tinjauan Pustaka

1. Uji Tanda untuk Dua Sampel Berpasangan

Misalkan (x_{i1}, x_{i2}) adalah pasangan pengamatan dari populasi 1 dan 2 yang diambil secara acak, untuk $i = 1, 2, \dots, n$. Selanjutnya tentukan $d_i = x_{i1} - x_{i2}$.

$$\text{misalkan } u_{i1} = \begin{cases} 1, & \text{jika } d_i > 0 \\ 0, & \text{jika } d_i < 0 \end{cases}, \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, n.$$

Perhatikan bahwa jika nilai $x_{i1} - x_{i2} = 0$ maka pengamatan tersebut diabaikan dan tidak usah dimasukkan kedalam perhitungan.

Misalkan $p(u_i = 1) = \theta$

$$W = \sum_{i=1}^n u_i$$

Dengan demikian $E(W) = n\theta$; $Var(W) = n\theta(1-\theta)$

Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$H_0 : \theta = \theta_0 = 0,50 \text{ Vs } H_1 : \theta \neq \theta_0 = 0,50$$

Terdapat dua statistik uji yang dapat digunakan untuk pengujian uji tanda, yaitu menggunakan distribusi chi kuadrat (χ^2) dan distribusi normal baku (z) berikut ini statistik uji yang dapat digunakan untuk chi kuadrat yaitu:

$$\chi^2 = \frac{(W - 0,5n)^2}{0,25n}$$

Adapun kriteria pengujiannya adalah tolak H_0 pada taraf signifikansi α jika $\chi^2 \geq \chi^2_{(1-\alpha;1)}$, dimana nilai $\chi^2_{(1-\alpha;1)}$ didapat dari tabel distribusi chi kuadrat.

Sedangkan, statistik uji menggunakan distribusi normal baku sebagai berikut:

$$z = \frac{((W \pm 0,5) - n\theta_0)}{\sqrt{n\theta_0(1-\theta_0)}} = \frac{((W \pm 0,5) - 0,5n)}{0,5\sqrt{n}}$$

$$\text{Dimana } W \pm 0,5 = \begin{cases} W + 0,5, & \text{jika } W \leq \frac{n}{2} \\ W - 0,5, & \text{jika } W > \frac{n}{2} \end{cases}$$

Kriteria uji untuk pengujian ini adalah H_0 ditolak pada taraf signifikansi α jika $|z| \geq z_{\frac{\alpha}{2}}$,

dimana nilai $z_{\frac{\alpha}{2}}$ diperoleh dari tabel normal baku.

2. Uji Peringkat Bertanda Wilcoxon untuk Data Berpasangan

Uji ini hampir sama dengan uji tanda biasa, tetapi yang membedakannya adalah ranking untuk nilai mutlak dari selisih d_i , diantara nilai-nilai pada pengamatan berpasangan untuk $i = 1, 2, \dots, n$. Misalkan (x_{i1}, x_{i2}) adalah pasangan pengamatan dari populasi 1 dan 2 yang diambil secara acak, untuk $i = 1, 2, \dots, n$. Hipotesis yang digunakan pada uji ini adalah

$$H_0 : \theta = \theta_0 = 0,50 \text{ vs } H_1 : \theta = \theta_0 \neq 0,50$$

Misalkan $T^+ = \sum_{i=1}^n r(d_i)u_i$, dimana $r(d_i)$ adalah peringkat yang diberikan

kepada nilai mutlak dari selisih $d_i = x_{i1} - x_{i2}$. Sedangkan nilai ekspektasi dan varians

dari T^+ adalah sebagai berikut $E(T^+) = \frac{n(n+1)}{2}\theta$; $Var(T^+) = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6}\theta(1-\theta)$

Statistik uji yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

$$\chi_{unmodified}^2 = \frac{\left(T^+ - \frac{n(n+1)}{4}\right)^2}{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}}$$

Adapun kriteria pengujiannya adalah tolak H_0 pada taraf signifikansi α , jika $\chi^2 \geq \chi_{(1-\alpha;1)}^2$, dimana nilai $\chi_{(1-\alpha;1)}^2$ didapat dari tabel distribusi chi kuadrat.

3. Modifikasi Uji Tanda

Misalkan (x_{i1}, x_{i2}) adalah pasangan pengamatan dari populasi 1 dan 2 yang diambil secara acak, untuk $i = 1, 2, \dots, n$. Selanjutnya kita spesifikasikan

$$u_i = \begin{cases} 1, & \text{jika } x_{i1} > x_{i2} \\ 0, & \text{jika } x_{i1} = x_{i2} \\ -1, & \text{jika } x_{i1} < x_{i2} \end{cases} \quad \text{Untuk } i = 1, 2, \dots, n$$

Misalkan $p(u_i = 1) = \pi^+$; $p(u_i = 0) = \pi^0$; $p(u_i = -1) = \pi^-$, dimana $\pi^+ + \pi^0 + \pi^- = 1$ taksiran berdasarkan sampel bagi π^+ , π^0 , dan π^- berturut turut adalah:

$$\hat{\pi}^+ = \frac{f^+}{n}; \hat{\pi}^0 = \frac{f^0}{n}; \hat{\pi}^- = \frac{f^-}{n}, \text{ dimana } f^+, f^0, \text{ dan } f^- \text{ adalah jumlah dari masing-}$$

masing nilai 1, 0, dan -1 dari nilai u_i , untuk $i=1, 2, \dots, n$.

$$W = f^+ - f^- = n(\hat{\pi}^+ - \hat{\pi}^-)$$

Hipotesis yang digunakan dengan θ_0 konstan adalah

$$H_0 : (\pi^+ - \pi^- = \theta_0) \text{ vs } H_1 : (\pi^+ - \pi^- \neq \theta_0), (0 \leq \theta_0 \leq 1)$$

Statistik uji yang digunakan dalam pengujian ini adalah

$$\chi_{modified}^2 = \frac{W^2}{n\left(\hat{\pi}^+ + \hat{\pi}^- - (\hat{\pi}^+ - \hat{\pi}^-)\right)^2}$$

Kriteria pengujian untuk uji ini adalah tolak H_0 pada taraf signifikansi α , jika $\chi^2 \geq \chi_{(1-\alpha;1)}^2$, dimana nilai $\chi_{(1-\alpha;1)}^2$ didapat dari tabel distribusi chi kuadrat.

4. Modifikasi Uji Sampel berpasangan dengan Ranking

Metode pada uji ini adalah sebuah metode alternatif yang baru dan relatif lebih efisien dibandingkan dengan metode-metode sebelumnya. Misalkan (x_{i1}, x_{i2}) adalah pasangan pengamatan dari populasi 1 dan 2 yang diambil secara acak, untuk $i = 1, 2, \dots, n$. Selanjutnya untuk pasangan (x_{i1}, x_{i2}) ditentukan:

$$r_{i1} = \begin{cases} k+1, & \text{jika } x_{i1} > x_{i2} \\ k, & \text{jika } x_{i1} = x_{i2} \\ k-1, & \text{jika } x_{i1} < x_{i2} \end{cases} \quad r_{i2} = \begin{cases} k+1, & \text{jika } x_{i2} > x_{i1} \\ k, & \text{jika } x_{i2} = x_{i1} \\ k-1, & \text{jika } x_{i2} < x_{i1} \end{cases}$$

untuk $i=1, 2, \dots, n$ dimana k adalah bilangan riil. Misalkan $r_i = r_{i1} - r_{i2}$

$$u_i = \begin{cases} 1, & \text{jika } r_i > 0 \\ 0, & \text{jika } r_i = 0 \\ -1, & \text{jika } r_i < 0 \end{cases}, \text{ Untuk } i = 1, 2, \dots, n.$$

Kemudian tentukan

Definisikan $W = \sum_{i=1}^n r_i |u_i|$, dimana R_1 dan R_2 masing-masing adalah jumlah dari peringkat

yang diberikan untuk pengamatan sampel dari populasi X_1 dan X_2 . Nilai-nilai tersebut akan digunakan untuk menentukan statistik uji.

$$\begin{aligned} \text{Var}(W) &= \{r_{.1}^2 + r_{.2}^2 - 2[n(k^2 - 1) + t]\{\hat{\pi}^+ + \hat{\pi}^- - [\hat{\pi}^+ + \hat{\pi}^-]^2\}\} \\ &= 4(n-t)\{\hat{\pi}^+ + \hat{\pi}^- - [\hat{\pi}^+ - \hat{\pi}^-]^2\} \end{aligned}$$

Tampak bahwa $\text{Var}(W)$ bebas dari nilai “ k ”, sebagaimana ditunjukkan dibawah ini:

$$\{r_{.1}^2 + r_{.2}^2 - 2[n(k^2 - 1) + t]\} = 4(n-t)$$

Dimana t adalah banyaknya pengamatan kembar diantara populasi X_1 dan X_2 dan $r_{.1}^2$ dan $r_{.2}^2$ masing-masing adalah jumlah kuadrat dari peringkat yang diberikan kepada sampel dari populasi X_1 dan X_2 . Hipotesis yang digunakan untuk pengujian ini adalah sebagai berikut:

$$H_0 : (\pi^+ - \pi^- = \theta_0) \quad H_1 : (\pi^+ - \pi^- \neq \theta_0), (0 \leq \theta_0 \leq 1)$$

Statistik uji yang digunakan adalah

$$\chi^2 = \frac{W^2}{4(n-t)(\hat{\pi}^+ + \hat{\pi}^- - (\hat{\pi}^+ - \hat{\pi}^-)^2)}$$

Kriteria uji yang digunakan adalah tolak H_0 pada taraf signifikansi α jika $\chi^2 \geq \chi_{1-\alpha,1}^2$. Asalkan nilai “ k ” merupakan bilangan riil, maka tidak akan berpengaruh pada statistik uji, tetapi untuk lebih praktis disarankan mengambil nilai “ k ” bilangan bulat. Metode modifikasi uji tanda dan metode modifikasi uji sampel berpasangan dengan ranking lebih efisien daripada uji Wilcoxon yang tidak dimodifikasi (Ebuh dan Oyeka, 2012). Untuk menunjukkan hal ini, kita perhatikan bahwa efisiensi yang relatif W terhadap T adalah:

$$RE(W;T) = \frac{\text{Var}(T)}{\text{Var}(W)} = \frac{n(n+1)(2n+1)/24}{n(\hat{\pi}^+ + \hat{\pi}^- - (\hat{\pi}^+ - \hat{\pi}^-)^2)} \geq \frac{(n+1)(2n+1)}{24(1-\hat{\pi}^0)}$$

Karena $(\pi^+ - \pi^-)^2 \geq 0$ dan $(\pi^+ - \pi^-) = 1 - \pi^0$ dengan demikian $RE(W;T^+) \geq 1$

Untuk semua $n \geq 3$ dan $0 \leq \pi^0 < 1$ menunjukkan bahwa W lebih efisien daripada T kecuali untuk kasus-kasus yang sangat jarang terjadi dimana kita hanya memiliki satu atau dua sampel berpasangan (Ebuh dan Oyeka, 2012).

2.5. Modifikasi Uji Peringkat Bertanda Wilcoxon untuk Sampel Berpasangan

Metode ini dirancang untuk mengoreksi kekurangan dari uji peringkat bertanda Wilcoxon biasa. Misalkan (x_{i1}, x_{i2}) adalah pasangan pengamatan dari populasi 1 dan 2 yang diambil secara acak, untuk $i = 1, 2, \dots, n$. Selanjutnya dari pasangan (x_{i1}, x_{i2}) asumsikan $d_i = x_{i1} - x_{i2}$.

$$u_i = \begin{cases} 1, & \text{jika } d_i > 0 \\ 0, & \text{jika } d_i = 0 \\ -1, & \text{jika } d_i < 0 \end{cases}$$

$$T = \sum_{i=1}^n r(d_i) u_i$$

Definisikan $r(d_i)$, Dimana $r(d_i)$ adalah peringkat yang diberikan kepada nilai mutlak dari selisih. Adapun $E(T)$ dan $Var(T)$ adalah

$$E(T) = \frac{n(n+1)}{2} (\hat{\pi}^+ - \hat{\pi}^-) \quad Var(T) = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6} (\hat{\pi}^+ + \hat{\pi}^- - (\hat{\pi}^+ - \hat{\pi}^-)^2)$$

Hipotesis yang digunakan untuk pengujian ini adalah $H_0 : (\pi^+ - \pi^- = \theta_0) \quad H_1 : (\pi^+ - \pi^- \neq \theta_0), (0 \leq \theta_0 \leq 1)$

Statistik uji yang digunakan adalah

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

Untuk n yang cukup besar mendekati distribusi chi kuadrat dengan derajat bebas 1. H_0 ditolak pada taraf signifikansi α jika $\chi^2 \geq \chi_{1-\alpha;1}^2$.

C. Bahan dan Metode

Analisis yang akan digunakan adalah uji tanda, uji peringkat bertanda Wilcoxon, modifikasi uji tanda, modifikasi uji sampel berpasangan, dan modifikasi uji peringkat bertanda Wilcoxon akan diaplikasikan pada data nilai pengetahuan terhadap penyakit limfatik filariasis sebelum dan sesudah diberikan perlakuan game edukasi. Bahan yang digunakan menggunakan data sekunder yang diperoleh dari perpustakaan fakultas kedokteran Universitas Islam Bandung.

Dalam menganalisis data pertama-tama melakukan pengujian menggunakan uji tanda dengan chi kuadrat, uji tanda dengan normal baku, uji peringkat bertanda Wilcoxon, modifikasi uji tanda, modifikasi uji sampel berpasangan, dan modifikasi uji peringkat bertanda Wilcoxon, lalu membandingkan diantara keenam metode tersebut untuk mengetahui metode mana yang lebih efisien.

D. Hasil Pembahasan

1. Hasil Pengujian Hipotesis

Hasil pengujian beberapa metode untuk sampel berpasangan untuk melihat apakah terdapat perbedaan antara nilai pengetahuan mengenai penyakit *limfatik filariasis* siswa SD Mathla'ul Khoeriyah sebelum dan sesudah diberikan *game* edukasi disajikan pada tabel dibawah ini:

Tabel 3.1 Hasil Pengujian Hipotesis

No	Metode	Statistik uji	Kriteria uji	Kesimpulan
1	Uji tanda a. Uji Tanda χ^2 b. Uji Tanda Normal Baku	a. 20,5714 b. -4,34659	a. 3,8416 b. 1,96	Tolak H_0
2	Uji Peringkat Bertanda Wilcoxon	19,92015	3,8416	Tolak H_0
3	Modifikasi Uji Tanda	57,68533	3,8416	Tolak H_0
4	Modifikasi Uji Sampel Berpasangan	70,12987	3,8416	Tolak H_0
5	Modifikasi Uji Peringkat Bertanda Wilcoxon	11,63402	3,8416	Tolak H_0

Dari hasil tabel diatas dapat diketahui bahwa untuk uji tanda, uji peringkat bertanda Wilcoxon, Modifikasi uji tanda, modifikasi uji sampel berpasangan, dan modifikasi uji peringkat bertanda Wilcoxon menyatakan untuk menolak H_0 yang berarti ada perbedaan nilai pengetahuan mengenai penyakit *limfatik filariasis* sebelum dan sesudah pemberian *game* edukasi.

2. Perbandingan Varians-varians untuk Sampel Berpasangan

Untuk melihat metode mana yang paling efisien maka digunakan perbandingan varians-varians antara metode satu dan metode lainnya. Hasil dari perhitungan perbandingan varians-varians tersebut disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 3.2. Perbandingan Beberapa Varians-varians

Metode	2	3	4	5	6
1	2,645703 (2)	0,00363 (1)	0,795455 (1)	0,213068 (1)	0,000421 (1)
2		0,001372 (2)	0,300660 (2)	0,080534 (2)	0,000159 (2)
3			219,1477 (4)	58,70029 (5)	0,11589 (3)
4				0,267857 (4)	0,000529 (4)
5					0,001974 (5)

Keterangan:

Metode 1 adalah metode uji tanda χ^2 , Metode 2 adalah metode uji tanda normal baku, Metode 3 adalah metode uji peringkat bertanda Wilcoxon, Metode 4 adalah metode modifikasi uji tanda, Metode 5 adalah metode modifikasi uji sampel berpasangan, Metode 6 adalah metode modifikasi uji peringkat bertanda Wilcoxon. Angka dalam kurung di dalam sel menyatakan metode pengujian yang lebih efisien.

Hasil perhitungan di atas adalah hasil perhitungan varians metode yang ada di kolom dibagi dengan varians metode yang ada di baris. Baris 1: Jika uji tanda χ^2 dibandingkan dengan metode lainnya, memperlihatkan uji tanda dengan χ^2 lebih efisien, kecuali untuk uji tanda normal baku lebih efisien dari uji tanda χ^2 . Baris 2: Jika uji tanda normal baku dibandingkan dengan uji lainnya diluar uji tanda χ^2 , maka uji tanda normal baku lebih efisien dibandingkan dengan uji lainnya. Baris 3: Jika uji peringkat bertanda Wilcoxon dibandingkan dengan modifikasi uji tanda maka uji tanda lebih efisien dari uji peringkat bertanda Wilcoxon, jika modifikasi uji sampel berpasangan dibandingkan dengan uji peringkat bertanda Wilcoxon maka modifikasi uji sampel berpasangan lebih efisien dari uji peringkat bertanda Wilcoxon, sedangkan jika modifikasi uji peringkat bertanda Wilcoxon dibandingkan dengan uji peringkat bertanda Wilcoxon maka uji peringkat bertanda Wilcoxon lebih efisien dari modifikasi uji peringkat bertanda Wilcoxon. Baris 4: Jika modifikasi uji tanda dibandingkan dengan modifikasi uji sampel berpasangan dan modifikasi uji peringkat bertanda Wilcoxon, memperlihatkan modifikasi uji tanda lebih efisien dari modifikasi uji sampel berpasangan dan modifikasi uji peringkat bertanda Wilcoxon. Baris 5: Jika modifikasi uji sampel berpasangan dibandingkan dengan modifikasi uji peringkat bertanda Wilcoxon, memperlihatkan modifikasi uji sampel berpasangan lebih efisien dari modifikasi uji peringkat bertanda Wilcoxon.

E. Kesimpulan

1. Pada pengujian hipotesis untuk uji tanda sampel berpasangan, uji peringkat bertanda Wilcoxon, modifikasi uji tanda, modifikasi uji sampel berpasangan menggunakan ranking, dan modifikasi uji peringkat bertanda Wilcoxon hasil pengujian pada masing-masing metode adalah signifikan, artinya ada perbedaan nilai pengetahuan penyakit *limfatik filariasis* sebelum dan sesudah diberikan perlakuan *game* edukasi.
2. Metode uji tanda χ^2 lebih efisien jika dibandingkan dengan uji peringkat bertanda Wilcoxon, modifikasi uji tanda, modifikasi uji sampel berpasangan, modifikasi uji peringkat bertanda Wilcoxon, kecuali jika dibandingkan dengan uji tanda normal baku lebih efisien daripada uji tanda χ^2 .
3. Metode uji tanda normal lebih efisien jika dibandingkan dengan metode uji peringkat bertanda Wilcoxon, modifikasi uji tanda, modifikasi uji sampel berpasangan, modifikasi uji peringkat bertanda Wilcoxon.
4. Metode uji peringkat bertanda Wilcoxon lebih efisien jika dibandingkan dengan metode uji peringkat bertanda Wilcoxon, kecuali jika dibandingkan dengan modifikasi uji tanda dan modifikasi uji sampel berpasangan lebih efisien daripada uji peringkat bertanda Wilcoxon.
5. Metode modifikasi uji tanda lebih efisien jika dibandingkan dengan metode modifikasi uji sampel berpasangan dan modifikasi uji peringkat bertanda Wilcoxon.
6. Metode modifikasi uji sampel berpasangan lebih efisien jika dibandingkan dengan metode modifikasi uji peringkat bertanda Wilcoxon.

DAFTARPUSTAKA

- Diah, S. A. J., (2014), *Pengaruh Game Edukasi (EDU-GAME) Terhadap Pengetahuan Penyakit Limfatik Filariasis Siswa di Sekolah Dasar Mathla'ul Khoeriyah Kelurahan Tamansari Kota Bandung*. Bandung: Skripsi Universitas Islam Bandung.
- Gibbons, J. D., Chakraborti, S. (2003), *Nonparametric Statistical Inference*, Fourth Edition. New York: Marcel Dekker.
- Hurd, D., Jenuings, E. (2009). *Standardized Educational Games Ratings*. Suggested Criteria: Karya Tulis Ilmiah.
- Oyeka, I. C. A., Ejuh, G. A. (2012), *Modified Wilcoxon Signed Rank Sum Test*. Open Journal of Statistics, 2:172-176.
- Oyeka, I. C. A., Ejuh, G. A. (2012), *Statistical Comparison of Eight Alternative Methods for the Analysis of Paired Sample Data with Applications*. Open Journal of Statistics, 2:328-345.
- Siegel, S. (1997), *Statistika Non parametrik untuk Ilmu-ilmu Sosial*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Sudjana. (1996). *Metode Statistika Edisi ke-6*. Bandung: Tarsito Bandung.