SUYANTO - PRANA UGIANA GIO

STATISTIKA NONPARAMETRIK DENGAN SPSS, MINITAB, DAN R

DILENGKAPI DENGAN PENYELESAIAN PERHITUNGAN SECARA MANUAL

Statistika Nonparametrik dengan SPSS, Minitab, dan R

**Dilengkapi dengan Penyelesaian Perhitungan secara
Manual**

**SUYANTO
&
PRANA UGIANA GIO**

U|S|U|press
2017

USU Press

Art Design, Publishing & Printing

Gedung F

Jl. Universitas No. 9, Kampus USU

Medan, Indonesia

Telp. 061-8213737; Fax 061-8213737

Kunjungi kami di:

<http://usupress.usu.ac.id>

© USUpres 2017

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang; dilarang memperbanyak, menyalin, merekam sebagian atau seluruh bagian buku ini dalam bahasa atau bentuk apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

ISBN: 978-602-465-010-0

Perpustakaan Nasional: Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Suyanto dan Prana Ugiana Gio

Aplikasi Statistika dalam SPSS : Dilengkapi dengan Penyelesaian Secara Manual dan Contoh Soal / Suyanto dan Prana Ugiana Gio – Medan: USU Press. 2017

iv, 137 p. ; ilus. ; 20 cm

Bibliografi

ISBN: 978-602-465-010-0

Dicetak di Medan, Indonesia

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur atas kehadiran Allah SWT, karena atas izin-Nya, penulis dapat terus mempertahankan semangat untuk menulis, dan akhirnya dapat menyelesaikan buku ini. Hadirnya buku ini, tidak semata-mata atas usaha penulis sendiri, melainkan atas izin-Nya. Sungguh suatu kebahagiaan bagi penulis bisa berbagi sebagian kecil ilmu pengetahuan milik-Nya melalui buku yang berjudul “**Statistika Nonparametrik dengan SPSS, Minitab, dan R**”.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam rangkai penyelesaian buku ini. Penulis menyadari bahwa buku ini tentunya masih perlu perbaikan, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca agar buku ini dapat menjadi lebih baik. Kritik dan saran dapat ditujukan ke alamat email suyantonurdin@yahoo.com / gioprana89@gmail.com.

Medan, 25 September 2017

Suyanto

Prana Ugiana Gio

DAFTAR ISI

Kata Pengantar..... iii

Daftar Isi.....iv

Bab 1. Uji Tanda (*Sign Test*).....1

Bab 2. Uji Wilcoxon.....9

Bab 3. Uji Mann-Whitney.....19

Bab 4. Uji McNemar30

Bab 5. Korelasi Berperingkat Spearman.....37

Bab 6. Uji Kruskal-Wallis.....42

Bab 7. Uji Cochran.....51

Bab 8. Uji Friedman57

Bab 9. Uji Chi-Kuadrat.....64

Bab 10. Penyelesaian dengan SPSS, Minitab, dan R.....73

Daftar Pustaka.....131

UJI TANDA (*SIGN TEST*)

Uji tanda merupakan uji nonparametrik yang digunakan untuk menguji ada tidaknya perbedaan dari dua buah populasi yang saling berpasangan. Misalkan diberikan data mengenai berat badan sebelum mengkonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ dan sesudah mengkonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ selama satu minggu.

Tabel 1.1 (Data Fiktif)

Nama	A	B	C	D	E	F	G	H	I
<i>P</i>	45 kg	50 kg	35 kg	45 kg	54 kg	44 kg	41 kg	44 kg	35 kg
<i>Q</i>	44 kg	50 kg	37 kg	50 kg	57 kg	48 kg	45 kg	44 kg	35 kg
Tanda	-	0	+	+	+	+	+	0	0

Berdasarkan data pada Tabel 1.1, misalkan *P* menyatakan sampel mengenai data berat badan sebelum mengkonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ, sedangkan *Q* menyatakan sampel mengenai data berat badan setelah mengkonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ selama satu minggu. Berdasarkan data pada Tabel 1.1, jumlah responden yang diteliti sebanyak 9 responden. Perhatikan bahwa (45,44), (50,50), (35,37), dan seterusnya merupakan pasangan-pasangan nilai berdasarkan sampel *P* dan sampel *Q*.

Seorang yang bernama *A* sebelum mengkonsumsi obat penambah berat badan merek *XYZ* memiliki berat badan 45 kg dan setelah mengkonsumsi obat penambah berat badan merek *XYZ* selama satu minggu memiliki berat badan 44 kg, yang dinyatakan dengan (45,44). Seorang yang bernama *B* sebelum mengkonsumsi obat penambah berat badan merek *XYZ* memiliki berat badan 50 kg dan setelah mengkonsumsi obat penambah berat badan merek *XYZ* selama satu minggu memiliki berat badan 50 kg yang dinyatakan dengan (50,50), dan seterusnya.

Pada uji tanda, jika selisih dari pasangan nilai data bernilai positif ($Q > P$), maka diberi tanda positif (+). Berdasarkan data pada Tabel 1.1, tanda positif (+) diberikan kepada C, D, E, F, dan G. Jika selisih dari pasangan nilai data bernilai negatif ($Q < P$), maka diberi tanda negatif (-). Berdasarkan data pada Tabel 1.1, tanda negatif (-) diberikan kepada A. Namun jika selisih dari pasangan nilai data bernilai 0 ($Q = P$), maka diberi nilai 0. Berdasarkan data pada Tabel 1.1, nilai 0 diberikan kepada B, H, dan I.

Data dalam uji tanda bersifat ordinal, yakni data yang dianalisis pada uji tanda berupa tanda positif (+) dan tanda negatif (-), sedangkan nilai 0 tidak diikutsertakan dalam analisis. Nilai 0 berarti tidak terdapat perubahan sebelum dan sesudah perlakuan. Misalkan n menyatakan jumlah tanda positif (+) dan tanda negatif (-). Berdasarkan data pada Tabel 1.1, jumlah tanda positif

(+) sebanyak 5, sedangkan jumlah tanda negatif (−) sebanyak 1, sehingga nilai n adalah $5 + 1 = 6$.

Misalkan X menyatakan jumlah tanda yang paling sedikit, yakni antara jumlah tanda positif (+) atau jumlah tanda negatif (−). Berdasarkan data pada Tabel 1.1, diketahui jumlah tanda positif (+) sebanyak 5, sedangkan jumlah tanda negatif (−) sebanyak 1, sehingga nilai X adalah 1. Hipotesis nol yang diuji pada uji tanda pada dasarnya menyatakan tidak dapat pengaruh sebelum dan sesudah perlakuan. Dengan kata lain, probabilitas untuk memperoleh tanda positif (+) sama dengan probabilitas untuk memperoleh tanda negatif (−), yakni

$$H_0 : P(+) = P(-).$$

Hipotesis alternatif menyatakan terdapat pengaruh sebelum dan sesudah perlakuan (dalam hal ini uji dua arah). Dengan kata lain, probabilitas untuk memperoleh tanda positif (+) tidak sama dengan probabilitas untuk memperoleh tanda negatif (−), yakni

$$H_1 : P(+) \neq P(-).$$

Untuk pengambilan keputusan terhadap hipotesis, perlu dihitung nilai probabilitas kumulatif (p -value) dari nilai X . Jika dilakukan pengujian hipotesis dua arah (terdapat dua daerah penolakan hipotesis nol), maka rumus untuk menghitung nilai probabilitas kumulatif dari nilai X adalah

$$2 \left[\sum_{i=0}^X \binom{n}{i} \left(\frac{1}{2}\right)^i \left(\frac{1}{2}\right)^{n-i} \right]$$

Jika dilakukan pengujian hipotesis satu arah (terdapat satu daerah penolakan hipotesis nol), maka rumus untuk menghitung nilai probabilitas kumulatif dari nilai X adalah

$$\sum_{i=0}^X \binom{n}{i} \left(\frac{1}{2}\right)^i \left(\frac{1}{2}\right)^{n-i}$$

Jika nilai probabilitas kumulatif dari nilai X lebih besar atau sama dengan tingkat signifikansi (α), maka hipotesis nol diterima dan hipotesis alternatif ditolak. Namun jika nilai probabilitas kumulatif dari nilai X lebih kecil dibandingkan tingkat signifikansi (α), maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima.

Jika nilai probabilitas kumulatif dari X (p – value) $\geq \alpha$, H_0 diterima, H_1 ditolak.

Jika nilai probabilitas kumulatif dari X (p – value) $< \alpha$, H_0 ditolak, H_1 diterima.

Tabel 1.2 menyajikan nilai probabilitas kumulatif.

Tabel 1.2	
Test Statistics ^b	
	sesudah – sebelum
Exact Sig. (2-tailed)	.013 ^a

a. Binomial distribution used.

b. Sign Test

“2-Tailed” berarti **pengujian hipotesis berlaku dua arah**. Nilai 0,013 merupakan nilai probabilitas kumulatif yang dihitung berdasarkan rumus binomial.

Sebagai contoh misalkan seorang ahli farmasi ingin mengetahui ada tidaknya pengaruh terhadap perubahan berat badan sebelum mengkonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ dan sesudah mengkonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ selama satu minggu.

Tabel 1.3 (Data Fiktif)

Nama	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
X	45	55	57	54	65	72	80	44	67	60	65	75	67	66	62
Y	50	60	60	65	63	80	90	50	65	60	75	80	85	70	65

Misalkan *X* menyatakan berat badan **sebelum** mengkonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ, sedangkan *Y* menyatakan berat badan **sesudah** mengkonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ selama satu minggu. Dengan menggunakan tingkat signifikansi 5%, berikut akan diuji apakah terdapat perbedaan berat badan yang signifikan secara statistika, sebelum mengkonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ dan sesudah mengkonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ selama satu minggu.

Tahap Pertama

Tahap pertama adalah perumusan hipotesis. Berikut perumusan hipotesis.

H_0 : Tidak terdapat perbedaan berat badan sebelum mengkonsumsi obat penambah berat badan merek *A* dan sesudah

mengonsumsi obat penambah berat badan merek *A* selama satu minggu atau dapat dinyatakan $P(+) = P(-)$.

H_1 : Terdapat perbedaan berat badan sebelum mengonsumsi obat penambah berat badan merek *A* dan sesudah mengonsumsi obat penambah berat badan merek *A* selama satu minggu atau dapat dinyatakan $P(+) \neq P(-)$.

Tahap Kedua

Tahap kedua adalah menentukan tingkat signifikansi yang nantinya akan dibandingkan dengan nilai probabilitas kumulatif dari nilai X . Tingkat signifikansi yang digunakan dalam kasus ini adalah $\alpha = 5\%$ atau $\alpha = 0,05$.

Tahap Ketiga

Tahap ketiga adalah menghitung nilai probabilitas kumulatif dari nilai X .

Tabel 1.4

Nama	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
X	45	55	57	54	65	72	80	44	67	60	65	75	67	66	62
Y	50	60	60	65	63	80	90	50	65	60	75	80	85	70	65
Tanda	+	+	+	+	-	+	+	+	-	0	+	+	+	+	+

⇒ Pertama akan ditentukan tanda untuk setiap pasangan nilai data. Berdasarkan data pada Tabel 1.4, pasangan nilai data (45,50) diberi tanda positif (+) karena $50 - 45 > 0$,

pasangan nilai data (67,65) diberi tanda negatif $(-)$ karena $65 - 67 < 0$, dan seterusnya.

⇒ Selanjutnya akan ditentukan nilai dari n . Perhatikan bahwa n menyatakan jumlah dari tanda positif $(+)$ dan tanda negatif $(-)$. Berdasarkan Tabel 1.4, tanda positif $(+)$ berjumlah 12 dan tanda negatif $(-)$ berjumlah 2, sehingga nilai n adalah $12 + 2 = 14$.

⇒ Kemudian akan dihitung nilai probabilitas kumulatif dari nilai X . Perhatikan bahwa nilai X menyatakan jumlah tanda yang paling sedikit, yakni antara tanda positif $(+)$ atau tanda negatif $(-)$. Diketahui jumlah tanda positif sebanyak 12 dan jumlah tanda negatif $(-)$ sebanyak 2, sehingga nilai X adalah 2. Berikut akan dihitung nilai probabilitas kumulatif (p -value) dari nilai $X = 2$.

$$2 \left[\sum_{i=0}^x \binom{n}{i} \left(\frac{1}{2}\right)^i \left(\frac{1}{2}\right)^{n-i} \right]$$

$$2 \left[\binom{14}{0} \left(\frac{1}{2}\right)^0 \left(\frac{1}{2}\right)^{14} + \binom{14}{1} \left(\frac{1}{2}\right)^1 \left(\frac{1}{2}\right)^{13} + \binom{14}{2} \left(\frac{1}{2}\right)^2 \left(\frac{1}{2}\right)^{12} \right]$$

$$2[0,000061 + 0,000855 + 0,005554]$$

$$0,013.$$

Tahap Keempat

Tahap keempat adalah pengambilan keputusan terhadap hipotesis.

Jika nilai probabilitas kumulatif dari $X \geq \alpha$, maka H_0 diterima, H_1 ditolak.

Jika nilai probabilitas kumulatif dari $X < \alpha$, maka H_1 diterima, H_0 ditolak.

Berdasarkan perhitungan, diperoleh nilai probabilitas kumulatif untuk $X = 2$ adalah 0,013, dan tingkat signifikansi yang akan dibandingkan adalah 0,05. Karena nilai probabilitas kumulatif untuk $X = 2$, yakni 0,013, lebih kecil dari nilai tingkat signifikansi, yakni 0,05, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Ini berarti pernyataan mengenai “terdapat perbedaan berat badan sebelum mengkonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ dan sesudah mengkonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ selama satu minggu” dapat diterima pada tingkat signifikansi 5%. Dengan kata lain, terdapat pengaruh yang signifikan secara statistika mengenai berat badan, sebelum dan setelah mengkonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ selama satu minggu.

UJI WILCOXON

Uji peringkat bertanda Wilcoxon dikembangkan oleh Frank Wilcoxon. Uji peringkat bertanda Wilcoxon dan uji tanda sama-sama menguji dua buah populasi berpasangan. Pada uji tanda hanya memperhatikan arah (*direction*) dari selisih untuk setiap pasangan nilai data, sedangkan pada uji Wilcoxon, selain memperhatikan arah (tanda positif (+) atau tanda negatif (-)) dari selisih untuk setiap pasangan nilai data, juga mengukur jarak atau besar (*magnitude*) dari selisih untuk setiap pasangan nilai data. Oleh karena itu, uji peringkat bertanda Wilcoxon lebih banyak memberikan informasi dibandingkan uji tanda. Misalkan diberikan data mengenai berat badan sebelum mengonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ dan sesudah mengonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ selama satu minggu.

Tabel 2.1

Nama	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Total
<i>P</i>	45 kg	50 kg	35 kg	45 kg	54 kg	44 kg	41 kg	44 kg	35 kg	
<i>Q</i>	44 kg	50 kg	37 kg	50 kg	57 kg	48 kg	45 kg	44 kg	35 kg	
$Q - P$	-1	0	+2	+5	+3	+4	+4	0	0	
$ Q - P $	1		2	5	3	4	4			
Ranking	1		2	6	3	4,5	4,5			
Tanda +			2	6	3	4,5	4,5			20
Tanda -	1									1

Pada uji peringkat bertanda Wilcoxon, pertama dihitung selisih untuk setiap pasangan nilai data. Perhatikan bahwa pada Tabel 2.1 untuk baris $Q - P$, dihitung selisih untuk setiap pasangan nilai data. Pada uji tanda, selisih untuk pasangan nilai data hanya dinyatakan oleh tanda positif (+), tanda negatif (−), atau nilai 0, sedangkan pada uji peringkat bertanda Wilcoxon, selain memperhatikan tanda dari selisih untuk pasangan nilai data, uji peringkat bertanda Wilcoxon juga mengukur jarak atau besar (*magnitude*) dari selisih untuk pasangan nilai data. Selanjutnya, nilai selisih untuk setiap pasangan nilai data diabsolutkan, seperti pada baris $|Q - P|$ pada Tabel 2.1. Pada uji peringkat bertanda Wilcoxon, nilai $Q - P = 0$ tidak diikutsertakan dalam analisis lebih lanjut. Kemudian, nilai absolut dari selisih untuk setiap pasangan nilai data diberi ranking atau peringkat, seperti pada baris Ranking pada Tabel 2.1. Selanjutnya nilai ranking tersebut dikelompokkan berdasarkan tanda positif (+) atau tanda negatif (−), seperti pada baris Tanda + dan Tanda − pada Tabel 2.1. Perhatikan bahwa, berdasarkan Tabel 2.1, jumlah ranking untuk tanda positif (+) sebanyak 20, sedangkan jumlah ranking untuk tanda negatif (−) sebanyak 1.

Uji statistik yang digunakan pada uji peringkat bertanda Wilcoxon adalah uji statistik Wilcoxon (W_{hitung}). Nilai statistik dari uji Wilcoxon merupakan nilai dari jumlah ranking yang paling kecil, yakni antara jumlah ranking untuk tanda positif (+) atau jumlah ranking untuk tanda negatif (−). Berdasarkan Tabel 2.1, nilai

statistik dari uji Wilcoxon adalah $W_{hitung} = \min(20; 1) = 1$. Setelah diperoleh nilai statistik dari uji Wilcoxon (W_{hitung}), kemudian menentukan nilai kritis Wilcoxon (W_{kritis}) yang diperoleh berdasarkan tabel distribusi Wilcoxon. Berikut aturan pengambilan keputusan terhadap hipotesis.

*Jika $W_{hitung} \leq W_{kritis}$, H_1 diterima dan H_0 ditolak.
Jika $W_{hitung} > W_{kritis}$, H_0 diterima dan H_1 ditolak.*

Selain itu, penyelesaian pada uji peringkat bertanda Wilcoxon dapat diselesaikan dengan pendekatan normal atau uji statistik Z. jika ukuran sampel cukup besar (*moderately large*), yakni ukuran sampel lebih dari 20, maka pendekatan normal dapat digunakan. Montgomery dan Runger (2014:364) menyatakan sebagai berikut.

“If the sample size is moderately large, say, $n > 20$, it can be shown that W^+ (or W^-) has approximately a normal distribution with mean

$$\mu_{W^+} = \frac{n(n+1)}{4}, \text{ and variance } \sigma_{W^+}^2 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{24}.”$$

Nilai statistik dari uji Wilcoxon terlebih dahulu ditransformasi ke dalam bentuk nilai normal Z terstandarisasi. Berikut rumus untuk mentransformasi nilai statistik dari uji Wilcoxon ke dalam bentuk nilai normal Z terstandarisasi.

$$Z = \frac{W_{hitung} - \left[\frac{(n)(n+1)}{4} \right]}{\sqrt{\frac{(n)(n+1)(2n+1)}{24}}}$$

Setelah memperoleh nilai normal Z terstandarisasi, kemudian pengambilan keputusan terhadap hipotesis dapat ditentukan dengan cara membandingkan probabilitas kumulatif dari nilai normal Z terstandarisasi terhadap tingkat signifikansi (α) yang digunakan.

Jika nilai probabilitas kumulatif dari $Z \geq \alpha$, maka H_0 diterima, H_1 ditolak.

Jika nilai probabilitas kumulatif dari $Z < \alpha$, maka H_1 diterima, H_0 ditolak.

Tabel 2.2 menyajikan nilai probabilitas kumulatif dari nilai normal Z .

Tabel 2.2 Test Statistics ^b		Nilai $Z = -3,113$ merupakan hasil transformasi dari nilai statistik dari uji Wilcoxon. <i>Asymp. Sig. (2-tailed)</i> merupakan nilai probabilitas kumulatif Z .
	sesudah - sebelum	
Z	-3.113 ^a	
Asymp. Sig. (2-tailed)	.002	

a. Based on negative ranks.
b. Wilcoxon Signed Ranks Test

Contoh yang sama pada uji tanda akan diselesaikan dengan uji peringkat bertanda Wilcoxon. Misalkan seorang ahli farmasi ingin mengetahui ada tidaknya pengaruh yang signifikan secara statistika mengenai berat badan, sebelum mengkonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ dan sesudah mengkonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ selama satu minggu.

Tahap Pertama

Tahap pertama adalah perumusan hipotesis. Berikut perumusan hipotesis.

H_0 : Tidak terdapat perbedaan berat badan sebelum mengonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ dan sesudah mengonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ selama satu minggu atau dapat dinyatakan $\mu_X = \mu_Y$.

H_1 : Terdapat perbedaan berat badan sebelum mengonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ dan sesudah mengonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ selama satu minggu atau dapat dinyatakan $\mu_X \neq \mu_Y$.

Tahap Kedua

Tahap kedua adalah menghitung nilai kritis Wilcoxon (W_{kritis}) berdasarkan tabel distribusi Wilcoxon. Diketahui banyaknya nilai $Q - P$ yang bertanda positif dan negatif, yakni n adalah 14 (lihat Tabel 2.3). Nilai kritis Wilcoxon dengan tingkat signifikansi 5% dan $n = 14$ adalah 21 (lihat tabel distribusi Wilcoxon untuk menentukan nilai kritis Wilcoxon).

Tahap Ketiga

Tahap ketiga adalah menghitung nilai statistik dari uji Wilcoxon (W_{hitung}).

Tabel 2.3

Nomor	Nama	Berat Badan (kg)		$Y - X$	$ Y - X $	Ranking	Tanda	
		X	Y				+	-
1	A	45	50	+5	5	7	7	
2	B	55	60	+5	5	7	7	
3	C	57	60	+3	3	3,5	3,5	
4	D	54	65	+11	11	13	13	
5	E	65	63	-2	2	1,5		1,5
6	F	72	80	+8	8	10	10	
7	G	80	90	+10	10	11,5	11,5	
8	H	44	50	+6	6	9	9	
9	I	67	65	-2	2	1,5		1,5
10	J	60	60	0				
11	K	65	75	+10	10	11,5	11,5	
12	L	75	80	5	5	7	7	
13	M	67	85	+18	18	14	14	
14	N	66	70	+4	4	5	5	
15	O	62	65	+3	3	3,5	3,5	
		JUMLAH				105	102	3

⇒ Nilai absolut dari selisih untuk setiap pasangan data diberi ranking atau peringkat. Berdasarkan data pada Tabel 2.3, data $|Y - X|$ secara berurutan adalah 5, 5, 3, 11, 2, 8, 10, 6, 2, 10, 5, 18, 4, dan 3. Data $|Y - X|$ yang bernilai 0 tidak diikuti dalam analisis. Selanjutnya data tersebut diurutkan dari yang paling kecil sampai yang paling besar (lihat Tabel 2.4).

Tabel 2.4 Data $|Y - X|$ setelah Diurutkan

Urutan ke	$ Y - X $	Urutan ke	$ Y - X $
1	2	8	5
2	2	9	7
3	3	10	8
4	3	11	10
5	4	12	10
6	5	13	11
7	5	14	18

Data $|Y - X|$ dengan nilai 2 terdapat dua buah, yakni berada pada urutan ke-1 dan urutan ke-2. Data $|Y - X|$ dengan nilai 18 berada pada urutan terakhir, yakni urutan ke-14.

Nilai ranking untuk data $|Y - X|$ dengan nilai 2 adalah 1,5. Nilai ranking tersebut merupakan rata-rata dari nilai urutan data $|Y - X|$ dengan nilai 2.

$$\frac{1 + 2}{2} = 1,5.$$

Data $|Y - X|$ dengan nilai 5 terdapat tiga buah, yakni berada pada urutan 6,7, dan 8. Nilai ranking untuk data $|Y - X|$ dengan nilai 5 adalah 7. Nilai ranking tersebut merupakan rata-rata dari urutan data $|Y - X|$ dengan nilai 5.

$$\frac{6 + 7 + 8}{3} = 7.$$

⇒ Selanjutnya nilai ranking dikelompokkan berdasarkan tanda positif (+) atau tanda negatif (-). Jika $(Y - X)$ bernilai negatif, maka nilai ranking dikelompokkan ke dalam kelompok tanda negatif (-). Jika $(Y - X)$ bernilai positif, maka nilai ranking dikelompokkan ke dalam kelompok tanda positif (+). Sebagai contoh $(Y - X) = -2$ memiliki nilai ranking 1,5. Karena $(Y - X)$ bernilai negatif, yakni -2 , maka nilai ranking 1,5 dikelompokkan

ke dalam kelompok tanda negatif (-). Perhatikan juga bahwa $(Y - X) = 11$ memiliki ranking 13. Karena $(Y - X)$ bernilai positif, yakni 11, maka nilai ranking 13 dikelompokkan ke dalam kelompok tanda positif (+).

⇒ Kemudian menentukan nilai n . Perhatikan bahwa merupakan banyaknya nilai $Y - X$ yang bertanda positif (+) atau negatif (-). Berdasarkan data pada Tabel 2.3, nilai selisih $Y - X > 0$ berjumlah 12, sedangkan nilai selisih $Y - X < 0$ berjumlah 2, sehingga nilai n adalah $2 + 12 = 14$.

⇒ Selanjutnya menjumlahkan ranking berdasarkan tanda positif (+) dan tanda negatif (-). Berdasarkan data pada Tabel 2.3, jumlah ranking untuk tanda positif (+) adalah 102 dan jumlah ranking untuk tanda negatif (-) adalah 3. Nilai statistik dari uji Wilcoxon merupakan nilai dengan jumlah ranking yang paling kecil, yakni antara jumlah ranking untuk tanda positif (+) atau jumlah ranking untuk tanda negatif (-). Berdasarkan Tabel 2.3, nilai statistik dari uji Wilcoxon adalah $W_{hitung} = \min(102; 3) = 3$.

Tahap Keempat

Tahap keempat adalah pengambilan keputusan terhadap hipotesis. Berikut aturan dalam pengambilan keputusan terhadap hipotesis.

*Jika $W_{hitung} \leq W_{kritis}$, H_1 diterima dan H_0 ditolak.
Jika $W_{hitung} > W_{kritis}$, H_0 diterima dan H_1 ditolak.*

Diketahui nilai statistik dari uji Wilcoxon adalah 3 dan nilai kritis Wilcoxon adalah 21. Karena nilai statistik dari uji Wilcoxon, yakni 3 lebih kecil dari nilai kritis Wilcoxon, yakni 21, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Ini berarti pernyataan mengenai “terdapat perbedaan yang signifikan (secara statistika) mengenai berat badan, sebelum mengkonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ dan sesudah mengkonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ selama satu minggu” dapat diterima pada tingkat signifikansi 5%.

Penyelesaian dengan Pendekatan Normal

Lakukan transformasi terhadap nilai statistik dari uji Wilcoxon menjadi nilai normal Z terstandarisasi. Berikut rumus untuk mentransformasi nilai statistik dari uji Wilcoxon menjadi nilai normal Z terstandarisasi.

$$Z = \frac{W_{hitung} - \left[\frac{(n)(n+1)}{4} \right]}{\sqrt{\frac{(n)(n+1)(2n+1)}{24}}}$$

Berdasarkan perhitungan sebelumnya, nilai statistik dari uji Wilcoxon adalah 3, sehingga

$$Z = \frac{3 - \left[\frac{(14)(14+1)}{4} \right]}{\sqrt{\frac{(14)(14+1)(2 \times 14 + 1)}{24}}}$$

$$Z = \frac{-49,5}{15,92953232}$$

$$Z = -3,108 \text{ atau } -3,11.$$

Nilai normal Z terstandarisasi adalah $-3,11$. Nilai probabilitas kumulatif dari $Z = -3,11$ berdasarkan tabel **distribusi normal kumulatif** adalah $0,0009$. Dengan *Microsoft Excel* dapat dihitung sebagai berikut (Gambar 2.1).

D	E
Z	Probabilitas Kumulatif
-3.11	0.000935437

Gambar 2.1

Karena pengujian hipotesis dua arah, maka nilai probabilitas kumulatif yang akan dibandingkan dengan tingkat signifikansi adalah

$$2 \times 0,0009 = 0,0018 \text{ atau } 0,002.$$

Perhatikan bahwa karena nilai probabilitas kumulatif $0,002 < \alpha = 0,05$, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Ini berarti pernyataan mengenai “terdapat perbedaan yang signifikan secara statistika mengenai berat badan, sebelum mengkonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ dan sesudah mengkonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ selama satu minggu” dapat diterima pada tingkat signifikansi 5%.

BAB 3

UJI MANN-WHITNEY

Uji Mann-Whitney merupakan uji nonparametrik yang digunakan untuk menguji ada tidaknya perbedaan dari dua populasi yang saling independen. Uji Mann-Whitney merupakan alternatif dari uji t untuk dua populasi independen ketika asumsi normalitas populasi tidak terpenuhi.

Sebagai contoh kasus, andaikan seorang dosen ingin meneliti mengenai ada tidaknya perbedaan yang signifikan secara statistika pada nilai ujian matakuliah kalkulus antara mahasiswa jurusan matematika dan mahasiswa jurusan statistika. Untuk keperluan penelitian, dosen tersebut mengambil sampel sebanyak 8 nilai ujian matakuliah kalkulus yang terdiri dari 4 nilai ujian matakuliah kalkulus mahasiswa jurusan matematika dan 4 nilai ujian matakuliah kalkulus mahasiswa jurusan statistika. Data disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 (Data Fiktif)

Nama	X	$R(X)$	Nama	Y	$R(Y)$
Ugi	65	2	Andi	80	5,5
Mifdhal	68	3	Firdaus	90	7
Iqbal	70	4	Joko	95	8
Alan	80	5,5	Mamat	50	1
Total $R(X)$		14,5	Total $R(Y)$		21,5

Berdasarkan data pada Tabel 3.1, misalkan X merupakan sampel nilai ujian matakuliah kalkulus mahasiswa jurusan matematika, sedangkan Y merupakan sampel nilai ujian matakuliah kalkulus mahasiswa jurusan statistika. Pada uji Mann-Whitney perlu ditentukan nilai ranking untuk masing-masing nilai data dari kedua sampel. Untuk menentukan nilai ranking dari masing-masing nilai data dari kedua sampel, gabungkan seluruh nilai data dari kedua sampel. Selanjutnya, sajikan nilai-nilai tersebut dimulai dari nilai yang paling kecil hingga nilai yang paling besar. Perhatikan Tabel 3.2.

Tabel 3.2

Urutan	1	2	3	4	5	6	7	8
Nilai	50	65	68	70	80	80	90	95
Ranking	1	2	3	4	5,5	5,5	7	8

Berdasarkan data pada Tabel 3.2, nilai 50 berada pada urutan pertama karena nilai tersebut merupakan nilai paling kecil, sedangkan nilai 80 berada pada urutan kelima dan keenam. Selanjutnya, untuk setiap nilai data dari kedua sampel diberi ranking. Untuk nilai data 50 diberi ranking 1, karena terletak pada

urutan pertama. Namun perhatikan bahwa untuk nilai data 80 diberi ranking 5,5. Perhatikan bahwa nilai data 80 terletak pada urutan kelima dan keenam, sehingga

$$\text{nilai ranking } 80 = \frac{5 + 6}{2} = 5,5.$$

Setelah masing-masing nilai data dari kedua sampel diberi ranking, maka jumlahkan ranking untuk masing-masing sampel. Berdasarkan Tabel 3.1, jumlah ranking nilai ujian matakuliah kalkulus untuk sampel mahasiswa jurusan matematika ($R(X)$) adalah 14,5, sedangkan jumlah ranking nilai ujian matakuliah kalkulus untuk sampel mahasiswa jurusan statistika ($R(Y)$) adalah 21,5. Setelah menghitung jumlah ranking untuk masing-masing nilai data dari kedua sampel, maka akan ditentukan nilai statistik dari uji Mann-Whitney (U_{hitung}).

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{(n_1)(n_1 + 1)}{2} - R_1$$

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{(n_2)(n_2 + 1)}{2} - R_2.$$

Perhatikan bahwa n_1 menyatakan jumlah elemen atau pengamatan pada sampel pertama, n_2 menyatakan jumlah elemen atau pengamatan pada sampel kedua, R_1 menyatakan jumlah ranking pada sampel pertama, dan R_2 menyatakan jumlah ranking pada sampel kedua. Nilai statistik dari uji Mann-Whitney merupakan $U_{hitung} = \text{minimum}(U_1, U_2)$. Setelah memperoleh nilai statistik dari uji Mann-Whitney, kemudian dibandingkan dengan nilai

kritis Mann-Whitney (U_{kritis}) berdasarkan tabel distribusi Mann-Whitney. Berikut aturan pengambilan keputusan terhadap hipotesis.

$$\begin{aligned} U_{hitung} &\leq U_{kritis}, H_1 \text{ diterima}, H_0 \text{ ditolak.} \\ U_{hitung} &> U_{kritis}, H_0 \text{ diterima}, H_1 \text{ ditolak.} \end{aligned}$$

Selain itu, penyelesaian pada uji Mann-Whitney dapat diselesaikan dengan pendekatan normal atau uji statistik Z . Jika ukuran sampel cukup besar (*moderately large*), yakni n_1 dan n_2 lebih besar dari 8, maka pendekatan normal dapat digunakan. Montgomery dan Runger (2014:398) menyatakan sebagai berikut.

“When both n_1 and n_2 are moderately large, say, more than eight, the distribution of w_1 can be well approximated by normal distribution with mean

$$\mu_{w_1} = \frac{n_1(n_1 + n_2 + 1)}{2}$$

and variance

$$\sigma_{w_1}^2 = \frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}$$

Therefore, for n_1 and $n_2 > 8$, we could use $Z_0 = \frac{W_1 - \mu_{w_1}}{\sigma_{w_1}}$. ”

Nilai statistik dari uji Mann-Whitney terlebih dahulu ditransformasi ke dalam bentuk nilai normal Z terstandarisasi. Berikut rumus untuk mentransformasi nilai statistik dari uji Mann-Whitney ke dalam bentuk nilai normal Z terstandarisasi.

$$Z = \frac{U - \left[\frac{n_1 n_2}{2} \right]}{\sqrt{\frac{(n_1)(n_2)(n_1 + n_2 + 1)}{12}}}$$

Setelah memperoleh nilai normal Z terstandarisasi, kemudian pengambilan keputusan terhadap hipotesis dapat ditentukan dengan cara membandingkan probabilitas kumulatif dari nilai normal Z terstandarisasi terhadap tingkat signifikansi yang digunakan. Tabel 3.3 menyajikan nilai probabilitas kumulatif dari nilai normal Z terstandarisasi.

Tabel 3.3

Test Statistics^b

	nilai
Mann-Whitney U	17.500
Wilcoxon W	72.500
Z	-2.497
Asymp. Sig. (2-tailed)	.013
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.011 ^a

Mann-Whitney U merupakan nilai statistik dari uji Mann-Whitney. *Asymp. Sig. (2-tailed)* merupakan nilai probabilitas dari nilai normal $Z = -2,497$ terstandarisasi.

Sebagai contoh kasus, misalkan seorang dosen ingin meneliti mengenai ada tidaknya perbedaan yang signifikan secara statistika pada nilai ujian matakuliah kalkulus antara mahasiswa jurusan matematika dan mahasiswa jurusan statistika. Untuk keperluan penelitian, dosen tersebut mengambil sampel sebanyak 20 nilai ujian matakuliah kalkulus yang terdiri dari 10 nilai ujian matakuliah kalkulus mahasiswa jurusan matematika dan 10 nilai ujian matakuliah kalkulus mahasiswa jurusan statistika. Data yang telah dikumpulkan disajikan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 (Data Fiktif)

Nama Siswa Jurusan Matematika	X	Nama Siswa Jurusan Statistika	Y
Ugi	65	Andi	85
Mifdhal	68	Firdaus	75
Iqbal	70	Joko	75
Alan	80	Mamat	80
John	75	Dani	75
Andre	72	Darma	75
Ridho	65	Febri	75
Hanafi	60	Oman	80
Romi	88	Wily	90
Hasoloan	70	Wawan	85

Berdasarkan data pada Tabel 3.4, misalkan X merupakan sampel nilai ujian matakuliah kalkulus mahasiswa jurusan matematika, sedangkan Y merupakan sampel nilai ujian matakuliah kalkulus mahasiswa jurusan statistika. Dalam hal ini, Uji Mann-Whitney digunakan untuk menguji apakah terdapat perbedaan yang signifikan secara statistika mengenai nilai ujian matakuliah kalkulus antara mahasiswa jurusan matematika dengan jurusan statistika.

Tahap Pertama

Tahap pertama adalah perumusan hipotesis. Berikut perumusan hipotesis.

H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistika mengenai nilai ujian matakuliah kalkulus antara mahasiswa jurusan matematika dan mahasiswa jurusan statistika.

H_1 : Terdapat perbedaan yang signifikan secara statistika mengenai nilai ujian matakuliah kalkulus antara mahasiswa jurusan matematika dan mahasiswa jurusan statistika.

Tahap Kedua

Tahap kedua adalah menentukan nilai kritis Mann-Whitney (U_{kritis}) berdasarkan tabel distribusi Mann-Whitney. Diketahui jumlah nilai data dalam sampel nilai ujian matakuliah kalkulus jurusan matematika (n_1) adalah 10, jurusan statistika (n_2) adalah 10, dan tingkat signifikansi 0,05, sehingga nilai kritis Mann-Whitney berdasarkan tabel distribusi Mann-Whitney adalah 23.

Tahap Ketiga

Tahap ketiga adalah menghitung nilai statistik dari uji Mann-Whitney (U_{hitung}).

Tabel 3.5

											Total
Nama	Ugi	Mifdhal	Iqbal	Alan	John	Andre	Ridho	Hanafi	Romi	Hasoloan	
X	65	68	70	80	75	72	65	60	88	70	
$R(X)$	2,5	4	5,5	15	10,5	7	2,5	1	19	5,5	72,5
Nama	Andi	Firdaus	Joko	Mamat	Dani	Darma	Febri	Oman	Wily	Wawan	
Y	85	75	75	80	75	75	75	80	90	85	
$R(Y)$	17,5	10,5	10,5	15	10,5	10,5	10,5	15	20	17,5	137,5

⇒ Gabungkan seluruh nilai ujian matakuliah kalkulus antara mahasiswa jurusan matematika dan mahasiswa jurusan statistika (Tabel 3.6).

Tabel 3.6

Nama	Ugi	Mirdhal	Iqbal	Alan	John	Andre	Ridho	Hanafi	Romi	Hasoloari
Nilai	65	68	70	80	75	72	65	60	88	70
Nama	Andi	Firdaus	Joko	Mamat	Dani	Darma	Febri	Oman	Wily	Wawan
Nilai	85	75	75	80	75	75	75	80	90	85

⇒ Urutkan nilai ujian matakuliah kalkulus dari yang paling kecil sampai yang paling besar (Tabel 3.7).

Nilai Hanafi adalah 60. Nilai 60 merupakan nilai yang paling kecil, sehingga nilai 60 berada pada urutan pertama (Tabel 3.7). Nilai Ugi dan Ridho adalah sama, yakni 65. Nilai 65 berada pada urutan kedua dan ketiga. Nilai Wily adalah 90. Nilai 90 adalah nilai yang paling besar, sehingga nilai 90 terletak pada urutan terakhir, yakni urutan kedupuluh.

⇒ Selanjutnya beri ranking untuk setiap nilai ujian matakuliah kalkulus. Nilai ujian matakuliah kalkulus 65 terdapat dua buah nilai, yakni pada urutan kedua dan urutan ketiga, sehingga ranking untuk nilai ujian matakuliah kalkulus 65 adalah

$$\frac{2 + 3}{2} = 2,5.$$

Jadi, nilai ujian matakuliah kalkulus 60 diberi ranking 2,5. Untuk nilai ujian matakuliah kalkulus 75 terdapat enam buah nilai, yakni pada urutan kedelapan sampai dengan

urutan ketigabelas, sehingga ranking untuk nilai ujian matakuliah kalkulus 75 adalah

$$\frac{8 + 9 + 10 + 11 + 12 + 13}{6} = \frac{63}{3} = 10,5,$$

dan seterusnya.

Tabel 3.7

Urutan ke	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nama	Hanafi	Ugi	Ridho	Mirdhal	Iqbal	Hasoloan	Andre	John	Firdaus	Joko
Nilai	60	65	65	68	70	70	72	75	75	75
Urutan ke	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Nama	Dani	Darma	Febri	Alan	Mamat	Oman	Andi	Wawan	Romi	Wily
Nilai	75	75	75	80	80	80	85	85	88	90

⇒ Jumlahkan ranking berdasarkan masing-masing jurusan.

Berdasarkan Tabel 3.5, jumlah ranking nilai ujian matakuliah kalkulus mahasiswa jurusan matematika $R(X)$ adalah 72,5 dan jumlah ranking nilai ujian matakuliah kalkulus mahasiswa jurusan statistika $R(Y)$ adalah 137,5. Selanjutnya menghitung nilai U_1 dan U_2 .

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{(n_1)(n_1 + 1)}{2} - R_1$$

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{(n_2)(n_2 + 1)}{2} - R_2$$

$$U_1 = (10)(10) + \frac{(10)(10 + 1)}{2} - 72,5 = 82,5$$

$$U_2 = (10)(10) + \frac{(10)(10 + 1)}{2} - 137,5 = 17,5.$$

Sehingga nilai statistik dari uji Mann-Whitney adalah

$$U_{hitung} = \min(82,5 : 17,5) = 17,5.$$

Tahap Keempat

Tahap keempat adalah pengambilan keputusan terhadap hipotesis. Berikut aturan pengambilan keputusan terhadap hipotesis.

$$\begin{aligned} U_{hitung} &\leq U_{kritis} , H_1 \text{ diterima}, H_0 \text{ ditolak.} \\ U_{hitung} &> U_{kritis} , H_0 \text{ diterima}, H_1 \text{ ditolak.} \end{aligned}$$

Diketahui nilai statistik dari uji Mann-Whitney adalah 17,5, sedangkan nilai kritis Mann-Whitney adalah 23. Karena nilai dari statistik dari uji Mann-Whitney, yakni 17,5 lebih kecil dari nilai kritis Mann-Whitney, yakni 23, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Ini berarti pernyataan mengenai “terdapat perbedaan yang signifikan secara statistika mengenai nilai ujian matakuliah kalkulus antara mahasiswa jurusan matematika dan mahasiswa jurusan statistika” dapat diterima pada tingkat signifikansi 5%.

Penyelesaian dengan Pendekatan Normal

Lakukan transformasi nilai statistik dari uji Mann-Whitney menjadi nilai normal Z terstandarisasi. Berikut rumus untuk mentransformasi nilai statistik dari uji Mann-Whitney menjadi nilai normal Z terstandarisasi.

$$Z = \frac{U_{hitung} - \left[\frac{n_1 n_2}{2} \right]}{\sqrt{\frac{(n_1)(n_2)(n_1 + n_2 + 1)}{12}}}.$$

Berdasarkan perhitungan sebelumnya, nilai statistik dari uji Mann-Whitney adalah 17,5, sehingga

$$Z = \frac{17,5 - \left[\frac{(10)(10)}{2} \right]}{\sqrt{\frac{(10)(10)(10+10+1)}{12}}}$$

$$Z = \frac{-32,5}{13,22876}$$

$$Z = -2,456 \text{ atau } -2,46.$$

Berdasarkan perhitungan diperoleh nilai normal Z terstandarisasi adalah $-2,46$. Nilai probabilitas kumulatif dari $Z = -2,46$ berdasarkan **tabel distribusi normal kumulatif** adalah $0,0069$. Diketahui pengujian hipotesis dua arah, sehingga probabilitas kumulatif yang akan dibandingkan dengan tingkat signifikansi adalah

$$2 \times 0,0069 = 0,0138 \text{ atau } 0,014.$$

Karena nilai probabilitas kumulatif, yakni $0,014 < \alpha = 0,05$, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Ini berarti pernyataan “terdapat perbedaan nilai ujian matakuliah kalkulus antara mahasiswa jurusan statistika dan mahasiswa jurusan matematika” dapat diterima pada tingkat signifikansi 5%.

UJI MCNEMAR

Uji McNemar merupakan uji nonparametrik yang digunakan untuk menguji dua buah populasi yang saling berpasangan. Pada uji McNemar, sekelompok subjek penelitian (misalkan sekelompok orang) memberikan suatu penilaian sebelum dan sesudah perlakuan. Masing-masing subjek penelitian hanya memiliki dua macam penilaian (*dichotomous outcomes*) untuk setiap perlakuan yang diberikan. Dua penilaian tersebut bersifat saling berlawanan atau dikotomi. Contoh dari dua penilaian yang bersifat saling berlawanan, yakni “benar atau salah”, “sukses atau gagal”, “ikut atau tidak ikut”, “datang atau tidak datang”, “sulit atau tidak sulit”, dan sebagainya. Misalkan “1” menyatakan kejadian “sukses”, sedangkan “0” menyatakan kejadian “gagal”. Kemudian misalkan (X, Y) menyatakan pasangan pengamatan/kejadian, dengan X menyatakan kejadian sebelum perlakuan, sedangkan Y menyatakan kejadian setelah perlakuan, maka $(X = 1, Y = 0)$ berarti kejadian sebelum perlakuan adalah sukses, sedangkan setelah perlakuan gagal, $(X = 0, Y = 0)$ berarti kejadian sebelum perlakuan adalah gagal dan setelah perlakuan juga gagal, dan seterusnya.

Hipotesis nol pada uji McNemar menyatakan tidak terdapat perbedaan efek atau pengaruh sebelum dan sesudah perlakuan.

Dengan kata lain, probabilitas dari kejadian $(X = 1, Y = 0)$ atau $P(X = 1, Y = 0)$ sama dengan probabilitas untuk kejadian $(X = 0, Y = 1)$ atau $P(X = 0, Y = 1)$.

Hipotesis alternatif menyatakan terdapat perbedaan efek atau pengaruh sebelum dan sesudah perlakuan. Dengan kata lain, probabilitas dari kejadian $(X = 1, Y = 0)$ atau $P(X = 1, Y = 0)$ berbeda dengan probabilitas untuk kejadian $(X = 0, Y = 1)$ atau $P(X = 0, Y = 1)$. Dalam uji McNemar, data disajikan dalam tabel kontingensi 2×2 . Berikut disajikan tabel kontingensi 2×2 .

Tabel 4.1

		Sesudah Perlakuan	
		0	1
Sebelum Perlakuan	0	a	b
	1	c	d

Berdasarkan tabel kontingensi (Tabel 4.1), a merupakan jumlah subjek penelitian yang memberikan respon “0” sebelum perlakuan dan sesudah perlakuan, yang dinyatakan $(0,0)$, b merupakan jumlah subjek penelitian yang memberikan respon “0” sebelum perlakuan dan respon “1” setelah perlakuan, yang dinyatakan $(0,1)$, dan seterusnya. Conover (1999), Kvam dan Vidakovic (2007) mengemukakan ketika $b + c > 20$, maka nilai statistik dari uji McNemar (T_1) dihitung dengan rumus

$$T_1 = \frac{(b - c)^2}{b + c},$$

Lebih lanjut, Conover (1999) menyatakan T_1 semakin mendekati distribusi chi-kuadrat ketika $(b + c)$ semakin besar, dengan derajat bebas 1. Untuk pengambilan keputusan terhadap hipotesis, nilai statistik dari uji McNemar (T_1) kemudian dibandingkan dengan nilai kritis chi-kuadrat (χ^2_{kritis}).

*Jika $T_1 \leq \chi^2_{kritis}$, H_0 diterima dan H_1 ditolak.
Jika $T_1 > \chi^2_{kritis}$, H_0 ditolak dan H_1 diterima.*

Pengambilan keputusan terhadap hipotesis juga dapat digunakan dengan pendekatan nilai probabilitas dari T_1 . Nilai probabilitas dari T_1 dibandingkan dengan tingkat signifikansi yang digunakan (α). Berikut aturan pengambilan keputusan terhadap hipotesis berdasarkan pendekatan nilai probabilitas.

Jika nilai probabilitas $T_1 \geq \alpha$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.

Jika nilai probabilitas $T_1 < \alpha$, maka H_1 diterima dan H_0 ditolak.

Rumus untuk menghitung nilai statistik dari uji McNemar (T_2), ketika $b + c \leq 20$ adalah sebagai berikut.

$$T_2 = 2 \left[\sum_{i=0}^X \binom{n}{i} p^i q^{n-i} \right].$$

Perhatikan bahwa $n = b + c$, sedangkan $X = \min(b, c)$. Berikut aturan pengambilan keputusan terhadap hipotesis.

*Jika $T_2 \geq \alpha$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.
 Jika $T_2 < \alpha$, maka H_1 diterima. dan H_0 ditolak.*

Sebagai contoh kasus, misalkan seorang peneliti sedang meneliti apakah dengan adanya tayangan iklan yang mempromosikan bumbu masakan merek A, terjadi pengaruh yang cukup signifikan terhadap penggunaan bumbu masakan merek A. Berikut data yang telah dikumpulkan oleh peneliti (Tabel 4.2).

Tabel 4.2 (Data Fiktif)

No.	Nama	Pemberian Motivasi			
		Sebelum Ada Iklan		Sesudah Ada Iklan	
1	Hanafi	0	Tidak Menggunakan	1	Menggunakan
2	Ridho	0	Tidak Menggunakan	1	Menggunakan
3	Niar	0	Tidak Menggunakan	1	Menggunakan
4	Fitri	0	Tidak Menggunakan	1	Menggunakan
5	Ugi	1	Menggunakan	0	Tidak Menggunakan
6	Romi	1	Menggunakan	1	Menggunakan
7	Mifdal	1	Menggunakan	1	Menggunakan
8	Iqbal	1	Menggunakan	1	Menggunakan
9	Suci	1	Menggunakan	1	Menggunakan
10	Melda	0	Tidak Menggunakan	1	Menggunakan
11	Evelin	0	Tidak Menggunakan	1	Menggunakan
12	Hasoloan	0	Tidak Menggunakan	1	Menggunakan
13	John	0	Tidak Menggunakan	0	Tidak Menggunakan
14	sri	0	Tidak Menggunakan	0	Tidak Menggunakan
15	alan	0	Tidak Menggunakan	1	Menggunakan

Berdasarkan data pada Tabel 4.2, seorang yang bernama Hanafi tidak menggunakan bumbu masakan merek A sebelum ada iklan

di televisi mengenai promosi bumbu masakan merek A. Namun setelah ada iklan di televisi mengenai bumbu masakan merek A, ia menggunakan bumbu masakan merek A. Perhatikan bahwa kejadian tersebut dapat dilambangkan dengan (0,1). Seorang yang bernama Ugi menggunakan bumbu masakan merek A sebelum ada iklan di televisi mengenai promosi bumbu masakan merek A. Namun, setelah ada iklan di televisi mengenai promosi bumbu masakan merek A, ia tidak lagi menggunakan bumbu masakan merek A. Perhatikan bahwa kejadian tersebut dapat dilambangkan dengan (1,0).

Dengan menggunakan tingkat signifikansi 5%, berikut akan digunakan uji McNemar untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh yang signifikan secara statistika terhadap penggunaan bumbu masakan merek A, setelah adanya iklan promosi.

Tahap Pertama

Tahap pertama adalah perumusan hipotesis. Berikut perumusan hipotesis.

$H_0 : P(0,1) = P(1,0)$ atau tidak terdapat pengaruh yang signifikan secara statistika pada penggunaan bumbu masakan merek A, setelah adanya iklan promosi.

$H_1 : P(0,1) \neq P(1,0)$ atau terdapat pengaruh yang signifikan secara statistika pada penggunaan bumbu masakan merek A, setelah adanya iklan promosi.

Tahap Kedua

Tahap kedua adalah menghitung nilai kritis chi-kuadrat (χ^2_{kritis}) berdasarkan tabel distribusi chi-kuadrat. Untuk menghitung nilai kritis chi-kuadrat, terlebih dahulu menghitung nilai derajat bebas.

$$\text{Derajat bebas} = k - 1.$$

Perhatikan bahwa k merupakan jumlah sampel. Dalam hal ini, nilai $k = 2$, sehingga derajat bebas $2 - 1 = 1$. Nilai kritis chi-kuadrat dengan derajat bebas 1 dan tingkat signifikansi 5% berdasarkan tabel distribusi chi-kuadrat adalah 3,841.

Tahap Ketiga

Tahap ketiga adalah menghitung nilai statistik dari uji McNemar. Berikut disajikan data dalam tabel kontingensi 2×2 .

Tabel 4.3

		Sesudah Ada Iklan	
		0	1
Sebelum Ada Iklan	0	2	8
	1	1	4

Berdasarkan Tabel 4.3, “0” menyatakan tidak menggunakan bumbu masakan merek A, sedangkan “1” menyatakan menggunakan bumbu masakan merek A. Diketahui terdapat 4 orang menggunakan bumbu masakan merek A sebelum dan setelah adanya iklan promosi. Terdapat 8 orang yang tidak menggunakan bumbu masakan merek A sebelum ada iklan

promosi. Namun, setelah ada iklan promosi, maka 8 orang tersebut beralih untuk menggunakan bumbu masakan merek A.

Perhatikan bahwa $b + c \leq 20$, yakni $1 + 8 \leq 20$, maka nilai statistik dari uji McNemar (T_2) dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$T_2 = 2 \left[\sum_{i=0}^X \binom{n}{i} p^i q^{n-i} \right].$$

Diketahui $n = 1 + 8 = 9$ dan $X = \min(1, 8) = 1$, sehingga

$$\begin{aligned} T_2 &= 2 \left[\sum_{i=0}^X \binom{n}{i} p^i q^{n-i} \right] = 2[P(X = 0) + P(X = 1)] \\ &= 2 \left[\binom{9}{0} \left(\frac{1}{2}\right)^0 \left(\frac{1}{2}\right)^9 + \binom{9}{1} \left(\frac{1}{2}\right)^1 \left(\frac{1}{2}\right)^8 \right] \\ &= 2[0,001953 + 0,017578] = 0,039. \end{aligned}$$

Berikut aturan pengambilan keputusan terhadap hipotesis.

*Jika $T_2 \geq \alpha$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.
Jika $T_2 < \alpha$, maka H_1 diterima dan H_0 ditolak.*

Karena nilai T_2 lebih kecil dari tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Hal ini berarti terdapat pengaruh yang signifikan secara statistika pada penggunaan bumbu masakan mereka A, setelah adanya iklan promosi pada tingkat signifikansi 5%.

KORELASI BERPERINGKAT SPEARMAN

Korelasi berperingkat Spearman merupakan suatu nilai yang mengukur keeratan suatu hubungan antara dua buah variabel, di mana nilai tersebut dihitung berdasarkan data ranking yang diperoleh berdasarkan data asli dari masing-masing variabel. Pada korelasi Pearson, nilai korelasi dihitung dengan menggunakan data asli, sedangkan nilai korelasi berperingkat Spearman dihitung dengan menggunakan data ranking yang diperoleh berdasarkan data aslinya. Berikut rumus untuk menghitung korelasi berperingkat Spearman (r_s).

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n D_i^2}{(n)(n^2 - 1)}.$$

Perhatikan bahwa r_s menyatakan nilai korelasi berperingkat Spearman, D_i menyatakan nilai selisih dari pasangan nilai data ranking ke- i , dan n menyatakan jumlah elemen dalam sampel. Setelah diperoleh nilai korelasi berperingkat Spearman (sampel), maka perlu diuji signifikansi dari korelasi berperingkat Spearman populasi (ρ_s). Untuk menguji signifikansi dari korelasi berperingkat Spearman populasi, digunakan uji t . Berikut rumus untuk menghitung nilai statistik dari uji t .

$$t = \frac{r_s \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_s^2}}.$$

Nilai statistik dari uji t kemudian dibandingkan dengan dengan nilai kritis t berdasarkan tabel distribusi t untuk pengambilan keputusan terhadap hipotesis. Hipotesis nol menyatakan tidak terdapat hubungan yang signifikan secara statistika antara variabel pertama dan variabel kedua. Secara matematis dinyatakan

$$H_0 : \rho_s = 0.$$

Hipotesis alternatif menyatakan terdapat hubungan yang signifikan secara statistika antara variabel pertama dan variabel kedua. Secara matematis dinyatakan

$$H_1 : \rho_s \neq 0.$$

Pengambilan keputusan terhadap hipotesis juga dapat dilakukan dengan pendekatan nilai probabilitas dari uji t . Nilai probabilitas dari uji t dibandingkan dengan tingkat signifikansi yang digunakan (α). Berikut aturan pengambilan keputusan terhadap hipotesis berdasarkan pendekatan nilai probabilitas.

Jika nilai probabilitas $\geq \alpha$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.

Jika nilai probabilitas $< \alpha$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

Sebagai contoh, misalkan seorang peneliti ingin mengukur keeratan hubungan antara jumlah jam belajar di luar waktu kuliah

dalam sehari dan nilai indeks prestasi mahasiswa. Peneliti tersebut mengambil sampel sebanyak 12 orang mahasiswa dan kemudian melakukan interview untuk mengetahui informasi mengenai jumlah jam belajar di luar waktu kuliah dalam sehari dan nilai indeks prestasi mahasiswa. Berikut data yang telah diperoleh.

Tabel 5.1 (Data Fiktif)

Mahasiswa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>X</i>	2	4	0	5	7	7	9	8	6	5	2	9
<i>Y</i>	1,5	2,8	1,2	2,9	3,3	3,25	3,7	3,8	3,1	3,3	2	3,9

Berdasarkan Tabel 5.1, *X* menyatakan jumlah jam belajar dalam sehari di luar waktu kuliah, sedangkan *Y* menyatakan nilai indeks prestasi mahasiswa. Berikut akan diuji apakah terdapat hubungan yang signifikan antara jumlah jam belajar dalam sehari di luar waktu kuliah terhadap nilai indeks prestasi mahasiswa pada tingkat signifikansi 5%.

Tahap Pertama

Tahap pertama adalah perumusan hipotesis. Berikut perumusan hipotesis.

$H_0 : \rho_s = 0$ atau tidak terdapat hubungan yang signifikan secara statistika antara jumlah jam belajar di luar waktu kuliah dalam sehari terhadap nilai indeks prestasi mahasiswa.

$H_1 : \rho_s \neq 0$ atau terdapat hubungan yang signifikan secara statistika antara jumlah jam belajar di luar waktu kuliah dalam sehari terhadap nilai indeks prestasi mahasiswa.

Tahap Kedua

Tahap kedua adalah menghitung nilai kritis t berdasarkan tabel distribusi t . Sebelum menghitung nilai kritis t , terlebih dahulu menghitung nilai derajat bebas. Berikut rumus untuk menghitung nilai derajat bebas.

$$\text{Derajat bebas} = n - 2.$$

Perhatikan bahwa n merupakan jumlah elemen dalam sampel, sehingga derajat bebas adalah $12 - 2 = 10$. Nilai kritis t dengan derajat bebas 10 dan tingkat signifikansi 5% adalah $\pm 2,228$.

Tahap Ketiga

Tahap ketiga adalah menghitung nilai statistik dari uji t .

Tabel 5.2

Mahasiswa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
X	2	4	0	5	7	7	9	8	6	5	2	9
Y	1,5	2,8	1,2	2,9	3,3	3,25	3,7	3,8	3,1	3,3	2	3,9
$R(X)$	2,5	4	1	5,5	8,5	8,5	11,5	10	7	5,5	2,5	11,5
$R(Y)$	2	4	1	5	8,5	7	10	11	6	8,5	3	12
$D = R(X) - R(Y)$	0,5	0	0	0,5	0	1,5	1,5	-1	1	-3	-0,5	-0,5
D^2	0,25	0	0	0,25	0	2,25	2,25	1	1	9	0,25	0,25

Berdasarkan Tabel 5.2, $R(X)$ merupakan ranking dari nilai X , sedangkan $R(Y)$ merupakan ranking dari nilai Y .

$$\sum_{i=1}^n D_i^2 = 0,25 + 0 + 0 + \dots + 9 + 0,25 + 0,25 = 16,5.$$

$\Rightarrow$ Urutkan nilai-nilai X dan Y dari yang terkecil hingga terbesar (Tabel 5.3).

Tabel 5.3

Urutan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
X	0	2	2	4	5	5	6	7	7	8	9	9

Berdasarkan Tabel 5.3, nilai $X = 0$ atau mahasiswa yang tidak pernah belajar berada pada urutan pertama. Mahasiswa yang belajar selama 6 jam atau $X = 6$ berada pada urutan ketujuh. Terdapat dua orang mahasiswa yang belajar selama 5 jam atau $X = 5$, yakni pada urutan kelima dan urutan keenam. Terdapat dua orang mahasiswa yang belajar selama 9 jam atau $X = 9$, yakni pada urutan kesebelas dan urutan keduabelas, dan seterusnya.

Tabel 5.4

Urutan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Y	1,2	1,5	2	2,8	2,9	3,1	3,25	3,3	3,3	3,7	3,8	3,9

Berdasarkan Tabel 5.4, mahasiswa dengan indeks prestasi 1,2 berada pada urutan pertama karena nilai tersebut paling kecil. Mahasiswa dengan indeks prestasi 3,9 terletak pada urutan keduabelas dengan urutan paling besar.

⇒ Selanjutnya memberi ranking untuk setiap nilai X dan nilai Y . Nilai $X = 2$ terdapat dua nilai, yakni pada urutan kedua dan urutan ketiga, sehingga ranking untuk nilai $X = 2$ adalah

$$\frac{2 + 3}{2} = 2,5.$$

Nilai $X = 7$ terdapat dua nilai, yakni pada urutan kedelapan dan urutan kesembilan, sehingga ranking untuk nilai $X = 7$ adalah

$$\frac{8 + 9}{2} = 8,5.$$

Nilai $Y = 3,3$ terdapat dua nilai, yakni urutan kedelapan dan urutan kesembilan, sehingga ranking untuk nilai $Y = 3,3$ adalah

$$\frac{8 + 9}{2} = 8,5.$$

- ⇒ Kemudian menentukan nilai selisih untuk setiap pasangan nilai berdasarkan data ranking X dan ranking Y . Nilai selisih tersebut misalkan dilambangkan dengan D . Sebagai contoh nilai D untuk mahasiswa nomor 2 adalah $4 - 4 = 0$. Nilai D untuk mahasiswa nomor 8 adalah $10 - 11 = -1$, dan seterusnya.
- ⇒ Menentukan nilai D^2 . Sebagai contoh nilai D^2 dari mahasiswa nomor 8 adalah $(-1)^2 = 1$, nilai D^2 dari mahasiswa nomor 7 adalah $(1,5)^2 = 2,25$, dan seterusnya.
- ⇒ Menghitung koefisien korelasi berperingkat Spearman (r_s).

$$\begin{aligned}
 r_s &= 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n D_i^2}{(n)(n^2 - 1)} \\
 &= 1 - \frac{(6)(15,5)}{(12)(12^2 - 1)} \\
 &= 0,9458.
 \end{aligned}$$

Nilai korelasi berperingkat Spearman (r_s) berdasarkan perhitungan adalah 0,9458. Nilai tersebut dapat diinterpretasikan terdapat hubungan positif antara jumlah jam belajar dalam sehari di luar waktu kuliah dengan nilai indeks prestasi mahasiswa. Perhatikan bahwa nilai korelasi berperingkat Spearman (r_s) berkisar dari -1 sampai 1 .

⇒ Menghitung nilai statistik dari uji t .

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{r_s \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_s^2}} \\
 t &= \frac{0,9458 \sqrt{12-2}}{\sqrt{1-0,9458^2}} \\
 t &= 9,2098
 \end{aligned}$$

Nilai statistik dari uji t berdasarkan perhitungan adalah 9,2098.

Tahap Keempat

Tahap keempat adalah pengambilan keputusan terhadap hipotesis.

Berikut daerah keputusan dengan nilai kritis $t = \pm 2,228$.

Jika $|t_{hitung}| \leq |t_{kritis}|$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.

Jika $|t_{hitung}| > |t_{kritis}|$, maka H_0 diolak dan H_1 diterima.

Berdasarkan perhitungan, nilai statistik dari uji t adalah 9,2098. Karena nilai statistik dari uji t berada di luar daerah penerimaan hipotesis nol, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif. Hal ini berarti terdapat hubungan yang signifikan secara statistika antara jumlah jam belajar di luar waktu kuliah dalam sehari dengan nilai indeks prestasi mahasiswa pada tingkat signifikansi 5%.

UJI KRUSKAL-WALLIS

Pada uji Mann-Whitney hanya menguji dua populasi independen, sedangkan pada uji Kruskal-Wallis menguji tiga atau lebih populasi independen. Tiga atau lebih sampel independen diuji apakah berasal dari populasi-populasi yang memiliki kesamaan rata-rata atau tidak. Uji Kruskal-Wallis merupakan alternatif dari analisis varians satu arah jika asumsi normalitas dari populasi-populasi yang diteliti tidak dipenuhi.

Hipotesis nol pada uji Kruskal-Wallis menyatakan tiga atau lebih sampel independen berasal dari populasi-populasi yang memiliki kesamaan rata-rata. Hipotesis alternatif menyatakan terdapat paling sedikit sepasang rata-rata populasi yang berbeda. Berikut rumus untuk menghitung nilai statistik dari uji Kruskal-Wallis (H).

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \left[\frac{R_1^2}{n_1} + \frac{R_2^2}{n_2} + \cdots + \frac{R_k^2}{n_k} \right] - 3(N+1).$$

Perhatikan bahwa n_i menyatakan jumlah elemen sampel ke- i , N menyatakan jumlah elemen dari seluruh sampel, yakni $N = n_1 + n_2 + \cdots + n_k$, dan R_i menyatakan jumlah ranking dari sampel ke- i . Untuk pengambilan keputusan terhadap hipotesis, dapat dilakukan dengan membandingkan nilai statistik dari uji Kruskal-

Wallis terhadap nilai kritis chi-kuadrat(χ^2_{kritis}). Berikut aturan pengambilan keputusan terhadap hipotesis.

*Jika $H \leq \chi^2_{kritis}$ H_0 diterima dan H_1 ditolak.
 Jika $H > \chi^2_{kritis}$, H_0 ditolak dan H_1 diterima.*

Sebagai contoh kasus, misalkan seorang peneliti ingin meneliti kualitas (dalam penelitian ini, kualitas diukur berdasarkan jumlah siswa yang lulus PTN) dari tiga bimbingan belajar, yakni bimbingan belajar A, B, dan, C. Untuk keperluan penelitian, peneliti tersebut melakukan observasi untuk memperoleh data mengenai jumlah siswa yang lulus untuk masuk perguruan tinggi negeri selama 6 tahun terakhir. Berikut data mengenai jumlah siswa yang lulus untuk masuk perguruan tinggi negeri dari ketiga bimbingan belajar A,B, dan C selama 6 tahun terakhir.

Tabel 6.1 (Data Fiktif)

Tahun	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Bimbel A	50	70	65	60	70	45
Bimbel B	80	69	50	65	65	45
Bimbel C	80	85	90	120	150	200

Berdasarkan data pada Tabel 6.1, misalkan diasumsikan jumlah siswa yang belajar dari masing-masing bimbingan belajar adalah sama (misalkan 300 siswa) untuk setiap tahun. Jadi, pada tahun 2000, siswa yang lulus untuk masuk perguruan tinggi negeri dari bimbingan belajar A sebanyak 50 siswa dari 300 siswa, bimbingan belajar B sebanyak 80 siswa dari 300 siswa, dan bimbingan belajar C sebanyak 80 siswa dari 300 siswa.

Pada tahun 2005, siswa yang lulus untuk masuk perguruan tinggi negeri dari bimbingan belajar A sebanyak 45 siswa dari 300 siswa, bimbingan belajar B sebanyak 45 siswa dari 300 siswa, dan bimbingan belajar C sebanyak 200 siswa dari 300 siswa. Berikut akan diuji apakah terdapat perbedaan yang signifikan secara statistika mengenai kualitas di antara bimbingan belajar A, B, dan C pada tingkat signifikansi 5%.

Tahap Pertama

Tahap pertama adalah perumusan hipotesis. Berikut perumusan hipotesis.

$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ atau rata-rata jumlah siswa yang lulus dari ketiga bimbingan belajar adalah sama atau ketiga bimbingan belajar mempunyai kualitas yang sama.

H_1 : Terdapat perbedaan rata-rata mengenai jumlah siswa yang lulus di antara ketiga bimbingan belajar atau terdapat perbedaan kualitas di antara ketiga bimbingan belajar.

Tahap Kedua

Tahap kedua adalah menghitung nilai kritis chi-kuadrat berdasarkan tabel distribusi chi-kuadrat. Sebelum menghitung nilai kritis chi-kuadrat, terlebih dahulu menghitung nilai derajat bebas. Berikut rumus untuk menghitung nilai derajat bebas.

$$\text{Derajat bebas} = k - 1.$$

Perhatikan bahwa k merupakan jumlah sampel, sehingga nilai derajat bebas adalah $3 - 1 = 2$. Nilai kritis chi-kuadrat dengan derajat bebas 2 dan tingkat signifikansi 5% adalah 5,991. Nilai kritis chi-kuadrat dapat dihitung dengan *Microsoft Excel* sebagai berikut.

B	C	D
Tingkat Signifikansi	Derajat Bebas	Nilai Kritis Chi-Kuadrat
0.05	2	5.991464547

Gambar 6.1

Tahap Ketiga

Tahap ketiga adalah menghitung nilai statistik dari uji Kruskal-Wallis (H).

Tabel1.24

Tahun	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Total Ranking	Rata-Rata Ranking
Ranking Bimbel A	3,5	10,5	7	5	10,5	1,5	38	6,33
Ranking Bimbel B	12,5	9	3,5	7	7	1,5	40,5	6,75
Ranking Bimbel C	12,5	14	15	16	17	18	92,5	15,42

⇒ Gabungkan nilai data dari seluruh sampel (Tabel 6.3).

Tabel 6.3

50	70	65	60	70	45
80	69	50	65	65	45
80	85	90	120	150	200

⇒ Urutkan nilai data dari yang paling kecil sampai yang paling besar (Tabel 6.4).

Tabel 6.4

Urutan	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Jumlah Mahasiswa	45	45	50	50	60	65	65	65	69
Urutan	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Jumlah Mahasiswa	70	70	80	80	85	90	120	150	200

Perhatikan bahwa nilai 45 merupakan nilai yang paling kecil. Karena nilai 45 terdapat 2 nilai, maka nilai 45 berada pada urutan pertama dan urutan kedua.

⇒ Beri ranking untuk setiap nilai. Sebagai contoh, nilai 45 terdapat dua nilai, yakni pada urutan pertama dan urutan kedua, sehingga ranking untuk nilai 45 adalah

$$\frac{1 + 2}{2} = 1,5.$$

Nilai 65 terdapat tiga nilai, yakni pada urutan keenam, ketujuh, dan kedelapan, sehingga ranking untuk nilai 65 adalah

$$\frac{6 + 7 + 8}{3} = 7.$$

⇒ Selanjutnya menghitung nilai statistik dari uji Kruskal-Wallis (H).

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \left[\frac{R_1^2}{n_1} + \frac{R_2^2}{n_2} + \dots + \frac{R_k^2}{n_k} \right] - 3(N+1)$$

$$H = \frac{12}{18(18+1)} \left[\frac{38^2}{6} + \frac{40,5^2}{6} + \frac{92,5^2}{6} \right] - 3(18+1)$$

$$H = 11,073.$$

Tahap Keempat

Tahap keempat adalah pengambilan keputusan terhadap hipotesis.

Berikut aturan dalam pengambilan keputusan terhadap hipotesis.

Jika $H \leq \chi^2_{kritis}$, H_0 diterima dan H_1 ditolak.

Jika $H > \chi^2_{kritis}$, H_0 ditolak dan H_1 diterima.

Diketahui nilai statistik dari uji Kruskal-Wallis adalah 11,073 dan nilai kritis chi-kuadrat adalah 5,991. Karena nilai statistik dari uji Kruskal-Wallis lebih besar dari nilai kritis chi-kuadrat, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Hal ini berarti terdapat perbedaan kualitas di antara ketiga bimbingan belajar tersebut pada tingkat signifikansi 5%.

UJI COCHRAN

Uji Cochran merupakan perluasan dari uji McNemar. Pada uji McNemar hanya menguji dua populasi berpasangan, sedangkan pada uji Cochran dapat menguji tiga atau lebih populasi berhubungan. Pada uji Cochran, sekelompok subjek penelitian (misalkan sekelompok orang) dikenai tiga atau lebih perlakuan yang berbeda. Masing-masing subjek penelitian hanya memiliki dua macam penilaian (*dichotomous outcomes*) untuk setiap perlakuan yang diberikan. Dua penilaian tersebut bersifat saling berlawanan atau dikotomi. Contoh dari dua penilaian yang bersifat saling berlawanan, yakni “benar atau salah”, “sukses atau gagal”, “ikut atau tidak ikut”, “datang atau tidak datang”, “sulit atau tidak sulit”, dan sebagainya (Conover, 1999:250-251).

Hipotesis nol pada uji Cochran menyatakan seluruh perlakuan memberikan efek atau pengaruh yang sama (tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistika). Hipotesis alternatif menyatakan terdapat perbedaan efek atau pengaruh di antara perlakuan-perlakuan yang diberikan (terdapat perbedaan yang signifikan secara statistika). Berikut rumus untuk menghitung nilai statistik dari uji Cochran (Q).

$$Q = \frac{k(k-1) \sum_{j=1}^k C_j^2 - (k-1) \left(\sum_{j=1}^k C_j \right)^2}{k \left(\sum_{j=1}^k C_j \right) - \sum_{i=1}^n R_i^2}.$$

Perhatikan bahwa k menyatakan jumlah perlakuan, C_j menyatakan banyak nilai 1 pada perlakuan ke- j , dan R_i menyatakan banyaknya nilai 1 pada subjek penelitian ke- i (lihat Tabel 7.2). Untuk pengambilan keputusan terhadap hipotesis, dapat dilakukan dengan membandingkan nilai statistik dari uji Cochran terhadap nilai kritis chi-kuadrat (χ_{kritis}^2). Berikut aturan dalam pengambilan keputusan terhadap hipotesis.

*Jika $Q \leq \chi_{kritis}^2$, H_0 diterima dan H_1 ditolak.
Jika $Q > \chi_{kritis}^2$, H_0 ditolak dan H_1 diterima.*

Pengambilan keputusan terhadap hipotesis juga dapat dilakukan dengan pendekatan nilai probabilitas dari uji Cochran. Nilai probabilitas dari uji Cochran dibandingkan dengan tingkat signifikansi yang digunakan (α). Berikut aturan pengambilan keputusan terhadap hipotesis berdasarkan nilai probabilitas.

Jika nilai probabilitas $\geq \alpha$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.

Jika nilai probabilitas $< \alpha$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

Sebagai contoh kasus, misalkan seorang produsen kerupuk ingin memasarkan kerupuk dengan empat rasa, yakni rasa ayam, daging, ikan, dan udang ke kota B. Sebelum memasarkan kerupuk-kerupuk tersebut ke kota B, produsen tersebut ingin

mengetahui respon atau penilaian dari masyarakat yang tinggal di sekitar rumahnya terhadap keempat rasa kerupuk tersebut. Misalkan respon yang digunakan berupa “suka” atau “tidak suka”. Untuk keperluan penelitian, produsen tersebut mempersilahkan 11 orang untuk mencicipi keempat rasa kerupuk tersebut dan memberikan penilaian atau respon terhadap keempat rasa kerupuk tersebut. Berikut data yang telah dikumpulkan oleh produsen kerupuk tersebut (Tabel 7.1).

Tabel 7.1

No	Nama	Kerupuk rasa			
		Ayam	Daging	Ikan	Udang
1	ugi	1	0	0	0
2	ulan	1	1	1	1
3	evelin	0	0	0	0
4	hasoloan	0	1	1	1
5	fitri	1	1	1	1
6	suci	1	0	0	1
7	mifdhal	1	0	1	1
8	hanafi	1	0	0	1
9	iqbal	1	0	0	0
10	ridho	1	0	0	0
11	romi	1	1	1	1

Berdasarkan Tabel 7.1, respon 0 menyatakan tidak suka, sedangkan respon 1 menyatakan suka.Diketahui seorang subjek yang bernama Ugi hanya menyukai kerupuk rasa ayam. Subjek yang bernama Ulan menyukai keempat rasa kerupuk. Subjek yang bernama Suci hanya menyukai kerupuk rasa ayam dan udang. Berikut akan diuji apakah keempat rasa kerupuk tersebut memberikan kepuasan yang sama bagi responden.

Tahap Pertama

Tahap pertama adalah perumusan hipotesis. Berikut perumusan hipotesis.

H_0 : Keempat jenis kerupuk memberikan kepuasan rasa yang sama.

H_1 : Paling tidak terdapat satu rasa kerupuk yang memberikan kepuasan rasa berbeda di antara rasa kerupuk lainnya.

Tahap Kedua

Tahap kedua adalah menghitung nilai kritis chi-kuadrat berdasarkan tabel distribusi chi-kuadrat. Sebelum menghitung nilai kritis chi-kuadrat, terlebih dahulu menghitung nilai derajat bebas. Berikut rumus untuk menghitung nilai derajat bebas.

$$\text{Derajat bebas} = k - 1.$$

Perhatikan bahwa k merupakan jumlah perlakuan, sehingga derajat bebas adalah $4 - 1 = 3$. Nilai kritis chi-kuadrat dengan derajat bebas 3 dan tingkat signifikansi 5% adalah 7,815. Perhitungan nilai kritis chi-kuadrat juga dapat dihitung dengan *Microsoft Excel* sebagai berikut.

=CHIINV(B3,C3)		
B	C	D
Tingkat Signifikansi	Derajat Bebas	Nilai Kritis Chi-Kuadrat
0.05	3	7.814727764

Gambar 7.1

Tahap Ketiga

Tahap ketiga adalah menghitung nilai statistik dari uji Cochran (Q).

- ⇒ Subjek yang memberikan penilaian yang sama terhadap keempat rasa kerupuk tidak diikuti dalam analisis (lihat Tabel 7.2). Sebagai contoh pada baris ketiga, subjek yang bernama Evelin (lihat Tabel 7.2) memberikan penilaian yang sama terhadap empat jenis rasa kerupuk, yakni 0,0,0,0, sehingga subjek tersebut tidak diikuti dalam analisis. Begitu juga dengan subjek yang bernama Fitri memberikan penilaian yang sama terhadap empat jenis rasa kerupuk, yakni 1,1,1,1, sehingga subjek tersebut tidak diikuti dalam analisis. **Subjek nomor 2,3, dan 5 tidak diikutsertakan dalam analisis**, karena memberikan penilaian yang sama terhadap empat jenis rasa kerupuk, yakni (1,1,1,1) atau (0,0,0,0).

Tabel 7.2

No	Nama	Kerupuk rasa				R	R ²
		Ayam	Daging	Ikan	Udang		
1	Ugi	1	0	0	0	1	1
4	Hasoloan	0	1	1	1	3	9
6	Suci	1	0	0	1	2	4
7	Mifdhal	1	0	1	1	3	9
8	Hanafi	1	0	0	1	2	4
9	Iqbal	1	0	0	0	1	1
10	Ridho	1	0	0	0	1	1
total		C ₁ =6	C ₂ =1	C ₃ =2	C ₄ =4	13	29

⇒ Menghitung nilai statistik dari uji Cochran (Q).

$$Q = \frac{k(k-1) \sum_{j=1}^k C_j^2 - (k-1) \left(\sum_{j=1}^k C_j \right)^2}{k \left(\sum_{j=1}^k C_j \right) - \sum_{i=1}^n R_i^2}$$

$$Q = \frac{4(4-1)(6^2 + 1^2 + 2^2 + 4^2) - (4-1)(13)^2}{(4)(13) - (29)}$$

$$= 7,695 \text{ atau } 7,70$$

Tahap Keempat

Tahap keempat adalah pengambilan keputusan terhadap hipotesis.

Berikut aturan dalam pengambilan keputusan terhadap hipotesis.

Jika $Q \leq \chi_{kritis}^2$, H_0 diterima dan H_1 ditolak.

Jika $Q > \chi_{kritis}^2$, H_0 ditolak dan H_1 diterima.

Perhatikan bahwa karena nilai statistik dari uji Cochran, yakni 7,70, lebih kecil dari nilai kritis chi-kuadrat, yakni, 7,815, maka hipotesis nol diterima dan hipotesis alternatif ditolak. Hal ini berarti keempat jenis kerupuk memberikan kepuasan rasa yang sama pada tingkat signifikansi 5%.

UJI FRIEDMAN

Pada pembahasan sebelumnya telah dibahas mengenai uji Wilcoxon. Uji Wilcoxon hanya dapat menguji dua populasi berpasangan, sedangkan pada uji Friedman dapat menguji tiga atau lebih populasi berpasangan (Conover, 1999:368). Dalam uji Friedman, sekelompok subjek penelitian dikenai tiga atau lebih perlakuan yang berbeda. Masing-masing subjek penelitian memberikan penilaian terhadap masing-masing perlakuan yang diberikan. Selanjutnya penilaian dari masing-masing subjek diberi ranking. Pemberian ranking dimulai dari 1 sampai k , di mana k merupakan banyaknya perlakuan. Perhatikan bahwa karena data yang dianalisis berupa data ranking, maka data tersebut termasuk data ordinal. Hipotesis nol pada uji Friedman menyatakan tidak terdapat perbedaan atau pengaruh (yang signifikan secara statistika) di antara perlakuan-perlakuan (*treatment*) yang

diberikan. Hipotesis alternatif menyatakan terdapat paling tidak satu perlakuan yang memberikan pengaruh berbeda (signifikan secara statistika) dari perlakuan lainnya. Berikut rumus untuk menghitung nilai statistik dari uji Friedman S .

$$S = \left[\frac{12}{bk(k+1)} \sum_{i=1}^k (R_i^2) \right] - 3b(k+1).$$

Perhatikan bahwa b menyatakan jumlah subjek atau jumlah baris, dan k menyatakan jumlah perlakuan atau jumlah kolom. Untuk pengambilan keputusan terhadap hipotesis, dapat dibandingkan nilai statistik dari uji Friedman terhadap nilai kritis chi-kuadrat (χ_{kritis}^2). Berikut aturan pengambilan keputusan terhadap hipotesis.

Jika $S \leq \chi_{kritis}^2$, H_0 diterima dan H_1 ditolak.

Jika $S > \chi_{kritis}^2$, H_0 ditolak dan H_1 diterima.

Sebagai contoh kasus, misalkan seorang produsen kerupuk ingin memasarkan kerupuk dengan empat rasa, yakni rasa ayam, daging, ikan, dan udang ke kota B. Sebelum memasarkan kerupuk-kerupuk tersebut, produsen tersebut ingin mengetahui respon dari masyarakat yang tinggal di sekitar rumahnya, terhadap keempat rasa kerupuk tersebut. Respon tersebut berupa nilai yang diberikan oleh masyarakat. Nilai tersebut berkisar dari 10 sampai 100. Produsen tersebut mempersilahkan 12 orang responden untuk mencicipi keempat rasa kerupuk tersebut dan memberikan penilaian atau respon dari keempat rasa kerupuk tersebut. Data

diberikan pada Tabel 8.1. Berdasarkan data pada Tabel 8.1, subjek bernama Ugi memberi nilai 90 terhadap kerupuk rasa ayam, nilai 85 terhadap kerupuk rasa daging, nilai 83 terhadap kerupuk rasa ikan, dan nilai 70 terhadap kerupuk rasa udang. Pada tingkat signifikansi 5%, berikut akan diuji apakah keempat rasa kerupuk tersebut memberikan kepuasan yang sama.

Tabel 8.1 (Data Fiktif)

No.	Nama	Kerupuk rasa			
		Ayam	Daging	Ikan	Udang
1	ugi	90	85	83	70
2	ulan	90	70	77	65
3	evelin	75	70	60	85
4	hasoloan	80	70	75	90
5	fitri	90	85	60	89
6	suci	60	65	70	85
7	mifdhal	65	85	70	90
8	hanafi	65	100	60	85
9	iqbal	80	70	75	90
10	ridho	90	70	80	75
11	Romi	75	65	70	64
12	alan	80	70	75	90

Tahap Pertama

Tahap pertama adalah perumusan hipotesis. Berikut perumusan hipotesis.

H_0 : Keempat jenis kerupuk memberikan kepuasan rasa yang sama (perbedaan yang terjadi tidak signifikan secara statistika).

H_1 : Paling tidak terdapat satu rasa kerupuk yang memberikan kepuasan rasa berbeda di antara rasa kerupuk lainnya (terdapat perbedaan yang signifikan secara statistika)

Tahap Kedua

Tahap kedua adalah menghitung nilai kritis chi-kuadrat (χ^2_{kritis}) berdasarkan tabel distribusi chi-kuadrat. Sebelum menghitung nilai kritis chi-kuadrat, terlebih dahulu menghitung nilai derajat bebas. Berikut rumus untuk menghitung nilai derajat bebas.

$$\text{Derajat bebas} = k - 1.$$

Perhatikan bahwa k merupakan jumlah perlakuan, sehingga derajat bebas adalah $4 - 1 = 3$. Nilai kritis chi-kuadrat dengan derajat bebas 3 dan tingkat signifikansi 5% adalah 7,815. Perhitungan nilai kritis juga dapat dihitung dengan *Microsoft Excel* sebagai berikut.

B	C	D
Tingkat Signifikansi	Derajat Bebas	Nilai Kritis Chi-Kuadrat
0.05	3	7.814727764

Gambar 8.1

Tahap Ketiga

Tahap ketiga adalah menghitung nilai statistik dari uji Friedman (S).

Tabel 8.2

No.	Nama	Kerupuk rasa			
		Ayam	Daging	Ikan	Udang
1	ugi	4	3	2	1
2	ulan	4	2	3	1
3	evelin	3	2	1	4
4	hasoloan	3	1	2	4
5	fitri	4	2	1	3
6	suci	1	2	3	4
7	mifdhal	1	3	2	4
8	hanafi	2	4	1	3
9	iqbal	3	1	2	4
10	ridho	4	1	3	2
11	Romi	4	2	3	1
12	alan	3	1	2	4
jumlah ranking		36	24	25	35
rata-rata ranking		3	2	2,083333	2,916667

- ⇒ Berdasarkan data pada Tabel 8.2, setiap subjek atau orang dikenai empat perlakuan, yakni setiap subjek harus mencicipi empat rasa kerupuk. Kemudian subjek tersebut memberi nilai terhadap empat rasa kerupuk tersebut. Sebagai contoh nilai-nilai yang diberikan Ugi terhadap empat rasa kerupuk tersebut adalah 90, 85, 83, 70. Kemudian nilai-nilai tersebut diberi ranking. Karena jumlah perlakuan sebanyak 4, maka nilai ranking dimulai dari 1 sampai 4. Nilai yang paling kecil diberi ranking 1 dan nilai yang paling besar diberi ranking 4. Nilai-nilai yang diberikan oleh Ugi adalah 90,85, 83, dan 70. Nilai yang paling kecil adalah 70, sehingga nilai 70 diberi nilai ranking 1, 83 diberi nilai ranking 2, nilai 85 diberi nilai ranking 3, dan nilai 90 diberi nilai ranking 4.
- ⇒ Jika terdapat nilai-nilai yang sama, misalkan Ugi memberi nilai 70,80,70, dan 90, maka nilai 70 diberi ranking 1,5,

nilai 80 diberi ranking 3, dan nilai 90 diberi ranking 4. Nilai 70 merupakan nilai paling kecil, disusul dengan nilai 80, dan nilai 90.

Tabel 8.3

Urutan ke-1	Urutan ke-2	Urutan ke-3	Urutan ke-4
70	70	80	90

Nilai 70 terdapat dua nilai, yakni pada urutan pertama dan urutan kedua, sehingga ranking untuk nilai 70 adalah

$$\frac{1 + 2}{2} = 1,5.$$

Contoh lain misalkan Ugi memberi nilai 80,70,80, dan 90. Maka nilai 70 diberi ranking 1, nilai 80 diberi ranking 2,5, dan nilai 90 diberi ranking 4. Nilai 70 merupakan nilai paling kecil, disusul dengan nilai 80, dan nilai 90.

Tabel 8.4

Urutan ke-1	Urutan ke-2	Urutan ke-3	Urutan ke-4
70	80	80	90

Nilai 80 terdapat dua nilai, yakni pada urutan kedua dan urutan ketiga, sehingga ranking untuk nilai 80 adalah

$$\frac{2 + 3}{2} = 2,5.$$

⇒ Menjumlahkan nilai ranking dari masing-masing perlakuan. Berdasarkan data pada Tabel 8.2, jumlah

ranking untuk perlakuan kerupuk rasa ayam adalah 36, jumlah ranking untuk perlakuan kerupuk rasa daging adalah 24, jumlah ranking untuk perlakuan kerupuk rasa ikan adalah 25, dan jumlah ranking untuk perlakuan kerupuk rasa udang 35.

⇒ Menghitung nilai statistik dari uji Friedman (S).

$$\begin{aligned}
 S &= \left[\frac{12}{bk(k+1)} \sum_{i=1}^k (R_i^2) \right] - 3b(k+1) \\
 &= \left[\frac{12}{(12 \times 4)(4+1)} (36^2 + 24^2 + 25^2 + 35^2) \right] \\
 &\quad - (3 \times 12)(4+1) \\
 &= 6,1.
 \end{aligned}$$

Tahap Keempat

Tahap keempat adalah pengambilan keputusan terhadap hipotesis. Berikut aturan dalam pengambilan keputusan terhadap hipotesis.

*Jika $S \leq \chi_{kritis}^2$, H_0 diterima dan H_1 ditolak.
 Jika $S > \chi_{kritis}^2$, H_0 ditolak dan H_1 diterima.*

Perhatikan bahwa karena nilai statistik dari uji Friedman, yakni 6,1, lebih kecil dari nilai kritis chi-kuadrat, yakni 7,815, maka hipotesis nol diterima dan hipotesis alternatif ditolak. Hal ini berarti keempat jenis kerupuk memberikan kepuasan rasa yang sama.

UJI CHI-KUADRAT

Uji chi-kuadrat (*goodness of fit*) merupakan suatu uji yang digunakan untuk menguji kesesuaian atau kecocokkan antara distribusi data berdasarkan pengamatan dengan distribusi data berdasarkan teoritis. Dengan kata lain, uji chi-kuadrat menguji kesesuaian antara frekuensi pengamatan dengan frekuensi harapan. Hipotesis nol pada uji chi-kuadrat menyatakan terjadi kesesuaian antara frekuensi pengamatan dengan frekuensi harapan. Sedangkan hipotesis alternatif menyatakan frekuensi pengamatan berbeda dengan frekuensi harapan. Berikut rumus untuk menghitung nilai statistik dari uji chi-kuadrat (χ^2_{hitung}).

$$\chi^2_{hitung} = \frac{\sum (f_p - f_h)^2}{f_h}.$$

Perhatikan bahwa f_p merupakan frekuensi pengamatan (*observed frequency*), sedangkan f_h merupakan frekuensi harapan (*expected frequency*). Untuk pengambilan keputusan terhadap hipotesis, dapat dilakukan dengan membandingkan nilai statistik dari uji chi-kuadrat terhadap nilai kritis chi-kuadrat (χ^2_{kritis}). Berikut aturan pengambilan keputusan terhadap hipotesis.

*Jika $\chi^2_{hitung} \leq \chi^2_{kritis}$, H_0 diterima dan H_1 ditolak.
Jika $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{kritis}$, H_0 ditolak dan H_1 diterima.*

Pengambilan keputusan terhadap hipotesis juga dapat dilakukan dengan pendekatan nilai probabilitas dari uji chi-kuadrat. Nilai probabilitas tersebut dibandingkan dengan tingkat signifikansi yang digunakan (χ^2_{kritis}). Berikut aturan pengambilan keputusan terhadap hipotesis berdasarkan nilai probabilitas.

Jika nilai probabilitas $\geq \chi^2_{kritis}$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.

Jika nilai probabilitas $< \chi^2_{kritis}$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

Contoh Kasus 1

Sekeping koin terdiri dari dua sisi, yakni angka dan gambar. Misalkan koin tersebut dilempar sebanyak 100 kali. Secara teoritis, probabilitas untuk muncul sisi angka adalah $\frac{1}{2}$ dan probabilitas untuk muncul sisi gambar adalah $\frac{1}{2}$, sehingga dalam 100 kali lemparan, diharapkan muncul sisi angka sebanyak 50 kali

dan muncul sisi gambar sebanyak 50 kali. Ternyata hasil pelemparan menunjukkan sisi gambar muncul sebanyak 15 kali dan sisi angka muncul sebanyak 85 kali. Pada tingkat signifikansi 5%, berikut akan diuji apakah terjadi keselarasan, yakni dalam 100 kali lemparan menghasilkan angka dan gambar dalam proporsi yang sama (dengan kata lain, koin tidak berat sebelah).

Tahap Pertama

Tahap pertama adalah perumusan hipotesis. Berikut perumusan hipotesis.

H_0 : Proporsi/frekuensi kemunculan sisi angka dan gambar untuk pengamatan sama dengan proporsi/frekuensi kemunculan sisi angka dan gambar secara teoritis.

H_1 : Proporsi/frekuensi kemunculan sisi angka dan gambar untuk pengamatan berbeda dengan proporsi/frekuensi kemunculan sisi angka dan gambar secara teoritis.

Tahap Kedua

Tahap kedua adalah menghitung nilai kritis chi-kuadrat (χ^2_{kritis}) berdasarkan tabel distribusi chi-kuadrat. Sebelum menghitung nilai kritis chi-kuadrat, terlebih dahulu menghitung nilai derajat bebas. Berikut rumus untuk menghitung nilai derajat bebas.

$$\text{Derajat bebas} = k - 1.$$

Perhatikan bahwa k merupakan jumlah kategori, yakni angka dan gambar, sehingga derajat bebas bernilai $2 - 1 = 1$. Nilai kritis

chi-kuadrat dengan derajat bebas 1 dan tingkat signifikansi 5% adalah 3,841. Nilai kritis chi-kuadrat juga dapat ditentukan dengan bantuan *Microsoft Excel* sebagai berikut.

The screenshot shows the Excel formula bar with the formula `=CHINV(B3,C3)`. Below it, a table displays the inputs and the result:

B	C	D
Tingkat Signifikansi	Derajat Bebas	Nilai Kritis Chi-Kuadrat
0.05	1	3.841459149

Gambar 9.1

Tahap Ketiga

Tahap ketiga adalah menghitung nilai statistik dari uji chi-kuadrat(χ^2_{hitung}).

- ⇒ Sajikan informasi frekuensi harapan dan frekuensi pengamatan dalam tabel seperti berikut.

Tabel 9.1

Sisi Koin	Angka	Gambar
Frekuensi Harapan (teoritis)	50	50
Frekuensi Pengamatan	85	15

Secara teoritis, probabilitas untuk muncul sisi angka dan sisi gambar pada koin adalah $\frac{1}{2}$, sehingga frekuensi harapan dalam pelemparan sekeping koin sebanyak 100 kali untuk masing-masing sisi adalah

$$\begin{aligned}
 \text{frekuensi harapan angka} &= \frac{1}{2} \times (100 \text{ kali lemparan}) \\
 &= 50 \text{ kali muncul angka,} \\
 \text{frekuensi harapan gambar} &= \frac{1}{2} \times (100 \text{ kali lemparan}) \\
 &= 50 \text{ kali muncul gambar.}
 \end{aligned}$$

Jadi, diharapkan dalam 100 kali lemparan sebuah koin, akan muncul sisi angka sebanyak 50 kali dan muncul sisi gambar sebanyak 50 kali.

⇒ Menghitung nilai statistik dari uji chi-kuadrat.

Tabel 9.2

Kejadian	E_1	E_2	...	E_k
Frekuensi Harapan	f_{H_1}	f_{H_2}	...	f_{H_k}
Frekuensi Pengamatan	f_{p_1}	f_{p_2}	...	f_{p_k}

Berdasarkan Tabel 9.2, $E_1, E_2, \dots, E_k$ merupakan kejadian-kejadian yang mungkin terjadi dari suatu percobaan, $f_{H_1}, f_{H_2}, \dots, f_{H_k}$ berturut-turut merupakan frekuensi harapan (*expected*) dari $E_1, E_2, \dots, E_k$, dan $f_{p_1}, f_{p_2}, \dots, f_{p_k}$ berturut-turut merupakan frekuensi pengamatan (*observed*) dari $E_1, E_2, \dots, E_k$.

Dalam percobaan pelemparan sekeping koin sebanyak satu kali, kejadian-kejadian yang mungkin terjadi adalah muncul sisi angka atau muncul sisi gambar, sehingga

$$E_1 = \text{kejadian muncul angka}$$

$E_2 = \text{kejadian muncul gambar.}$

Berikut rumus untuk menghitung nilai statistik dari uji chi-kuadrat (χ^2_{hitung}).

$$\begin{aligned}\chi^2_{hitung} &= \frac{(f_{P_1} - f_{H_1})^2}{f_{H_1}} + \frac{(f_{P_2} - f_{H_2})^2}{f_{H_2}} + \dots + \frac{(f_{P_k} - f_{H_k})^2}{f_{H_k}} \\ &= \frac{(85 - 50)^2}{50} + \frac{(15 - 50)^2}{50} \\ &= 24,5 + 24,5 \\ &= 49.\end{aligned}$$

Tahap Keempat

Tahap keempat adalah pengambilan keputusan terhadap hipotesis.

Berikut aturan dalam pengambilan keputusan terhadap hipotesis.

Jika $\chi^2_{hitung} \leq \chi^2_{kritis}$, H_0 diterima dan H_1 ditolak.

Jika $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{kritis}$, H_0 ditolak dan H_1 diterima.

Diketahui nilai statistik dari uji chi-kuadrat adalah 49, dan nilai kritis chi-kuadrat adalah 3,841. Karena nilai statistik dari uji chi-kuadrat lebih besar dibandingkan nilai kritis chi-kuadrat, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Hal ini berarti proporsi/frekuensi kemunculan sisi angka dan gambar untuk pengamatan berbeda dengan proporsi/frekuensi kemunculan sisi angka dan gambar secara teoritis pada tingkat signifikansi 5%.

Contoh Soal 2

Misalkan sebuah mesin pencampur adonan kue menghasilkan perbandingan tepung, susu, telur, dan gula secara berturut-turut adalah 5:2:2:1. Seorang pembuat kue mengambil adonan yang dihasilkan oleh mesin tersebut 500kg, ternyata dalam adonan kue tersebut mengandung 275 kg tepung, 95 kg susu, 70 kg telur, dan 60 kg gula. Pada tingkat signifikansi 1%, ujilah hipotesis apakah proporsi adonan kue yang telah dihasilkan sesuai dengan proporsi adonan yang telah ditetapkan pada mesin pencampur kue.

Tahap Pertama

Tahap pertama adalah perumusan hipotesis. Berikut perumusan hipotesis.

H_0 : Proporsi adonan kue yang telah dihasilkan sama dengan proporsi adonan kue yang telah ditetapkan pada mesin pencampur adonan kue.

H_1 : Proporsi adonan kue yang telah dihasilkan tidak sama dengan proporsi adonan kue yang telah ditetapkan pada mesin pencampur adonan kue.

Tahap Kedua

Tahap kedua adalah menentukan nilai kritis chi-kuadrat berdasarkan tabel distribusi chi-kuadrat. Diketahui nilai tingkat signifikansi adalah 1%. Untuk menentukan nilai kritis chi-kuadrat, terlebih dahulu menentukan nilai derajat bebas. Berikut rumus dari derajat bebas.

$$\text{Derajat bebas} = k - 1.$$

Perhatikan bahwa k merupakan jumlah kategori. Diketahui jumlah kategori sebanyak 4, yakni tepung, susu, telur, dan gula, sehingga derajat bebas adalah $4 - 1 = 3$. Nilai kritis chi-kuadrat dengan derajat bebas 3 dan tingkat signifikansi 1% adalah 11,345. Nilai kritis chi-kuadrat juga dapat ditentukan dengan *Microsoft Excel* sebagai berikut.

fx = =CHIINV(B3,C3)			
B	C	D	E
Tingkat Signifikansi	Derajat Bebas	Nilai Kritis Chi-Kuadrat	
0.01	3	11.34486668	

Gambar 9.2

Tahap Ketiga

Tahap ketiga adalah menghitung nilai statistik dari uji chi-kuadrat (χ^2_{hitung}).

- ⇒ Sajikan informasi antara proporsi adonan harapan dan proporsi adonan yang dihasilkan mesin dalam tabel berikut.

Tabel 9.3

Adonan	Tepung	Susu	Tehr	Gula
Adonan Harapan	250 kg	100 kg	100 kg	50 kg
Adonan yang Dihasilkan	275 kg	95 kg	70 kg	60 kg

Diharapkan dalam 500 kg adonan, kue tersebut mengandung:

$$\begin{aligned}\frac{5}{10} \times 500 \text{ kg} &= 250 \text{ kg tepung} \\ \frac{2}{10} \times 500 \text{ kg} &= 100 \text{ kg susu} \\ \frac{2}{10} \times 500 \text{ kg} &= 100 \text{ kg telur} \\ \frac{1}{10} \times 500 \text{ kg} &= 50 \text{ kg gula.}\end{aligned}$$

⇒ Menghitung nilai statistik dari uji chi-kuadrat.

$$\begin{aligned}\chi_{hitung}^2 &= \frac{(f_{P_1} - f_{H_1})^2}{f_{H_1}} + \frac{(f_{P_2} - f_{H_2})^2}{f_{H_2}} + \dots + \frac{(f_{P_k} - f_{H_k})^2}{f_{H_k}} \\ &= \frac{(275 - 250)^2}{250} + \frac{(95 - 100)^2}{100} + \frac{(70 - 100)^2}{100} + \frac{(60 - 50)^2}{50} \\ &= 2,5 + 0,25 + 9 + 2 \\ &= 13,75.\end{aligned}$$

Tahap Keempat

Tahap keempat adalah pengambilan keputusan terhadap hipotesis. Berikut aturan pengambilan keputusan terhadap hipotesis.

*Jika $\chi_{hitung}^2 \leq \chi_{kritis}^2$, H_0 diterima dan H_1 ditolak.
Jika $\chi_{hitung}^2 > \chi_{kritis}^2$, H_0 ditolak dan H_1 diterima.*

Diketahui nilai statistik dari uji chi-kuadrat adalah 13,75, dan nilai kritis chi-kuadrat adalah 11,345. Karena nilai statistik dari uji chi-kuadrat lebih besar dibandingkan nilai kritis chi-kuadrat, maka

hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Hal ini berarti proporsi adonan kue yang telah dihasilkan tidak sama dengan proporsi adonan kue yang telah ditetapkan pada mesin pencampur adonan kue pada tingkat signifikansi 1%.

BAB 10

PENYELESAIAN DENGAN SPSS, MINITAB, DAN R

PENYELESAIAN DALAM SPSS (UJI TANDA)

Bangun data dalam SPSS seperti pada Gambar 10.1. Pada *Variable View*, bentuk variabel **Sebelum** dan **Sesudah**. Kemudian atur tipe data (*Type*) dengan *Numeric*. Pada *Data View*, isi data berat badan **sebelum** mengkonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ, dan data berat badan **sesudah** mengkonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ selama satu minggu. Kemudian pilih *Analyze =>Nonparametric Tests =>2 Related Samples* (Gambar 10.2). Pindahkan variabel **Sebelum** pada bagian *Variable1*, sedangkan variabel **Sesudah** dipindahkan pada bagian

Variable2 (Gambar 10.3). Pada bagian *Test Type* pilih *Sign* (Gambar 10.3). Kemudian pilih OK.

	Sebelum	Setelah
1	45	50
2	55	60
3	57	60
4	54	65
5	65	63
6	72	80
7	80	90
8	44	50
9	67	65
10	60	60
11	65	75
12	75	80
13	67	85
14	66	70
15	62	65

Gambar 10.1

Gambar 10.3

Tabel 10.1, yakni Tabel *Frequencies* merupakan hasil berdasarkan SPSS. Berdasarkan Tabel 10.1, diketahui selisih dari pasangan nilai data yang bernilai negatif (*Negative Differences*) sebanyak 2, selisih dari pasangan nilai data yang bernilai positif (*Positive Differences*) sebanyak 12, dan selisih dari pasangan nilai data yang bernilai nol (*Ties*) sebanyak 1. Jumlah responden dalam sampel (*Total*) sebanyak 15.

Tabel 10.1

Frequencies

		N
Sesudah – Sebelum	Negative Differences ^a	2
	Positive Differences ^b	12
	Ties ^c	1
	Total	15

a. Sesudah < Sebelum

b. Sesudah > Sebelum

c. Sesudah = Sebelum

Tabel 10.2

Test Statistics^b

	Sesudah - Sebelum
Exact Sig. (2-tailed)	.013 ^a

a. Binomial distribution used.

b. Sign Test

Tabel 10.2, yakni Tabel *Test Statistics* merupakan hasil berdasarkan SPSS. Berdasarkan Tabel 10.2, diketahui nilai *Exact Sig. (2-tailed)* adalah 0,013, yang mana merupakan nilai probabilitas kumulatif dari $X = 2$. Perhatikan bahwa karena nilai *Exact Sig. (2-tailed)* atau probabilitas kumulatif untuk $X = 2$, yakni 0,013, lebih kecil dari nilai tingkat signifikansi, yakni 0,05, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Ini berarti pernyataan “terdapat perbedaan yang signifikan (secara statistika) mengenai berat badan sebelum dan sesudah

mengonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ” dapat diterima pada tingkat signifikansi 5%.

Test Statistics ^b	
	Sesudah - Sebelum
Exact Sig. (2)	0.01293945312499998

a. Binomial distribution used.
b. Sign Test

Gambar 10.4

Pada Gambar 10.4 menyajikan nilai nilai probabilitas kumulatif dari $X = 2$ yang lebih detail (17 angka di belakang koma).

PENYELESAIAN DALAM Minitab (UJI TANDA)

Bangun data dalam Minitab seperti pada Gambar 10.5. Pilih *Cal* => *Calculator* (Gambar 10.6).

	C1	C2
	Sebelum	Sesudah
1	45	50
2	55	60
3	57	60
4	54	65
5	65	63
6	72	80
7	80	90
8	44	50
9	67	65
10	60	60
11	65	75
12	75	80
13	67	85
14	66	70
15	62	65

Gambar 10.5

Minitab - Data Uji Tanda 1.MPJ - [Worksheet 1]	
File	Edit
Data	Calc
Stat	Graph
Editor	Tools
Window	Help
Calculator...	
Column Statistics...	
Row Statistics...	
Standardize...	
Make Patterned Data	
Make Mesh Data...	
Make Indicator Variables...	
Set Base...	

Gambar 10.6

Gambar 10.7

Gambar 10.8

Pada Gambar 10.7, ketik **Selisih** pada bagian *Store result in variable:*. Kemudian pada bagian *Expression*; atur menjadi '**Sesudah**' - '**Sebelum**'. Selanjutnya pilih OK, hasilnya seperti pada Gambar 10.8, di mana telah terbentuk variabel **Selisih**.

Selanjutnya pilih *Stat =>Nonparametrics =>1-sample Sign* (Gambar 10.9). Pada Gambar 10.10, masukkan variabel **Selisih** pada bagian *Variables:*. Kemudian aktifkan/bulatkan bagian *Test median* dan pada *Alternative:* pilih *not equal* dengan maksud untuk pengujian dua arah. Kemudian pilih OK.

Gambar 10.9

Gambar 10.10

Sign Test for Median: Selisih						
Sign test of median = 0.00000 versus not = 0.00000						
	N	Below	Equal	Above	P	Median
Selisih	15	2	1	12	0.0129	5.000

Gambar 10.11

Berdasarkan Gambar 10.11, diketahui nilai P adalah 0,0129, di mana nilai tersebut merupakan nilai probabilitas kumulatif dari $X = 2$. Perhatikan bahwa karena nilai probabilitas kumulatif untuk $X = 2$, yakni 0,0129, lebih kecil dari nilai tingkat signifikansi, yakni 0,05, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Ini berarti pernyataan “terdapat perbedaan yang signifikan (secara statistika) mengenai berat badan sebelum dan sesudah mengkonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ” dapat diterima pada tingkat signifikansi 5%.

PENYELESAIAN DALAM R (UJI TANDA)

Aktifkan RStudio terlebih dahulu. Kemudian pilih *New File => R Script* (Gambar 10.12). Pada Gambar 10.13, ketik perintah **`binom.test(2, 14, 0.5, alternative="two.sided")`**.

`binom.test(2, 14, 0.5, alternative="two.sided")`.

- ⇒ Nilai 2 berarti jumlah tanda paling sedikit, yakni jumlah tanda negatif.
- ⇒ Nilai 14 berarti jumlah seluruh tanda, yakni tanda positif dan tanda negatif.
- ⇒ *Two.sided* berarti pengujian dua arah.
- ⇒ Perhitungan nilai probabilitas kumulatif $X = 2$ dihitung dengan rumus binomial.

Gambar 10.12

Gambar 10.13

Gambar 10.14 merupakan hasil berdasarkan R. Diketahui nilai probabilitas kumulatif dari $X = 2$ atau *p-value* = 0,01294. Perhatikan bahwa karena nilai probabilitas kumulatif untuk $X = 2$, yakni 0,01294, lebih kecil dari nilai tingkat signifikansi, yakni 0,05, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Ini berarti pernyataan “terdapat perbedaan yang signifikan (secara statistik) mengenai berat badan sebelum dan sesudah

mengonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ” dapat diterima pada tingkat signifikansi 5%.

```
>
>
> binom.test(2,14,0.5,alternative = "two.sided")

Exact binomial test

data: 2 and 14
number of successes = 2, number of trials = 14, p-value =
0.01294
alternative hypothesis: true probability of success is not equal
to 0.5
95 percent confidence interval:
 0.01779452 0.42812916
sample estimates:
probability of success
      0.1428571
```

Gambar 10.14

PENYELESAIAN DALAM SPSS (UJI WILCOXON)

Bangun data dalam SPSS seperti pada Gambar 10.15. Pada *Variable View*, bentuk variabel **Sebelum** dan **Sesudah**. Kemudian atur tipe data (*Type*) dengan *Numeric*. Pada *Data View*, isi data

berat badan **sebelum** mengkonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ, dan data berat badan **sesudah** mengkonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ selama satu minggu.

Gambar 10.15 **Gambar 10.16**

Kemudian pilih *Analyze =>Nonparametric Tests =>2 Related Samples* (Gambar 10.16). Pindahkan variabel **Sebelum** pada bagian *Variable1*, sedangkan variabel **Sesudah** dipindahkan pada bagian *Variable2* (Gambar 10.17). Pada bagian *Test Type* pilih *Wilcoxon* (Gambar 10.17). Kemudian pilih OK.

Gambar 10.17

Tabel 10.3, yakni Tabel *Ranks* merupakan hasil berdasarkan SPSS. Berdasarkan Tabel 10.3, diketahui selisih dari pasangan nilai data yang bernilai negatif atau pengamatan ranking yang negatif (*Negative Ranks*) sebanyak 2, selisih dari pasangan nilai data yang bernilai positif atau pengamatan ranking yang positif (*Positive Ranks*) sebanyak 12, dan selisih dari pasangan nilai data yang bernilai nol (*Ties*) sebanyak 1. Jumlah responden dalam sampel (*Total*) sebanyak 15. Diketahui jumlah ranking untuk kelompok tanda positif (+) adalah 102, sedangkan jumlah ranking untuk kelompok tanda negatif (−) adalah 3. Hasil pada Tabel *Ranks* tersebut sesuai dengan hasil dengan perhitungan secara manual.

Tabel 10.3

Ranks		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Sesudah - Sebelum	Negative Ranks	2 ^a	1.50	3.00
	Positive Ranks	12 ^b	8.50	102.00
	Ties	1 ^c		
	Total	15		

a. Sesudah < Sebelum

b. Sesudah > Sebelum

c. Sesudah = Sebelum

Tabel 10.4

Test Statistics ^b	
	Sesudah – Sebelum
Z	-3.113 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	.002

a. Based on negative ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

Tabel 10.4, yakni Tabel *Test Statistics* merupakan hasil berdasarkan SPSS. Berdasarkan Tabel 10.4, diketahui nilai normal *Z* terstandarisasi adalah $-3,113$, sedangkan nilai probabilitas kumulatif dari *Z* (*Asymp. Sig. (2-tailed)*) adalah 0,002. Karena nilai probabilitas $0,002 < \alpha = 0,05$, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Ini berarti pernyataan “terdapat perbedaan yang signifikan secara statistika mengenai berat badan, sebelum dan sesudah mengkonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ” dapat diterima pada tingkat signifikansi 5%. Perhatikan bahwa “(2-tailed)” berarti pengujian dilakukan secara dua arah.

Test Statistics ^b	
	Sesudah - Sebelum
Z	-3.113 ^a
Asymp. Sig. (	0.001853169075588404

a. Based on negative ranks.
b. Wilcoxon Signed Ranks Test

Gambar 10.18

Pada Gambar 10.18 menyajikan nilai nilai probabilitas kumulatif dari Z yang lebih detail (18 angka di belakang koma).

PENYELESAIAN DALAM Minitab (UJI WILCOXON)

Bangun data dalam Minitab seperti pada Gambar 2.19. Pilih *Cal* => *Calculator* (Gambar 10.20).

↓	C1	C2	
	Sebelum	Sesudah	
1	45	50	
2	55	60	
3	57	60	
4	54	65	
5	65	63	
6	72	80	
7	80	90	
8	44	50	
9	67	65	
10	60	60	
11	65	75	
12	75	80	
13	67	85	
14	66	70	
15	62	65	

↓	C1	
	Sebelum	Se
1	45	
2	55	
3	57	
4	54	
5	65	
6	72	
7	80	

Gambar 10.19Gambar 10.20

Pada Gambar 10.21, ketik **Selisih** pada bagian *Store result in variable*:. Kemudian pada bagian *Expression*; atur menjadi

‘Sesudah’ – ‘Sebelum’. Selanjutnya pilih OK, hasilnya seperti pada Gambar 10.22, di mana telah terbentuk varaibel **Selisih**.

C1	C2	C3	C4
Sebelum	Sesudah	Selisih	
45	50	5	
55	60	5	
57	60	3	
54	65	11	
65	63	-2	
72	80	8	
80	90	10	
44	50	6	
67	65	-2	
60	60	0	
65	75	10	
75	80	5	
67	85	18	
66	70	4	
62	65	3	

Gambar 10.21

Gambar 10.22

Gambar 10.23

Gambar 10.24

Selanjutnya pilih *Stat =>Nonparametrics =>1-sample Wilcoxon* (Gambar 10.23). Pada Gambar 2.24, masukkan variabel **Selisih** pada bagian *Variables:*. Kemudian aktifkan/bulatkan bagian *Test median* dan pada *Alternative:* pilih *not equal* dengan maksud untuk pengujian dua arah. Kemudian pilih OK.

Wilcoxon Signed Rank Test: Selisih					
Test of median = 0.000000 versus median not = 0.000000					
	N	N for Test	Wilcoxon Statistic	P	Estimated Median
Selisih	15	14	102.0	0.002	5.000

Gambar 10.25

Berdasarkan Gambar 10.25, diketahui nilai *P* adalah 0,002, di mana nilai tersebut merupakan nilai probabilitas kumulatif nilai normal *Z* terstandarisasi, yakni $Z = -3,11$. Karena nilai probabilitas $0,002 < \alpha = 0,05$, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Ini berarti pernyataan “terdapat perbedaan yang signifikan secara statistika mengenai berat badan, sebelum dan sesudah mengkonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ” dapat diterima pada tingkat signifikansi 5%. Perhatikan bahwa “(2-tailed)” berarti pengujian dilakukan secara dua arah.

PENYELESAIAN DALAM R (UJI WILCOXON)

Data terlebih dahulu disimpan dalam *Microsoft Excel* dengan tipe **.CSV** (*Comma Separated Values*) (Gambar 10.26 dan Gambar 10.27).

	A	B
1	Sebelum	Sesudah
2	45	50
3	55	60
4	57	60
5	54	65
6	65	63
7	72	80
8	80	90
9	44	50
10	67	65
11	60	60
12	65	75
13	75	80
14	67	85
15	66	70
16	62	65

Files in folder:

- Bab 2 Uji Wilcoxon (Teori) Microsoft Office Word Document 485 KB
- Bab 2 Uji Wilcoxon (SPSS, Minitab, dan R) Microsoft Office Word Document
- Data Uji Wilcoxon 1 Microsoft Office Excel Comma ... 1 KB
- Dal SPSS 1 K
- Dal Mir 14

Gambar 10.26

Gambar 10.27

Aktifkan RStudio, kemudian pilih *File => R Script*. Ketik perintah R seperti pada Gambar 10.28.

```
1 data1=read.csv("Data Uji wilcoxon 1.csv", header=TRUE)
2 data1
3 Y=data1$Sesudah
4 X=data1$Sebelum
5 Y
6 X
7 wilcox.test(X, Y, paired = TRUE)
```

Gambar 10.28

Selanjutnya pilih *Compile*, pilih *MS Word* pada *Notebook output format*, dan *Compile*. Berikut hasil berdasarkan berdasarkan R.

```
data1=read.csv("Data Uji Wilcoxon 1.csv", header=TRUE)
data1
```

	Sebelum	Sesudah
## 1	45	50
## 2	55	60
## 3	57	60
## 4	54	65
## 5	65	63
## 6	72	80
## 7	80	90
## 8	44	50
## 9	67	65
## 10	60	60

Gambar 10.29

```
Y=data1$Sesudah
X=data1$Sebelum
Y
## [1] 50 60 60 65 63 80 90 50 65 60 75 80 85 70 65
X
## [1] 45 55 57 54 65 72 80 44 67 60 65 75 67 66 62
wilcox.test(X, Y, paired = TRUE)
## Warning in wilcox.test.default(X, Y, paired = TRUE): cannot compute exact
## p-value with ties
## Warning in wilcox.test.default(X, Y, paired = TRUE): cannot compute exact
## p-value with zeroes
##
## Wilcoxon signed rank test with continuity correction
##
## data: X and Y
## V = 3, p-value = 0.002061
## alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```

Gambar 10.30

Perhatikan bahwa berdasarkan Gambar 10.30, nilai $V = 3$, di mana nilai tersebut merupakan nilai statistik dari uji Wilcoxon. Karena nilai statistik dari uji Wilcoxon, yakni 3 lebih kecil dari nilai kritis Wilcoxon, yakni 21, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Ini berarti pernyataan mengenai “terdapat perbedaan yang signifikan (secara statistika) mengenai berat badan, sebelum mengkonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ dan sesudah mengkonsumsi obat penambah berat badan

merek XYZ selama satu minggu” dapat diterima pada tingkat signifikansi 5%.

Berdasarkan Gambar 10.30 juga diketahui nilai *p-value* (setelah koreksi) adalah 0,002061. Karena nilai probabilitas $0,002061 < \alpha = 0,05$, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Ini berarti pernyataan “terdapat perbedaan yang signifikan secara statistika mengenai berat badan, sebelum dan sesudah mengkonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ” dapat diterima pada tingkat signifikansi 5%. Perhatikan bahwa “(2-tailed)” berarti pengujian dilakukan secara dua arah. Pada Gambar 10.31 menyajikan kode R untuk uji Wilcoxon **tanpa koreksi**.

The image is a screenshot of the RStudio interface. The title bar at the top says 'RStudio'. Below it is a menu bar with 'File', 'Edit', 'Code', 'View', 'Plots', 'Session', 'Build', 'Debug', 'Tools', and 'Help'. Under the menu bar is a toolbar with icons for file operations and a search bar labeled 'Go to file/function...'. The main window shows a script editor with the following R code:

```
1 data1=read.csv("Data Uji Wilcoxon 1.csv", header=TRUE)
2 data1
3 Y=data1$Sesudah
4 X=data1$Sebelum
5 Y
6 X
7 wilcox.test(X, Y, paired = TRUE, correct = FALSE)
8
9
```

The status bar at the bottom indicates '9:1 (Top Level)'.

```
RStudio
File Edit Code View Plots Session Build Debug Tools Help
Go to file/function...
Desimal Berulang dan Tak Berula... * uji wilcoxon.R* * slide interior.R
Source on Save
1 data1=read.csv("Data Uji Wilcoxon 1.csv", header=TRUE)
2 data1
3 Y=data1$Sesudah
4 X=data1$Sebelum
5 Y
6 X
7 wilcox.test(X, Y, paired = TRUE, correct = FALSE)
8
9
9:1 (Top Level)
```

Gambar 10.31

Dengan melakukan *compile* kode R pada Gambar 10.31, diperoleh hasil seperti pada Gambar 10.32. Berdasarkan Gambar 10.32, diketahui nilai *p-value* (sebelum koreksi) adalah 0,001853, di mana nilai tersebut merupakan nilai probabilitas kumulatif

nilai normal Z terstandarisasi, yakni $Z = -3,11$. Karena nilai probabilitas $0,001853 < \alpha = 0,05$, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Ini berarti pernyataan “terdapat perbedaan yang signifikan secara statistika mengenai berat badan, sebelum dan sesudah mengkonsumsi obat penambah berat badan merek XYZ” dapat diterima pada tingkat signifikansi 5%. Perhatikan bahwa “(2-tailed)” berarti pengujian dilakukan secara dua arah.

```
wilcox.test(X, Y, paired = TRUE, correct = FALSE)

## Warning in wilcox.test.default(X, Y, paired = TRUE, corr
## cannot compute exact p-value with ties

## Warning in wilcox.test.default(X, Y, paired = TRUE, corr
## cannot compute exact p-value with zeroes

##
## Wilcoxon signed rank test
##
## data: X and Y
## V = 3, p-value = 0.001853
## alternative hypothesis: true location shift is not equal
```

Gambar 10.32

PENYELESAIAN DALAM SPSS (UJI MANN-WHITNEY)

Bangun data dalam SPSS seperti pada Gambar 10.33. Pada *Variable View*, bentuk variabel **Jurusan** dan **Nilai**. Kemudian atur tipe data (*Type*) dengan *Numeric*. Untuk variabel **Jurusan**, beri *Value* 0 untuk *Label* “Matematika”, dan *Value* 1 untuk *Label* “Statistika” (lihat Gambar 3.1). Kemudian aktifkan *Data View*. Ketik data seperti pada Gambar 10.33. Berdasarkan Gambar 10.33, diketahui masing-masing jurusan diamati 10 mahasiswa. Pada kolom **Jurusan**, nilai 0 menyatakan jurusan matematika, sedangkan nilai 1 menyatakan jurusan statistika.

Jurusan	Nilai
0	65
0	68
0	70
0	80
0	75
0	72
0	65
0	60
0	88
0	70
1	85
1	75
1	75
1	80
1	75
1	75
1	75

Loglinear

Neural Networks

Classify

Dimension Reduction

Scale

Nonparametric Tests

Forecasting

Survival

Multiple Response

Missing Value Analysis...

Multiple Imputation

Chi-Square...

Binomial...

Runs...

1-Sample K-S...

2 Independent Samples...

K Independent Samples...

Gambar 10.33

Gambar 10.34

Pilih *Analyze => Nonparametric Tests => 2 Independent Samples*(Gambar 10.34), sehingga muncul kotak dialog *Two Independent Samples Test* (Gambar 10.35). Pada Gambar 10.35, variabel **Nilai** dimasukkan pada kotak *Test Variable List* dan

variabel **Jurusan** dimasukkan pada kotak *Grouping Variable*. Pada *Test Type*, pilih *Mann-Whitney U*. Selanjutnya pilih *Define Groups*, sehingga muncul kotak dialog *Two Independent Samples: Define Groups*. Pada kotak *Two Independent Samples: Define Groups*, ketik 0 pada *Group 1*, dan ketik 1 pada *Group 2*. Angka 0 berarti untuk kode jurusan matematika dan angka 1 untuk kode jurusan statistika. Kemudian pilih *Continue* dan *OK*.

Gambar 10.35

Tabel 10.5, yakni Tabel *Rank* merupakan hasil berdasarkan SPSS. Pada kolom *Sum of Ranks*, diketahui jumlah ranking nilai ujian matakuliah kalkulus mahasiswa jurusan matematika adalah 72,5 dan jumlah ranking nilai ujian matakuliah kalkulus mahasiswa jurusan statistika adalah 137,5. Pada kolom *Mean Rank* merupakan nilai rata-rata dari ranking nilai ujian matakuliah kalkulus berdasarkan masing-masing jurusan.

Tabel 10.5

Ranks				
Jurusan		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Nilai	Matematika	10	7.25	72.50
	Statistika	10	13.75	137.50
	Total	20		

Pada Tabel 10.6 (Tabel *Test Statistics*) diketahui nilai statistik uji Mann-Whitney adalah 17,5. Nilai kritis Mann-Whitney adalah 23. Karena nilai dari statistik dari uji Mann-Whitney, yakni 17,5 lebih kecil dari nilai kritis Mann-Whitney, yakni 23, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Ini berarti pernyataan mengenai “terdapat perbedaan yang signifikan secara statistika mengenai nilai ujian matakuliah kalkulus antara mahasiswa jurusan matematika dan mahasiswa jurusan statistika” dapat diterima pada tingkat signifikansi 5%. Perhatikan juga bahwa diketahui nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* adalah 0,013. Nilai tersebut merupakan:

$$2 \times (\text{nilai probabilitas kumulatif dari nilai normal } Z = -2,497) = 2 \times 0,0062 = 0,013.$$

Karena nilai probabilitas kumulatif $0,013 < \alpha = 0,05$, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Ini berarti pernyataan mengenai “nilai ujian matakuliah kalkulus mahasiswa jurusan statistika berbeda signifikan secara statistika dengan nilai ujian matakuliah kalkulus mahasiswa jurusan matematika” dapat diterima pada tingkat signifikansi 5%. Perhatikan bahwa “(2-tailed)” berarti pengujian dilakukan secara dua arah.

Tabel 10.6

Test Statistics ^b	
	Nilai
Mann-Whitney U	17.500
Wilcoxon W	72.500
Z	-2.497
Asymp. Sig. (2-tailed)	.013
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.011 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Jurusan

Tabel 10.7

Test Statistics ^b	
	Nilai
Mann-Whitney U	17.500
Wilcoxon W	72.500
Z	-2.497
Asymp. Sig.	0.012542433678247812
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.011 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Jurusan

PENYELESAIAN DALAM Minitab (UJI MANN-WHITNEY)

Bangun data dalam Minitab seperti pada Gambar 10.36. Pilih *Stat* => *Nonparametrics* => *Mann-Whitney* (Gambar 10.37).

The image shows two parts of the Minitab interface. On the left, a data table with columns C1 (Matematika) and C2 (Statistika) containing scores for 10 students. On the right, the 'Stat' menu is open, showing the path: Stat > Nonparametrics > Mann-Whitney...

	C1	C2
	Matematika	Statistika
1	65	85
2	68	75
3	70	75
4	80	80
5	75	75
6	72	75
7	65	75
8	60	80
9	88	90
10	70	85

Stat menu path: Stat > Nonparametrics > Mann-Whitney...

Gambar 10.36 Gambar 10.37

Pada Gambar 10.38, pindahkan variabel Matematika pada *First Sample*, dan pindahkan variabel Statistika pada *Second Sample*. Kemudian pilih OK.

Gambar 10.38

```

Mann-Whitney Test and CI: Matematika, Statistika

           N   Median
Matematika  10   70.00
Statistika  10   77.50

|
Point estimate for ETA1-ETA2 is -10.00
95.5 Percent CI for ETA1-ETA2 is (-15.00,-3.00)
W = 72.5
Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0.0156
The test is significant at 0.0140 (adjusted for ties)

```

Gambar 10.39

Berdasarkan Gambar 10.39, diketahui nilai $W = 72,5$, di mana nilai tersebut merupakan jumlah ranking nilai ujian matakuliah kalkulus mahasiswa jurusan matematika. Diketahui berdasarkan

perhitungan sebelumnya, jumlah ranking nilai ujian matakuliah kalkulus mahasiswa jurusan matematika $R(X)$ adalah 72,5 dan jumlah ranking nilai ujian matakuliah kalkulus mahasiswa jurusan statistika $R(Y)$ adalah 137,5, maka $W = \text{minimum}(72,5; 137,5) = 72,5$. Perhatikan juga bahwa diketahui nilai probabilitas (*adjusted for ties*) adalah $0,014 < \alpha = 0,05$, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Ini berarti pernyataan mengenai “nilai ujian matakuliah kalkulus mahasiswa jurusan statistika berbeda signifikan secara statistika dengan nilai ujian matakuliah kalkulus mahasiswa jurusan matematika” dapat diterima pada tingkat signifikansi 5%.

PENYELESAIAN DALAM R (UJI MANN-WHITNEY)

Data terlebih dahulu disimpan dalam *Microsoft Excel* dengan tipe *.CSV (Comma Separeted Values)* (Gambar 10.40 dan Gambar 10.41).

A	B
NilaiJurusanMatematika	NilaiJurusanStatistika
65	85
68	75
70	75
80	80
75	75
72	75
65	75
60	80
88	90
70	85

Gambar 10.40

Gambar 10.41

Aktifkan RStudio, kemudian pilih *File => R Script*. Ketik perintah R seperti pada Gambar 10.42.

```

1 data1=read.csv("data uji mann whitney R.csv", header=TRUE)
2 data1
3 Y=data1$NilaiJurusanMatematika
4 X=data1$NilaiJurusanStatistika
5 Y
6 X
7 wilcox.test(X, Y, paired = FALSE, correct = FALSE)
8

```

Gambar 10.42

Selanjutnya pilih *Compile*, pilih *MS Word* pada *Notebook output format*, dan *Compile*. Berikut hasil berdasarkan berdasarkan R.

```

data1=read.csv("data uji mann whitney R.csv", header=TRUE)
data1
##      NilaiJurusanMatematika NilaiJurusanStatistika
## 1                65                85
## 2                68                75
## 3                70                75
## 4                80                80
## 5                75                75
## 6                72                75
## 7                65                75
## 8                60                80
## 9                88                90
## 10               70                85

```

Gambar 10.43

```

Y
## [1] 65 68 70 80 75 72 65 60 88 70
X
## [1] 85 75 75 80 75 75 80 90 85
wilcox.test(X, Y, paired = FALSE, correct = FALSE)
## Warning in wilcox.test.default(X, Y, paired = FALSE, correct = FALSE):
## cannot compute exact p-value with ties
##
## Wilcoxon rank sum test
## data: X and Y
## W = 82.5, p-value = 0.01254
## alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

```

Gambar 10.44

```
wilcox.test(X, Y, paired = FALSE, correct = TRUE)

## Warning in wilcox.test.default(X, Y, paired = FALSE, correct = TRUE):
## cannot compute exact p-value with ties

##
## Wilcoxon rank sum test with continuity correction
##
## data: X and Y
## W = 82.5, p-value = 0.01397
## alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```

Gambar 10.45

PENYELESAIAN DALAM SPSS (UJI McNEMAR)

Bangun data dalam SPSS seperti pada Gambar 10.46. Pada *Variable View*, bentuk variabel **Sebelum** dan **Sesudah**. Kemudian atur tipe data (*Type*) dengan *Numeric*. Untuk variabel **Sebelum**, beri *Value* 0 untuk *Label* “tidak menggunakan bumbu masakan A”, dan *Value* 1 untuk *Label* “menggunakan bumbu masakan A”. Begitu juga pada variabel **Sesudah**, beri *Value* 0 untuk *Label* “tidak menggunakan bumbu masakan A”, dan *Value* 1 untuk *Label* “menggunakan bumbu masakan A”. Kemudian aktifkan *Data View*. Input data pada *Data View* seperti pada Gambar 10.46. Pilih *Analyze => Nonparametric Tests => 2 Related Samples* (Gambar 10.47), sehingga muncul kotak dialog *Two Related Samples Test* (Gambar 10.48). Variabel **Sebelum** dimasukkan pada *Variable1* dan variabel **Sesudah** dimasukkan pada *Variable2*. Pada *Test Type* pilih *McNemar* dan kemudian pilih OK.

Gambar 10.46 Gambar 10.47

Gambar 10.48

Tabel 10.8

Sebelum & Sesudah

	Sesudah	
	tidak menggunakan bumbu masakan A	menggunakan bumbu masakan A
Sebelum		
tidak menggunakan bumbu masakan A	2	8
menggunakan bumbu masakan A	1	4

Berdasarkan Tabel 10.8 (Tabel Sebelum & Sesudah), Diketahui terdapat 4 orang menggunakan bumbu masakan merek A sebelum

dan setelah adanya iklan promosi. Terdapat 8 orang yang tidak menggunakan bumbu masakan merek A sebelum ada iklan promosi. Namun, setelah ada iklan promosi, maka 8 orang tersebut beralih untuk menggunakan bumbu masakan merek A. Tabel tersebut merupakan tabel kontingensi berukuran 2×2 (dua baris dan dua kolom). Berdasarkan Tabel 10.9 (Tabel *Test Statistics*) diketahui nilai *Exact Sig. (2-tailed)* 0,039. Nilai tersebut merupakan nilai statistik dari uji McNemar (T_2) yang dihitung dengan rumus

$$T_2 = 2 \left[\sum_{i=0}^X \binom{n}{i} p^i q^{n-i} \right].$$

Karena nilai *Exact Sig. (2-tailed)*, yakni 0,039, lebih kecil dari tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Hal ini berarti terdapat pengaruh yang signifikan secara statistika pada penggunaan bumbu masakan merek A, setelah adanya iklan promosi pada tingkat signifikansi 5%.

Tabel 10.9

Test Statistics^b

	Sebelum & Sesudah
N	15
Exact Sig. (2-tailed)	.039 ^a

a. Binomial distribution used.

b. McNemar Test

PENYELESAIAN DALAM Minitab (UJI McNEMAR)

Aktifkan terlebih dahulu *software* Minitab (Gambar 10.49). Kemudian pilih *Calc =>Probability Distributions =>Binomial* (Gambar 10.50).

Gambar 10.49

Gambar 10.50

Gambar 10.51

Gambar 10.52

$$2 \times 0,0195312 = 0,0390624.$$

Berdasarkan perhitungan di atas diperoleh nilai probabilitas (*p-value*) 0,03906, yakni lebih kecil dari tingkat signifikansi yang digunakan $\alpha = 0,05$, maka hipotesis nol ditolak, dan hipotesis alternatif diterima. Nilai *p-value*, yakni 0,03906 diperoleh dari perhitungan berikut (ingat rumus T_2).

PENYELESAIAN DALAM R (UJI McNEMAR)

Aktifkan RStudio, kemudian pilih *File => R Script*. Ketik perintah R seperti pada Gambar 10.53.

Gambar 10.53

Selanjutnya pilih *Compile*, pilih *MS Word* pada *Notebook output format*, dan *Compile*. Berikut hasil berdasarkan berdasarkan R.

```
binom.test(1,9,0.5,alternative=c("two.sided"))
##
## Exact binomial test
##
## data: 1 and 9
## number of successes = 1, number of trials = 9, p-value = 0.03906
```

Gambar 10.54

Berdasarkan Gambar 10.54, diperoleh nilai probabilitas (*p-value*) 0,03906, yakni lebih kecil dari tingkat signifikansi yang digunakan $\alpha = 0,05$, maka hipotesis nol ditolak, dan hipotesis alternatif diterima. Nilai *p-value*, yakni 0,03906 diperoleh dari perhitungan berikut (ingat rumus T_2).

$$\begin{aligned}
 2 \left[\sum_{i=0}^X \binom{n}{i} p^i q^{n-i} \right] &= 2[P(X = 0) + P(X = 1)] \\
 &= 2 \left[\binom{9}{0} \left(\frac{1}{2}\right)^0 \left(\frac{1}{2}\right)^9 + \binom{9}{1} \left(\frac{1}{2}\right)^1 \left(\frac{1}{2}\right)^8 \right] \\
 &= 2[0,001953 + 0,017578] \\
 &= 0,039.
 \end{aligned}$$

PENYELESAIAN DALAM SPSS (KORELASI SPEARMAN)

Bangun data dalam SPSS seperti pada Gambar 5.1. Pada *Variable View*, bentuk variabel **Jam** dan **IP**. Kemudian atur tipe data (*Type*) dengan *Numeric*. Untuk variabel **IP**, atur *Decimals* dengan 1, karena terdapat 1 angka di belakang koma. Kolom *Label* berfungsi untuk memberi keterangan. Pilih *Analyze => Correlate => Bivariate* (Gambar 10.56), sehingga muncul kotak dialog *Bivariate Correlations* (Gambar 10.57). Variabel **Jam** dan **IP** dimasukkan pada kotak *Variables*. Pada *Correlation Coefficients*, pilih *Spearman*. Pada *Test of Significance*, pilih *Two-Tailed*, karena pengujian hipotesis dilakukan dua arah. Kemudian pilih *Flag Significant Correlations* dan pilih OK.

Gambar 10.55 Gambar 10.56

Gambar 10.57

Berdasarkan Tabel 10.10 (Tabel *Correlation*), diketahui nilai korelasi berperingkat Spearman adalah 0,942. Diketahui juga bahwa nilai probabilitas dari uji *t* atau *Sig.(2-tailed)* adalah 0,000. Karena nilai probabilitas lebih kecil dari nilai tingkat signifikansi, yakni 0,05, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Hal ini berarti terdapat hubungan yang signifikan secara

statistika antara jumlah jam belajar di luar waktu kuliah dalam sehari dengan nilai indeks prestasi mahasiswa pada tingkat signifikansi 5%.

Tabel 10.10

Correlations			jumlah jam belajar dalam sehari	indeks prestasi
Spearman's rho	jumlah jam belajar dalam sehari	Correlation Coefficient	1.000	.942**
		Sig. (2-tailed)	.	.000
		N	12	12
	indeks prestasi	Correlation Coefficient	.942**	1.000
		Sig. (2-tailed)	.000	.
		N	12	12

**, Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Tabel 10.11

Correlations			jumlah jam belajar	indeks prestasi
Spearman's rho	jumlah jam belajar	Correlation Coefficient	0.9418121247825694	
		Sig. (2-tailed)	.	.000
		N	12	12
	indeks prestasi	Correlation Coefficient	.942**	1.000
		Sig. (2-tailed)	.000	.
		N	12	12

**, Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Correlations			jumlah jam belajar	indeks prestasi
Spearman's rho	jumlah jam belajar	Correlation Coefficient	1.000	.942**
		Sig. (2-tailed)	.	.000
		N	12	12
	indeks prestasi	Correlation Coefficient	.942**	1.000
		Sig. (2-tailed)	4.7623620221949734E-6	.
		N	12	12

PENYELESAIAN DALAM R (KORELASI SPEARMAN)

Data terlebih dahulu disimpan dalam *Microsoft Excel* dengan tipe *.CSV (Comma Separated Values)* (Gambar 10.58 dan Gambar 10.59).

The image shows an Excel spreadsheet with two columns, A and B. Column A is labeled 'Jam' and Column B is labeled 'IP'. The data is as follows:

	A	B
1	Jam	IP
2	2	1.5
3	4	2.8
4	0	1.2
5	5	2.9
6	7	3.3
7	7	3.25
8	9	3.7
9	8	3.8
10	6	3.1
11	5	3.3
12	2	2
13	9	3.9

Next to the spreadsheet, a file explorer shows several files:

- Microsoft Office Excel Worksh... 9 KB
- data spearman Microsoft Office Excel Comma ... 1 KB
- spearman.RR R File 1 KB
- spearman_RRR Microsoft Office Word Document 10 KB

Gambar 10.58

Gambar 10.59

Aktifkan RStudio, kemudian pilih *File => R Script*. Ketik perintah R seperti pada Gambar 10.60.

```
1 data1=read.csv("data spearman.csv", header=TRUE)
2 data1
3 X=data1$Jam
4 Y=data1$IP
5 Y
6 X
7 cor.test(X,Y,method = "spearman", alternative = c("two.sided"))
8
```

Gambar 10.60

Selanjutnya pilih *Compile*, dan pilih *MS Word* pada *Notebook output format*. Gambar 10.61 dan Gambar 10.62 merupakan hasil berdasarkan R. Berdasarkan Tabel 10.11 diketahui nilai korelasi berperingkat Spearman (ρ) adalah 0,9418121. Diketahui juga bahwa nilai probabilitas dari uji t (p -value) adalah $\frac{4.762}{10^6} =$

0,000004762. Karena nilai probabilitas lebih kecil dari nilai tingkat signifikansi, yakni 0,05, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima.

```
data1=read.csv("data
data1

##      Jam  IP
## 1      2 1.50
## 2      4 2.80
## 3      0 1.20
## 4      5 2.90
## 5      7 3.30
## 6      7 3.25
## 7      9 3.70
## 8      8 3.80
## 9      6 3.10
## 10     5 3.30
## 11     2 2.00
## 12     9 3.90
```

Gambar 10.61

```
cor.test(X,Y,method = "spearman", alternative
## Warning in cor.test.default(X, Y, method =
## c("two.sided")): Cannot compute exact p-val
##
## Spearman's rank correlation rho
##
## data: X and Y
## S = 16.6417, p-value = 4.762e-06
## alternative hypothesis: true rho is not equ
## sample estimates:
##      rho
## 0.9418121
```

Gambar 10.62

PENYELESAIAN DALAM SPSS (UJI KRUSKAL-WALLIS)

Bangun data dalam SPSS seperti pada Gambar 10.63. Pada *Variable View*, bentuk variabel **Jumlah** dan **Bimbel** (bimbingan belajar). Untuk variabel **Bimbel**, beri *Value* 1 untuk *Label* “bimbingan belajar A”, beri *Value* 2 untuk *Label* “bimbingan belajar B”, dan beri *Value* 3 untuk *Label* “bimbingan belajar C”. Kemudian aktifkan *Data View*. Input data pada *Data View* seperti pada Gambar 10.63. Pilih *Analyze => Nonparametric Tests => K Independent Samples*(Gambar 10.64), sehingga muncul kotak dialog *Test for Several Independent Samples* (Gambar 10.65). Pada Gambar 10.65, pilih *Kruskal-Wallis H* pada *Test Type*. Kemudian variabel **jumlah** dimasukkan pada *Test Variable List* dan variabel **Bimbel** dimasukkan pada *Grouping*

Variable.Selanjutnya pilih *Define Group*. Isi *Minimum* dengan nilai 1 dan *Maximum* dengan nilai 3. Perhatikan bahwa nilai 1 (nilai *Value* yang paling minimum) berarti *Label* untuk **bimbingan belajar A**,sedangkan nilai 3 (nilai *Value* yang paling maksimum) berarti *Label* untuk **bimbingan belajar C**. Selanjutnya pilih *Continue* dan OK.

	Jumlah	Bimbel
1	50	1
2	70	1
3	65	1
4	60	1
5	70	1
6	45	1
7	80	2
8	69	2
9	50	2
10	65	2
11	65	2
12	45	2
13	80	3
14	85	3
15	90	3
16	120	3
17	150	3
18	200	3

	Jumlah	Bimbel
1	50	bimbingan belajar A
2	70	bimbingan belajar A
3	65	bimbingan belajar A
4	60	bimbingan belajar A
5	70	bimbingan belajar A
6	45	bimbingan belajar A
7	80	bimbingan belajar B
8	69	bimbingan belajar B
9	50	bimbingan belajar B
10	65	bimbingan belajar B
11	65	bimbingan belajar B
12	45	bimbingan belajar B
13	80	bimbingan belajar C
14	85	bimbingan belajar C
15	90	bimbingan belajar C
16	120	bimbingan belajar C
17	150	bimbingan belajar C

Gambar 10.63

Gambar 10.64

Gambar 10.65

Hasil berdasarkan SPSS disajikan pada Tabel 10.11 (Tabel *Ranks*). Berdasarkan Tabel 10.11 untuk kolom *Mean Rank*, diketahui rata-rata ranking dari bimbingan belajar A adalah 6,33. Nilai tersebut merupakan hasil bagi antara jumlah ranking pada bimbingan belajar A, yakni 38 dengan banyaknya elemen sampel bimbingan belajar A yakni, 6.

Pada Tabel 10.12 (Tabel *Test Statistics*), diketahui nilai statistik dari Kruskal-Wallis (*H*) atau *Chi Square* adalah 11,165 dan nilai probabilitas dari uji Kruskal-Wallis (*Asymp. Sig.*) adalah 0,004. Oleh karena nilai probabilitas, yakni 0,004, lebih kecil dibandingkan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Hal ini berarti terdapat perbedaan kualitas yang signifikan secara statistika di

antara ketiga bimbingan belajar tersebut pada tingkat signifikansi 5%.

Tabel 10.11

Ranks		
Bimbel	N	Mean Rank
bimbingan belajar A	6	6.33
bimbingan belajar B	6	6.75
bimbingan belajar C	6	15.42
Total	18	

Tabel 10.12

Test Statistics ^{a,b}	
Chi-Square	11.165
Df	2
Asymp. Sig.	.004

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Bimbel

PENYELESAIAN DALAM Minitab (UJI KRUSKAL-WALLIS)

Bangun data dalam Minitab seperti pada Gambar 10.66. Pilih *Stat* => *Nonparametrics* => *Kruskal-Wallis* (Gambar 10.67). Pada Gambar 10.68, pindahkan variabel **Jumlah** pada *Response*, dan pindahkan variabel **Factor** pada *Factor*. Kemudian pilih OK. Gambar 10.69 merupakan hasil berdasarkan Minitab. Diketahui nilai statistik dari uji Kruskal-Wallis (H) adalah 11,17, derajat bebas (DF) adalah 2, dan probabilitas (P) adalah 0,004. Oleh karena nilai probabilitas, yakni 0,004, lebih kecil dibandingkan

tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Hal ini berarti terdapat perbedaan kualitas yang signifikan secara statistika di antara ketiga bimbingan belajar tersebut pada tingkat signifikansi 5%.

Gambar 10.66

Gambar 10.67

Gambar 10.68

Gambar 10.69

PENYELESAIAN DALAM R (UJI KRUSKAL-WALLIS)

Data terlebih dahulu disimpan dalam *Microsoft Excel* dengan tipe **.CSV** (*Comma Separated Values*) (Gambar 10.70 dan Gambar 10.71).

	A	B	C
1	bimbelA	bimbelB	bimbelC
2	50	80	80
3	70	69	85
4	65	50	90
5	60	65	120
6	70	65	150
7	45	45	200

Gambar 10.70 Gambar 10.71

Aktifkan RStudio, kemudian pilih *File => R Script* Ketik perintah R seperti pada Gambar 10.72.

```
1 data1=read.csv("data uji kruskal.csv", header=TRUE)
2 data1
3 X=data1$bimbelA
4 Y=data1$bimbelB
5 Z=data1$bimbelC
6 X
7 Y
8 Z
9 kruskal.test(data1)
```

Gambar 10.72

Selanjutnya pilih *Compile*, pilih *MS Word* pada *Notebook output format*, dan *Compile*. Berikut hasil berdasarkan berdasarkan R.

```

data1=read.csv("data uji kruskal.
data1

##  bimbelA bimbelB bimbelC
## 1      50      80      80
## 2      70      69      85
## 3      65      50      90
## 4      60      65      120
## 5      70      65      150
## 6      45      45      200

z
## [1] 80 85 90 120 150 200

kruskal.test(data1)

##
## Kruskal-Wallis rank sum test

##
## data: data1
## Kruskal-Wallis chi-squared = 11.1653, df = 2, p-value = 0.003763

```

Gambar 10.73

Gambar 10.74

Berdasarkan Gambar 6.16, Diketahui nilai statistik dari uji Kruskal-Wallis adalah 11,1653, derajat bebas (df) adalah 2, dan probabilitas (*p-value*) adalah 0,003763. Oleh karena nilai probabilitas, yakni 0,003763, lebih kecil dibandingkan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima.

PENYELESAIAN DALAM SPSS (UJI COCHRAN)

Bangun data dalam SPSS seperti pada Gambar 10.75. Pada *Variable View*, bentuk variabel **ayam**, **daging**, **ikan**, dan **udang**. Kemudian aktifkan *Data View*. Input data pada *Data View* seperti pada Gambar 10.75.

Pilih *Analyze => Nonparametric Tests => K Related Samples*(Gambar 10.76), sehingga muncul kotak dialog *Test for Several Related Samples* (Gambar 10.77). Masukkan variabel **ayam**, **daging**, **ikan** dan **udang** pada kotak *Test Variables*. Pada *Test Type* pilih *Cochran's Q* dan kemudian pilih OK.

Gambar 10.75

Gambar 10.76

Gambar 10.77

Berdasarkan Tabel 10.13 (Tabel *Frequencies*) diketahui responden yang suka terhadap kerupuk rasa ayam sebanyak 9 responden, dan responden yang tidak suka rasa ayam sebanyak 2 orang. Responden yang tidak suka terhadap kerupuk rasa daging sebanyak 7 orang dan responden yang suka rasa daging sebanyak 4 orang. Berdasarkan Tabel 10.14 (Tabel *Test Statistics*) diketahui nilai statistik dari uji Cochran atau *Cochran's Q* adalah 7,696 atau dibulatkan menjadi 7,70. Diketahui kritis chi-kuadrat (χ^2_{kritis}) adalah 7,815. Perhatikan bahwa karena nilai statistik dari uji

Cochran, yakni 7,70, lebih kecil dari nilai kritis chi-kuadrat, yakni 7,815, maka hipotesis nol diterima dan hipotesis alternatif ditolak. Hal ini berarti keempat jenis kerupuk memberikan kepuasan rasa yang sama pada tingkat signifikansi 5%.

Tabel 10.13

Frequencies		
	Value	
	0	1
ayam	2	9
daging	7	4
ikan	6	5
udang	4	7

Tabel 10.14

Test Statistics	
N	11
Cochran's Q	7.696 ^a
Df	3
Asymp. Sig.	.053

a. 1 is treated as a success.

Selain itu, pengambilan keputusan terhadap hipotesis juga dapat dilakukan dengan membandingkan nilai *Asymp. Sig.* terhadap tingkat signifikansi. Perhatikan bahwa karena nilai probabilitas(*Asymp. Sig.*), yakni 0,053, lebih besar dari tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$, maka hipotesis nol diterima dan hipotesis alternatif ditolak.

PENYELESAIAN DALAM R (UJI COCHRAN)

Data terlebih dahulu disimpan dalam *Microsoft Excel* dengan tipe **.CSV (Comma Separated Values)** (Gambar 10.78 dan Gambar 10.79).

	A	B	C		A	B	C
1	Skor	JenisKerupuk	Responden	18	0	2	6
2	1	1	1	19	0	2	7
3	1	1	2	20	0	2	8
4	0	1	3	21	0	2	9
5	0	1	4	22	0	2	10
6	1	1	5	23	1	2	11
7	1	1	6	24	0	3	1
8	1	1	7	25	1	3	2
9	1	1	8	26	0	3	3
10	1	1	9	27	1	3	4
11	1	1	10	28	1	3	5
12	1	1	11	29	0	3	6
13	0	2	1	30	1	3	7
14	1	2	2	31	0	3	8
15	0	2	3	32	0	3	9
16	1	2	4	33	0	3	10
17	1	2	5	34	1	3	11
data uji cochrان 1				data uji cochrان 1			
35		0		4		1	
36		1		4		2	
37		0		4		3	
38		1		4		4	
39		1		4		5	
40		1		4		6	
41		1		4		7	
42		1		4		8	
43		0		4		9	
44		0		4		10	
45		1		4		11	
46							

Gambar 10.78

Gambar 10.79

Aktifkan RStudio, kemudian pilih *File => R Script*. Ketik perintah R seperti pada Gambar 10.80.

Gambar 10.80

Selanjutnya pilih *Compile*, dan pilih *MS Word* pada *Notebook output format*, dan *Compile*. Gambar 10.81 merupakan hasil berdasarkan R. Diketahui nilai statistik dari uji Cochran (Q) adalah 7,6957, derajat bebas (df) adalah 3, dan nilai probabilitas (*p-value*) adalah 0,05274. Perhatikan bahwa karena nilai probabilitas, yakni 0,05274, lebih besar dari tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$, maka hipotesis nol diterima dan hipotesis alternatif ditolak.

```
library(RVAideMemoire)

## *** Package RVAideMemoire v 0.9-50 ***

cochran.qtest(y~A|B)

##
## Cochran's Q test
##
## data: y by A, block = B
## Q = 7.6957, df = 3, p-value = 0.05274
```

Gambar 10.81

PENYELESAIAN DALAM SPSS (UJI FRIEDMAN)

Bangun data dalam SPSS seperti pada Gambar 10.82. Pada *Variable View*, bentuk variabel **ayam**, **daging**, **ikan**, dan **udang**. Kemudian aktifkan *Data View*. Input data pada *Data View* seperti pada Gambar 10.82.

	ayam	daging	ikan	udang
1	90	85	83	70
2	90	70	77	65
3	75	70	60	85
4	80	70	75	90
5	90	85	60	89
6	60	65	70	85
7	65	85	70	90
8	65	100	60	85
9	80	70	75	90
10	90	70	80	75
11	75	65	70	64
12	80	70	75	90

Gambar 10.82

Gambar 10.83

Pilih *Analyze => Nonparametric Tests => K Related Samples*(Gambar 10.83), sehingga muncul kotak dialog *Test for Several Related Samples* (Gambar 10.84). Variabel **ayam**, **daging**,

ikan, dan **udang** dimasukkan pada *Test Variables*. Pada *Test Type* pilih *Friedman* dan kemudian pilih OK.

Gambar 10.84

Berdasarkan Tabel 10.15 (Tabel *Ranks*), padarata-rata ranking untuk rasa ayam adalah 3, rata-rata ranking untuk rasa daging 2, rata-rata ranking untuk rasa ikan 2,08, dan rata-rata ranking untuk rasa udang 2,92. Hasil perhitungan berdasarkan SPSS sama dengan hasil dengan perhitungan manual sebelumnya.

Berdasarkan Tabel 10.16 (Tabel *Test Statistics*), diketahui nilai statistik dari uji Friedman atau *Chi-Square* adalah 6,1. Perhatikan bahwa karena nilai statistik dari uji Friedman, yakni 6,1, lebih kecil dari nilai kritis chi-kuadrat (χ^2_{kritis}), yakni 7,815, maka hipotesis nol diterima dan hipotesis alternatif ditolak. Hal ini berarti perbedaan kepuasan di antara keempat jenis kerupuk tidak signifikan secara statistik pada tingkat signifikansi 5%.

Selain itu, pengambilan keputusan terhadap hipotesis juga dapat dilakukan dengan membandingkan nilai *Asymp. Sig.*(nilai probabilitas)terhadap tingkat signifikansi. Perhatikan bahwa karena nilai *Asymp. Sig.*, yakni 0,107, lebih besar dari tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$, maka hipotesis nol diterima dan hipotesis alternatif ditolak.

Tabel 10.15

Ranks	
	Mean Rank
Ayam	3.00
Daging	2.00
Ikan	2.08
Udang	2.92

Tabel 10.16

Test Statistics ^a	
N	12
Chi-Square	6.100
Df	3
Asymp. Sig.	.107

a. Friedman Test

PENYELESAIAN DALAM Minitab (UJI FRIEDMAN)

Bangun data dalam Minitab seperti pada Gambar 10.85. Bentuk variabel **Nilai**, **Jenis Kerupuk**, dan **Responden Ke-**. Pilih *Stat* =>*Nonparametrics* =>*Friedman* (Gambar 10.86).

↓	C1	C2	C3
	Nilai	Jenis Kerupuk	Responden Ke-
1	90	1	1
2	90	1	2
3	75	1	3
4	80	1	4
5	90	1	5
6	60	1	6
7	65	1	7
8	65	1	8
9	80	1	9
10	90	1	10
11	75	1	11
12	80	1	12
13	85	2	1
14	70	2	2
15	70	2	3
16	70	2	4
17	85	2	5
18	65	2	6

↓	C1	C2	C3
	Nilai	Jenis Kerupuk	Responden Ke-
19	85	2	7
20	100	2	8
21	70	2	9
22	70	2	10
23	65	2	11
24	70	2	12
25	83	3	1
26	77	3	2
27	60	3	3
28	75	3	4
29	60	3	5
30	70	3	6
31	70	3	7
32	60	3	8
33	75	3	9
34	80	3	10
35	70	3	11
36	75	3	12

↓	C1	C2	C3
	Nilai	Jenis Kerupuk	Responden Ke-
37	70	4	1
38	65	4	2
39	85	4	3
40	90	4	4
41	89	4	5
42	85	4	6
43	90	4	7
44	85	4	8
45	90	4	9
46	75	4	10
47	64	4	11
48	90	4	12

Gambar 10.85

Gambar 10.86

Gambar 10.87

Pada Gambar 10.87, pindahkan variabel **Nilai** pada kotak *Response*, variabel **Jenis Kerupuk** pada kotak *Treatment*, dan variabel **Responden Ke-** pada kotak *Blocks*. Kemudian pilih OK. Gambar 10.88 menyajikan hasil perhitungan berdasarkan Minitab. Diketahui nilai statistik dari uji Friedman (S) adalah 6,10, derajat bebas (DF) adalah 3, dan nilai probabilitas (P) adalah 0,107.

Friedman Test: Nilai versus Jenis Kerupuk blocked by Responden Ke-				
S = 6.10 DF = 3 P = 0.107				
Jenis Kerupuk	N	Est	Median	Sum of Ranks
1	12		79.219	36.0
2	12		74.219	24.0
3	12		74.844	25.0
4	12		86.094	35.0
Grand median = 78.594				

Gambar 10.88

PENYELESAIAN DALAM R (UJI FRIEDMAN)

Data terlebih dahulu disimpan dalam *Microsoft Excel* dengan tipe **.CSV (Comma Separeted Values)** (Gambar 10.89 dan Gambar 10.90).

	A	B	C
1	Skor	JenisKerupuk	Responden
2	90	1	1
3	90	1	2
4	75	1	3
5	80	1	4
6	90	1	5
7	60	1	6
8	65	1	7
9	65	1	8
10	80	1	9
11	90	1	10
12	75	1	11
13	80	1	12
14	85	2	1
15	70	2	2
16	70	2	3
17	70	2	4

Gambar 10.89

Gambar 10.90

Aktifkan RStudio, kemudian pilih *File => R Script*. Ketik perintah R seperti pada Gambar 10.91.

Gambar 10.91

Selanjutnya pilih *Compile*, dan pilih *MS Word* pada *Notebook output format*, dan *Compile*. Berikut hasil berdasarkan R. Berdasarkan Gambar 10.93, diketahui nilai statistik dari uji Friedman adalah 6,1, derajat bebas (df) adalah 3, dan nilai probabilitas (*p-value*) adalah 0,1068. Perhatikan bahwa karena nilai statistik dari uji Friedman, yakni 6,1, lebih kecil dari nilai kritis chi-kuadrat (χ^2_{kritis}), yakni 7,815, maka hipotesis nol diterima dan hipotesis alternatif ditolak. Hal ini berarti perbedaan kepuasan di antara keempat jenis kerupuk tidak signifikan secara statistik pada tingkat signifikansi 5%. Selain itu, pengambilan

keputusan terhadap hipotesis juga dapat dilakukan dengan membandingkan nilai probabilitas (*p-value*) terhadap tingkat signifikansi. Perhatikan bahwa karena nilai *Asymp. Sig.*, yakni 0,1068, lebih besar dari tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$, maka hipotesis nol diterima dan hipotesis alternatif ditolak.

```
data1=read.csv("data uji friedman 1.csv", header=TRUE)
data1
```

##	Skor	JenisKerupuk	Responden
## 1	90	1	1
## 2	90	1	2
## 3	75	1	3
## 4	80	1	4
## 5	90	1	5
## 6	60	1	6
## 7	65	1	7
## 8	65	1	8
## 9	80	1	9
## 10	90	1	10
## 11	75	1	11
## 12	80	1	12
## 13	85	2	1
## 14	70	2	2
## 15	70	2	3
## 16	70	2	4
## 17	85	2	5
## 18	65	2	6
## 19	85	2	7

Gambar 10.92

```
friedman.test(y~A|B)

##
## Friedman rank sum test
##
## data: y and A and B
## Friedman chi-squared = 6.1, df = 3, p-value = 0.1068
```

Gambar 10.93

PENYELESAIAN DALAM SPSS (CHI-KUADRAT 1)

Bangun data dalam SPSS seperti pada Gambar 10.94. Pada *Variable View*, bentuk variabel **frekuensi** dan **sisi_angka**. Beri *Value* 1 untuk *Label* “angka”, dan beri *Value* 0 untuk *Label* “gambar” (Gambar 10.94). Kemudian aktifkan *Data View* (Gambar 10.95). Input data pada *Data View* seperti pada Gambar 10.95. Pilih *Data =>Weight Cases* (Gambar 10.96). Pada Gambar 10.97, aktifkan/bulatkan *Weight cases by*, kemudian pindahkan variabel **frekuensi** pada bagian *Frequency Variable*: dan pilih OK.

Gambar 10.94

Gambar 10.95

Gambar 10.96

Gambar 10.97

Pilih *Analyze => Nonparametric Test => Chi Square*(Gambar 10.98), sehingga muncul kotak dialog *Chi Square Test* (Gambar 10.99). Masukkan variabel **frekuensi** dan **sisi_angka** pada kotak *Test Variable List*(Gambar 10.99). Kemudian pilih OK.

Gambar 10.98

Gambar 10.99

Berdasarkan Tabel 10.17 (Tabel *frekuensi*),pada kolom *Observed* Nmenyajikan frekuensi pengamatan, yakni untuk sisi angka

muncul sebanyak 85 kali dan untuk sisi gambar sebanyak 15 kali. Pada kolom *Expected N* merupakan frekuensi harapan, yakni untuk sisi angka dan gambar masing-masing sebanyak 50 kali muncul. Pada kolom *Residual* merupakan nilai selisih antara frekuensi pengamatan dan frekuensi harapan.

Tabel 10.17 Tabel 10.18

Frekuensi				Test Statistics		
	Observed N	Expected N	Residual		Frekuensi	sisi angka
15	15	50.0	-35.0	Chi-Square	49.000 ^a	49.000 ^a
85	85	50.0	35.0	Df	1	1
Total	100			Asymp. Sig.	.000	.000

a. 0 cells (.0%) have expected frequencies less than 5. The minimum expected cell frequency is 50.0

Berdasarkan Tabel 10.18 (Tabel *Test Statistics*), diketahui nilai statistik dari uji chi-kuadrat atau *Chi-Square* adalah 49. Diketahui nilai kritis chi-kuadrat(χ^2_{kritis}) dengan derajat bebas (Df = *degree of freedom*) 1 dan tingkat signifikansi 5% adalah 3,841 (silahkan lihat tabel distribusi chi-kuadrat atau cari menggunakan *Microsoft Excel*). Karena nilai statistik dari uji chi-kuadrat, yakni 49, lebih besar dibandingkan nilai kritis chi-kuadrat, yakni 3,841, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Hal ini berarti proporsi/frekuensi kemunculan sisi angka dan gambar untuk pengamatan berbeda signifikan secara statistik dengan proporsi/frekuensi kemunculan sisi angka dan gambar secara teoritis pada tingkat signifikansi 5%.Selain itu, pengambilan keputusan terhadap hipotesis juga dapat digunakan nilai *Asymp. Sig.* atau probabilitas. Diketahui nilai probabilitas adalah 0,000.

Karena nilai probabilitas lebih kecil dari tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima.

PENYELESAIAN DALAM SPSS (CHI-KUADRAT 2)

Bangun data dalam SPSS seperti Gambar 10.100. Pada variabel **adonan**, Beri *Value* 1 untuk *Label* “tepung”, *Value* 2 untuk *Label* “susu”, *Value* 3 untuk *Label* “telur”, dan *Value* 4 untuk *Label* “gula”. Kemudian aktifkan *Data View*. Input data pada *Data View* seperti pada Gambar 10.100. Pilih *Data => Weight Cases* (Gambar 10.101). Kemudian bulatkan *Weight cases by*. Masukkan variabel **proporsi_pengamatan** pada kotak *Frequency Variable* (Gambar 10.102) dan pilih OK. Selanjutnya pilih *Analyze => Nonparametric Test => Chi Square*, sehingga muncul kotak dialog *Chi Square Test* (Gambar 10.103). Masukkan variabel **adonan** dan **proporsi_pengamatan** pada kotak *Test Variable List*. Kemudian aktifkan/bulatkan *Values* pada *Expected Values*. Diketahui, harapan untuk adonan yang dihasilkan mengandung 250 gram tepung, 100 ml susu, 100 gram telur, dan 50 gram gula, sehingga pada *Values* isi 250, kemudian pilih *Add*. Isi lagi *Values* 100, kemudian pilih *Add*, sampai dengan 50. Setelah itu pilih OK.

proporsi_pengamatan	adonan
275	1
95	2
70	3
60	4

proporsi_pengamatan	adonan
275	tepung
95	susu
70	telur
60	gula

Gambar 10.100

Gambar 10.101

Gambar 10.102

Berdasarkan Tabel 10.19 (Tabel *adonan*), pada kolom *Observed N* merupakan proporsi adonan pengamatan untuk tepung, susu, telur, dan gula yang masing-masing 275, 95, 70, dan 60. Kolom *Expected N* merupakan proporsi adonan harapan untuk tepung, susu, telur, dan gula yang masing-masing 250, 100, 100, dan 50.

Pada Tabel 10.20 (Tabel *Test Statistics*), diketahui nilai statistik dari uji chi-kuadrat atau *Chi-Square* adalah 13,750. Diketahui nilai kritis chi-kuadrat (χ^2_{kritis}) dengan derajat bebas ($Df = degree$

of freedom) 3 dan tingkat signifikansi 1% adalah 11,345. Oleh karena nilai statistik dari uji chi-kuadrat lebih besar dari nilai kritis chi-kuadrat, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Hal ini berarti proporsi adonan kue yang telah dihasilkan berbeda signifikan secara statistik dengan proporsi adonan kue yang telah ditetapkan pada mesin pencampur adonan kue pada tingkat signifikansi 1%.

Selain itu, pengambilan keputusan terhadap hipotesis juga dapat digunakan nilai *Asymp. Sig.* atau probabilitas. Diketahui nilai probabilitas adalah 0,003. Karena nilai probabilitas lebih kecil dari tingkat signifikansi $\alpha = 0,01$, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima.

Gambar 10.103

Tabel 10.19

Adonan

	Observed N	Expected N	Residual
Tepung	275	250.0	25.0
Susu	95	100.0	-5.0
Telur	70	100.0	-30.0
Gula	60	50.0	10.0
Total	500		

Tabel 10.20

Test Statistics

	proporsi_pengamatan	adonan
Chi-Square	1166.150 ^a	13.750 ^a
Df	3	3
Asymp. Sig.	.000	.003

a. 0 cells (.0%) have expected frequencies less than 5. The minimum expected cell frequency is 50.0.

DAFTAR PUSTAKA

- Conover, W. J., 1999, *Practical Nonparametric Statistics*, 3rd Edition, New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Gujarati, D. N., 2003, *Basic Econometrics*, 4th Edition, New York, NY: McGraw-Hill Companies.
- Mann, P. S., dan Lacke, C. J., 2011, *Introductory Statistics: International Student Version*, 7th Edition, Asia: John Wiley & Son (Asia) Pte. Ltd.
- Montgomery, D. C., dan Runger G. C., 2007, *Applied Statistics and Probability for Engineers*, 4th Edition, Asia: John Wiley & Son (Asia) Pte. Ltd.
- Sastrosupadi, Adji, 2000, *Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian*, Yogyakarta: Kanisius.
- Siegel, Sidney, 1997, *Statistik Nonparametrik Untuk Ilmu-Ilmu Sosial*, Cetakan Ketujuh, Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Siregar, Sofyan, 2013, *Statistik Parametrik untuk Penelitian Kuantitatif, Dilengkapi dengan Perhitungan Manual dan Aplikasi SPSS Versi 17*, Jakarta: Bumi Aksara.
- Smidt, R. K., dan Sanders, D.H., 2000, *Statistics A First Course*, 6th Edition, United States of America: McGraw-Hill Companies.
- Spiegel, M. R., dan Stephens, J. L., 2007, *Schaums Outline Statistik*, Edisi Ketiga, Jakarta: Erlangga.
- Sudjana, 2000, *Metode Statistika*, Edisi Keenam, Bandung: Tarsito.
- Suharjo, Bambang, 2008, *Analisis Regresi Terapan dengan SPSS*, Yogyakarta, Graha Ilmu.
- Suharyadi dan Purwanto, S. K., 2009, *Statistika untuk Ekonomi dan Keuangan Modern*, Edisi Kedua, Jakarta: Salemba Empat.
- Supranto, J., 2004, *Ekonometri, Buku Kedua*, Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Supranto, J., 2005, *Ekonometri, Buku Kesatu*, Bogor: Ghalia Indonesia.
- Susetyo, Budi, 2010, *Statistika untuk Analisis Data Penelitian*, Bandung: PT Refika Aditama.

LAMPIRAN

Tabel Distribusi Normal Standar

z	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0160	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
0.1	0.0398	0.0438	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0753
0.2	0.0793	0.0832	0.0871	0.0910	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141
0.3	0.1179	0.1217	0.1255	0.1293	0.1331	0.1368	0.1406	0.1443	0.1480	0.1517
0.4	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.1700	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844	0.1879
0.5	0.1915	0.1950	0.1985	0.2019	0.2054	0.2088	0.2123	0.2157	0.2190	0.2224
0.6	0.2257	0.2291	0.2324	0.2357	0.2389	0.2422	0.2454	0.2486	0.2517	0.2549
0.7	0.2580	0.2611	0.2642	0.2673	0.2704	0.2734	0.2764	0.2794	0.2823	0.2852
0.8	0.2881	0.2910	0.2939	0.2967	0.2995	0.3023	0.3051	0.3078	0.3106	0.3133
0.9	0.3159	0.3186	0.3212	0.3238	0.3264	0.3289	0.3315	0.3340	0.3365	0.3389
1	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531	0.3554	0.3577	0.3599	0.3621
1.1	0.3643	0.3665	0.3686	0.3708	0.3729	0.3749	0.3770	0.3790	0.3810	0.3830
1.2	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944	0.3962	0.3980	0.3997	0.4015
1.3	0.4032	0.4049	0.4066	0.4082	0.4099	0.4115	0.4131	0.4147	0.4162	0.4177
1.4	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4265	0.4279	0.4292	0.4306	0.4319
1.5	0.4332	0.4345	0.4357	0.4370	0.4382	0.4394	0.4406	0.4418	0.4429	0.4441
1.6	0.4452	0.4463	0.4474	0.4484	0.4495	0.4505	0.4515	0.4525	0.4535	0.4545
1.7	0.4554	0.4564	0.4573	0.4582	0.4591	0.4599	0.4608	0.4616	0.4625	0.4633
1.8	0.4641	0.4649	0.4656	0.4664	0.4671	0.4678	0.4686	0.4693	0.4699	0.4706
1.9	0.4713	0.4719	0.4726	0.4732	0.4738	0.4744	0.4750	0.4756	0.4761	0.4767
2	0.4772	0.4778	0.4783	0.4788	0.4793	0.4798	0.4803	0.4808	0.4812	0.4817
2.1	0.4821	0.4826	0.4830	0.4834	0.4838	0.4842	0.4846	0.4850	0.4854	0.4857
2.2	0.4861	0.4864	0.4868	0.4871	0.4875	0.4878	0.4881	0.4884	0.4887	0.4890

Tabel Distribusi Normal Standar Kumulatif

z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
-3.6	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
-3.5	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
-3.4	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002
-3.3	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003
-3.2	0.0007	0.0007	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0005	0.0005	0.0005
-3.1	0.0010	0.0009	0.0009	0.0009	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0007	0.0007
-3	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010
-2.9	0.0019	0.0018	0.0018	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
-2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
-2.7	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
-2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
-2.5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
-2.4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0075	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064
-2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
-2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
-2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
-2	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
-1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
-1.8	0.0359	0.0351	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
-1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
-1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
-1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
-1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0721	0.0708	0.0694	0.0681

-1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
-1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
-1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
-1	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
-0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
-0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
-0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
-0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
-0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
-0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
-0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
-0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
-0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621

Tabel Distribusi t – Student

derajat bebas	luas sisi (uji satu arah)					
	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005	0.0005
	luas sisi (uji dua arah)					
	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	636.619
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	31.599
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	12.924
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	8.610
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	6.869
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.959
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	5.408
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	5.041
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.781
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.587
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.437
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	4.318
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	4.221
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	4.140
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	4.073
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	4.015
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.965
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.922
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.883
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.850

Tabel Distribusi *F*

luas sisi kanan 0.01, $\alpha = 0.01$						
derajat bebas penyebut	derajat bebas pembilang	1	2	3	4	5
1		4052.18	4999.50	5403.35	5624.58	5763.65
2		98.50	99.00	99.17	99.25	99.30
3		34.12	30.82	29.46	28.71	28.24
4		21.20	18.00	16.69	15.98	15.52
5		16.26	13.27	12.06	11.39	10.97
6		13.75	10.92	9.78	9.15	8.75
7		12.25	9.55	8.45	7.85	7.46
8		11.26	8.65	7.59	7.01	6.63
9		10.56	8.02	6.99	6.42	6.06
10		10.04	7.56	6.55	5.99	5.64
11		9.65	7.21	6.22	5.67	5.32
12		9.33	6.93	5.95	5.41	5.06
13		9.07	6.70	5.74	5.21	4.86
14		8.86	6.51	5.56	5.04	4.69
15		8.68	6.36	5.42	4.89	4.56
16		8.53	6.23	5.29	4.77	4.44
17		8.40	6.11	5.18	4.67	4.34
18		8.29	6.01	5.09	4.58	4.25
19		8.18	5.93	5.01	4.50	4.17
20		8.10	5.85	4.94	4.43	4.10
21		8.02	5.78	4.87	4.37	4.04

luas sisi kanan 0.01, $\alpha = 0.01$						
derajat bebas penyebut	derajat bebas pembilang	6	7	8	9	10
1		5858.99	5928.36	5981.07	6022.47	6055.85
2		99.33	99.36	99.37	99.39	99.40
3		27.91	27.67	27.49	27.35	27.23
4		15.21	14.98	14.80	14.66	14.55
5		10.67	10.46	10.29	10.16	10.05
6		8.47	8.26	8.10	7.98	7.87
7		7.19	6.99	6.84	6.72	6.62
8		6.37	6.18	6.03	5.91	5.81
9		5.80	5.61	5.47	5.35	5.26
10		5.39	5.20	5.06	4.94	4.85
11		5.07	4.89	4.74	4.63	4.54
12		4.82	4.64	4.50	4.39	4.30
13		4.62	4.44	4.30	4.19	4.10
14		4.46	4.28	4.14	4.03	3.94
15		4.32	4.14	4.00	3.89	3.80
16		4.20	4.03	3.89	3.78	3.69
17		4.10	3.93	3.79	3.68	3.59
18		4.01	3.84	3.71	3.60	3.51
19		3.94	3.77	3.63	3.52	3.43
20		3.87	3.70	3.56	3.46	3.37
21		3.81	3.64	3.51	3.40	3.31

luas sisi kanan 0.05, $\alpha = 0.05$						
derajat bebas penyebut	derajat bebas pembilang	1	2	3	4	5
1		161.45	199.50	215.71	224.58	230.16
2		18.51	19.00	19.16	19.25	19.30
3		10.13	9.55	9.28	9.12	9.01
4		7.71	6.94	6.59	6.39	6.26
5		6.61	5.79	5.41	5.19	5.05
6		5.99	5.14	4.76	4.53	4.39
7		5.59	4.74	4.35	4.12	3.97
8		5.32	4.46	4.07	3.84	3.69
9		5.12	4.26	3.86	3.63	3.48
10		4.96	4.10	3.71	3.48	3.33
11		4.84	3.98	3.59	3.36	3.20
12		4.75	3.89	3.49	3.26	3.11
13		4.67	3.81	3.41	3.18	3.03
14		4.60	3.74	3.34	3.11	2.96
15		4.54	3.68	3.29	3.06	2.90
16		4.49	3.63	3.24	3.01	2.85
17		4.45	3.59	3.20	2.96	2.81
18		4.41	3.55	3.16	2.93	2.77
19		4.38	3.52	3.13	2.90	2.74
20		4.35	3.49	3.10	2.87	2.71
21		4.32	3.47	3.07	2.84	2.68

luas sisi kanan 0.05, $\alpha = 0.05$						
derajat bebas penyebut	derajat bebas pembilang	6	7	8	9	10
1		233.99	236.77	238.88	240.54	241.88
2		19.33	19.35	19.37	19.38	19.40
3		8.94	8.89	8.85	8.81	8.79
4		6.16	6.09	6.04	6.00	5.96
5		4.95	4.88	4.82	4.77	4.74
6		4.28	4.21	4.15	4.10	4.06
7		3.87	3.79	3.73	3.68	3.64
8		3.58	3.50	3.44	3.39	3.35
9		3.37	3.29	3.23	3.18	3.14
10		3.22	3.14	3.07	3.02	2.98
11		3.09	3.01	2.95	2.90	2.85
12		3.00	2.91	2.85	2.80	2.75
13		2.92	2.83	2.77	2.71	2.67
14		2.85	2.76	2.70	2.65	2.60
15		2.79	2.71	2.64	2.59	2.54
16		2.74	2.66	2.59	2.54	2.49
17		2.70	2.61	2.55	2.49	2.45
18		2.66	2.58	2.51	2.46	2.41
19		2.63	2.54	2.48	2.42	2.38
20		2.60	2.51	2.45	2.39	2.35
21		2.57	2.49	2.42	2.37	2.32

Tabel Distribusi Chi-Kuadrat

derajat bebas	luas sisi kanan			
	0.1	0.05	0.02	0.01
1	2.706	3.841	5.412	6.635
2	4.605	5.991	7.824	9.210
3	6.251	7.815	9.837	11.345
4	7.779	9.488	11.668	13.277
5	9.236	11.070	13.388	15.086
6	10.645	12.592	15.033	16.812
7	12.017	14.067	16.622	18.475
8	13.362	15.507	18.168	20.090
9	14.684	16.919	19.679	21.666
10	15.987	18.307	21.161	23.209
11	17.275	19.675	22.618	24.725
12	18.549	21.026	24.054	26.217
13	19.812	22.362	25.472	27.688
14	21.064	23.685	26.873	29.141
15	22.307	24.996	28.259	30.578
16	23.542	26.296	29.633	32.000
17	24.769	27.587	30.995	33.409
18	25.989	28.869	32.346	34.805
19	27.204	30.144	33.687	36.191
20	28.412	31.410	35.020	37.566
21	29.615	32.671	36.343	38.932
22	30.813	33.924	37.659	40.289

Tabel Distribusi Wilcoxon

pengujian hipotesis dua arah				
jumlah elemen dalam sampel	$\alpha=0.005$	$\alpha=0.01$	$\alpha=0.025$	$\alpha=0.05$
1				
2				
3				
4				
5				1
6			1	2
7			2	4
8		2	4	6
9	2	3	6	8
10	3	5	8	11
11	5	7	11	14
12	7	10	14	17
13	10	13	17	21
14	13	16	21	26
15	16	20	25	30
16	19	24	30	36
17	23	28	35	41
18	28	33	40	47
19	32	38	46	54
20	37	43	52	60
21	43	49	59	68
22	49	56	66	75
23	55	62	73	83
24	61	69	81	92
25	68	77	90	101
26	76	85	98	110
27	84	93	107	120
28	92	102	117	130
29	100	111	127	141
30	109	120	137	152

Tabel Distribusi Mann-Whitney

pengujian satu arah $\alpha = 0.05$, pengujian dua arah $\alpha = \frac{0.05}{2} = 0.025$																				
n_1	n_2																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2
3	-	-	-	-	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8
4	-	-	-	0	1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	10	11	11	12	13	13
5	-	-	0	1	2	3	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	17	18	19	20
6	-	-	1	2	3	5	6	8	10	11	13	14	16	17	19	21	22	24	25	27
7	-	-	1	3	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
8	-	0	2	4	6	8	10	13	15	17	19	22	24	26	29	31	34	36	38	41
9	-	0	2	4	7	10	12	15	17	21	23	26	28	31	34	37	39	42	45	48
10	-	0	3	5	8	11	14	17	20	23	26	29	33	36	39	42	45	48	52	55
11	-	0	3	6	9	13	16	19	23	26	30	33	37	40	44	47	51	55	58	62
12	-	1	4	7	11	14	18	22	26	29	33	37	41	45	49	53	57	61	65	69
13	-	1	4	8	12	16	20	24	28	33	37	41	45	50	54	59	63	67	72	76
14	-	1	5	9	13	17	22	26	31	36	40	45	50	55	59	64	67	74	78	83
15	-	1	5	10	14	19	24	29	34	39	44	49	54	59	64	70	75	80	85	90
16	-	1	6	11	15	21	26	31	37	42	47	53	59	64	70	75	81	86	92	98
17	-	2	6	11	17	22	28	34	39	45	51	57	63	67	75	81	87	93	99	105
18	-	2	7	12	18	24	30	36	42	48	55	61	67	74	80	86	93	99	106	112
19	-	2	7	13	19	25	32	38	45	52	58	65	72	78	85	92	99	106	113	119
20	-	2	8	14	20	27	34	41	48	55	62	69	76	83	90	98	105	112	119	127

pengujian satu arah $\alpha = 0.01$, pengujian dua arah $\alpha = \frac{0.01}{2} = 0.005$																				
n_1	n_2																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3
4	-	-	-	0	0	1	1	2	2	3	3	4	5	5	6	6	7	8		
5	-	-	-	0	1	1	2	3	4	5	6	7	7	8	9	10	11	12	13	
6	-	-	-	0	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	15	16	17	18
7	-	-	-	0	1	3	4	6	7	9	10	12	13	15	16	18	19	21	22	24
8	-	-	-	1	2	4	6	7	9	11	13	15	17	18	20	22	24	26	28	30
9	-	-	0	1	3	5	7	9	11	13	16	18	20	22	24	27	29	31	33	36
10	-	-	0	2	4	6	9	11	13	16	18	21	24	26	29	31	34	37	39	42
11	-	-	0	2	5	7	10	13	16	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	46
12	-	-	1	3	6	9	12	15	18	21	24	27	31	34	37	41	44	47	51	54
13	-	-	1	3	7	10	13	17	20	24	27	31	34	38	42	45	49	53	56	60
14	-	-	1	4	7	11	15	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	58	63	67
15	-	-	2	5	8	12	16	20	24	29	33	37	42	46	51	55	60	64	69	73
16	-	-	2	5	9	13	18	22	27	31	36	41	45	50	55	60	65	70	74	79
17	-	-	2	6	10	15	19	24	29	34	39	44	49	54	60	65	70	75	81	86
18	-	-	2	6	11	16	21	26	31	37	42	47	53	58	64	70	75	81	87	92
19	-	0	3	7	12	17	22	28	33	39	45	51	56	63	69	74	81	87	93	99
20	-	0	3	8	13	18	24	30	36	42	46	54	60	67	73	79	86	92	99	105

Tabel Distribusi Kolmogorov-Smirnov

n	$\alpha = 0.2$	$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.02$	$\alpha = 0.01$
1	0,900	0,950	0,975	0,990	0,995
2	0,684	0,776	0,842	0,900	0,929
3	0,565	0,636	0,708	0,785	0,829
4	0,493	0,565	0,624	0,689	0,734
5	0,447	0,509	0,563	0,627	0,669
6	0,410	0,468	0,519	0,577	0,617
7	0,381	0,436	0,483	0,538	0,576
8	0,359	0,410	0,454	0,507	0,542
9	0,339	0,387	0,430	0,480	0,513
10	0,323	0,369	0,409	0,457	0,486
11	0,308	0,352	0,391	0,437	0,468
12	0,296	0,338	0,375	0,419	0,449
13	0,285	0,325	0,361	0,404	0,432
14	0,275	0,314	0,349	0,390	0,418
15	0,266	0,304	0,338	0,377	0,404
16	0,258	0,295	0,327	0,366	0,392
17	0,250	0,286	0,318	0,355	0,381
18	0,244	0,279	0,309	0,346	0,371
19	0,237	0,271	0,301	0,337	0,361
20	0,232	0,265	0,294	0,329	0,352
21	0,226	0,259	0,287	0,321	0,344
22	0,221	0,253	0,281	0,314	0,337
23	0,216	0,247	0,275	0,307	0,330
24	0,212	0,242	0,269	0,301	0,323
25	0,208	0,238	0,264	0,295	0,317