

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Definisi Statistika

Menurut Anderson and Bancroft sebagaimana dikutip oleh Supranto (1984:22) bahwa "*statistics is the science and art of the development and application of the most effective methods of collecting, tabulating, and interpreting quantitative data in such a manner that the fallibility of conclusions and estimates may be assessed by means of inductive reasoning based on the mathematics of probability.*" Berdasarkan Webster's New Collegiate Dictionary sebagaimana dikutip oleh Wackerly (1945:1) mendefinisikan statistika adalah "*a branch of mathematics dealing with the collection, analysis, interpretation, and presentation of masses of numerical data.*" Sedangkan pandangan Fraser mengenai statistika sebagaimana dikutip oleh Wackerly (1945:2) menyatakan bahwa "*statistics is concerned with methods for drawing conclusions from results of experiments or processes.*"

Berdasarkan definisi di atas, dapat disimpulkan bahwa statistika adalah ilmu tentang cara atau metode yang sistematis untuk mengumpulkan, mengolah atau menganalisis data dan menarik kesimpulan berdasarkan pengumpulan dan penganalisisan data tersebut.

B. Skala Pengukuran

Menentukan jenis statistika yang akan digunakan dalam pengujian hipotesis didasarkan pada skala pengukuran yang akan dianalisis. Terdapat beberapa skala pengukuran dalam penelitian (Siegel, 1994), yaitu :

1. Skala Nominal atau Skala Klasifikasi

Skala nominal merupakan pengukuran yang dilakukan untuk mengklasifikasikan suatu obyek, orang, atau sifat. Angka-angka yang diterapkan merupakan simbol atau tanda dari obyek yang akan dianalisis.

Ciri-ciri skala nominal sebagai berikut :

- Data berupa kategori/kualitatif.
- Data hanya dapat digunakan untuk membedakan.
- Masing-masing data mempunyai kedudukan setara.
- Tidak dapat dilakukan operasi matematika.

Contoh :

Data statistika jenis kelamin. Penggunaan statistika dalam analisisnya dapat dilakukan dengan mengubah data dalam bentuk angka. Peneliti menggunakan 1 sebagai simbol perempuan 2 sebagai simbol laki-laki. Angka 1 dan 2 merupakan inisial dari jenis kelamin perempuan dan laki-laki, tetapi tidak berarti angka 2 lebih besar dari angka 1, karena angka-angka tersebut hanya sebagai simbol/kode.

2. Skala Ordinal atau Skala Urutan

Skala ordinal merupakan pengukuran yang berbentuk urutan atau rangking. Dapat dikatakan bahwa pengukuran yang dilakukan tersebut

hasilnya dapat diurutkan menurut aturan tertentu. Aturan yang dimaksudkan berupa suatu hubungan dari obyek-obyek dalam kategori lain. Hubungan tersebut ditandakan dengan “>” yang artinya lebih besar daripada. Ciri-ciri skala ordinal sebagai berikut :

- Data berupa kategori/kualitatif.
- Data selain dapat digunakan untuk membedakan, juga dapat diurutkan.
- Posisi data tidak setara.
- Tidak dapat dilakukan operasi matematika.

Contoh :

Sistem kepangkatan dalam dunia militer, dimana sersan > kopral > prajurit. Sersan menempati peringkat 1 karena jabatannya lebih tinggi dibandingkan dengan kopral dan prajurit, kopral menempati peringkat 2 karena jabatannya lebih rendah daripada sersan dan lebih tinggi dibandingkan prajurit, sedangkan prajurit menempati peringkat 3 karena jabatannya lebih rendah daripada sersan dan kopral.

3. Skala Interval

Skala interval merupakan pengukuran yang tidak hanya menampilkan urutan layaknya skala ordinal, melainkan lebih kuat daripada itu. Dalam pengukuran ini, diketahui besar interval (jarak) antara obyek yang satu dengan lainnya. Namun, ukuran-ukuran tersebut tidak mempunyai nol mutlak, artinya titik nol dalam suatu skala interval bersifat sembarang.

Ciri-ciri skala interval sebagai berikut :

- Data selain dapat dibedakan dan diurutkan juga mempunyai jarak yang sama dari ciri atau sifat objek yang diukur.
- Antar data dapat diketahui selisihnya.
- Antar data tidak dapat dibandingkan.

Contoh :

Mengenai nilai ujian 6 orang mahasiswa, yakni A, B, C, D, E dan F diukur dengan ukuran interval pada skala prestasi dengan ukuran 1, 2, 3, 4, 5 dan 6, maka dapat dikatakan bahwa beda prestasi antara mahasiswa C dan A adalah $3 - 1 = 2$. Beda prestasi antara mahasiswa C dan F adalah $6 - 3 = 3$. Akan tetapi tidak bisa dikatakan bahwa prestasi mahasiswa E adalah 5 kali prestasi mahasiswa A ataupun prestasi mahasiswa F adalah 3 kali lebih baik dari prestasi mahasiswa B.

4. Skala Rasio

Skala rasio merupakan pengukuran yang dikaitkan dengan angka-angka sejati dengan titik nol sejati. Titik nol sejati yang dimaksudkan yaitu pada pengukuran ini, ukuran-ukuran yang dipakai mempunyai nol mutlak. Oleh karena itu, interval jarak tidak dinyatakan dengan beda angka rata-rata satu kelompok dibandingkan dengan titik nol. Angka pada data rasio dapat menunjukkan nilai sebenarnya dari objek yang diukur tidak dikenal besaran negatif. Ciri-ciri skala rasio sebagai berikut :

- Data yang diperoleh melalui pengukuran, dimana jarak dua titik pada data diketahui dari alat ukurnya.

- Antar data dapat diketahui selisihnya.
- Antar data dapat dibandingkan.

Contoh :

Jika ada 4 orang pengemudi, A, B, C dan D mempunyai pendapatan masing-masing perhari Rp. 10.000, Rp.30.000, Rp. 40.000 dan Rp. 50.000. Bila dilihat dengan ukuran rasio maka pendapatan pengemudi C adalah 4 kali pendapatan pengemudi A. Pendapatan pengemudi D adalah 5 kali pendapatan pengemudi A. Pendapatan pengemudi C adalah $\frac{4}{3}$ kali pendapatan pengemudi B.

Dengan kata lain, rasio antara pengemudi C dan A adalah 4 : 1, rasio antara pengemudi D dan A adalah 5 : 1, sedangkan rasio antara pengemudi C dan B adalah 4 : 3. Interval pendapatan pengemudi A dan C adalah 30.000, dan pendapatan pengemudi C adalah 4 kali pendapatan pengemudi A.

C. Probabilitas

Probabilitas didefinisikan sebagai peluang atau kemungkinan suatu kejadian. Distribusi Probabilitas adalah suatu distribusi untuk memperkirakan terjadinya peluang. Nilainya di antara 0 dan 1. Kejadian yang mempunyai nilai probabilitas 1 adalah kejadian yang pasti terjadi atau sesuatu yang telah terjadi. Sedangkan suatu kejadian yang mempunyai nilai probabilitas 0 adalah kejadian yang mustahil atau tidak mungkin terjadi. Probabilitas/Peluang suatu kejadian A yang terjadi dilambangkan dengan notasi $P(A)$ (Hakim, 2002).

Terdapat beberapa teknik menghitung dalam probabilitas (Jazuli, 2005) yaitu :

Teorema 1.13

Jika N hasil yang mungkin dari masing-masing r trial (percobaan) dari suatu eksperimen, maka ada N^r hasil yang mungkin dalam ruang sampel.

Contoh :

Berapa banyaknya cara untuk dapat menentukan 20 warna hitam putih?

Jawab :

2^{20} dengan $N = 2$ dan $r = 20$.

Teorema 1.14

Banyaknya kombinasi dari n objek yang berbeda bila yang dipilih sebanyak r kali.

$${}^n C_r = \binom{n}{r} = \frac{n!}{r!(n-r)!}$$

Contoh :

Diketahui terdapat 9 orang pemain bola basket. Pelatih ingin memilih pemain yang akan diajukan pada pertandingan melawan regu lain. Ada berapa cara yang dapat dilakukan untuk pemilihan tersebut?

Jawab :

Banyaknya kombinasi dari 9 orang untuk 5 orang yang dipilih adalah

$$\binom{9}{5} = \frac{9!}{(9-5)!5!} = 136$$

Adapun banyaknya permutasi r objek dari n objek adalah

$$\begin{aligned} {}_n P_r &= \binom{n}{r} r! \\ &= \frac{n!}{(n-r)!} \end{aligned}$$

Contoh :

Untuk memilih seorang manager dan asisten manager pemasaran tersedia 5 orang staf perusahaan yang memenuhi syarat. Ada berapa cara yang dapat digunakan untuk itu?

Jawab :

Banyaknya permutasi dari 5 orang staf perusahaan yang tersedia untuk 2 orang yang dipilih sebagai manager dan asisten manager pemasaran adalah

$$\binom{5}{2} = \frac{5!}{(5-2)!} = 20$$

D. Variabel Random Diskrit dan Distribusinya

Variabel random (acak) diartikan sebagai sebuah fungsi yang memberikan nilai numerik tunggal pada setiap elemen dalam ruang sampel. Variabel random dapat dibentuk distribusinya karena merupakan fungsi dalam ruang sampel. Variabel random dibagi menjadi 2 yaitu variabel random diskrit dan variabel random kontinyu. Pdf (*probability density function*) adalah fungsi yang berkaitan dengan variabel random diskrit. Suatu variabel random diskrit mempunyai nilai dengan probabilitas tertentu. Suatu variabel *random* dinyatakan dalam huruf besar, misalnya adalah X , sedangkan nilainya dinyatakan dalam huruf kecil, misalnya x (Jazuli, 2005).

Ciri-ciri variabel random diskrit (Walpole, 1992) antara lain :

1. Memiliki jumlah nilai yang terhitung.
2. Memiliki ruang di antara nilai yang berurutan.
3. Memiliki ukuran probabilitas untuk setiap nilai individual.

Definisi 2.2

Jika himpunan semua nilai variabel random X yang mungkin adalah himpunan yang dapat dihitng x_1, x_2, \dots, x_n , atau x_1, x_2, \dots , maka X disebut variabel random diskrit. Fungsi tersebut disebut pdf diskrit (*discrete probability density function*).

Teorema 2.1

Fungsi $f(x)$ adalah pdf diskrit jika dan hanya jika dipenuhi kedua sifat-sifat berikut untuk paling banyak himpunan bilangan real x_1, x_2, \dots tak hingga yang dapat dihitng.

$f(x_i) \geq 0$ untuk semua x_i , dan

$$\sum_{\text{all } x_i} f(x_i) = 1$$

Definisi 2.4

Jika X adalah variabel random dengan pdf $f(x)$, maka nilai ekspektasi dari X didefinisikan oleh

$$E(X) = \sum_x xf(x)$$

Berdasarkan definisi 2.4 dapat dikatakan bahwa nilai ekspektasi dari sebuah variabel random diskrit X adalah jumlah setiap nilai yang dikalikan dengan nilai probabilitasnya.

Salah satu distribusi dari variabel random diskrit yaitu distribusi uniform diskrit yang mengasumsikan semua nilainya mempunyai peluang yang sama. Misal bentuk pdf dari distribusi uniform diskrit $f(x) = \frac{1}{n}$, $x = 1, 2, \dots, n$ maka nilai

$$E(X) = \frac{n+1}{2} \text{ dan } var(X) = \frac{n^2-1}{12}$$

Variansi dari sebuah variabel random adalah ekspektasi kuadrat penyimpangan dari rata-rata (mean) yang dapat dituliskan sebagai berikut :

$$var(X) = E(X)^2 - (E(X))^2$$

Sedangkan Deviasi standar dari sebuah variabel random adalah akar kuadrat dari variansi yaitu :

$$\sigma = \sqrt{var(X)}$$

Kovariansi menjelaskan penyebaran relatif nilai variabel random terhadap lokasi ekspektasinya secara simultan untuk dua variabel random. Kovariansi diformulasikan oleh persamaan berikut :

$$\begin{aligned} cov(X_1, X_2) &= E[(X_1 - E(X_1))(X_2 - E(X_2))] \\ &= E(X_1 \cdot X_2) - [E(X_1) \cdot E(X_2)] \end{aligned}$$

E. Distribusi Sampling

Sampling merupakan teknik penarikan sampel dari suatu populasi. Hanya sebagian anggota populasi yang diteliti dengan syarat dapat mewakili populasi. Distribusi sampling adalah penarikan sampel dari sebuah populasi dimana sampel yang diambil menggambarkan karakteristik populasi tersebut (Hakim, 2002). Ukuran-ukuran yang mendasari distribusi sampling untuk sampel dan populasi ditampilkan pada tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Ukuran-ukuran untuk Sampel dan Populasi

Nilai (karakteristik)	Sampel Statistika	Populasi parameter
Mean (rata-rata hitung)	\bar{X}	μ
Standar deviasi	S	σ

Distribusi sampling biasanya diberi nama bergantung pada nama statistik yang digunakan. Macam distribusi sampling yaitu distribusi sampling rata-rata, distribusi sampling proporsi, distribusi simpangan baku, dan lain-lain. Distribusi sampling rata-rata merupakan distribusi probabilitas mean (rata-rata) semua sampel yang diambil dari sebuah populasi. Sedangkan distribusi sampling proporsi adalah distribusi sampling yang menggunakan sampel yang menggambarkan semua ciri-ciri suatu populasi.

F. Uji Hipotesis

Hipotesis atau hipotesa berasal dari kata “*hypo*” yang berarti di bawah dan “*thesa*” yang berarti kebenaran, sehingga dapat diartikan sesuatu yang masih belum jelas dan belum tentu kebenarannya (di bawah kebenaran).

Menurut Suryabrata (2006) hipotesis merupakan jawaban sementara terhadap masalah penelitian, yang kebenarannya masih harus diuji secara empiris. Kemudian menurut Hadi (2004) mengungkapkan bahwa hipotesis merupakan suatu pernyataan tentang keadaan parameter yang didasarkan atas probabilitas distribusi sampling parameter itu. Menurut Sudjana sebagaimana dikutip oleh Riduwan (2011) mengartikan hipotesis adalah asumsi atau dugaan mengenai suatu hal yang dibuat untuk menjelaskan hal itu yang sering dituntut untuk melakukan pengecekannya.

Berdasarkan definisi di atas, dapat disimpulkan bahwa hipotesis merupakan suatu jawaban atau dugaan sementara tentang hasil yang dicapai dari kondisi variabel penelitian yang sedang diamati. Hipotesis ini sebagai petunjuk dalam menentukan langkah selanjutnya, namun dugaan yang dirumuskan bisa benar atau salah. Sedangkan uji hipotesis dapat dijelaskan sebagai suatu prosedur yang akan menghasilkan suatu keputusan akan menerima atau menolak hipotesis itu.

Terdapat jenis-jenis hipotesis berdasarkan hubungan antar variabel (Martono, 2010), yaitu :

1. Hipotesis Deskriptif

Hipotesis deskriptif merupakan dugaan yang tidak menghubungkan dengan variabel lain. Hipotesis yang dirumuskan dapat menggambarkan suatu fenomena atau menjawab suatu taksiran.

Contoh :

- a. Disiplin kerja pegawai negeri sangat tinggi.
- b. 70% penduduk di pedesaan bekerja sebagai petani.

2. Hipotesis Asosiatif

Hipotesis asosiatif merupakan dugaan untuk mengetahui hubungan antara dua variabel atau lebih.

Contoh :

- a. Tingkat pengangguran berhubungan dengan tingkat kriminalitas.
- b. Jenis kelamin mempengaruhi prestasi belajar.

3. Hipotesis Komparatif

Hipotesis komparatif merupakan dugaan terhadap perbandingan nilai dua variabel atau lebih. Hipotesis ini membandingkan variabel yang ada untuk mengetahui perbedaan nilai-nilai variabel tersebut setelah diuji.

Contoh :

- a. Terdapat perbedaan prestasi belajar antara siswa laki-laki dan perempuan.
- b. Terdapat perbedaan kemampuan berbahasa asing antara lulusan swasta dengan negeri.

Selain hipotesis tersebut, terdapat 2 jenis hipotesis yang digunakan dalam penelitian berdasarkan keberadaan hubungan antar variabel (Arikunto, 2010) yaitu :

1. Hipotesis Kerja / Hipotesis Alternatif (H_1)

Hipotesis kerja (H_1) menyatakan adanya hubungan antara 2 variabel atau dengan kata lain hipotesis kerja menyatakan adanya perbedaan antara dua variabel.

Contoh :

- a. Terdapat hubungan yang signifikan antara kepercayaan diri dengan prestasi belajar.
- b. Terdapat perbedaan kreativitas antara anak yang diberi keleluasaan dengan anak yang dikekang dalam keluarga

2. Hipotesis Nol / Hipotesis Statistik (H_0)

Hipotesis nol (H_0) menyatakan tidak adanya hubungan antara 2 variabel atau dengan kata lain hipotesis kerja menyatakan tidak adanya perbedaan antara dua variabel.

Contoh :

- a. Tidak terdapat hubungan yang signifikan antara konsep diri dan motivasi berprestasi.
- b. Tidak terdapat perbedaan kreatifitas antara anak yang diberi keleluasaan dengan anak yang dikekang dalam keluarga.

Prosedur dalam pengujian hipotesis (Hakim, 2002) yaitu :

1. Merumuskan Hipotesis

Merumuskan hipotesis merupakan langkah pertama dalam prosedur pengujian hipotesis yaitu menampilkan hipotesis yang akan diuji dengan pernyataan hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternatif (H_1).

2. Menentukan Taraf Signifikansi

Taraf signifikansi merupakan besarnya batas toleransi dalam menerima kesalahan hipotesis terhadap nilai parameter populasinya. Taraf signifikansi dilambangkan dengan α yang besarnya bergantung pada pembuat keputusan. Semakin kecil taraf signifikansi yang digunakan semakin kecil pula kesalahan untuk menolak H_0 .

3. Menentukan Nilai Uji Statistik

Perhitungan uji statistik yang digunakan untuk menduga parameter data sampel yang diambil secara random dari sebuah populasi.

4. Membuat Kesimpulan

Pembuatan kesimpulan merupakan penetapan keputusan dalam hal penerimaan atau penolakan hipotesis nol (H_0), sesuai dengan kriteria pengujiaanya.

G. Statistika Parametrik dan Statistika Nonparametrik

Teknik statistika yang digunakan dalam menguji hipotesis suatu penelitian yaitu statistika parametrik atau statistika nonparametrik. Keduanya bekerja dengan data sampel, dimana sampel sebagai sumber data harus

diambil secara random. Ini berarti dalam pengambilan sampel diberikan peluang yang sama untuk seluruh anggota populasi (Sugiyono, 2010).

Menurut Siegel (1994) statistika parametrik merupakan teknik statistika yang menghendaki adanya syarat-syarat tertentu tentang parameter populasinya. Namun, seringkali syarat-syarat tersebut tidak diuji dan dianggap sudah dipenuhi. Hasil pengukuran dari data yang dianalisis minimal berkekuatan skala interval. Selain menghendaki hasil pengukuran dengan skala interval, dalam statistika parametrik (Sugiyono, 2010) sering juga digunakan skala rasio. Keduanya menetapkan syarat-syarat tertentu, misal data yang dianalisis tersebut harus mengikuti sebaran normal.

Berbeda dengan statistika parametrik, pada statistika nonparametrik tidak menetapkan syarat-syarat tertentu tentang parameter populasinya. Anggapan-anggapan mengenai observasi-observasi yang independen serta variabel yang kontinyu masih dianggap lemah dari anggapan statistika parametriknya. Hal ini diperkuat dengan adanya tes pada statistika nonparametrik tidak menghendaki pengukuran sekuat statistika parametrik. Statistika nonparametrik dapat digunakan untuk data dalam skala ordinal dan beberapa untuk data skala nominal (Siegel, 1994).

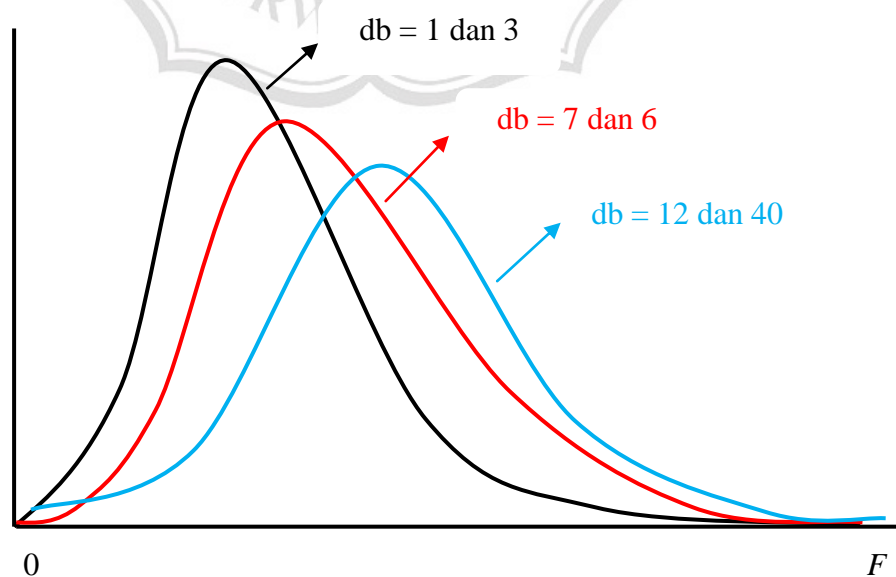
H. Analisis Variansi (ANAVA)

ANAVA merupakan analisis statistika untuk menguji signifikansi perbedaan lebih dari dua rata-rata. ANAVA merupakan pengembangan lebih lanjut dari uji t, dimana uji t hanya menguji perbandingan dua kelompok data

sedangkan ANAVA lebih dari dua kelompok data. Uji ANAVA pada prinsipnya adalah melakukan analisis variabilitas data menjadi dua sumber variasi yaitu variasi didalam kelompok (within) dan variasi antar kelompok (between) (Riduwan, 2011).

Menurut (Hakim, 2002) ANAVA menggunakan distribusi Fisher (F) yang mempunyai ciri-ciri sebagai berikut :

1. Merupakan distribusi kontinyu dimana variabel yang diukur dinyatakan dalam skala kontinyu.
2. Bentuk kurva tergantung dari jumlah derajat bebas db, yaitu derajat bebas pembilang (numerator) dan derajat bebas penyebut (denominator)
3. Skala yang digunakan hanya skala positif.
4. Meningkatnya derajat bebas db, puncak kurva distribusi F bergerak ke kanan sehingga kemiringannya berkurang. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.1 di bawah ini.



Gambar 2.1 Distribusi F dengan berbagai derajat bebas

Dalam menggunakan ANAVA harus terpenuhi asumsi dasarnya, agar kesimpulan yang diambil tidak menimbulkan kesalahan atau kurang akurat. Adapun asumsi dasar yang harus dipenuhi (Hakim, 2002) adalah:

- a. Sampel berasal dari kelompok yang independen. Asumsi ini harus dipenuhi pada saat pengambilan sampel yang dilakukan secara random terhadap beberapa (> 2) kelompok yang independen.
- b. Varian antar kelompok harus homogen.
- c. Data masing-masing kelompok berdistribusi normal. agar data berdistribusi normal dapat dengan menambah jumlah sampel pada masing-masing kelompok.

ANAVA dibagi menjadi dua yaitu :

1) ANAVA Satu Arah

ANAVA satu arah bertujuan membandingkan lebih dari dua rata-rata dan berguna untuk menguji generalisasi. Uji analisis ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dimana rancangan dengan beberapa perlakuan yang disusun secara random untuk seluruh unit percobaan. Tidak ada pembatasan yang dikenakan dalam menyusun perlakuan untuk tiap unit percobaan (Riduwan, 2011). Format data ANAVA satu arah disajikan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Format ANAVA Satu Arah

	Populasi						
	1	2	...	i	...	k	
	x_{11}	x_{21}	...	x_{i1}	...	x_{k1}	
	x_{12}	x_{22}	...	x_{i2}	...	x_{k2}	
	
	
	
	x_{1n}	x_{2n}	...	x_{in}	...	x_{kn}	
Total	T_1	T_2	...	T_i	...	T_k	$T_{..}$

2) ANAVA Dua Arah

ANAVA dua arah merupakan penyempurnaan ANAVA satu arah. ANAVA dua arah digunakan untuk menghadapi kasus yang rumit jika diselesaikan dengan ANAVA satu arah yaitu pada kasus yang mempunyai variabel bebas lebih dari satu. Dengan menggunakan analisis variansi ini, dapat dihindari analisis yang sifatnya mengulang dengan data yang sama. Selain itu dapat pula dihindari terjadinya *noise* (kemungkinan yang menyatakan efek bercampurnya analisis data) karena analisis ini melibatkan kontrol terhadap perbedaan variabel bebas. ANAVA dua arah juga menampilkan kondisi interaksi variabel bebas yang satu dengan variabel bebas lainnya (Irianto, 2009). Hipotesis dalam ANAVA dua arah terdiri dari :

- a) Perbedaan yang dipengaruhi H_1 oleh variabel bebas.
- b) Interaksi antar variabel bebas.

Sedangkan asumsi yang terdapat pada ANAVA dua arah meliputi :

- a) Skor tiap sel berdistribusi normal.
- b) Variasi skor pada setiap sel sama.

c) Skor bebas dari pengaruh variabel yang tidak diteliti.

ANOVA dua arah didasarkan pada pengamatan 2 kriteria yaitu ANOVA dua arah tanpa interaksi dan ANOVA dua arah dengan interaksi. ANOVA dua arah tanpa interaksi merupakan pengujian hipotesis beda tiga rata-rata atau lebih dengan dua faktor yang berpengaruh dan interaksi antara dua faktor tersebut ditiadakan. ANOVA dua arah tanpa interaksi biasa dikatakan sebagai ANOVA dua arah dengan satu pengamatan untuk setiap sel, karena pada uji ini hanya berlaku satu kali perulangan untuk setiap percobaan. Sedangkan uji ANOVA dua arah dengan interaksi merupakan pengujian hipotesis beda tiga rata-rata atau lebih dengan dua faktor yang berpengaruh dengan adanya interaksi antara kedua faktor. Apabila pada ANOVA dua arah tanpa interaksi hanya terdapat satu pengamatan untuk setiap sel, maka pada ANOVA dua arah dengan interaksi terdapat n pengamatan untuk setiap sel. Hal ini disebabkan karena pada ANOVA dua arah dengan interaksi dilakukan perulangan untuk setiap percobaan (Walpole, 1992). Untuk memperjelas uraian di atas, ditampilkan format data ANOVA pada tabel 2.3 dan tabel 2.4.

Tabel 2.3 Format ANAVA Dua Arah Tanpa Interaksi

Baris	Kolom						Total
	1	2	...	j	...	k	
1	x_{11}	x_{21}	...	x_{i1}	...	x_{1k}	T_1
2	x_{12}	x_{22}	...	x_{i2}	...	x_{2k}	T_2
.
.
i	x_{i1}	x_{i2}	...	x_{ij}	...	x_{ik}	T_i
.
.
n	x_{n1}	x_{n2}	...	x_{nj}	...	x_{nk}	T_n
Total	T_1	T_2	...	T_i	...	T_k	$T_{..}$

Tabel 2.4 Format ANAVA Dua Arah dengan Interaksi

Baris	Kolom				Total
	1	2	...	k	
1	x_{111}	x_{121}		x_{1k1}	T_1
	x_{112}	x_{122}		x_{1k2}	
	.	.		.	
	.	.		.	
	
	x_{11n}	x_{12n}		x_{1kn}	
2	x_{211}	x_{221}		x_{2k1}	T_2
	x_{212}	x_{222}		x_{2k2}	
	.	.		.	
	.	.		.	
	
	x_{21n}	x_{22n}		x_{2kn}	
.	.		.	.	
.	.		.	.	
.	x_{r11}	x_{r21}		x_{rk1}	T_k
	x_{r12}	x_{r22}		x_{rk2}	
.	.		.	.	
.	.		.	.	
n	
	x_{r1n}	x_{r2n}		x_{rkn}	
Total	T_1	T_2	...	T_k	$T_{...}$

I. Uji Friedman

Analisis variansi rangking dua arah Friedman atau biasa disebut Uji Friedman digunakan untuk menguji hipotesis komparatif bila k sampel data berpasangan berbentuk ordinal (rangking). Uji Friedman sebagai pengganti uji ANAVA dua arah jika tidak terpenuhinya persyaratan dari uji statistika parametriknya yaitu data tidak berdistribusi normal (Sugiyono, 2010).

Dasar pemikiran uji Friedman disajikan dalam tabel dua arah dengan n baris dan k kolom. Baris menyatakan subjek dan kolom menyatakan perlakuan. Data yang dianalisis adalah rangking, dimana skor-skor pada tiap baris diberikan rangking yang terpisah sebanyak n perlakuan (Siegel, 1994). Asumsi yang terdapat pada uji Friedman antara lain :

1. Data diukur paling sedikit dalam skala ordinal
2. Pengamatan-pengamatan antar blok independen.
3. Sampel-sampel yang mendapat perlakuan tidak independen (berhubungan). Hal ini dapat dijumpai pada keadaan: sebuah sampel mengalami beberapa (n) kali pengukuran (*n repeated measures*), atau beberapa sampel mengalami pencocokan (*matching*).

Langkah-langkah penggunaan uji Friedman (Siegel, 1994) sebagai berikut :

- a. Skor-skor yang telah dituangkan dalam tabel dua arah, selanjutnya diberi rangking 1- n pada masing-masing baris.
- b. Jumlahkan rangking di tiap kolom.
- c. Menghitung harga X_r^2 .

- d. Jika banyak baris atau kolom kurang dari minimal, yaitu untuk $n = 3$, $k = 2-9$, dan $n = 4$, $k = 2-4$ maka metode untuk memberikan kemungkinan berkaitan dengan tabel ANAVA Friedman. Tetapi jika banyak baris atau kolom tidak terlalu kecil, metode untuk memberikan kemungkinan berkaitan dengan tabel Chi-Kuadrat.
- e. Menolak H_0 pada taraf signifikansi yang telah ditentukan.

