



## Modul 4

FPM 226-Metodologi Penelitian Fisioterapi II

## Materi 5

Perbandingan Lebih Dari 2 Mean:

Analysis of Variance (ANOVA)

Disusun Oleh

Wahyuddin

UNIVERSITAS ESA UNGGUL

2019

## Pendahuluan

Ketika suatu pengetahuan dan teori klinis telah dikembangkan, peneliti klinis berusaha ingin mengajukan pertanyaan penelitian lebih kompleks yang memerlukan penggunaan desain eksperimental pada berbagai tingkatan yang bersifat multi faktor. Analysis of variance (ANOVA) adalah tools analitis yang powerful untuk menganalisis rancangan tersebut, dimana tiga atau lebih kondisi atau kelompok dibandingkan. Analisis varians digunakan untuk menentukan apakah perbedaan antara mean lebih besar daripada yang diharapkan atau karena faktor kebetulan.

ANOVA didasarkan pada F statistik F, yang mirip dengan t karena merupakan rasio antara efek antar kelompok treatment untuk variabilitas dalam kelompok. Tes ini dapat diterapkan untuk kelompok independen atau repeated measures designs. Tujuan materi ini adalah untuk menggambarkan penerapan analisis varians untuk berbagai desain penelitian eksperimental.

## Pengertian ANOVA

One-way ANOVA pada dasarnya merupakan pengembangan independent t-tes pada situasi studi dimana terdapat tiga kelompok atau lebih. Jenis data yang dapat dianalisa dengan menggunakan one-way ANOVA yang digambarkan dalam tabel berikut ini.

Table 21.1 Data for a study of the effects of hormones		
Group 1 Hormone 1	Group 2 Hormone 2	Group 3 Placebo control
9	4	3
12	2	6
8	5	3

Tabel 1. Raw data studi efek hormon terhadap tingkat depresi

Berdasarkan data tersebut, menunjukkan skor pada suatu studi yang meneliti efek pemberian hormon yang berbeda terhadap tingkat depresi. Apakah terdapat perbedaan skor mean grup secara signifikan? Terlihat bahwa skor grup 1 lebih tinggi dibanding dua kelompok yang lain, karena jika kita menghitung hasilnya adalah: mean grup 1 = 9.67, mean grup 2 = 3.67 dan mean grup 3 = 4.00.

Pada one-way ANOVA hanya satu independent variable yaitu variabel nominal tunggal sebagai dasar dari kelompok. Pada contoh di atas, variabel tersebut adalah treatment (hormon 1, hormon 2 dan plasebo). Pada dasarnya ANOVA akan membandingkan variasi mean kelompok dengan variasi dalam kelompok menggunakan rasio varians atau F-ratio. Semakin banyak variasi antar kelompok dibandingkan dengan variasi dalam kelompok maka semakin besar kemungkinan hasil analisis akan menjadi signifikan secara statistik. Variasi mean antar kelompok berarti varians antar kelompok, sama halnya dengan variasi dalam kelompok. Semakin besar kesalahan

varians maka semakin besar kemungkinan bahwa kita mendapatkan variasi antara mean secara kebetulan.

Seperti teknik statistik lain, ANOVA menggunakan penggunaan konsep degree of freedom yang terkait dengan jumlah partisipan dalam studi. Kita perlu memahami bahwa signifikansi dengan menggunakan ANOVA berarti variasi dalam cara kelompok lebih besar daripada hanya melihat variasi karena menggunakan sampel. Dengan kata lain, independent variable (kelompok) membuat perbedaan terhadap dependent variable dependen (nilai). Itu tidak berarti bahwa semua kelompok mempunyai mean yang berbeda secara signifikan antara satu kelompok dengan kelompok lain. Kembali pada contoh data sebelumnya, kita melihat bahwa mean kelompok 2 dan 3 tidak berbeda jauh. Sementara mean kelompok 2 dan 3 sangat berbeda dengan mean kelompok 1.

ANOVA pada independent samples: one-way classification

Pada eksperimen dengan single-faktor, one-way ANOVA diterapkan ketika mean tiga atau lebih kelompok independen dibandingkan. Deskripsi "one-way" mengindikasikan bahwa desain melibatkan satu independent variable, atau faktor, dengan tiga atau lebih level. Meskipun ANOVA dapat diterapkan pada perbandingan 2 grup, t-tes umumnya dianggap lebih efisien untuk tujuan tersebut

Hipotesis statistik

Null hypothesis untuk one-way menyatakan bahwa tidak ada perbedaan mean secara signifikan antar kelompok seperti pernyataan pada gambar 2 berikut:

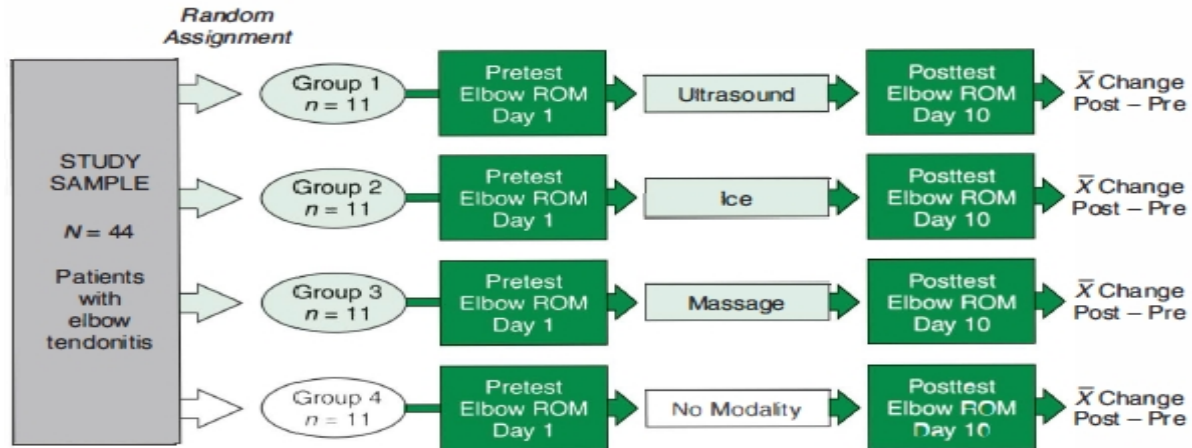
$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_k$$

Gambar 2. Null hypothesis pada one-way ANOVA

dimana k adalah jumlah kelompok atau tingkat independent variable. Hipotesis alternatif (H1) menyatakan bahwa setidaknya dua mean akan berbeda.

Contoh

Untuk menggambarkan bagaimana konsep ini diterapkan, suatu studi mempelajari efek penggunaan modalitas yang berbeda selama 10 hari untuk mendapatkan pain-free range of motion (ROM) pada pasien dengan tendonitis. Secara acak, sampel dibagi ke dalam masing-masing diantara empat kelompok independen: kelompok 1 dengan ultrasound (US), kelompok dua dengan ice, kelompok tiga dengan massage dan kelompok 4 sebagai kelompok kontrol. n digunakan sebagai representasi untuk menunjukkan jumlah subjek dalam setiap kelompok (n=11) dan N untuk mewakili jumlah seluruh subjek dalam studi (N=44). Independent variable adalah jenis modalitas dengan empat level (k = 4). Ini adalah single-factor, multilevel design. Dependent variable adalah ROM elbow yang diukur dalam satuan derajat. Desain studi tersebut seperti di bawah ini:



Gambar 3. Desain studi efek modalitas terhadap ROM elbow pada pasien tendonitis elbow

Data hasil pengukuran tercantum di bawah ini:

**TABLE 20.1 ONE-WAY ANALYSIS OF VARIANCE FOR INDEPENDENT SAMPLES: CHANGE IN ELBOW ROM (IN DEGREES) FOLLOWING TREATMENT FOR TENDONITIS ( $k = 4, N = 44$ )**

**A. DATA**

Grp	ROM	Grp	ROM
1	23	23	47
2	54	24	49
3	52	25	29
4	33	26	33
5	48	27	45
6	52	28	29
7	58	29	43
8	31	30	19
9	43	31	34
10	47	32	27
11	45	33	33
12	44	34	19
13	52	35	14
14	53	36	23
15	52	37	14
16	33	38	36
17	46	39	29
18	56	40	37
19	42	41	22
20	43	42	19
21	29	43	18
22	48	44	35

	Group 1 US	Group 2 Ice	Group 3 Massage	Group 4 Control	Total
$\sum X$	486.00	498.00	388.00	266.00	1,638.00
$n$	11	11	11	11	44
$\bar{X}$	44.18	45.27	35.27	24.18	37.23

**B. OUTPUT**

**Test of Homogeneity of Variances**

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
LENGTH	.321	3	40	.810

**ANOVA**

LENGTH	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3158.09	3	1052.70	11.89	.000
Within Groups	3541.64	40	88.54		
Total	6699.73	43			

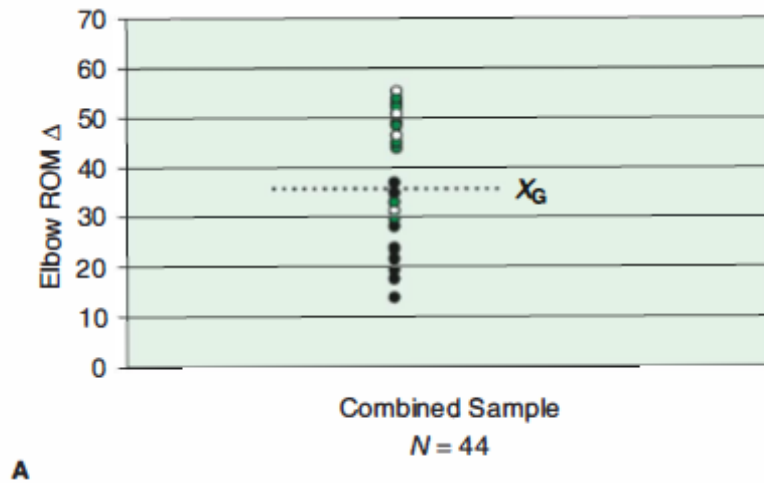
① As with the *t*-test, the Levene statistic indicates that there is no significant difference ( $p = .810$ ) between the variances across the four groups.

② The probabilities associated with the *F* test do not distinguish between one and two-tailed tests. Because the probability is less than .05, we reject  $H_0$  and conclude that there is a significant difference among groups.

③ In different programs, the source of variance "Within Groups" may also be called "Error" or "Residual" variance.

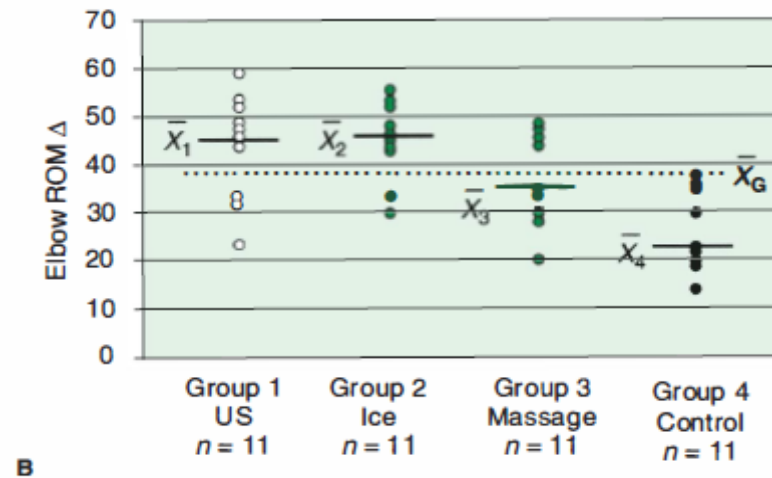
Tabel 2. Data mentah dan hasil analisis

Distribusi gabungan skor dari 4 kelompok (N=44), dicantumkan pada grafik 1 di bawah ini:



Grafik 1: Gabungan skor 4 kelompok

Distribusi skor pada masing-masing kelompok (n=11) dicantumkan pada grafik 2 di bawah ini:



Grafik 2: Distribusi skor tiap kelompok

### Total Sum of Squares

Untuk mengestimasi total variability pada data sebelumnya, pertimbangkan set dari skor pada 44 sampel sebagai satu kesatuan tanpa melihat pembagian grup yang disebut grand mean. The sum of squares pada total sampel merepresentasikan deviasi setiap individu skor dari grand mean. Total sum of squares (SSt) merefleksikan total variabilitas yang terdapat pada skor tersebut.

## F Statistik

### Degrees of Freedom

Total degree of freedom (dft) dalam satu set data akan selalu kurang satu dari jumlah total observasi, atau  $N-1$ . Dalam contoh data,  $N=44$  dan  $dft = 43$ . Jumlah degree of freedom terkait dengan variabilitas antar group (between-groups variability/dfb) antara kelompok adalah jumlah kelompok dikurang 1 ( $k-1$ ), sehingga dfb pada contoh di atas =3. Untuk within-groups error variance (dfe) gabungan semua kelompok adalah  $N-k$ . Berdasarkan data di atas  $dfe = 44-4=40$ .

### Mean Squares

Konsep between-groups and within-groups variability digunakan untuk mendefinisikan rasio statistik. Sumber-sumber variabilitas didefinisikan sebagai between-groups dan error sums of squares. Secara matematis, mean square didapatkan dari hasil pembagian sum of squares dengan degree of freedom

### F-Ratio

Mean square values digunakan untuk menghitung F statistik sebagai rasio antara groups variance terhadap error variance. Semakin besar F-rasio, semakin besar perbedaan antara kelompok berarti relatif terhadap variabilitas dalam kelompok. Perhitungan matematis untuk mendapatkan nilai F-ratio seperti pada gambar 4 di bawah ini:

**C. COMPUTATION OF F STATISTIC**

$$df_b = k - 1 = 4 - 1 = 3 \quad MS_b = \frac{SS_b}{df_b} = \frac{3158.09}{3} = 1,052.70$$
$$df_e = N - k = 44 - 4 = 40 \quad MS_e = \frac{SS_e}{df_e} = \frac{3541.64}{40} = 88.54$$
$$F = \frac{MS_b}{MS_e} = \frac{1052.70}{88.54} = 11.89$$

Gambar 4. Perhitungan F-ratio

### Critical Values of F

Seperti nilai t, F-ratio dibandingkan dengan critical value untuk menentukan signifikansi. Pada contoh di atas, critical value  $F = 11.89$ . Nilai yang dihitung harus lebih besar atau sama dengan nilai kritis untuk mencapai signifikansi statistik. Dalam kasus ini, kita dapat menolak null hypothesis.

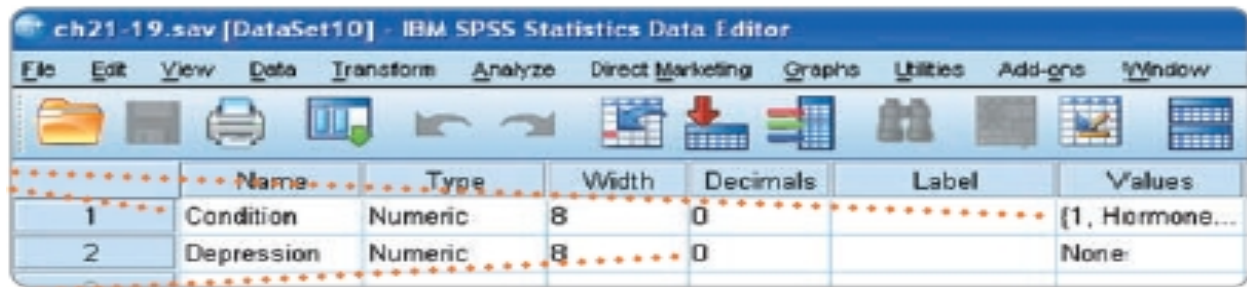
F-ratio penting tidak menunjukkan bahwa masing-masing kelompok ini berbeda dari kelompok lain, tetapi menginformasikan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara setidaknya dua mean (terbesar vs terkecil). Pada tahap ini, tes terpisah harus dilakukan untuk menentukan perbedaan signifikan. Ketika F-ratio lebih kecil daripada critical value, null hypothesis tidak ditolak.

### Ringkasan Tabel ANOVA

Tabel output ANOVA akan mempresentasikan hasil analisis varians dalam tabel ringkasan yang memberikan data sums of squares dan mean square untuk penentuan F ratio. Tabel juga menyajikan data untuk between-groups dan error sources of variance. Tingkat probabilitas yang terkait dengan F ratio diberikan dalam kolom terakhir tabel ringkasan. Tabel ini dapat disertakan di bagian hasil dari sebuah laporan penelitian. Terminologi yang digunakan dalam tabel akan bervariasi antara program komputer dan laporan penelitian.

Dalam melaporkan hasil ANOVA, beberapa peneliti dapat menunjukkan jika F ratio signifikan, menunjukkan  $p < .05$ , meskipun sebagian besar laporan akan menyertakan probabilitas tepat yang diperoleh melalui analisis komputer.

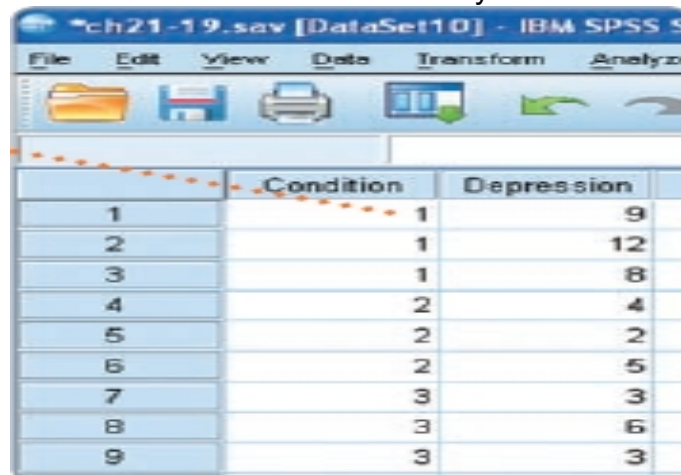
### Contoh analisis data



The screenshot shows the 'Variable View' tab in IBM SPSS Statistics. It displays the definitions for two variables: 'Condition' and 'Depression'. Both are defined as 'Numeric' with a 'Width' of 8 and 'Decimals' of 0. The 'Label' for 'Condition' is '(1, Hormone...' and for 'Depression' it is 'None'.

	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values
1	Condition	Numeric	8	0	(1, Hormone...	
2	Depression	Numeric	8	0		None

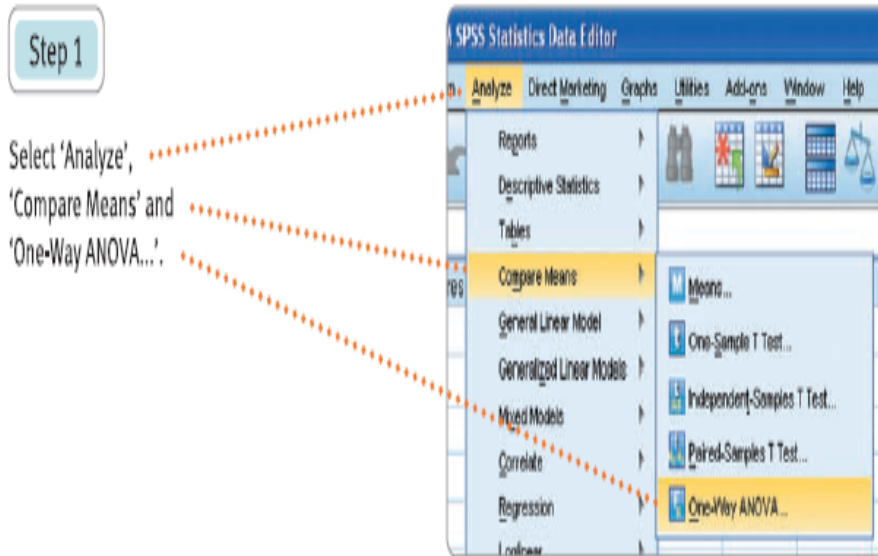
Tabel 3. Data Entry



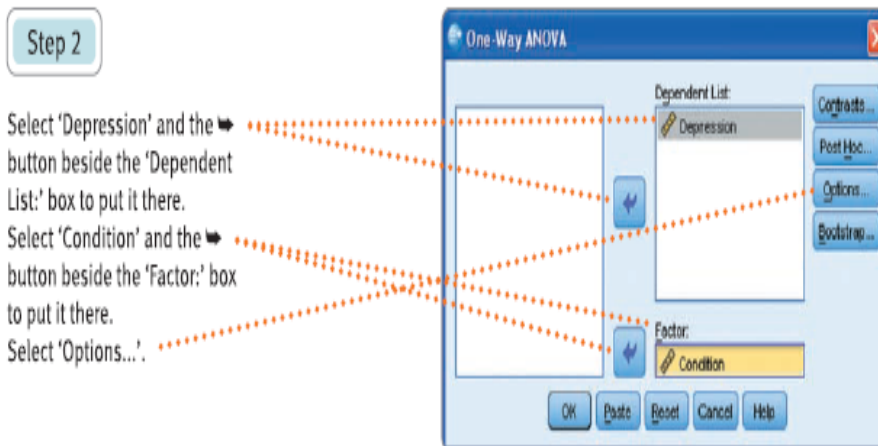
The screenshot shows the 'Data View' tab in IBM SPSS Statistics. It displays a data table with 9 rows and 2 columns: 'Condition' and 'Depression'. The values for 'Condition' are 1, 1, 1, 2, 2, 2, 3, 3, 3. The values for 'Depression' are 9, 12, 8, 4, 2, 5, 3, 6, 3.

	Condition	Depression
1	1	9
2	1	12
3	1	8
4	2	4
5	2	2
6	2	5
7	3	3
8	3	6
9	3	3

Tabel 4. Data View



Tabel 5. Analisis Tahap 1

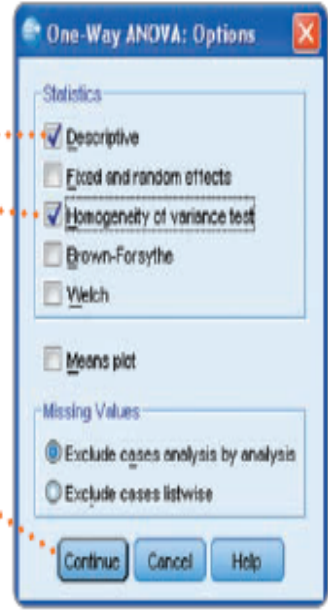


Tabel 6. Analisis Tahap 2



**Step 3**

Select 'Descriptive' and 'Homogeneity of variance test'.  
 Select 'Continue'.



Tabel 7. Analisis tahap 3

The first table provides various descriptive statistics such as the number (N) of cases, the mean and the standard deviation for the three conditions and the total sample.

**Descriptives**

Depression

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Hormone 1	3	9.67	2.082	1.202	4.50	14.84	8	12
Hormone 2	3	3.67	1.528	.892	-.13	7.46	2	5
Placebo control	3	4.00	1.732	1.000	-.30	8.30	3	6
Total	9	5.78	3.308	1.103	3.23	8.32	2	12

**Test of Homogeneity of Variances**

Depression

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.293	2	6	.756

The second table gives Levene's test of how similar the variances are. As this test is not significant (with a significance of .756), the variances are similar or homogeneous. If the variances were not similar, we should try to transform the scores to make them so. Otherwise there may be problems in interpreting the analysis of variance.

**ANOVA**

Depression

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	68.222	2	34.111	10.586	.011
Within Groups	19.333	6	3.222		
Total	87.556	8			

The third table shows the results of the analysis of variance. The F-ratio is significant at .011 as it is less than .05.

Tabel 8. Output Analisis

## Referensi

1. Keppel G. Design and Analysis: A Researcher's Handbook (4th ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 2004.
2. Green SB, Salkind NJ, Akey TM. Using SPSS for Windows and Macintosh: Analyzing and Understanding Data (4th ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2004.
3. Dennis Howitt, Duncan Cramer. Introduction to SPSS Statistics in Psychology For Version 19 and earlier Fifth edition. Pearson Education Limited Edinburgh Gate Harlow Essex England 2011