



MODUL STATISTIK INFERENS (MIK 411)

Materi 4
ANOVA (Analysis of Variance)

Disusun Oleh
Mieke Nurmalasari

UNIVERSITAS ESA UNGGUL
2018

Pertemuan 4 ANOVA (Analysis of Variance)

A. Pendahuluan

Pada pertemuan sebelumnya kita telah melakukan uji beda rata-rata dari dua kelompok data baik independen maupun dependen. Seringkali di lapangan kita jumpai jumlah kelompok lebih dari dua. Misalkan ingin diketahui perbedaan pendapatan tenaga rekam medis di kota Jakarta, Bandung dan Tangerang. Contoh lain ingin mengetahui perbedaan pengaruh waktu belajar (pagi, siang, sore dan malam) terhadap hasil belajar. Artinya kita akan membandingkan data hasil belajar dari siswa yang waktu belajarnya di pagi hari, siang hari, sore hari dan malam hari). Jika kita ingin membandingkan nilai rata-rata lebih dari tiga kelompok, maka kita menggunakan suatu analisa namanya analisa ragam atau varian. Analisa ini sering disebut juga dengan ANOVA (*Analysis of Variance*).

B. Kompetensi Dasar

Mengetahui tujuan melakukan analisis perbandingan nilai rata-rata untuk lebih dari dua kelompok data.

C. Kemampuan Akhir yang Diharapkan

Diharapkan setelah mempelajari tentang ANOVA, mahasiswa:

1. Memahami tentang distribusi F
2. Memahami landasan kenapa memakai ANOVA
3. Mengetahui langkah-langkah melakukan ANOVA atau Uji-F
4. Dapat menghitung statistik uji-F dan melihat tabel-F
5. Dapat menarik kesimpulan dari hasil ANOVA.

D. Kegiatan Belajar

Untuk keperluan analisis semacam kasus yang saya ungkapkan di contoh, maka salah satu teknik statistik yang bisa dipakai adalah ANOVA atau Analysis of Variance. Jadi ANOVA kita gunakan untuk menguji apakah terdapat perbedaan rata-rata antara tiga kelompok data atau lebih.

Prinsip Anova adalah membagi komponen variabilitas data menjadi dua sumber variasi yaitu variasi dalam kelompok (*WITHIN*) dan variasi antar kelompok (*BETWEEN*). Analisis varian (ANOVA) ada 2 macam yaitu:

1. (*One way anova*) analisis ragam satu arah
2. (*Two way anova*) analisis ragam dua arah

Untuk melakukan ANOVA ini kita menggunakan uji-F. Tujuan dari uji ini selain untuk menguji perbedaan varians dua populasi, Uji-F dapat juga digunakan dalam pengujian hipotesis perbedaan mean (rata-rata) lebih dari dua populasi.

Asumsi melakukan analisis varians adalah:

1. Populasi-populasi yang diteliti berdistribusi normal
2. Populasi tersebut memiliki varian yang sama.
3. Sampel yang diambil dari populasi tersebut bersifat independen dan diambil secara acak.

Pada pertemuan ini kita hanya membahas One Way ANOVA saja.

Anova Satu Arah (*One Way Anova*) – seperti yang dijelaskan sebelumnya bahwa Analysis of variance atau Anova merupakan salah satu metode analisis statistika yang digolongkan ke dalam kelompok statistik inferensial. Dalam artikel mengenai Analisis varians atau analisis ragam kita telah membagi 2 analisis berdasarkan kebutuhannya yaitu Anova satu arah dan Anova dua arah.

ANOVA SATU ARAH

Kapan Anova satu arah digunakan?

Pada dasarnya Anova dapat digunakan untuk melakukan pengujian perbandingan rata-rata beberapa kelompok, biasanya terdiri dari lebih dari dua kelompok. Penggunaan Anova kelompok yang berasal dari sampel yang berbeda antar kelompok.

Misalkan Jika kita ingin melihat pengaruh bentuk Kemasan suatu produk terhadap penjualan. Jika faktor yang menjadi perhatian kita untuk selanjutnya diuji adalah berupa satu faktor, misalnya pengaruh bentuk kemasan suatu produk pada tingkat penjualan, maka ANOVA yang kita gunakan adalah satu arah.

Disebut anova satu arah (*One Way Anova*), karena pusat perhatian kita hanya satu, dalam hal ini bentuk kemasan suatu produk. Tetapi jika pusat perhatian kita, selain jenis kemasan, juga tertuju pada pengaruh aroma pada tingkat penjualan, maka digunakan ANOVA dua arah (*Two Way Anova*).

Pada dasarnya Anova satu arah juga dapat digunakan untuk kasus yang diuji menggunakan Anova dua arah, namun kita harus melakukan pengujian satu persatu, sehingga jauh lebih efektif jika digunakan Anova dua arah.

ASUMSI YANG HARUS DIPENUHI DALAM ANALISIS RAGAM (ANOVA)

- Data yang digunakan adalah data yang berdistribusi normal, karena akan digunakan statistik uji F
- Varian atau ragam nya bersifat homogen. Istilah tersebut lebih dikenal sebagai homoskedastisitas, di mana hanya terdapat satu estimator untuk variasi dalam sampel.
- Masing-masing sampel bersifat independen
- Komponen-komponen modelnya bersifat aditif

HIPOTESIS ANOVA SATU ARAH

Hipotesis yang digunakan dalam Anova satu arah adalah sebagai berikut:

- $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_n$, Tidak terdapat perbedaan signifikan antara rata-rata hitung dari n kelompok.
- $H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \dots \neq \mu_n$, Ada perbedaan yang signifikan antara rata-rata hitung dari n kelompok

Dalam analisis ragam Anova hipotesis yang digunakan Hanya berupa hipotesis untuk kasus dua arah. Artinya hipotesis yang digunakan untuk Anova satu arah dan Anova dua arah adalah sama. Perlu diketahui bahwa dalam analisis ragam Anova kita tidak dapat menentukan mana kelompok yang benar-benar berbeda. Kemampuan analisis ragam Anova hanya mampu mendeteksi Apakah ada perbedaan rata-rata dari beberapa kelompok tersebut.

	Populasi				Total
	1	2	...	k	
Sampel	X_{11}	X_{21}	...	X_{k1}	
	X_{12}	X_{22}	...	X_{k2}	
	
	X_{1n}	X_{2n}	...	X_{kn}	
Total	T_1	T_2	...	T_k	T
Ukuran	n_1	n_2	...	n_k	N
Rata-rata	\bar{x}_1	\bar{x}_2	...	\bar{x}_k	

Keterangan:

X_{ij} = individu (elemen) ke-i dari sampel j

k = banyaknya populasi/ perlakuan

n_j = banyaknya individu dalam sampel j

$N = \sum n_j$ ($j = 1, 2, 3, \dots, k$) = total observasi

T_j = jumlah individu dalam sampel j

$T = T_1 + T_2 + \dots + T_k$ = jumlah seluruh individu

Untuk mengetahui apakah ada perbedaan rata-rata populasi, dilakukan pengujian hipotesis dengan analisis varians.

Prosedur Pengujian:

1. $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$ (semua sama)

H_1 : Tidak semuanya sama (minimal sepasang berbeda, $\mu_i \neq \mu_j$ untuk $i \neq j$)

2. Keputusan menolak atau menerima H_0 , dapat ditentukan dengan membuat table ANOVA sebagai berikut:

Sumber Keragaman	Derajat Bebas (<i>Degree of Freedom</i>)	Jumlah Kuadrat (<i>Sum Square</i>)	Rata-rata Kuadrat (<i>Mean Square</i>)	F_{hitung}	F_{tabel}
Antar Grup	$v_1 = k - 1$	SSB	$MSB = SSB / v_1$	$\frac{MSB}{MSW}$	$F_{(v_1, v_2)}$
Dalam Grup (<i>error</i>)	$v_2 = N - k$	SSW	$MSW = SSW / v_2$		
Total	$N - 1$	SST			

S

= Sum Square Within Group = Jumlah Kuadrat Dalam Grup (*Error*) = SST – SSB

$MSB = SSB / v_1$

$MSW = SSW / v_2$

Statistik uji yang digunakan adalah F_{hitung}

$F_{hitung} = MSB / MSW$

Tolak H_0 jika $F_{hitung} > F_{tabel}$

CONTOH SOAL UJI ANOVA SATU ARAH

Contoh Kasus:

Suatu penelitian dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh perbedaan kartu kredit terhadap penggunaannya. Data di bawah ini adalah jumlah uang yang dibelanjakan ibu rumah tangga menggunakan kartu kredit (dalam \$). Empat jenis kartu kredit dibandingkan:

Jumlah yang dibelanjakan (\$)			
ASTRA	BCA	CITI	AMEX
8	12	19	13
7	11	20	12
10	16	15	14
12	10	18	15
11	12	19	

Ujilah dengan $\alpha = 0.05$, apakah terdapat pengaruh perbedaan kartu kredit pada penggunaannya?

Penyelesaian:

Jumlah yang dibelanjakan (\$)			
ASTRA	BCA	CITI	AMEX
8	12	19	13
7	11	20	12
10	16	15	14
19	10	18	15
11	12	19	
T = 55	T = 61	T = 91	T = 54
n = 5	n = 5	n = 5	n = 4

=11	= 12.2	=18.2	= 13.5
-----	--------	-------	--------

Dari table di atas dapat dihitung:

$$\text{Jumlah keseluruhan nilai: } T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 = 55 + 61 + 91 + 54 = 261$$

$$\text{SSE} = \text{SST} - \text{SSB} = 279.658 - 149.08 = 130.6$$

Tabel ANOVA yang dibentuk:

Sumber Keragaman	Derajat Bebas (<i>Degree of Freedom</i>)	Jumlah Kuadrat (<i>Sum Square</i>)	Rata-rata Kuadrat (<i>Mean Square</i>)	F_{hitung}	F_{tabel} (lihat Tabel)
Antar Grup	$v_1 = 4-1=3$	149.08	$149.08/3 = 49.69$	5.71	$F_{(3, 15)} = 2.49$
Dalam Grup (<i>error</i>)	$v_2 = 19-4=15$	130.6	$130.6/15 = 8.71$		
Total	18	279.68			

Pengujian Hipotesis:

$$H : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k \text{ (semua sama)}$$

H_1 : Tidak semuanya sama (minimal sepasang berbeda, $\mu_i \neq \mu_j$ untuk $i \neq j$)

$$\text{Statistik uji} = F_{\text{hitung}} = 5.71 \quad (\text{Lihat tabel F disini})$$

Keputusan: Tolak H_0 , terima H_1 karena $F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel}}$

Kesimpulan: Terdapat perbedaan pengaruh kartu kredit terhadap penggunaan uang yang dibelanjakan oleh ibu rumah tangga

Lihat disini untuk penyelesaian kasus ini dalam uji anova dua arah

Demikian artikel tentang uji anova satu arah, semoga dapat dengan mudah dipahami. Saya sarankan untuk tetap membaca artikel induk tentang uji anova agar paham poin-poin seperti:

- Asumsi wajib untuk uji anova
- Perbedaan anova satu arah dan dua arah
- Tahapan-tahapan melakukan uji anova

- Hipotesis anova
- Tabel F
- Cara menentukan derajat bebas

Contoh Soal 2:

Kalsium adalah mineral penting yang mengatur jantung, penting untuk pembekuan darah dan untuk membangun tulang yang sehat. The National Osteoporosis Foundation merekomendasikan asupan kalsium harian 1.000-1200 mg / hari untuk pria dan wanita dewasa. Sementara kalsium terkandung dalam beberapa makanan, kebanyakan kalsium dalam makanan mereka dan mengambil suplemen. Sayangnya beberapa suplemen memiliki efek samping seperti gangguan lambung, membuat mereka sulit untuk beberapa pasien mengambil secara teratur. Sebuah penelitian dirancang untuk menguji apakah ada asupan kalsium pada orang dewasa dengan kepadatan tulang yang normal, orang dewasa dengan osteopenia (kepadatan tulang yang rendah yang dapat menyebabkan osteoporosis) dan orang dewasa dengan osteoporosis. Dewasa 60 tahun dengan kepadatan tulang yang normal, osteopenia dan osteoporosis dipilih secara acak dari catatan rumah sakit dan diundang untuk berpartisipasi dalam penelitian. Asupan kalsium harian setiap peserta diukur berdasarkan asupan makanan dan suplemen yang dilaporkan. Data ditunjukkan di bawah ini.

Normal Bone Density	Osteopenia	Osteoporosis
1200	1000	890
1000	1100	650
980	700	1100
900	800	900
750	500	400
800	700	350

The hypotheses of interest in an ANOVA are as follows:

- $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \dots = \mu_k$
- $H_1: \text{Means are not all equal.}$

where k = the number of independent comparison groups.

Hipotesisnya adalah sebagai berikut:

- $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$
- H_1 : The means are not all equal.

Hipotesis nol dalam ANOVA selalu bahwa tidak ada perbedaan dalam perlakuan. Penelitian atau hipotesis alternatif selalu berarti tidak semua sama dan biasanya ditulis dalam kata-kata daripada dalam simbol matematika. Hipotesis penelitian menangkap setiap perbedaan dalam perlakuan dan termasuk, misalnya, situasi di mana keempat perlakuan itu tidak sama, di mana yang satu berbeda dari tiga lainnya, di mana dua berbeda, dan seterusnya. Hipotesis alternatif, seperti yang ditunjukkan di atas, menangkap semua situasi yang mungkin selain dari kesetaraan semua perlakuan yang ditentukan dalam hipotesis nol.

Uji statistic untuk ANOVA

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

$$F = \frac{\sum n_j (\bar{X}_j - \bar{X})^2 / (k-1)}{\sum \sum (X - \bar{X}_j)^2 / (N-k)}$$

dimana k adalah jumlah kelompok pembanding dan N adalah jumlah total pengamatan dalam analisis. Jika hipotesis nol benar, antara variasi perlakuan (pembilang) tidak akan melebihi variasi residual atau kesalahan (penyebut) dan statistik F akan kecil. Jika hipotesis nol salah, maka statistik F akan besar. Wilayah penolakan untuk uji F selalu di bagian atas (kanan) dari distribusi seperti yang ditunjukkan di bawah ini.

Kami selanjutnya akan mengilustrasikan prosedur ANOVA menggunakan pendekatan lima langkah. Karena perhitungan statistik uji dilibatkan, perhitungan sering disusun dalam tabel ANOVA. Tabel ANOVA memecah komponen variasi dalam data menjadi variasi antara perawatan dan kesalahan atau variasi sisa. Paket komputasi statistik juga menghasilkan tabel ANOVA sebagai bagian dari output standar untuk ANOVA, dan tabel ANOVA diatur sebagai berikut:

Source of Variation	Sums of Squares (SS)	Degrees of Freedom (df)
Between Treatments	$SSB = \sum n_j (\bar{X}_j - \bar{X})^2$	k-1
Error (or Residual)	$SSE = \sum \sum (X - \bar{X}_j)^2$	N-k
Total	$SST = \sum \sum (X - \bar{X})^2$	N-1

where

- X = individual observation,
- \bar{X}_j = sample mean of the jth treatment (or group),
- \bar{X} = overall sample mean,
- k = the number of treatments or independent comparison groups, and
- N = total number of observations or total sample size.

Tabel ANOVA di atas diatur sebagai berikut:

Kolom pertama berjudul "Sumber Variasi" dan menggambarkan antara perlakuan dan kesalahan atau variasi sisa. Variasi total adalah jumlah antara perlakuan dan variasi kesalahan. • Kolom kedua berjudul "Sums of Squares (SS)". Jumlah antara perlakuan kuadrat adalah

$$SSB = \sum n_j (\bar{X}_j - \bar{X})^2$$

dan dihitung dengan menjumlahkan perbedaan kuadrat antara setiap perlakuan (atau kelompok) rata-rata dan keseluruhan rata-rata. Perbedaan kuadrat tertimbang oleh ukuran sampel per kelompok (nj). Jumlah kesalahan kotak adalah:

$$SSE = \sum \sum (X - \bar{X}_j)^2$$

dan dihitung dengan menjumlahkan perbedaan kuadrat antara masing-masing pengamatan dan kelompoknya rata-rata (yaitu, perbedaan kuadrat antara setiap pengamatan dalam kelompok 1 dan kelompok 1 berarti, perbedaan kuadrat antara setiap pengamatan dalam kelompok 2 dan kelompok 2 berarti, dan seterusnya di). Penjumlahan ganda (SS) menunjukkan penjumlahan perbedaan kuadrat dalam setiap perlakuan dan kemudian penjumlahan total ini di seluruh perawatan untuk menghasilkan nilai tunggal. (Ini akan diilustrasikan dalam contoh berikut). Jumlah total kuadrat adalah:

$$SST = \sum \sum (X - \bar{X})^2$$

dan dihitung dengan menjumlahkan perbedaan kuadrat antara setiap pengamatan dan keseluruhan mean sampel. Dalam ANOVA, data diatur oleh perbandingan atau kelompok perlakuan. Jika semua data dikumpulkan ke dalam sampel tunggal, SST akan mencerminkan pembilang dari varians sampel yang dihitung pada sampel yang dikumpulkan atau total.

SST tidak masuk ke F statistik secara langsung. Namun, $SST = SSB + SSE$, sehingga jika dua jumlah kuadrat diketahui, yang ketiga dapat dihitung dari dua lainnya. • Kolom ketiga mengandung derajat kebebasan. Tingkat perlakuan antara kebebasan adalah $df_1 = k-1$. Derajat kesalahan kebebasan adalah $df_2 = N - k$. Total derajat kebebasan adalah $N-1$ (dan itu juga benar bahwa $(k-1) + (N-k) = N-1$). •

Kolom keempat berisi "Mean Squares (MS)" yang dihitung dengan membagi jumlah kuadrat (SS) dengan derajat kebebasan (df), baris demi baris. Secara khusus, $MSB = SSB / (k-1)$ dan $MSE = SSE / (N-k)$. Membagi $SST / (N-1)$ menghasilkan varians dari total sampel. Statistik F berada di kolom paling kanan dari tabel ANOVA dan dihitung dengan mengambil rasio MSB / MSE .

Soal 1

I	II	III
25	17	26
11	16	20
16	18	17
26	20	26
32	10	43
25	14	46
30	19	35
17		34
		18

Hipotesis statistik dari data di atas adalah:

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

H_1 : minimal salah satu μ tidak sama.

Untuk menguji hipotesis nol di atas, maka kita gunakan Uji F. Untuk mencari F hitung maka kita buat tabel perhitungan seperti di bawah ini:

X_1	X_2	X_3	X_1^2	X_2^2	X_3^2
25	17	26	625	289	676
11	16	20	121	256	400
16	18	17	256	324	289
26	20	26	676	400	676
32	10	43	1024	100	1849
25	14	46	625	196	2116
30	19	35	900	361	1225
17		34	289		1156
		18			324
182	114	265	4516	1926	8711

Dari tabel di atas maka bisa kita dapatkan:

$$T_1 = 182$$

$$n_1 = 8$$

$$N = 24$$

$$T_2 = 114$$

$$n_2 = 7$$

$$G = 561$$

$$T_3 = 265$$

$$n_3 = 9$$

$$\sum X^2 = 15153$$

Langkah berikutnya adalah menentukan tingkat signifikansi yang digunakan dalam pengujian, yaitu $\alpha=0,05$. Penentuan derajat bebasnya adalah sebagai berikut:

$$Df \text{ numerator} = df \text{ (between)} = k-1 = 3-1 = 2; \text{ df (within)} = 21$$

$$Df \text{ within diperoleh dari } df \text{ total} - df \text{ between} = 23 - 2 = 21$$

$$\begin{aligned}
SS_t &= \sum X^2 - \frac{G^2}{N} \\
&= 15153 - \frac{561^2}{24} \\
&= 15153 - 13113,38 \\
&= 2039.625
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
SS_b &= \sum \frac{T^2}{n} - \frac{G^2}{N} \\
&= \left[\frac{182^2}{8} + \frac{114^2}{7} + \frac{265^2}{9} \right] - \frac{561^2}{24} \\
&= 13799,85 - 13113,38 \\
&= 686,474
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
SS_w &= SS_t - SS_b \\
&= 2039,625 - 686,474 \\
&= 1353,151
\end{aligned}$$

Contoh-contoh soal:

Analisis variansi satu arah atau yang sering disebut sebagai rancangan acak lengkap adalah suatu prosedur untuk menguji perbedaan rata-rata/ pengaruh perlakuan dari beberapa populasi (lebih dari dua) dari suatu percobaan yang menggunakan satu faktor, dimana satu faktor tersebut memiliki 2 atau lebih level. Misalkan jika kita ingin melihat pengaruh bentuk Kemasan suatu produk terhadap penjualan. Jika faktor yang menjadi perhatian kita untuk selanjutnya diuji adalah berupa satu faktor, misalnya pengaruh bentuk kemasan suatu produk pada tingkat penjualan, maka ANOVA yang kita gunakan adalah satu arah. Disebut anova satu arah (*One Way Anova*), karena pusat perhatian kita hanya satu, dalam hal ini bentuk kemasan suatu produk. Tetapi jika pusat perhatian kita, selain jenis kemasan, juga tertuju pada pengaruh aroma pada tingkat penjualan, maka digunakan ANOVA dua arah (*Two Way Anova*).

Dalam analisis ragam Anova hipotesis yang digunakan hanya berupa hipotesis untuk kasus dua arah. Artinya hipotesis yang digunakan untuk Anova satu arah dan Anova dua arah adalah sama. Perlu diketahui

bahwa dalam analisis ragam Anova kita tidak dapat menentukan mana kelompok yang benar-benar berbeda. Kemampuan analisis ragam Anova hanya mampu mendeteksi Apakah ada perbedaan rata-rata dari beberapa kelompok tersebut. Contoh soal Anova Satu Arah :

Soal 2

Tiga kelompok subyek penelitian untuk menguji metode pengajaran mana yang paling baik. Metode pertama adalah ceramah, metode kedua diskusi dan metode ketiga praktek

Data hasil penelitian adalah sebagai berikut :

Ceramah	Diskusi	Praktek
25	17	26
11	16	20
16	18	17
26	20	26
32	10	43
25	14	46
30	19	35
17		34

Soal 3

Anova satu arah, digunakan untuk menguji perbedaan diantara dua atau lebih kelompok dimana hanya terdapat satu faktor yang dipertimbangkan. Contoh : Seorang ingin mengetahui apakah ada perbedaan lama hari dirawat antara pasien kelas I, II, dan kelas III.

Kelas I	Kelas II	Kelas III
5	2	3
3	6	6
2	4	7
6	2	3
3		8

$$H_0 = k_i = 0, i = k_1, k_2, k_3$$

$$H_a = \text{setidaknya ada } k_i \neq 0$$

H_0 = Tidak terdapat perbedaan signifikan lama hari rawat antara kelas I, Kelas II, dan Kelas III.

H_a = Terdapat perbedaan yang signifikan lama hari rawat antara kelas I, Kelas II, dan Kelas III.

Soal 4

- Tiga kelompok subyek penelitian untuk menguji metode pengajaran mana yang paling baik. Metode pertama adalah full tatap muka, metode kedua full on-line dan metode ketiga tatap muka dan on-line.
- Seorang dokter gigi di Rumah Sakit X ingin melakukan penelitian perubahan kesehatan mulut dan gigi pada seluruh anak kelas 6 di SD 01 Pagi yang menyikat gigi menggunakan pasta gigi merek A, merek B dan merek C

Soal 5

Seseorang ingin mengetahui perbedaan prestasi belajar untuk mata kuliah statistic inferens antara mahasiswa tugas belajar, izin belajar, dan umum.

Data diambil dari nilai UTS sebagai berikut:

Tugas belajar (A_1) = 6 8 5 7 7 6 6 8 7 6 7 = 11 orang

Izin belajar (A_2) = 5 6 6 7 5 5 5 6 5 6 8 7 = 12 orang

Umum (A_3) = 6 9 8 7 8 9 6 6 9 8 6 8 = 12 orang

Buktikan apakah ada perbedaan atau tidak?

LANGKAH-LANGKAH MENJAWAB:

1) Diasumsikan bahwa data dipilih secara random, berdistribusi normal, dan variannya homogeny.

2) Hipotesis:

H_0 : $A_1 = A_2 = A_3$ (tidak ada perbedaan yang signifikan antara mahasiswa tugas belajar, izin belajar, dan umum)

H_a : $A_1 = A_2 \neq A_3$ (terdapat perbedaan yang signifikan antara mahasiswa tugas belajar, izin belajar, dan umum)

3) Data yang diketahui

NILAI UTS				
NO	A ₁	A ₂	A ₃	
1	6	5	6	
2	8	6	9	
3	5	6	8	
4	7	7	7	
5	7	5	8	
6	6	5	9	
7	6	5	6	
8	8	6	6	
9	7	5	9	
10	6	6	8	
11	7	8	6	
12		7	8	Total
n	n ₁ =11	n ₂ = 12	n ₃ = 12	N = 35
∑X= T	T ₁ = 73	T ₂ =71	T ₃ = 90	G = 234
∑X ²	493	431	692	1616

4) Keputusan menolak atau menerima H₀, dapat ditentukan dengan membuat table ANOVA sebagai berikut:

Sumber Keragaman	Derajat Bebas (Degree of Freedom)	Jumlah Kuadrat (Sum Square)	Rata-rata Kuadrat (Mean Square)	F _{hitung}	F _{tabel}
Antar Grup	v ₁ = k - 1	SSB	MSB = SSB/ v ₁	$\frac{MSB}{MSW}$	F _(v₁, v₂)
Dalam Grup (error)	v ₂ = N - k	SSW	MSW = SSW/ v ₂		
Total	N - 1	SST			

$$V_1 = k - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$V_2 = N - k = 35 - 3 = 32$$

$$SST = \sum X^2 - \frac{G^2}{N} = 1616 - \frac{234^2}{35} = 51,55$$

$$SSB = \sum \frac{T^2}{n} - \frac{G^2}{N} = \left(\frac{73^2}{11} + \frac{71^2}{12} + \frac{90^2}{12} \right) - \frac{234^2}{35}$$

$$SSB = (484,45 + 420,08 + 675) - 1564,45 = 15,08$$

$$SSW = SST - SSB = 51,55 - 15,08 = 36,47$$

$$\begin{aligned}MSB &= SSB / V_1 = 15,08 / 2 = 7,54 \\MSW &= SSW / V_2 = 36,47 / 32 = 1,14 \\F_{hitung} &= MSB / MSW = 7,54 / 1,14 = 6,61 \\F_{Tabel} &= F_{(v_1, v_2)} = F_{(2, 32)} = 3,30\end{aligned}$$

- 5) Menentukan kriteria pengujian
Jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$, maka tolak H_0 berarti signifikan. Setelah dikonsultasikan dengan tabel F kemudian dibandingkan antara F_{hitung} dengan F_{tabel} ternyata $F_{hitung} > F_{tabel}$ atau $6,61 > 3,30$ maka tolak H_0 .
- 6) Kesimpulan:
TOLAK H_0 maka H_a diterima yang artinya terdapat perbedaan yang signifikan antara mahasiswa tugas belajar, izin belajar, dan mahasiswa umum.

Reference:

<https://statmat.id/anova-satu-arah/>

http://sphweb.bumc.bu.edu/otlt/MPH-Modules/BS/BS704_HypothesisTesting-ANOVA/BS704_HypothesisTesting-Anova_print.html

<http://statistikpendidikanii.blogspot.com/2010/12/contoh-soal-tentang-anava-satu-arah-one.html>