

# UJI PERBANDINGAN GANDA

Arum Handini Primandari

# UJI PERBANDINGAN GANDA

Uji perbandingan ganda dilakukan ketika:

1. Model rancangan percobaan yang digunakan adalah model tetap (fix) untuk perlakuannya;
2. Hipotesis nol ( $H_0$ ) perlakuan ditolak yang berarti minimal terdapat satu perlakuan yang pengaruhnya berbeda terhadap respon yang diamati.

# BEBERAPA UJI PERBANDINGAN GANDA

1. Uji Scheffe
2. Uji Tukey/ HSD
3. Uji Duncan
4. Uji Bonferroni

**Hipotesis:**

$$H_0: \mu_i = \mu_j$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j$$

Dengan  $i, j = 1, 2, \dots, t$  dan  $i \neq j$

Uji perbandingan ganda dengan Perlakuan Kontrol:

- Uji Dunnet

**Hipotesis:**

$$H_0: \mu_k = \mu_i$$

$$H_1: \mu_k \neq \mu_i$$

Dengan  $i = 1, 2, \dots, t$

# TES TUKEY

Prosedur Tukey seringkali disebut sebagai HSD (*Honestly Significant Difference*)

Daerah kritis:  $H_0$  ditolak jika:

1. Untuk data yang ukuran sampelnya sama:

$$✓ \quad |\bar{y}_{i\cdot} - \bar{y}_{j\cdot}| > q(\alpha; t, db_g) \sqrt{\frac{KTG}{r}}$$

2. Untuk data yang ukuran sampelnya berbeda

$$✓ \quad |\bar{y}_{i\cdot} - \bar{y}_{j\cdot}| > \frac{q(\alpha; t, db_g)}{\sqrt{2}} \sqrt{KTG \left( \frac{1}{r_i} + \frac{1}{r_j} \right)}$$

Dimana:

$t$  adalah banyaknya perlakuan (kelompok)

$db_g$  adalah derajat bebas galat

$KTG$  adalah kuadrat tengah galat

$r$  adalah banyaknya ulangan

**T** $\alpha = 0.05$ 

$k$ df	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	18.0	27.0	32.8	37.1	40.4	43.1	45.4	47.4	49.1
2	6.08	8.33	9.80	10.88	11.73	12.43	13.03	13.54	13.99
3	4.50	5.91	6.82	7.50	8.04	8.48	8.85	9.18	9.46
4	3.93	5.04	5.76	6.29	6.71	7.05	7.35	7.60	7.83
5	3.64	4.60	5.22	5.67	6.03	6.33	6.58	6.80	6.99
6	3.46	4.34	4.90	5.30	5.63	5.90	6.12	6.32	6.49
7	3.34	4.16	4.68	5.06	5.36	5.61	5.82	6.00	6.16
8	3.26	4.04	4.53	4.89	5.17	5.40	5.60	5.77	5.92
9	3.20	3.95	4.41	4.76	5.02	5.24	5.43	5.59	5.74
10	3.15	3.88	4.33	4.65	4.91	5.12	5.30	5.46	5.60
11	3.11	3.82	4.26	4.57	4.82	5.03	5.20	5.35	5.49
12	3.08	3.77	4.20	4.51	4.75	4.95	5.12	5.27	5.39
13	3.06	3.73	4.15	4.45	4.69	4.88	5.05	5.19	5.32
14	3.03	3.70	4.11	4.41	4.64	4.83	4.99	5.13	5.25
15	3.01	3.67	4.08	4.37	4.59	4.78	4.94	5.08	5.20
16	3.00	3.65	4.05	4.33	4.56	4.74	4.90	5.03	5.15
17	2.98	3.63	4.02	4.30	4.52	4.70	4.86	4.99	5.11
18	2.97	3.61	4.00	4.28	4.49	4.67	4.82	4.96	5.07
19	2.96	3.59	3.98	4.25	4.47	4.65	4.79	4.92	5.04
20	2.95	3.58	3.96	4.23	4.45	4.62	4.77	4.90	5.01
24	2.92	3.53	3.90	4.17	4.37	4.54	4.68	4.81	4.92
30	2.89	3.49	3.85	4.10	4.30	4.46	4.60	4.72	4.82
40	2.86	3.44	3.79	4.04	4.23	4.39	4.52	4.63	4.73
60	2.83	3.40	3.74	3.98	4.16	4.31	4.44	4.55	4.65
120	2.80	3.36	3.68	3.92	4.10	4.24	4.36	4.47	4.56
$\infty$	2.77	3.31	3.63	3.86	4.03	4.17	4.29	4.39	4.47

Dimana:

 $k$  adalah banyaknya perlakuan  
(kelompok) $db_g$  adalah derajat bebas galat

# CONTOH SOAL

Suatu penelitian dilakukan untuk menguji aktifitas penggunaan *smartphone* pada remaja. Untuk keperluan tersebut, dipilih 16 remaja sebagai unit pengamatan. Aktifitas yang dimaksud adalah browsing (A), social media (B), chatting (C), dan game online (D). Nilai yang diamati adalah history aktifitas (dalam giga byte) yang terekam dalam *smartphone* selama satu bulan. Untuk mengendalikan keberagaman, dilakukan pengelompokan dari dua arah yaitu umur pengguna dan waktu aktifitas. Umur pengguna dikelompokkan menjadi umur 1 (12.1 – 15 tahun), umur 2 (15.1 – 18 tahun), umur 3 (18.1 – 21 tahun), dan umur 4 (21.1 – 24 tahun). Sementara waktu aktifitas dikelompokkan menjadi pagi (06:01 – 12:00), siang (12:01-18:00), malam (18:01-24:00), dan tengah malam (24:01-06:00). Data yang diperoleh adalah sebagai berikut:

	Pagi		Siang		Malam		Tengah Malam	
Umur 1	A	1.8	D	8.2	B	6.8	C	1.6
Umur 2	C	1.3	A	2.4	D	7.2	B	5.8
Umur 3	B	4.5	C	2.4	A	3.2	D	3.4
Umur 4	D	1.2	B	5.2	C	2.7	A	1.9

# TES TUKEY: R

## Sintaks:

TukeyHSD (*x*, which, ordered = FALSE, conf.level = 0.95)

- *x* adalah object model fit *aov*
- Which adalah vektor karakter yang akan dihitung
- Ordered adalah perintah mengurutkan (TRUE) atau tidak mengurutkan (FALSE) rata-rata perlakuan
- Conf.level adalah interval kepercayaan

## Contoh:

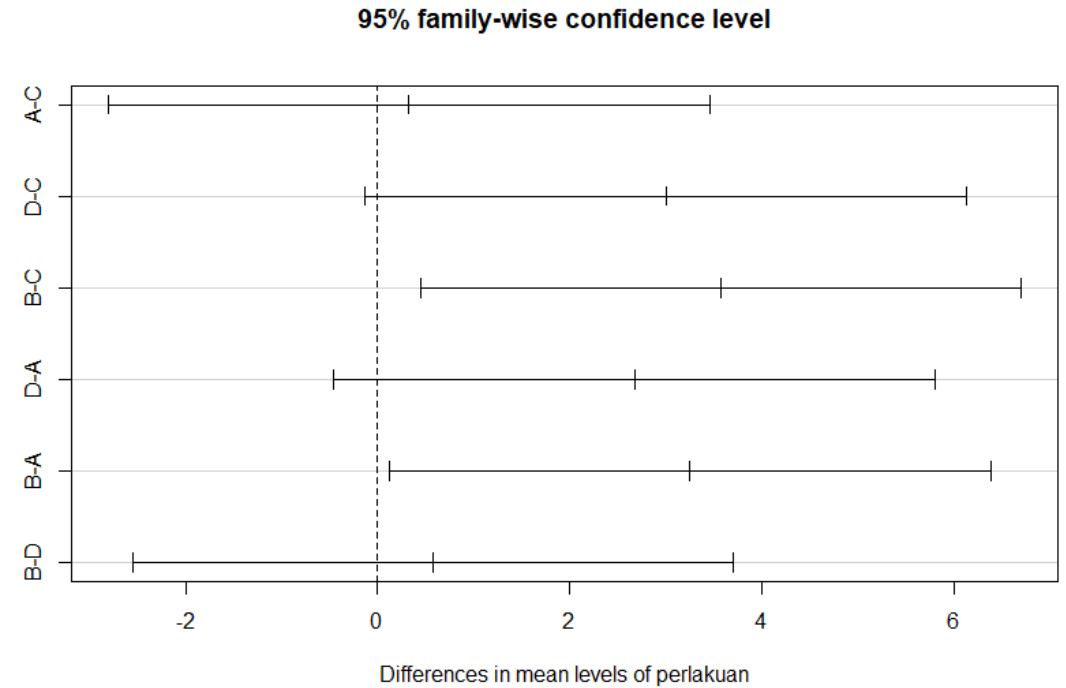
```
> hasil = aov(respon~perlakuan+baris+kolom, data = aktifitas)
> TukeyHSD(hasil,"perlakuan", ordered = TRUE)
```

# HASIL R

```
> TukeyHSD(hasil, "perlakuan", ordered = TRUE)
Tukey multiple comparisons of means
95% family-wise confidence level
factor levels have been ordered
```

```
Fit: aov(formula = respon ~ perlakuan + baris + kolom, data = aktifitas)
```

```
$perlakuan
  diff      lwr      upr    p adj
A-C 0.325 -2.8041331 3.454133 0.9826039
D-C 3.000 -0.1291331 6.129133 0.0590210
B-C 3.575 0.4458669 6.704133 0.0286878
D-A 2.675 -0.4541331 5.804133 0.0903259
B-A 3.250 0.1208669 6.379133 0.0428925
B-D 0.575 -2.5541331 3.704133 0.9166139
```





# UJI DUNCAN

Uji Duncan disebut juga prosedur Duncan atau Uji rentang-berganda Duncan

Daerah kritis:  $H_0$  ditolak jika  $|\bar{y}_i. - \bar{y}_j.| > R_p$

1. Untuk data yang ukuran sampelnya sama

✓  $R_p = r_p \sqrt{\frac{KTG}{r}}$  untuk  $p$  rata-rata,  $p = 2, 3, \dots, t$

2. Untuk data yang ukuran sampelnya berbeda

✓  $R_p = r_p \sqrt{\frac{KTG}{n_h}}$  dimana  $n_h = \frac{t}{\sum_{i=1}^t \left(\frac{1}{n_i}\right)}$

Dimana:

$r_p$  adalah rentang signifikansi Duncan dengan  $p$  rata-rata pada taraf signifikansi  $\alpha$  dan derajat bebas galat;  $R_p$  adalah rentang signifikan terkecil

# TABEL DUNCAN

Tables for Duncan's multiple range tests  
Critical values  $q'(p, df; 0.05)$  for Duncan's multiple range tests

$df \backslash p$	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	17.969	17.969	17.969	17.969	17.969	17.969	17.969	17.969	17.969
2	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085
3	4.501	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516
4	3.926	4.013	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033
5	3.635	3.749	3.796	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814
6	3.460	3.586	3.649	3.680	3.694	3.697	3.697	3.697	3.697
7	3.344	3.477	3.548	3.588	3.611	3.622	3.625	3.625	3.625
8	3.261	3.398	3.475	3.521	3.549	3.566	3.575	3.579	3.579
9	3.199	3.339	3.420	3.470	3.502	3.523	3.536	3.544	3.547
10	3.151	3.293	3.376	3.430	3.465	3.489	3.505	3.516	3.522
11	3.113	3.256	3.341	3.397	3.435	3.462	3.480	3.493	3.501
12	3.081	3.225	3.312	3.370	3.410	3.439	3.459	3.474	3.484
13	3.055	3.200	3.288	3.348	3.389	3.419	3.441	3.458	3.470
14	3.033	3.178	3.268	3.328	3.371	3.403	3.426	3.444	3.457
15	3.014	3.160	3.250	3.312	3.356	3.389	3.413	3.432	3.446
16	2.998	3.144	3.235	3.297	3.343	3.376	3.402	3.422	3.437
17	2.984	3.130	3.222	3.285	3.331	3.365	3.392	3.412	3.429
18	2.971	3.117	3.210	3.274	3.320	3.356	3.383	3.404	3.421
19	2.960	3.106	3.199	3.264	3.311	3.347	3.375	3.397	3.415
20	2.950	3.097	3.190	3.255	3.303	3.339	3.368	3.390	3.409

Dimana:

$p$  adalah banyaknya rata-rata  
 $df$  adalah derajat bebas galat

# UJI DUNCAN: R

Sintaks:

```
library (agricolae)
```

```
duncan.test(x, "perlakuan", alpha = 0.05, group = TRUE, console = FALSE)
```

- Group adalah perintah untuk mengelompokkan (TRUE) atau tidak mengelompokkan (FALSE)
  - Apabila group = TRUE maka perlakuan yang menjadi satu grup berarti sama
  - Apabila group = FALSE maka kesimpulan diperoleh dari nilai p-value

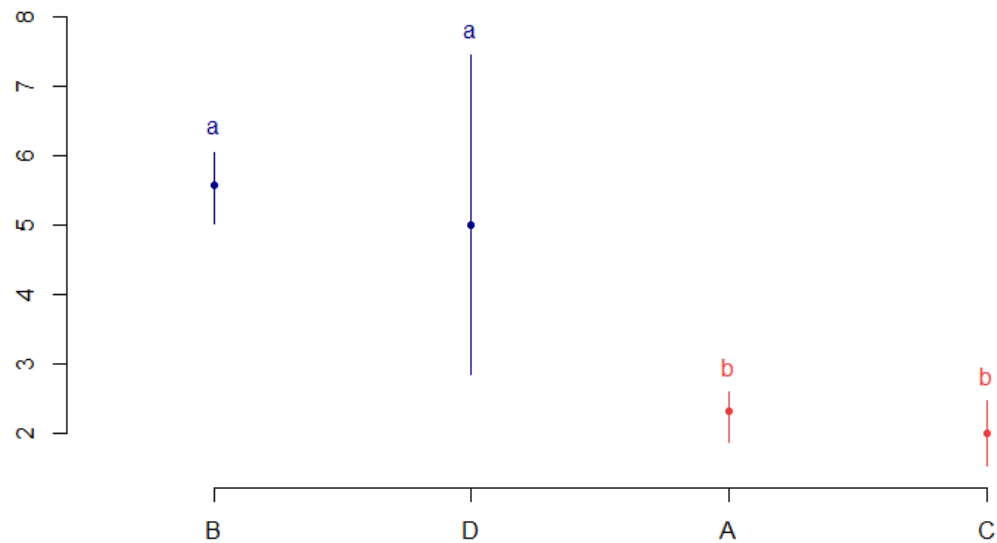
Contoh:

```
> out1 = duncan.test(hasil, "perlakuan", group = TRUE, console = FALSE)
```

```
> plot(out1, variation = "IQR")
```

# HASIL R

Groups and Interquartile range



```
> out1
$statistics
  MSerror Df Mean    CV
1.634167  6 3.725 34.31799

$parameters
  test name.t ntr alpha
Duncan perlakuan  4  0.05

$duncan
  Table CriticalRange
2 3.460456      2.211829
3 3.586498      2.292391
4 3.648934      2.332299

$means
  respon      std r Min Max  Q25  Q50  Q75
A  2.325 0.6396614 4 1.8 3.2 1.875 2.15 2.600
B  5.575 0.9742518 4 4.5 6.8 5.025 5.50 6.050
C  2.000 0.6582806 4 1.3 2.7 1.525 2.00 2.475
D  5.000 3.2700663 4 1.2 8.2 2.850 5.30 7.450

$comparison
NULL

$groups
  respon groups
B  5.575      a
D  5.000      a
A  2.325      b
C  2.000      b

attr(,"class")
[1] "group"
```

# UJI SCHEFFE

Daerah kritis:

$$|\bar{y}_{i\cdot} - \bar{y}_{j\cdot}| > \sqrt{(t-1)F_{\alpha;t-1,db_g} KTG \left( \frac{1}{r_i} + \frac{1}{r_j} \right)}$$

# UJI SCHEFFE: R

Sintaks:

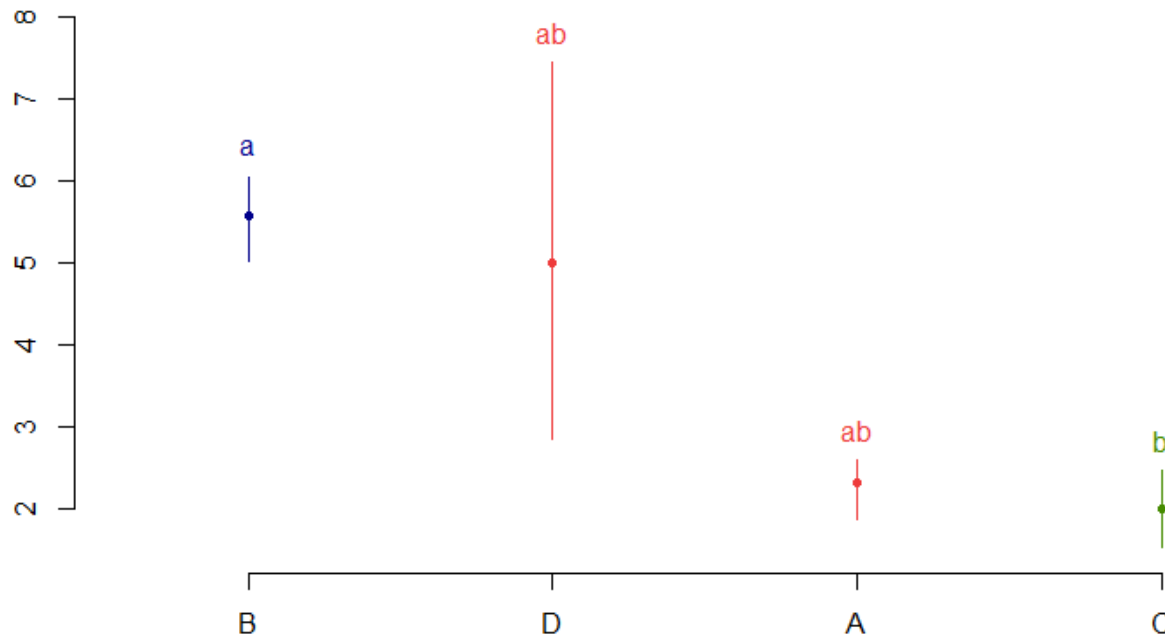
```
scheffe.test(x, "perlakuan", alpha = 0.05, group = TRUE, console = FALSE)
```

Contoh:

```
> out2 = scheffe.test(hasil, "perlakuan", group = TRUE, console = FALSE)  
> plot(out2, variation = "IQR")  
> out2
```

# HASIL R

Groups and Interquartile range



```
> out2
$statistics
  MSerror Df      F Mean      CV Scheffe CriticalDifference
  1.634167  6 4.757063 3.725 34.31799 3.777723          3.414784

$parameters
  test name.t ntr alpha
  Scheffe perlakuan  4 0.05

$means
  respon      std r Min Max  Q25  Q50  Q75
A  2.325 0.6396614 4 1.8 3.2 1.875 2.15 2.600
B  5.575 0.9742518 4 4.5 6.8 5.025 5.50 6.050
C  2.000 0.6582806 4 1.3 2.7 1.525 2.00 2.475
D  5.000 3.2700663 4 1.2 8.2 2.850 5.30 7.450

$comparison
NULL

$groups
  respon groups
B  5.575      a
D  5.000     ab
A  2.325     ab
C  2.000      b

attr(,"class")
[1] "group"
```

# UJI DUNNET

Membandingkan setiap kelompok dengan suatu kelompok kontrol

Daerah kritis:  $H_0$  ditolak jika:

1. Untuk data yang ukuran sampelnya sama:

$$✓ \quad |\bar{y}_i - \bar{y}_k| > d_{\frac{\alpha}{2}; t-1, db_g} \sqrt{\frac{2KTG}{r}}$$

2. Untuk data yang ukuran sampelnya berbeda:

$$✓ \quad |\bar{y}_i - \bar{y}_k| > d_{\frac{\alpha}{2}; t-1, db_g} \sqrt{KTG \left( \frac{1}{r_i} + \frac{1}{r_0} \right)}$$



# NILAI KRITIS UJI DUNNET

n	α	Number of Groups, Including Control Group								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	.05	2.57	3.03	3.29	3.48	3.62	3.73	3.82	3.90	3.97
	.01	4.03	4.63	4.98	5.22	5.41	5.56	5.69	5.80	5.89
6	.05	2.45	2.86	3.10	3.26	3.39	3.49	3.57	3.64	3.71
	.01	3.71	4.21	4.51	4.71	4.87	5.00	5.10	5.20	5.28
7	.05	2.36	2.75	2.97	3.12	3.24	3.33	3.41	3.47	3.53
	.01	3.50	3.95	4.21	4.39	4.53	4.64	4.74	4.82	4.89
8	.05	2.31	2.67	2.88	3.02	3.13	3.22	3.29	3.35	3.41
	.01	3.36	3.77	4.00	4.17	4.29	4.40	4.48	4.56	4.62
9	.05	2.26	2.61	2.81	2.95	3.05	3.14	3.20	3.26	3.32
	.01	3.25	3.63	3.85	4.01	4.12	4.22	4.30	4.37	4.43
10	.05	2.23	2.57	2.76	2.89	2.99	3.07	3.14	3.19	3.24
	.01	3.17	3.53	3.74	3.88	3.99	4.08	4.16	4.22	4.28
11	.05	2.20	2.53	2.72	2.84	2.94	3.02	3.08	3.14	3.19
	.01	3.11	3.45	3.65	3.79	3.89	3.98	4.05	4.11	4.16
12	.05	2.18	2.50	2.68	2.81	2.90	2.98	3.04	3.09	3.14
	.01	3.05	3.39	3.58	3.71	3.81	3.89	3.96	4.02	4.07
13	.05	2.16	2.48	2.65	2.78	2.87	2.94	3.00	3.06	3.10
	.01	3.01	3.33	3.52	3.65	3.74	3.82	3.89	3.94	3.99
14	.05	2.14	2.46	2.63	2.75	2.84	2.91	2.97	3.02	3.07
	.01	2.98	3.29	3.47	3.59	3.69	3.76	3.83	3.88	3.93
15	.05	2.13	2.44	2.61	2.73	2.82	2.89	2.95	3.00	3.04
	.01	2.95	3.25	3.43	3.55	3.64	3.71	3.78	3.83	3.88
16	.05	2.12	2.42	2.59	2.71	2.80	2.87	2.92	2.97	3.02
	.01	2.92	3.22	3.39	3.51	3.60	3.67	3.73	3.78	3.83
17	.05	2.11	2.41	2.58	2.69	2.78	2.85	2.90	2.95	3.00
	.01	2.90	3.19	3.36	3.47	3.56	3.63	3.69	3.74	3.79
18	.05	2.10	2.40	2.56	2.68	2.76	2.83	2.89	2.94	2.98
	.01	2.88	3.17	3.33	3.44	3.53	3.60	3.66	3.71	3.75
19	.05	2.09	2.39	2.55	2.66	2.75	2.81	2.87	2.92	2.96
	.01	2.86	3.15	3.31	3.42	3.50	3.57	3.63	3.68	3.72
20	.05	2.09	2.38	2.54	2.65	2.73	2.80	2.86	2.90	2.95
	.01	2.85	3.13	3.29	3.40	3.48	3.55	3.60	3.65	3.69
24	.05	2.06	2.35	2.51	2.61	2.70	2.76	2.81	2.86	2.90
	.01	2.80	3.07	3.22	3.32	3.40	3.47	3.52	3.57	3.61
30	.05	2.04	2.32	2.47	2.58	2.66	2.72	2.77	2.82	2.86
	.01	2.75	3.01	3.15	3.25	3.33	3.39	3.44	3.49	3.52
40	.05	2.02	2.29	2.44	2.54	2.62	2.68	2.73	2.77	2.81
	.01	2.70	2.95	3.09	3.19	3.26	3.32	3.37	3.41	3.44
60	.05	2.00	2.27	2.41	2.51	2.58	2.64	2.69	2.73	2.77
	.01	2.66	2.90	3.03	3.12	3.19	3.25	3.29	3.33	3.37

# UJI DUNNET: R

Sintaks:

```
library (multcomp)
```

```
glht(x, linfct = mcp(perlakuan = "Dunnett"))
```

Contoh:

```
> out3 = glht(hasil, linfct = mcp(perlakuan = "Dunnett"))
```

```
> summary(out3)
```

# HASIL R

Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses

Multiple Comparisons of Means: Dunnett Contrasts

Fit: aov(formula = respon ~ perlakuan + baris + kolom, data = aktifitas)

Linear Hypotheses:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )	
B - A == 0	3.2500	0.9039	3.595	0.0273	*
C - A == 0	-0.3250	0.9039	-0.360	0.9675	
D - A == 0	2.6750	0.9039	2.959	0.0594	.

---  
signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
(Adjusted p values reported -- single-step method)