

**ANALISIS RANCANGAN PERCOBAAN FAKTORIAL TERSARANG
(NESTED) DALAM MENGANALISIS PENGARUH SUHU, pH, SUMBER DAN
DAERAH TERHADAP BESARNYA KONSENTRASI RADIUM-226 DAN
RADON-222 DI DALAM AIR PANAS DAN AIR MINUM DI BEBERAPA
SUMBER AIR DI JAWA BARAT**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Statistika



**JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2004**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**ANALISIS RANCANGAN PERCOBAAN FAKTORIAL TERSARANG
(NESTED) DALAM MENGANALISIS PENGARUH SUHU, pH, SUMBER DAN
DAERAH TERHADAP BESARNYA KONSENTRASI RADIUM-226 DAN
RADON-222 DI DALAM AIR PANAS DAN AIR MINUM DI BEBERAPA
SUMBER AIR DI JAWA BARAT**

Disusun Oleh :

Nurzanah

NIM : 99611035

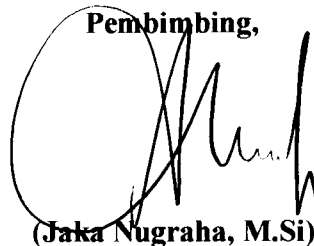
NIRM : 990051013206120033

Telah disyahkan dan disetujui untuk diuji

Pada tanggal : 19 April 2004

Jogjakarta, April 2004

Pembimbing,



(Jaka Nugraha, M.Si)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**ANALISIS RANCANGAN PERCOBAAN FAKTORIAL TERSARANG
(NESTED) DALAM MENGANALISIS PENGARUH SUHU, pH, SUMBER DAN
DAERAH TERHADAP BESARNYA KONSENTRASI RADIUM-226 DAN
RADON-222 DI DALAM AIR PANAS DAN AIR MINUM DI BEBERAPA
SUMBER AIR DI JAWA BARAT**

Disusun Oleh :

Nurzanah

NIM : 99611035

NIRM : 990051013206120033

Telah Dipertahankan Dihadapan Panitia Penguji Skripsi Jurusan Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia Jogjakarta Pada Tanggal **19 April 2004** dan Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana Statistika.

Susunan Team Penguji :

Jabatan

Nama

Tanda Tangan

1. Ketua

Jaka Nugraha, M.Si

2. Anggota

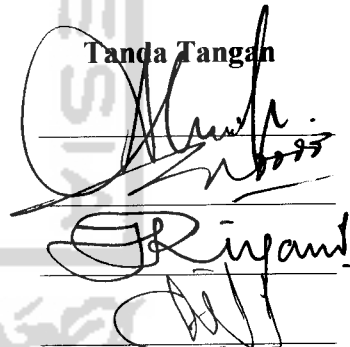
Edy Widodo, M.Si

3. Anggota

Kariyam, M.Si

4. Anggota

Rohmatul Fajriyah, M.Si



Jogjakarta, April 2004

**Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia**



(Jaka Nugraha, M.Si)

MOTTO

"Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai mengerjakan suatu urusan, kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap.

(Q.S. Alam Nasyrah : 68)

"....., katakanlah: "Adakah sama orang-orang yang mengetahui dengan orang-orang yang tidak mengetahui? Sesungguhnya orang yang berakhlak yang dapat menerima pelajaran"

(Q.S. Az Zummar (39):9)

"Barang siapa yang mempelajari ilmu pengetahuan yang seharusnya ditujukan hanya untuk mencari ridho Allah, kemudian ia tidak mempelajarinya untuk mencari ridho Allah bahkan untuk mendapatkan kedudukan/kekayaan dunia, maka ia tidak akan mendapatkan baunya surga nanti pada hari kiamat"

(Hadist Riwayat Abu Daud)



Kupersembahkan untuk :

Ayahanda dan Ibunda tercinta, terima kasih atas segala do'a

dukungan serta limpahan kasih sayangnya,

Adik-adikku tercinta Aty dan Sukma,

Seluruh keluarga besarku terima kasih atas do'anya,

Erni, Etik, Novia dan semua anak kost 5B,

Terima kasih atas suportnya.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan Rahmat serta hidayahNya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“ANALISIS RANCANGAN PERCOBAAN FAKTORIAL TERSARANG (NESTED) DALAM MENGANALISIS PENGARUH SUHU, pH, SUMBER DAN DAERAH TERHADAP BESARNYA KONSENTRASI RARIUM-226 DAN RADON-222 DI DALAM AIR PANAS DAN AIR MINUM DI BEBERAPA SUMBER AIR DI JAWA BARAT”** ini.

Penyusunan skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan jenjang strata satu (S1) pada Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia.

Penyusun telah berusaha maksimal untuk menyelesaikan skripsi ini namun penyusun sadar bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini.

Dalam menyusun skripsi ini, penyusun banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Jaka Nugraha, M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing yang telah membimbing dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Rohmatul Fajriyah, M.Si. selaku Ketua Jurusan Statistika.
3. Bapak Supriyono, M.Sc. untuk data-datanya.
4. Ayah dan bunda atas dukungannya, baik moril maupun materiil.
5. Keluarga tercinta atas Do'a dan dukungannya.
6. Rekan-rekan Statistik '99 dan rekan-rekan KKN Angkatan-26 Ngargosari.
7. Dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini.

Akhir kata, semoga buah dari bimbingan, dorongan moril, bantuan dan kerjasama ini mendapat berkah dan rahmat dari Allah SWT. Dengan harapan bahwa tugas akhir ini dapat bermanfaat dan dapat dijadikan sebagai bahan masukan bagi penelitian lebih lanjut.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Jogjakarta, April 2004

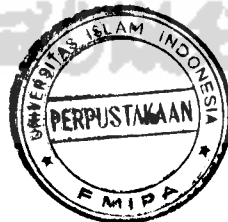
Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
ISTILAH	xiii
ABSTRAKSI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang Permasalahan	1
I.2. Perumusan Masalah	2
I.3. Batasan Masalah	3
I.4. Tujuan	3
I.5. Manfaat Penulisan	4
I.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II DASAR TEORI	6
II.1. Analisis Variansi (ANAVA)	6

	II.2. Analisis Variansi Rancangan Percobaan Faktorial Tersarang	
	(Nested)	7
	II.2.1. Model Analisis Variansi Rancangan Percobaan	
	Faktorial Tersarang	7
	II.2.2. Tabel Analisis Variansi Rancangan Percobaan	
	Faktorial Tersarang	8
	II.2.3. Ekspektasi Kuadrat Tengah (EKT)	11
	II.2.3.1. Aturan Untuk Menentukan EKT	12
	II.2.3.2. Ekspektasi Kuadrat Tengah Model Tetap ...	13
	II.2.4. Pengujian Hipotesis dalam tabel Analisis Variansi	
	Rancangan Percobaan Faktorial Tersarang ..	14
	II.2.5. Asumsi-asumsi dalam tabel Analisis Variansi	
	Rancangan Percobaan Faktorial Tersarang	20
	II.2.6. Pengujian Asumsi-asumsi dalam tabel Analisis	
	Variansi Rancangan Percobaan Faktorial Tersarang	
	.....	21
	II.2.7. Perbandingan Ganda dengan Uji Tukey	25
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	26
	III.1. Data yang Digunakan	26
	III.2. Teknik Pengambilan Data	26
	III.3. Metode Analisis Data	28
	III.4. Kajian Pustaka	30

BAB IV	ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	31
	IV.1. Analisis Data	31
	IV.2. Pengujian Asumsi-asumsi Analisis Variansi Rancangan Percobaan Faktorial Tersarang	34
	IV.2.1. Uji Normalitas	34
	IV.2.2. Uji Homogenitas	39
	IV.3. Pembahasan Analisis Variansi Rancangan Percobaan Faktorial Tersarang	42
	IV.3.1. Bentuk Ekspektasi Kuadrat Tengah	43
	IV.3.2. Pengujian Tabel Analisis Variansi	44
	IV.3.3. Uji Perbandingan Ganda	58
BAB V	PENUTUP	60
	V.1. Kesimpulan	60
	V.2. Saran-saran	61
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		



DAFTAR GAMBAR

Gambar II.2.1. Kurva Normal dengan μ dan Variansi σ^2	22
Gambar IV.2.1. Uji Normalitas Variabel Ra 226	35
Gambar IV.2.2. Uji Normalitas Variabel Log Ra 226	36
Gambar IV.2.3. Uji Normalitas Variabel Rn 222	37
Gambar IV.2.4. Uji Normalitas Variabel Log Rn 222	38
Gambar IV.2.5. Output Uji Homogenitas Variabel Independen Daerah	39
Gambar IV.2.6. Output Uji Homogenitas Variabel Independen Sumber	40
Gambar IV.2.7. Output Uji Homogenitas Variabel Independen pH	41
Gambar IV.2.8. Output Uji Homogenitas Variabel Independen Suhu	41
Gambar IV.2.9. Perbandingan Ganda <i>Tukey</i> antar Daerah dengan Variabel Respon Ra 226 (Radium-226)	58

DAFTAR TABEL

Tabel II.2.1. Daftar ANAVA untuk Desain Eksperimen Tersarang	.....9
Tabel II.2.2. EKT untuk Desain Eksperimen Tersarang	.....13
Tabel IV.1.1. Data Pengamatan	.....32
Tabel IV.3.1. Analisis Variansi untuk Variabel Ra 226	.....44
Tabel IV.3.2. Analisis Variansi untuk Variabel Rn 222	.....51
Tabel IV.3.3. Tabel Interval Konfidensi Uji Perbandingan Ganda <i>Tukey</i>	.....59



DAFTAR ISTILAH

pH : Derajat Keasaman

Ra 226 : Radium-226

Rn 222 : Radon-222



ABSTRAKSI

Pengaruh faktor suhu, pH, sumber dan daerah terhadap besarnya konsentrasi aktivitas Ra 226 (Radium-226) dan Rn 222 (Radon-222) di dalam air panas dan air minum di beberapa sumber air di Jawa Barat. Telah dilakukan uji analisis variansi rancangan percobaan faktorial tersarang (Nested) dengan 4 faktor yaitu daerah, sumber, pH dan suhu. Sebelum dilakukan uji analisis variansi rancangan percobaan faktorial tersarang, harus diketahui apakah data-data memenuhi asumsi-asumsi pokok analisis variansi. Selain itu ditentukan juga bentuk dari harga harapan atau bentuk ekspektasi kuadrat tengah (EKT), untuk mengetahui bagaimana uji perbandingan F dilakukan. Dari hasil pengujian ini, dapat disimpulkan bahwa perbandingan F dapat dilakukan dengan membandingkan nilai Mean Square (MS) tiap variansi dengan Mean Square Error (MSE).

Dalam analisis variansi rancangan percobaan faktorial tersarang yang dilakukan, digunakan software statistik yaitu MINITAB versi 13, sedangkan dalam pengujian asumsi digunakan software SPSS versi 10.0.

Dalam perhitungan tersebut, telah dihasilkan nilai-nilai analisis variansi dan dapat disimpulkan bahwa untuk variabel respon Ra 226 (Radium-226) terdapat pengaruh dari daerah, sumber, pH dan suhu. Sedangkan variabel respon Rn 222 (Radon-222) tidak terdapat pengaruh dari daerah, pH dan suhu, tetapi terdapat pengaruh dari sumber. Dalam uji perbandingan ganda Tukey, dibandingkan mean antar variabel daerah. Dari hasil pengujian ini, dapat disimpulkan bahwa daerah Ciseeng mempunyai pengaruh yang tertinggi.

Kata kunci : Daerah, Sumber, pH, Suhu, Ra 226 (Radium-226), Rn 222 (Radon-222), Analisis Variansi Rancangan Percobaan Faktorial Tersarang, Ekspektasi Kuadrat Tengah, Uji Perbandingan Ganda Tukey.

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar belakang masalah

Di Indonesia banyak terdapat sumber air panas, antara lain di Jawa Barat seperti Cipanas (daerah Garut), Maribaya (daerah Bandung), Ciater (daerah Subang) dan Ciseeng (daerah Bogor). Berdasarkan studi pustaka diperoleh informasi, bahwa sumber air panas mengandung radionuklida alam cukup tinggi seperti Ra 226 dan Rn 222.

Radioaktivitas air panas dan air tanah terutama disebabkan oleh kandungan radium beserta hasil luruhannya antara lain gas radon. Radium di dalam panas, berasal dari batuan dan lapisan tanah yang mengalami erosi dan air yang melandanya.

Mengingat sumber air panas yang ada di Jawa Barat dipakai sebagai tempat pemandian dan terapi untuk berbagai penyakit kulit dan reumatik, serta mengingat sumber air minum berdekatan dengan sumber air panas, maka mungkin sekali sumber air minum penduduk mengandung Ra 226 dan Rn 222 lebih tinggi bila dibandingkan dengan sumber air minum di daerah normal. Oleh sebab itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kadar Ra 226 dan Rn 222 yang terkandung dalam sumber air panas dan air minum, dalam rangka pemantauan radiasi lingkungan dan penjagaan kemungkinan bahaya radiasi internal terhadap masyarakat.

Dengan demikian diperlukan metode statistik untuk mengetahui pengaruh masing-masing perlakuan. Metode analisis yang akan digunakan dalam analisis ini adalah metode rancangan percobaan faktorial tersarang (*Nested*). Pada penelitian sebelumnya peneliti ingin mengetahui daerah mana yang memiliki kadar Ra 226 dan Rn 222 terbesar. Analisis yang digunakan sangat sederhana, yaitu hanya dengan melihat data hasil pengukuran kadar Ra 226 dan Rn 222 yang tertinggi. Pada data terlihat bahwa kadar Ra 226 terbesar yaitu sebesar 1331.1, yaitu terdapat pada daerah Ciseeng dengan suhu 39°C dan pH 6. Sedangkan kadar Rn 222 terbesar yaitu sebesar 16920, yaitu terletak pada daerah Ciseeng dengan suhu 43°C dan pH 7. Peneliti sekarang menggunakan metode statistik untuk menganalisis kandungan Ra 226 dan Rn 222 yang terdapat pada sumber air minum dan air panas beserta faktor-faktor yang mempengaruhinya.

I.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas ingin diketahui :

1. Apakah faktor daerah berpengaruh terhadap besarnya kandungan Ra 226 dan Rn 222?
2. Apakah faktor sumber berpengaruh terhadap besarnya kandungan Ra 226 dan Rn 222?
3. Apakah faktor pH berpengaruh terhadap besarnya kandungan Ra 226 dan Rn 222?
4. Apakah faktor suhu berpengaruh terhadap besarnya kandungan Ra 226 dan Rn 222?

I.3. Batasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup penelitian tidak terlalu meluas maka diberikan batasan masalah sebagai berikut :

1. Lokasi pengambilan sampel hanya diambil empat daerah sumber air minum dan air panas di Jawa Barat.
2. Alat analisa yang digunakan adalah analisis variansi rancangan percobaan faktorial tersarang.
3. *Software* statistik yang digunakan adalah Minitab versi 13 dan *SPSS* versi 10.00.

I.4. Tujuan

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka penelitian ini mempunyai tujuan sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui apakah faktor daerah berpengaruh terhadap besarnya kandungan Ra 226 dan Rn 222.
2. Untuk mengetahui apakah faktor sumber berpengaruh terhadap besarnya kandungan Ra 226 dan Rn 222.
3. Untuk mengetahui apakah faktor pH berpengaruh terhadap besarnya kandungan Ra 226 dan Rn 222.
4. Untuk mengetahui apakah faktor suhu berpengaruh terhadap besarnya kandungan Ra 226 dan Rn 222.

I.5. Manfaat Penulisan

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi peneliti, dapat meningkatkan pengetahuan dan pemahaman dibidang aplikasi ilmu statistika dalam kehidupan sehari-hari.
2. Bagi pengguna alat, dapat memberi masukan sebagai bahan pertimbangan dalam penggunaan alat tersebut agar dapat memberikan hasil yang maksimal.
3. Bagi rekan statistika, dapat juga dijadikan perbandingan dalam menyusun penelitian yang menggunakan analisis variansi rancangan percobaan tersarang.

I.6. Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I Pendahuluan

Bab ini merupakan permasalahan yang dibahas, seperti latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II Landasan Teori

Merupakan penjelasan sekilas mengenai teori-teori yang digunakan sebagai landasan untuk menganalisis permasalahan dengan menggunakan metode statistika.

BAB III Metodologi Penelitian

Dalam bab ini berisi tentang langkah-langkah yang digunakan dalam pengumpulan data dan menganalisis suatu masalah yang telah disusun beserta pengolahan data tersebut.

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Dalam bab ini berisi hasil *output* komputer dan dilakukan pembahasan dalam pengolahan data dari *output* komputer tersebut.



BAB II

DASAR TEORI

II.1. Analisis Variansi (ANOVA)

Analisis variansi diperkenalkan oleh *Sir Ronald A. Fisher* yang pada dasarnya merupakan proses aritmatik untuk membagi jumlah kuadrat total menjadi komponen-komponen yang berhubungan dengan sumber keragaman yang diketahui.

Setiap perlakuan dasar disebut faktor dan jumlah bentuk yang mungkin dari satu faktor disebut taraf (*level*) dari taraf tersebut. Kombinasi tertentu dari satu taraf pada masing-masing faktor menentukan satu kombinasi perlakuan.

Sistem notasi yang digunakan pada analisis variansi pada umumnya serupa tetapi cukup berbeda. Huruf besar yang digunakan untuk menunjukkan faktor sedangkan kombinasi huruf kecil dan subskrip numerik digunakan untuk menunjukkan kombinasi taraf-taraf dari faktor-faktor yang bersangkutan. Dalam hal ini huruf kecil yang digunakan untuk menyatakan taraf disesuaikan dengan huruf besar yang digunakan untuk menyatakan faktornya. Jika huruf A, B dan C digunakan untuk menyatakan faktor-faktor yang terlibat dalam percobaan, maka untuk menyatakan tarafnya digunakan a, b, dan c. (STE 91)

II.2. Analisis Variansi Rancangan Percobaan Faktorial Tersarang (*Nested*)

Eksperimen dengan sifat bahwa taraf faktor yang satu tersarang dalam faktor yang lain disebut eksperimen tersarang. Dalam hal ini jelas tidak akan terjadi interaksi antara dua faktor. Karenanya, jika faktor A yang bertaraf a buah dan faktor B yang bertaraf b buah membentuk suatu eksperimen tersarang, kita tidaklah akan mendapatkan suku interaksi AB dalam model matematisnya. Dengan adanya perbedaan mendasar ini, maka notasi untuk taraf tersarang perlu dibedakan dari notasi yang sudah dikenal dalam model-model dalam eksperimen lain. Jika taraf faktor B_j tersarang dalam faktor A_i , maka akan dinyatakan dengan $B_{j(i)}$. Dengan demikian, jika taraf faktor B_j tersarang dalam taraf faktor A_i dan eksperimennya dilakukan secara acak sempurna dengan melakukan r buah replikasi, maka eksperimen tersarang ini mempunyai model matematis sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_{j(i)} + \varepsilon_{k(ij)} \dots\dots\dots(II.2.1)$$

dengan $i = 1, 2, \dots, a$

$j = 1, 2, \dots, b$

$k = 1, 2, \dots, r$

II.2.1. Model Analisis Variansi Rancangan Percobaan Faktorial Tersarang

Model matematis untuk analisis variansi rancangan percobaan faktorial tersarang yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Y_{ijklr} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + C_k + AC_{ik} + BC_{jk} + ABC_{ijk} + D_{l(k)} + \varepsilon_{r(ijkl)} \dots\dots(II.2.2)$$

dengan A_i = pH dengan $i = 1, 2, \dots, a$

B_j = suhu dengan $j = 1, 2, \dots, b$

C_k = daerah dengan $k = 1, 2, \dots, c$

$D_{l(k)}$ = sumber(daerah) \rightarrow faktor sumber tersarang pada faktor daerah

dengan $l = 1, 2, \dots, d$

II.2.2. Tabel Analisis Variansi Rancangan Percobaan Faktorial Tersarang

Analisis variansi untuk rancangan tersarang, karena tidak terjadi interaksi dengan faktor yang tersarang, maka skema data berbeda dengan analisis yang lain, skema data dapat dilihat pada lampiran A.

Dari daftar di atas tampak jelas bahwa semua taraf faktor D tercakup atau tersimpan di dalam setiap taraf faktor C, jadi seolah-olah setiap taraf faktor C menjadi tempat atau sarang semua taraf faktor D. Perhatikan pula bahwa taraf faktor D (yang tersarang) dilanjutkan dimulai dari 1 sampai dengan cd tetapi tiap sarang berisi d buah taraf.

Perhitungan-perhitungan untuk keperluan ANAVA rancangan percobaan tersarang dilakukan sebagai mana biasa, sedangkan penentuan adanya atau tidak adanya efek faktor-faktor dilakukan dengan uji F. Bentuk umum ANAVA untuk data dengan skema diatas (terlampir), dapat dilihat pada daftar di bawah ini.

Tabel II.2.1
Daftar ANAVA untuk Rancangan Percobaan Tersarang
(r kali replikasi)

Sumber Variasi	Df	JK	KT
Rata-rata	1	$R_y = \frac{Y^2_{\dots\dots}}{abcd}$	
A_i	a - 1	$\sum \left(\frac{Y^2_{i\dots\dots}}{abcd} \right) - R_y$	
B_j	b - 1	$\sum \left(\frac{Y^2_{\cdot j \dots\dots}}{abcd} \right) - R_y$	
AB_{ij}	(a - 1)(b - 1)	$\sum \sum \left(\frac{Y^2_{ij \dots\dots}}{abcd} \right) - R_y$	
C_k	c - 1	$\sum \left(\frac{Y^2_{\dots k \dots\dots}}{abcd} \right) - R_y$	Dibagi oleh df-nya masing-masing
AC_{ik}	(a - 1)(c - 1)	$\sum \sum \left(\frac{Y^2_{i \dots k \dots\dots}}{abcd} \right) - R_y$	
BC_{jk}	(b - 1)(c - 1)	$\sum \sum \left(\frac{Y^2_{\cdot j \dots k \dots\dots}}{abcd} \right) - R_y$	
ABC_{ijk}	(a - 1)(b - 1)(c - 1)	$\sum \sum \sum \left(\frac{Y^2_{ijk \dots\dots}}{abcd} \right) - R_y$	
$D_{l(k)}$	c(d - 1)	$\sum \sum \left(\frac{Y^2_{\dots k l \dots\dots}}{r} \right) - \sum \frac{Y^2_{\dots k \dots\dots}}{abcd}$	
$\epsilon_{r(ijkl)}$	abcd(r - 1)	$\sum Y^2 - \sum \sum \sum \sum \frac{Y^2_{ijkl \cdot}}{r}$	
Jumlah	abcdr	$\sum Y^2$	-

Sumber: Sudjana, 1995, Desain dan Analisis Eksperimen Edisi IV, Tarsito, Bandung.

Dimana :

$Y_{i\bullet\bullet\bullet}^2$ = pengamatan pH ke - i.

$Y_{\bullet j\bullet\bullet}^2$ = pengamatan suhu ke - j.

$Y_{ij\bullet\bullet}^2$ = pengamatan pH ke - i dan pengamatan suhu ke - j.

$Y_{\bullet\bullet k\bullet}^2$ = pengamatan pada sumber ke - k.

$Y_{i\bullet k\bullet}^2$ = pengamatan pH ke - i dan sumber ke - k.

$Y_{\bullet j k\bullet}^2$ = pengamatan suhu ke - j dan sumber ke - k.

$Y_{ijk\bullet}^2$ = pengamatan pH ke - i, suhu ke - j dan pada sumber ke - k.

$Y_{\bullet\bullet kl}^2$ = pengamatan pada sumber ke - k dan pada daerah ke - l.

$$\text{Rata-rata} = R_y = \frac{Y^2_{\bullet\bullet\bullet\bullet}}{rabcd} \quad \dots\dots\dots (II.2.3)$$

$$JKA_i = \sum \left(\frac{Y^2_{i\bullet\bullet\bullet}}{rbcd} \right) - R_y \quad \dots\dots\dots (II.2.4)$$

$$JKB_j = \sum \left(\frac{Y^2_{\bullet j\bullet\bullet}}{racd} \right) - R_y \quad \dots\dots\dots (II.2.5)$$

$$JKG = \varepsilon_{r(ijkl)} = \sum Y^2 - \sum \sum \sum \sum \frac{Y^2_{ijkl\bullet}}{r} \quad \dots\dots\dots (II.2.6)$$

$$JKAB_{ij} = \sum \sum \left(\frac{Y^2_{ij\bullet\bullet}}{rcd} \right) - R_y \quad \dots\dots\dots (II.2.7)$$

$$JKC_k = \sum \left(\frac{Y^2_{\bullet\bullet k\bullet\bullet}}{rabd} \right) - R_y \quad \dots\dots\dots (II.2.8)$$

$$JKAC_{ik} = \sum \sum \left(\frac{Y^2_{i\bullet k\bullet\bullet}}{rbd} \right) - R_y \quad \dots\dots\dots (II.2.9)$$

$$JKBC_{jk} = \sum \sum \left(\frac{Y_{\cdot jk \cdot \cdot}^2}{rd} \right) - R_y \dots \dots \dots (II.2.10)$$

$$JKABC_{ijk} = \sum \sum \sum \left(\frac{Y_{ijk \cdot \cdot}^2}{rd} \right) - R_y \dots \dots \dots (II.2.11)$$

$$JKD_{l(k)} = \sum \sum \left(\frac{Y_{\cdot \cdot \cdot kl \cdot}^2}{r} \right) - \sum \frac{Y_{\cdot \cdot \cdot k \cdot \cdot}^2}{rabd} \dots \dots \dots (II.2.12)$$

II.2.3. Ekpektasi Kuadrat Tengah (EKT)

Pada umumnya, desain-desain dalam eksperimen masih berbentuk sederhana dan boleh dikatakan merupakan pengetahuan umum untuk desain-desain yang lebih kompleks dengan sifat-sifat faktor dan batasan-batasan tertentu terpaksa harus diperhatikan. Sebelum kita mengenal lebih jauh dengan desain-desain demikian, perlu ditinjau mengenai aturan bagaimana kuadrat tengah yang diharapkan, atau ekspektasi kuadrat tengah, disingkat dengan EKT, ditentukan. Penentuan EKT ini penting untuk melakukan pengujian statistik tentang pengaruh faktor-faktor tersebut, berikut interaksinya, menggunakan ANAVA desain yang bersangkutan.

Dalam hal pertama kita berhadapan dengan banyak taraf yang tetap dan eksperimennya mempunyai model matematis yang disebut *model tetap* atau sering pula disebut *Model I*. Jika semua taraf yang digunakan dalam eksperimen diambil secara acak dari populasi taraf, maka model matematis untuk model eksperimennya disebut *model acak* atau biasa juga disebut *Model II*. Dalam hal eksperimen yang dilakukan menyangkut beberapa faktor, sejumlah diantaranya

bertaraf tetap dan sisanya bertaraf acak, model untuk eksperimen itu dinamakan *model campuran*.

II.2.3.1. Aturan untuk Menentukan EKT

Penentuan EKT ini akan sangat terasa lagi peranannya apabila kita memiliki desain yang lebih rumit. Penentuan EKT akan bergantung pada pemilihan sifat faktor-faktor yang digunakan dalam eksperimen. Karenanya tentukanlah apakah desain itu akan bermodekan tetap, acak atautkah campuran. Setelah itu tuliskan model matematisnya yang sesuai dengan macam desain yang dipilih cocok untuk persoalan yang dihadapi. Penulisan model matematis ini hendaknya selengkapnya termasuk semua indeks yang menyatakan banyak taraf. Barulah kita mulai usaha penentuan EKT. Dari model di bawah ini akan ditentukan model EKT-nya.

$$Y_{ijklr} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + C_k + AC_{ik} + BC_{jk} + ABC_{ijk} + D_{l(k)} + \varepsilon_{r(ijkl)}$$

dengan faktor : A_i = faktor pH, merupakan efek tetap.

B_j = faktor suhu, merupakan efek tetap.

C_k = faktor daerah, merupakan efek tetap.

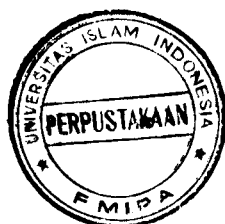
D_l = faktor sumber, merupakan efek tetap.

II.2.3.2. Ekspektasi Kuadrat Tengah Model Tetap

Tabel II.2.2
EKT untuk desain eksperimen tersarang a X b X c X d
(d tersarang dalam c)

Sumber Variasi	a	b	c	d	n	EKT
	T i	T j	T k	T l	A r	
A_i	0	b	c	d	n	$\sigma_e^2 + bcdn\phi_A$
B_j	a	0	c	d	n	$\sigma_e^2 + acdn\phi_B$
AB_{ij}	0	0	c	d	n	$\sigma_e^2 + cdn\phi_{AB}$
C_k	a	b	0	d	n	$\sigma_e^2 + abdn\phi_C$
AC_{ik}	0	b	0	d	n	$\sigma_e^2 + bdn\phi_{AC}$
BC_{jk}	a	0	0	d	n	$\sigma_e^2 + adn\phi_{BC}$
ABC_{ijk}	0	0	0	d	n	$\sigma_e^2 + dn\phi_{ABC}$
$D_{l(k)}$	a	b	1	0	n	$\sigma_e^2 + abn\phi_D$
$\varepsilon_{r(ijkl)}$	1	1	1	1	1	σ_e^2

Sebelum perhitungan-perhitungan kita lakukan untuk melakukan uji F dalam analisis variansinya, terlebih dahulu kita tentukan bentuk EKT tiap sumber variasi agar supaya kita tahu bagaimana perbandingan F harus di bentuk. Dalam tabel di atas tampak bahwa perbandingan uji F dapat dilakukan, yaitu dengan cara membandingkan kuadrat tengah masing-masing variasi dengan kuadrat tengah errornya.



II.2.4. Pengujian Hipotesis dalam Tabel Analisis Variansi Rancangan Percobaan Faktorial Tersarang.

Dalam pengujian hipotesis dalam tabel analisis variansi ini akan diketahui pengaruh dari faktor A, B, C maupun D terhadap variabel dependennya dan interaksi antar faktor. Berikut adalah pengujiannya :

Untuk Faktor A

- $H_0 : A_1 = A_2 = \dots = A_a = 0$

Artinya rata-rata seluruh faktor A terhadap variabel dependen adalah sama.

- H_1 : Minimal ada salah satu rata-rata dari faktor A terhadap variabel dependen adalah tidak sama.
- Tingkat signifikansi (α)
- Daerah kritik

Dengan melihat pada bentuk EKT maka H_0 ditolak jika $F \text{ hitung} > F_{(\alpha, df1, df2)}$

Dimana : $\alpha = 0.05$

df 1 = derajat bebas faktor A

df 2 = derajat bebas error

- Kesimpulan :

Jika $F \text{ hitung} > F_{(\alpha, df1, df2)}$ maka H_0 ditolak artinya minimal ada salah satu rata-rata dari faktor A terhadap variabel dependen adalah tidak sama.

Untuk Faktor B

- $H_0 : B_1 = B_2 = \dots = B_b = 0$

Artinya rata-rata seluruh faktor B terhadap variabel dependen adalah sama.

- H_1 : Minimal ada salah satu rata-rata dari faktor B terhadap variabel dependen adalah tidak sama.

- Tingkat signifikansi (α)

- Daerah kritik

Dengan melihat pada bentuk EKT maka H_0 ditolak jika F hitung $> F_{(\alpha, df_1, df_2)}$

Dimana : $\alpha = 0.05$

df 1 = derajat bebas faktor B

df 2 = derajat bebas error

- Kesimpulan :

Jika F hitung $> F_{(\alpha, df_1, df_2)}$ maka H_0 ditolak artinya minimal ada salah satu rata-rata dari faktor B terhadap variabel dependen adalah tidak sama.

Untuk Faktor C

- $H_0 : C_1 = C_2 = \dots = C_c = 0$

Artinya rata-rata seluruh faktor C terhadap variabel dependen adalah sama.

- H_1 : Minimal ada salah satu rata-rata dari faktor C terhadap variabel dependen adalah tidak sama.

- Tingkat signifikansi (α)
- Daerah kritik

Dengan melihat pada bentuk EKT maka H_0 ditolak jika F hitung $> F_{(\alpha, df1, df2)}$

Dimana : $\alpha = 0.05$

df 1 = derajat bebas faktor C

df 2 = derajat bebas error

- Kesimpulan :

Jika F hitung $> F_{(\alpha, df1, df2)}$ maka H_0 ditolak artinya minimal ada salah satu rata-rata dari faktor C terhadap variabel dependen adalah tidak sama.

Untuk Faktor D

- $H_0 : D_1 = D_2 = \dots = D_d = 0$

Artinya rata-rata seluruh faktor D terhadap variabel dependen adalah sama.

- H_1 : Minimal ada salah satu rata-rata dari faktor D terhadap variabel dependen adalah tidak sama.

- Tingkat signifikansi (α)
- Daerah kritik

Dengan melihat pada bentuk EKT maka H_0 ditolak jika F hitung $> F_{(\alpha, df1, df2)}$

Dimana : $\alpha = 0.05$

df 1 = derajat bebas faktor D

df 2 = derajat bebas error

- Kesimpulan :

Jika $F \text{ hitung} > F_{(\alpha, df1, df2)}$ maka H_0 ditolak artinya minimal ada salah satu rata-rata dari faktor D terhadap variabel dependen adalah tidak sama.

Untuk Interaksi antara Faktor A dengan Faktor B

- $H_0 : (AB)_{11} = (AB)_{12} = \dots = (AB)_{ab} = 0$

Artinya tidak ada interaksi antara faktor A dengan faktor B.

H_1 : Ada interaksi antara faktor A dengan faktor B.

- Tingkat signifikansi (α)
- Daerah kritik

Dengan melihat pada bentuk EKT maka H_0 ditolak jika $F \text{ hitung} > F_{(\alpha, df1, df2)}$

Dimana : $\alpha = 0.05$

df 1 = derajat bebas interaksi antara faktor A dan faktor B

df 2 = derajat bebas error

- Kesimpulan :

Jika $F \text{ hitung} > F_{(\alpha, df1, df2)}$ maka H_0 ditolak artinya ada interaksi antar faktor A dengan faktor B.

Untuk Interaksi antara Faktor A dengan Faktor C

- $H_0 : (AC)_{11} = (AC)_{12} = \dots = (AC)_{ac} = 0$

Artinya tidak ada interaksi antara faktor A dengan faktor C.

H_1 : Ada interaksi antara faktor A dengan faktor B.

- Tingkat signifikansi (α)
- Daerah kritik

Dengan melihat pada bentuk EKT maka H_0 ditolak jika F hitung $> F_{(\alpha, df1, df2)}$

Dimana : $\alpha = 0.05$

df 1 = derajat bebas interaksi antara faktor A dan faktor C

df 2 = derajat bebas error

- Kesimpulan :

Jika F hitung $> F_{(\alpha, df1, df2)}$ maka H_0 ditolak artinya ada interaksi antar faktor A dengan faktor C.

Untuk Interaksi antara Faktor B dengan Faktor C

- $H_0 : (BC)_{11} = (BC)_{12} = \dots = (BC)_{bc} = 0$

Artinya tidak ada interaksi antara faktor B dengan faktor C.

H_1 : Ada interaksi antara faktor B dengan faktor C.

- Tingkat signifikansi (α)
- Daerah kritik

Dengan melihat pada bentuk EKT maka H_0 ditolak jika F hitung $> F_{(\alpha, df1, df2)}$

Dimana : $\alpha = 0.05$

df 1 = derajat bebas interaksi antara faktor B dan Faktor C

df 2 = derajat bebas error

- Kesimpulan :

Jika F hitung $> F_{(\alpha, df1, df2)}$ maka H_0 ditolak artinya ada interaksi antar faktor B dengan faktor C.

Untuk Interaksi antara Faktor A, Faktor B dan Faktor C

- $H_0 : (ABC)_{11} = (ABC)_{12} = \dots = (ABC)_{abc} = 0$

Artinya tidak ada interaksi antara faktor A, B dan C.

H_1 : Ada interaksi antara faktor A, B dan C.

- Tingkat signifikansi (α)
- Daerah kritik

Dengan melihat pada bentuk EKT maka H_0 ditolak jika F hitung $> F_{(\alpha, df1, df2)}$

Dimana : $\alpha = 0.05$

df 1 = derajat bebas interaksi antara faktor A, B dan C.

df 2 = derajat bebas error

- Kesimpulan :

Jika F hitung $> F_{(\alpha, df1, df2)}$ maka H_0 ditolak artinya ada interaksi antar faktor

A, B dan C.

Dalam analisis variansi, maka yang menjadi perhatian peneliti adalah menguji hipotesis tentang pengaruh perlakuan yang dirumuskan sebagai berikut :

$$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_r = 0$$

artinya tidak terdapat pengaruh dari semua perlakuan yang dicobakan terhadap respon yang diamati.

H_1 : artinya paling sedikit ada satu perlakuan yang dicobakan terhadap respon berpengaruh .

II.2.5. Asumsi-asumsi dalam Analisis Variansi Desain Eksperimen Faktorial Tersarang.

Dalam melakukan pengujian analisis variansi harus memenuhi asumsi-asumsi sebagai berikut :

1. Galat percobaan harus menyebar secara normal.
2. Galat percobaan harus mempunyai variansi sama (varian dari populasi-populasinya sama).
3. Galat percobaan semua independent, ini berarti peluang bahwa galat dari salah satu pengamatan yang mempunyai nilai tertentu harus tidak tergantung dari nilai-nilai galat untuk pengamatan yang lain.

II.2.6. Pengujian Asumsi-Asumsi Analisis Variansi Desain Eksperimen Faktorial Tersarang.

1. Uji Normalitas

Distribusi normal pertama kali dipelajari pada abad ke delapan belas, ketika orang mengamati galat pengukuran berdistribusi simetrik dan berbentuk bel. *De Moivre* mengembangkan bentuk matematik distribusi ini dalam tahun 1733, sebagai bentuk limit distribusi binomial. *Laplace* juga telah mengenal distribusi ini sebelum tahun 1775. *Gauss* menurunkan persamaan distribusi ini dari suatu studi tentang galat dalam pengukuran yang berulang-ulang dari kuantitas yang sama, dan mempublikasikannya pada tahun 1809. Untuk menghormatinya, distribusi normal juga dikenal sebagai distribusi *Gauss*. Pada abad delapan belas dan sembilan belas, berbagai usaha telah dilakukan untuk membuat distribusi ini sebagai hukum probabilitas yang mendasari semua variabel kontinyu, maka digunakan nama distribusi normal. (SOE 86)

Suatu variabel random kontinu X dikatakan berdistribusi normal dengan mean μ dan variansi σ^2 , apabila variabel itu mempunyai fungsi probabilitas yang berbentuk :

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{1}{2\sigma^2}(x-\mu)^2} \dots\dots\dots(\text{II.2.13})$$

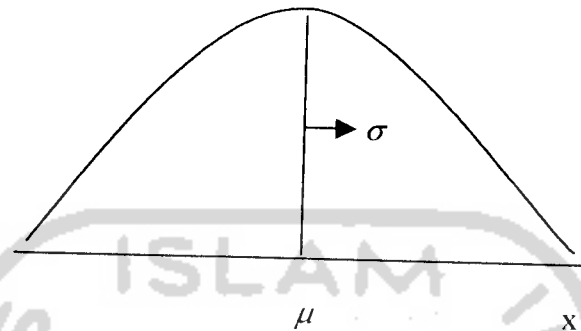
dengan : π = nilai konstan yang bila ditulis hingga 4 desimal $\pi = 3,1416$.

e = bilangan konstan bila ditulis 4 desimal $e = 2,7183$.

μ = parameter, ternyata merupakan rata-rata untuk distribusi.

σ = parameter, merupakan simpangan baku untuk distribusi.

Jika fungsi probabilitas itu digambar, maka diperoleh grafik dalam gambar dibawah ini, dan dinamakan kurva normal.



Gambar II.2.1. Kurva normal dengan μ dan variansi σ^2

Dengan memperhatikan kurvanya atau melihat *derivative* pertama dan kedua fungsi probabilitasnya, kita peroleh sifat-sifat kurva normal sebagai berikut:

1. Modus, titik pada sumbu datar yang memberikan maksimum kurva, terdapat pada $x = \mu$.
2. Kurva normal simetris terhadap sumbu vertikal melalui μ .
3. Kurva normal mempunyai titik belok pada $x = \mu \pm \sigma$.
4. Kedua ujung kurva normal mendekati asimtot sumbu datar.
5. Luas daerah di antara kurva normal dan sumbu mendatar sama dengan 1 (secara singkat dikatakan, luas kurva normal sama dengan 1).

Distribusi normal dengan mean μ dan variansi σ^2 ditulis $N(\mu; \sigma^2)$.

Asumsi kenormalan dalam analisis variansi dapat diuji menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*, adapun pengujiannya sebagai berikut :

- H_0 : Data berdistribusi normal
- H_1 : Data tidak berdistribusi normal
- Tingkat signifikansi (α)

- Daerah kritis :

$T > W$ maka H_0 ditolak

- Statistik uji :

$$S(x) = n(x \leq X_i) \dots\dots\dots (II.2.14)$$

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{S} \dots\dots\dots (II.2.15)$$

$$T = \sup |F^*(Z_i) - S(x)| \dots\dots\dots (II.2.16)$$

Berdasarkan probabilitas :

- Jika probabilitas $< \alpha$ maka H_0 ditolak

- Kesimpulan

Jika probabilitas $< \alpha$ maka H_0 ditolak artinya data tidak berdistribusi normal.

2. Uji Homogenitas

Untuk menguji homogenitas data maka digunakan uji *Levene's*. Hipotesis dari uji *Levene's* adalah sebagai berikut :

- $H_0 : \sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 = \dots = \sigma_k$

H_1 : minimal ada salah satu dari σ_i yang tidak sama

- Tingkat signifikansi (α)

- Daerah kritik

Tolak H_0 jika $w > F_{(\alpha, k-1, N-k)}$

- Berdasarkan probabilitas :

Jika probabilitas $< \alpha$ maka H_0 ditolak

- Statistik uji

$$W = \frac{(N - k) \sum_{i=1}^k N_i (\bar{Z}_i - \bar{Z})^2}{(K - 1) \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{N_i} (Z_{ij} - \bar{Z})^2} \dots\dots\dots (II.2.17)$$

dimana :

W : harga statistik untuk uji levene

N : ukuran total sample

N_i : ukuran sample ke-i

K : jumlah total observasi sample

\bar{Z} : total mean deviasi sample

\bar{Z}_i : mean deviasi semua pengamatan baris ke-i

Z_{ij} : harga mutlak deviasi dari pengamatan baris ke-i dan kolom ke-j

nilai dari Z_{ij} didapat dari rumus sebagai berikut :

$$Z_{ij} = \left| Y_{ij} - \bar{Y}_i \right| \dots\dots\dots (II.2.18)$$

- Kesimpulan

Jika probabilitas $< \alpha$ maka H_0 ditolak artinya minimal ada salah satu variansi yang tidak sama.

II.2.7. Perbandingan Ganda dengan Uji Tukey

Uji Tukey diperkenalkan oleh *J.W. Tukey*. Uji Tukey digunakan jika banyak observasi untuk tiap perlakuan adalah sama dan untuk memperoleh interval konfidensi bersama selisih $(\mu_A - \mu_B)$ untuk setiap pasang harga mean populasi-populasi itu. Misalkan $m = n_1 = n_2 = \dots = n_k$ adalah ukuran sampel tiap tritmen. Sehingga jumlah elemen seluruhnya adalah $n = km$, dan sesatan kuadrat rata-rata menjadi :

$$S^2 = SKR = \frac{1}{k(m-1)} \sum_{i=1}^k (m-1)S_i^2 = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k S_i^2 \quad \dots\dots\dots(\text{II.2.18})$$

Q = maksimum untuk semua pasang $A \neq B$ dari $\binom{k}{2} = \frac{k(k-1)}{2}$ kuantitas (variabel random):

$$\frac{|\bar{X}_A - \mu_A - (\bar{X}_B - \mu_B)|}{S/\sqrt{m}} \quad \dots\dots\dots(\text{II.2.19})$$

maka intervalnya adalah :

$$(\bar{X}_A - \bar{X}_B) - Q(k; k(m-1); \alpha) \frac{S}{\sqrt{m}} < \mu_A - \mu_B < (\bar{X}_A - \bar{X}_B) + Q(k; k(m-1); \alpha) \frac{S}{\sqrt{m}} \quad \dots\dots\dots(\text{II.2.20})$$

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dipaparkan mengenai metode penelitian data sebagai berikut :

III.1. Data yang Digunakan

Data yang digunakan adalah data sekunder yang diambil dari penelitian Bunawas, Marzaini Nareh, Mukhlis Akhadi, Achmad Khaerudin. Pusat Standardisasi dan Penelitian Keselamatan Radiasi dengan judul : "Radium-226 (Ra-226) dan Radon-222 (Rn-222) yang Terkandung Di Dalam Air Panas dan Air Minum di Beberapa Sumber di Jawa Barat". (BUN 87)

III.2. Teknik Pengambilan Data

Dalam penelitian ini, data diambil dari pengukuran Ra 226 dan Rn 222 yang terkandung di dalam air minum di beberapa lokasi di Jawa Barat seperti Cipanas, Maribaya, Ciater dan Ciseeng dengan spektrometri gamma dan detector germanium murni. Dimana proses pengumpulan datanya adalah sebagai berikut :

1. Bahan penelitian.

Bahan penelitian terdiri atas contoh air panas dan air minum penduduk di sekitar sumber air panas. Untuk analisa Ra 226 diperlukan contoh sebanyak 5 liter dan untuk analisis Rn 222 diperlukan contoh sebanyak 0,4 liter. Sebelum dilakukan pengambilan contoh air, beberapa parameter fisik seperti temperatur

dan pH diukur. Pengambilan contoh air dilakukan dalam kurun waktu Januari-juli 1987 dengan empat kali sampling di sumber air panas Cipanas, Maribaya, Ciater dan Ciseeng.

2. Metode Analisis Ra 226

Sebanyak 5 liter contoh air dalam gelas beker diuapkan sehingga tinggal 0,4 liter, lalu dimasukkan ke dalam beker marinelli. Gelas beker dicuci dengan larutan asam nitrat agar radium yang menempel di gelas beker terlepas, dan air cucian dimasukkan juga ke dalam marinelli. Marinelli beker kemudian ditutup rapat dengan diolesi gemuk silicon, agar (gas) Rn 222 tidak terlepas keluar. Contoh air yang telah dimukkan dalam marinelli dibiarkan selama 30 hari, agar Ra 226 mencapai kesetimbangan dengan hasil luruhannya seperti Rn 222, Pb-214 dan Bi-214. Setelah 30 hari dilakukan pencacahan menggunakan spektrometri gamma, dimana Ra 226 ditentukan dari hasil luruhannya yaitu Bi-214 pada energi 609 keV dengan waktu cacah antara 1-17 jam bergantung aktivitas contoh.

3. Metode Analisis Rn 222

Sebanyak 0,4 liter contoh air dengan cepat dimasukkan ke dalam beker marinelli, ditutup rapat dengan diolesi gemuk silicon agar (gas) Rn 222 tidak terlepas keluar. Contoh air yang telah dimasukan ke dalam beker marinelli dibiarkan selama 3,5 jam, agar (gas) Rn 222 mencapai kesetimbangan dengan hasil luruhannya seperti Pb-218, Pb-214 dan Bi-214. setelah ,5 jam dilakukan pencacahan menggunakan spektrometri gamma dimana Rn 222 ditentukan dari hasil luruhannya yaitu Bi-214 pada energi 609 keV, dengan waktu cacah antara 0,5 – 1 jam bergantung pada aktivitas contoh.



Penentuan konsentrasi aktivitas Ra 226 dan Rn 222 ditentukan secara relatif dengan menggunakan sumber Ra 226 standar yang diperoleh dari NBS. Keseksamaan hasil perhitungan adalah dengan satu deviasi standar (DS) sekitar 5% untuk analisis Ra 226 dan sekitar 15% untuk analisis Rn 222. Limit deteksi pada energi 609 keV yaitu 1 pCi/liter.

III.3. Metode Analisis Data

Metode yang digunakan dalam analisis data ini adalah uji analisis variansi untuk desain eksperimen faktorial tersarang. Karena dalam data ini adalah salah satu faktor yang tersarang dalam faktor yang lain. Kesimpulan yang akan dihasilkan dari analisis yang digunakan adalah ingin diketahui apakah faktor-faktor yang ada mempengaruhi respon yang dihasilkan.

1. Analisis Variansi Analisis Variansi Desain Eksperimen Faktorial Tersarang.

Sebelum dilakukan uji analisis variansi, maka perlu dilakukan pengujian terhadap asumsi-asumsi terlebih dahulu. Analisis variansi ini digunakan untuk mengetahui apakah faktor daerah, sumber, suhu dan pH mempengaruhi besarnya konsentrasi Ra 226 dan Rn 222 yang terkandung pada air panas dan air minum. Faktor-faktor yang digunakan adalah sebagai berikut :

a. Faktor daerah

Daerah yang digunakan untuk penelitian yaitu diambil empat daerah di Jawa Barat yaitu Cipanas, Maribaya, Ciater dan Cisceng.

b. Faktor sumber

Lokasi adalah sumber air panas dan air minum pada setiap daerah yang digunakan untuk dilaksanakannya penelitian.

c. Faktor suhu

Besarnya suhu juga perlu diperhatikan karena apakah dengan adanya perbedaan suhu atau adanya perubahan suhu dapat mempengaruhi besarnya konsentrasi Ra 226 dan Rn 222.

d. Faktor pH

Apakah dengan perbedaan pH mempengaruhi besarnya konsentrasi Ra 226 dan Rn 222.

2. Ekpektasi Kuadrat Tengah (EKT)

Perhitungan-perhitungan untuk keperluan ANAVA desain eksperimen tersarang dilakukan sebagaimana biasa, sedangkan penentuan adanya atau tidaknya efek faktor-faktor dilakukan dengan uji F. sebelum perhitungan-perhitungan kita lakukan untuk melakukan uji F, terlebih dahulu kita tentukan bentuk EKT tiap sumber variasi agar supaya kita tahu bagaimana perbandingan F harus dilakukan.

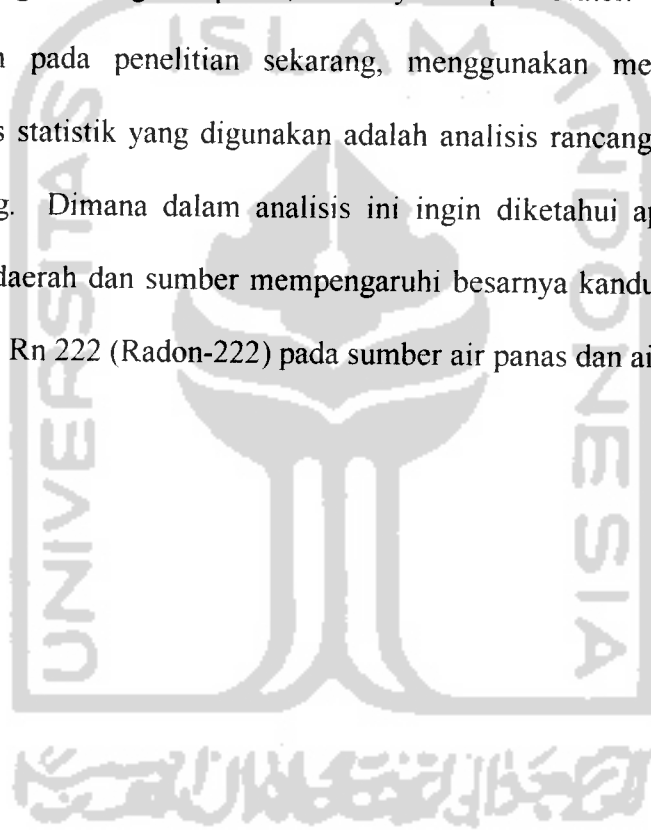
3. Teknik Komputasi

Analisis data ini dilakukan dengan bantuan *software* SPSS 10.00 dan Minitab *versi* 13, sehingga didapatkan output yang kemudian dianalisis untuk diperoleh kesimpulan.

III.4. Kajian Pustaka

Pada penelitian sebelumnya analisis yang digunakan sangat sederhana, yaitu hanya melihat kadar Ra 226 dan Rn 222 yang terbesar dari hasil pengukuran. Dari hasil pengukuran menunjukkan bahwa konsentrasi aktivitas Rn 222 paling tinggi pada sumber air panas Ciseeng dalam orde di atas 3 kali lebih besar bila dibandingkan dengan Cipanas, Maribaya maupun Ciater.

Sedangkan pada penelitian sekarang, menggunakan metode analisis statistik. Analisis statistik yang digunakan adalah analisis rancangan percobaan faktorial tersarang. Dimana dalam analisis ini ingin diketahui apakah faktor-faktor pH, suhu, daerah dan sumber mempengaruhi besarnya kandungan Ra 226 (Radium-226) dan Rn 222 (Radon-222) pada sumber air panas dan air minum.



BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

IV.1. Analisis Data

Proses pengambilan data dilakukan dengan mengambil dari makalah Bunawas, Marzaini Nareh, Mukhlis Akhadi, Achmad Khaerudin. Pusat Standardisasi dan Penelitian Keselamatan Radiasi dengan judul : “Radium-226 (Ra-226) dan Radon-222 (Rn-222) yang Terkandung Di Dalam Air Panas dan Air Minum di Beberapa Sumber Di Jawa Barat”, yang diambil adalah data tentang kandungan Ra 226 dan Rn 222 di dalam sumber air minum dan air panas di Jawa Barat. Untuk menganalisisnya menggunakan analisis variansi desain eksperimen faktorial tersarang. Dimana tujuan dari analisis ini adalah untuk mengetahui pengaruh daerah, sumber, suhu, dan pH terhadap konsentrasi Ra 226 dan Rn 222.

Dari data yang diperoleh ada empat (4) faktor atau empat variabel independent yaitu daerah, sumber, suhu, dan pH, dan ada dua variabel dependen yaitu Ra 226 dan Rn 222. Mengapa menggunakan analisis variansi desain eksperimen faktorial tersarang ? karena dari data yang ada ternyata ada satu faktor yang tersarang pada faktor yang lain. Faktor yang tersarang tersebut adalah faktor sumber yang tersarang pada faktor daerah.

Tabel IV.1.2
Data hasil penelitian aktivitas konsentrasi Ra 226 dan Rn 222 yang terkandung pada sumber air panas dan air minum di daerah Cipanas, Maribaya, Ciater dan Ciseeng.

CIPANAS																			
Air Panas Cipanas 1					Air Panas Cipanas 2					Air Panas Cipanas 3					Air Minum Cipanas				
pH	Suhu	Ra 226	Rn 222		pH	Suhu	Ra 226	Rn 222		pH	Suhu	Ra 226	Rn 222		pH	Suhu	Ra 226	Rn 222	
6	39	141,3	3566	6	44	72,5	1219	6	45	75,5	2770	5,5	23	3,2	918				
6,5	39	45,3	2540	6	45	206,4	2955	6	45,5	60,2	2581	6	24	2,5	750				
6	46	249,6	4100	6	44	196,3	2519	6	40	203,4	3260	6	25	4,8	1200				
6	40	651,5	4068	6	44,5	190,5	2860	6	44	276,1	3541	6	29	0	454				

MARIBAYA																			
Air Panas Maribaya 1					Air Panas Maribaya 2					Air Minum Maribaya					CIATER				
pH	Suhu	Ra 226	Rn 222		pH	Suhu	Ra 226	Rn 222		pH	Suhu	Ra 226	Rn 222		pH	Suhu	Ra 226	Rn 222	
6	43,5	31,3	2936	6	33	34,5	4300	5,5	23	0	482	2	43	30,5	2301				
6	45	61,9	2560	6	41	40,7	3182	5,5	23	0	760	2	44	47,3	3950				
6	44	41,2	3375	6,5	40	37,6	2456	7	23	4,3	811	2	44	192,7	4057				
6	40	29,6	5920	5,5	41	92,6	7108	6	21	1,7	365	2	44,5	503,7	3425				

CIATER															
CI SEENG															
Air Minum Ciater			Air Panas Ciseeng 1				Air Panas Ciseeng 2				Air Minum Ciseeng				
pH	Ra 226	Rn 222	pH	Suhu	Ra 226	Rn 222	pH	Suhu	Ra 226	Rn 222	pH	Suhu	Ra 226	Rn 222	
5	0	541	6	37	1027,8	21741	7	43	829,2	16920	5,5	29	0	560	
6	2,2	671	6	40	560	19680	6	41	609,1	13246	6	28	0	483	
6	22,5	4,7	830	6	42	1025,6	20950	7	43	531,7	11836	7	29	0	701
6,5	20	0	446	6	39	1331,1	18723	6	44,5	604,7	13451	6	23	3,8	447

IV.2. Pengujian Asumsi-Asumsi Analisis Variansi Rancangan Percobaan Faktorial Tersarang

IV.2.1. Uji Normalitas

Dalam analisis variansi desain eksperimen faktorial tersarang (ANAVA Nested) analisis data harus memenuhi asumsi kenormalan. Jika ada data yang tidak berdistribusi normal maka data harus dinormalkan. Penormalan data dapat dilakukan dengan cara transformasi data, kemudian hasil transformasi akan diuji sekali lagi untuk mengetahui apakah telah mengikuti distribusi normal. Dalam kasus ini uji normalitas yang dilakukan yaitu dengan uji non parametrik *Kolmogorov-Smirnov Z*. Jika dalam uji normalitas data tetap tidak normal, maka data dapat dilakukan transformasi dan di uji kembali.

Variabel-variabel yang akan di uji normalitas adalah :

- Variabel Ra 226.
- Variabel Rn 222

Dimana variabel tersebut diatas merupakan variabel respon.

Berikut adalah pengujian asumsi-asumsi normalitas :

a. Nilai dari uji Kolmogorov-Smirnov untuk variabel Ra 226

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Residual for RA 226
N		48
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	-1.7931E-06
	Std. Deviation	321.7039
Most Extreme Differences	Absolute	.267
	Positive	.267
	Negative	-.257
Kolmogorov-Smirnov Z		1.849
Asymp. Sig. (2-tailed)		.002

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Gambar IV.2.1. Uji normalitas variabel respon Ra 226.

Analisis :

- H_0 : sampel berdistribusi normal

H_1 : sampel tidak berdistribusi normal

- $\alpha = 0.05$

- Daerah kritik

H_0 ditolak jika Asymp. Sig < tingkat signifikansi

- Kesimpulan

Berdasarkan angka probabilitas :

Oleh karena angka pada kolom ASYMP. SIG adalah 0.002 yang adalah < 0.05, maka H_0 ditolak, atau variabel Ra 226 tidak berdistribusi normal.

- Karena distribusi tidak normal dan agar data berdistribusi normal, maka harus dilakukan transformasi data, dan data dari hasil transformasi dilakukan uji normalitas.

- b. Nilai dari uji Kolmogorov-Smirnov untuk variabel Ra 226 yang telah ditransformasikan dalam bentuk Log.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Residual for LOGRA226
<i>N</i>		48
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	-8.5565E-09
	Std. Deviation	1.0391
Most Extreme Differences	Absolute	.135
	Positive	.133
	Negative	-.135
Kolmogorov-Smirnov Z		.938
Asymp. Sig. (2-tailed)		.342

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Gambar IV.2.2. Uji normalitas variabel respon LogRa 226.

Analisis :

- Ho : sampel berdistribusi normal
- H1 : sampel tidak berdistribusi normal
- $\alpha = 0.05$
- Daerah kritik
Ho ditolak jika Asymp. Sig < tingkat signifikansi
- Kesimpulan

Berdasarkan angka probabilitas :

Setelah dilakukan transformasi, dihasilkan angka pada kolom ASYMP.

SIG adalah 0.342 yang adalah > 0.05 , maka Ho diterima, atau variabel Ra 226 berdistribusi normal.

c. Nilai dari uji Kolmogorov-Smirnov untuk variabel Rn 222.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		<i>Residual for RN 222</i>
<i>N</i>		48
<i>Normal Parameters^{a,b}</i>	<i>Mean</i>	1.176E-05
	<i>Std. Deviation</i>	5868.8184
<i>Most Extreme Differences</i>	<i>Absolute</i>	.330
	<i>Positive</i>	.330
	<i>Negative</i>	-.238
<i>Kolmogorov-Smirnov Z</i>		2.284
<i>Asymp. Sig. (2-tailed)</i>		.000

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Gambar IV.2.3. Uji normalitas variabel respon Rn 222.

Analisis :

- H_0 : sampel berdistribusi normal
- H_1 : sampel tidak berdistribusi normal
- $\alpha = 0.05$
- Daerah kritik
 H_0 ditolak jika Asymp. Sig < tingkat signifikansi
- Kesimpulan

Berdasarkan angka probabilitas :

Oleh karena angka pada kolom ASYMP. SIG adalah 0.000 yang adalah < 0.05, maka H_0 ditolak, atau variable Rn 222 tidak berdistribusi normal.

- Karena distribusi tidak normal dan agar data berdistribusi normal, maka harus dilakukan transformasi data, dan data dari hasil transformasi dilakukan uji normalitas.

- d. Nilai dari uji Kolmogorov-Smirnov untuk variabel Rn 222 yang telah ditransformasikan dalam bentuk Log.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Residual for LOGRN222
N		48
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	3.589E-10
	Std. Deviation	.5056
Most Extreme Differences	Absolute	.119
	Positive	.114
	Negative	-.119
Kolmogorov-Smirnov Z		.828
Asymp. Sig. (2-tailed)		.500

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Gambar IV.2.4. Uji normalitas variabel respon LogRn 222.

Analisis :

- Ho : sampel berdistribusi normal
 - H1 : sampel tidak berdistribusi normal
 - $\alpha = 0.05$
 - Daerah kritik
- Ho ditolak jika Asymp. Sig < tingkat signifikansi

- Kesimpulan

Berdasarkan angka probabilitas :

Setelah dilakukan transformasi, dihasilkan angka pada kolom ASYMP.

SIG adalah 0.500 yang adalah > 0.05 , maka Ho diterima, atau variable Rn

222 berdistribusi normal.

IV.2.2. Uji Homogenitas

Dalam analisis univariat desain eksperimen faktorial tersarang (ANOVA Nested), data yang digunakan harus mempunyai varians yang homogen. Maka dari itu perlu dilakukan uji homogenitas.

- a. Nilai dari uji Levene's untuk variabel independent daerah adalah sebagai berikut :

	F	df1	df2	Sig.
LOGRA226	.617	3	36	.609
LOGRN222	2.130	3	36	.113

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept+DAERAH

Gambar IV.2.5. Output uji homogenitas variabel independent daerah

Analisis :

- H_0 : semua varians sampel adalah sama
- H_1 : minimal ada salah satu varians sampel berbeda
- α : 0,05
- Daerah kritik
- Kesimpulan

Ho ditolak jika nilai probabilitas < tingkat signifikansi α

Dengan tingkat signifikansi 0,05 Ho diterima karena nilai probabilitas kedua variabel dependen > tingkat signifikansi artinya variansi sampel sama.

- b. Nilai dari uji Levene's untuk variabel independent sumber adalah sebagai berikut :

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

	F	df1	df2	Sig.
LOGRA226	3.113	11	28	.007
LOGRN222	1.513	11	36	.169

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept+SUMBER

Gambar IV.2.6. Output uji homogenitas variabel independent sumber

Analisis :

- H_0 : semua varians sampel adalah sama
- H_1 : minimal ada salah satu varians sampel berbeda
- α : 0,05
- Daerah kritik
- H_0 ditolak jika nilai probabilitas < tingkat signifikansi α
- Kesimpulan
 - Dengan tingkat signifikansi 0,05 H_0 ditolak karena nilai probabilitas variabel dependen Ra 226 < tingkat signifikansi artinya variansi sampel tidak sama.
 - Dengan tingkat signifikansi 0,05 H_0 diterima karena nilai probabilitas variabel dependen Rn 222 > tingkat signifikansi artinya variansi sampel sama.
 - Nilai probabilitas variable dependen Rn 222 > tingkat signifikansi, dapat diartikan seluruh variansi sampel sama.



d. Nilai dari Levene's untuk variabel independent pH adalah sebagai berikut :

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

	F	df1	df2	Sig.
LOGRA226	.641	4	35	.637
LOGRN222	1.536	4	35	.213

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept+PH

Gambar IV.2.7. Output uji homogenitas variabel independent pH

Analisis :

- H_0 : semua varians sampel adalah sama
 - H_1 : minimal ada salah satu varians sampel berbeda
 - α : 0,05
 - Daerah kritik
 - H_0 ditolak jika nilai probabilitas < tingkat signifikansi α
 - Kesimpulan
- Dengan tingkat signifikansi 0,05 H_0 diterima karena nilai probabilitas kedua variabel dependen > tingkat signifikansi artinya variansi sampel sama

e. Nilai dari uji Levene's untuk variable independent suhu

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

	F	df1	df2	Sig.
LOGRA226	2.857	17	22	.011
LOGRN222	1.976	17	22	.067

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept+SUHU

Gambar IV.2.8. Output uji homogenitas variabel independent suhu

Analisis :

- H_0 : semua varians sampel adalah sama
 - H_1 : minimal ada salah satu varians sampel berbeda
 - α : 0,05
 - Daerah kritik
- H_0 ditolak jika nilai probabilitas < tingkat signifikansi α

- Kesimpulan

Dengan tingkat signifikansi 0,05 H_0 ditolak karena :

- Nilai probabilitas variable dependen $R_a 226 <$ tingkat signifikansi artinya seluruh variansi sampel tidak sama.
- Nilai probabilitas variable dependen $R_n 222 >$ tingkat signifikansi, dapat diartikan seluruh variansi sampel sama.

IV.3. Pembahasan Analisis Variansi Rancangan percobaan Faktorial Tersarang

Sebelum melakukan pengujian dalam analisis variansi desain eksperimen faktorial tersarang ini, perlu dilakukan pengujian terhadap asumsi-asumsinya terlebih dahulu. Pembahasan mengenai asumsi sudah dibahas dalam subbab sebelumnya.

IV.3.1. Bentuk Ekspektasi Kuadrat Tengah

Sumber variasi	Bentuk EKT tiap variasi
1 PH	$\sigma_{\varepsilon}^2 + bcdn\phi_A$
2 SUHU	$\sigma_{\varepsilon}^2 + acdn\phi_B$
3 PH*SUHU	$\sigma_{\varepsilon}^2 + cdn\phi_{AB}$
4 DAERAH	$\sigma_{\varepsilon}^2 + abdn\phi_C$
5 DAERAH*PH	$\sigma_{\varepsilon}^2 + bdn\phi_{AC}$
6 DAERAH*SUHU	$\sigma_{\varepsilon}^2 + adn\phi_{BC}$
7 DAERAH*PH*SUHU	$\sigma_{\varepsilon}^2 + dn\phi_{ABC}$
8 SUMBER(DAERAH)	$\sigma_{\varepsilon}^2 + abn\phi_D$
9 Error	σ_{ε}^2

Keterangan :

Dengan melihat pada bentuk nilai harapannya (EKT) tiap variasi, kita akan tahu bagaimana perbandingan F harus dibentuk. Dari bentuk diatas dapat diketahui bahwa analisis pada model ini dapat dilakukan dengan perbandingan F, yaitu dengan membandingkan nilai F tiap variasi dengan nilai F kekeliruannya.

IV.3.2. Pengujian Tabel Analisis Variansi

a. Analisis variansi dengan variabel respon Ra 226

Tabel IV.3.1

Analisis variansi untuk variabel dependen Ra 226

Analysis of Variance for LOGRA 226, using Adjusted SS for Tests						
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
PH	1	0.1994	0.5993	0.5993	7.39	0.012
SUHU	1	35.5279	0.5575	0.5575	6.88	0.015
PH*SUHU	1	0.0032	0.5526	0.5526	6.82	0.015
DAERAH	3	2.6958	1.3618	0.4539	5.60	0.005
DAERAH*PH	3	0.8238	1.1849	0.3950	4.87	0.009
DAERAH*SUHU	3	3.4701	1.2855	0.4288	5.29	0.006
DAERAH*PH*SUHU	3	0.7746	1.1292	0.3746	4.64	0.011
SUMBER(DAERAH)	8	5.2151	5.2151	0.6519	8.04	0.000
Error	24	1.9459	1.9459	0.0811		
Total	47	50.6558				

a. Untuk variabel independent pH

- H_0 : Rata-rata tingginya kadar Ra 226 dengan pH adalah identik

H_1 : Minimal ada salah satu rata-rata tingginya kadar Ra 226 dengan pH adalah tidak identik

- α : 0.05

- Daerah kritik

H_0 ditolak jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ dimana $F_{tabel} = 4.26$

- Kesimpulan

Dengan tingkat signifikansi 0.05 H_0 ditolak karena $F_{hitung} > F_{tabel}$ yaitu sebesar $7.39 > 4.26$ artinya rata-rata tingginya kadar Ra 226 dengan

besarnya pH adalah tidak identik atau pH mempengaruhi tingginya kadar Ra 226.

b. Untuk variabel independent suhu

- H_0 : Rata-rata tingginya kadar Ra 226 dengan suhu adalah identik
 H_1 : Minimal ada salah satu rata-rata tingginya kadar Ra 226 dengan suhu adalah tidak identik
- α : 0.05
- Daerah kritik
Ho ditolak jika F hitung > F tabel dimana F tabel = 4.26
- Kesimpulan
Dengan tingkat signifikansi 0.05 Ho ditolak karena F hitung > F tabel yaitu sebesar $6.88 > 4.26$ artinya rata-rata tingginya kadar Ra 226 dengan besarnya suhu adalah tidak identik atau suhu mempengaruhi tingginya kadar Ra 226.

c. Untuk variabel independent daerah

- H_0 : Rata-rata tingginya kadar Ra 226 dengan daerah adalah identik
 H_1 : Minimal ada salah satu rata-rata tingginya kadar Ra 226 dengan daerah adalah tidak identik
- α : 0.05
- Daerah kritik
Ho ditolak jika F hitung > F tabel dimana F tabel = 3.01

- Kesimpulan

Dengan tingkat signifikansi 0.05 H_0 ditolak karena F hitung $>$ F tabel yaitu sebesar $5.60 > 3.01$ artinya rata-rata tingginya kadar Ra 226 dengan daerah adalah tidak identik atau daerah mempengaruhi tingginya kadar Ra 226.

d. Untuk variabel independent sumber

- H_0 : Rata-rata tingginya kadar Ra 226 dengan sumber adalah identik
 H_1 : Minimal ada salah satu rata-rata tingginya kadar Ra 226 dengan sumber adalah tidak identik
- α : 0.05
- Daerah kritik
Ho ditolak jika F hitung $>$ F tabel dimana F tabel = 2.36
- Kesimpulan
Dengan tingkat signifikansi 0.05 H_0 ditolak karena F hitung $>$ F tabel yaitu sebesar $8.04 > 2.36$ artinya rata-rata tingginya kadar Ra 226 dengan sumber adalah tidak identik atau sumber mempengaruhi tingginya kadar Ra 226.

e. Untuk interaksi antara variabel pH dengan variabel suhu

- H_0 : Tidak ada interaksi antara variabel pH dengan variabel suhu

H_1 : Ada interaksi antara variabel pH dengan variabel suhu

- α : 0,05

- Daerah kritik

H_0 ditolak jika $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ dimana $F_{\text{tabel}} = 4.26$

- Kesimpulan

Dengan tingkat signifikansi 0.05 H_0 ditolak karena $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ yaitu sebesar $6.82 > 4.26$ artinya ada interaksi antara variabel pH dengan variabel suhu.

f. Untuk interaksi antara variabel daerah dengan variabel pH

- H_0 : Tidak ada interaksi antara variabel daerah dengan variabel pH

H_1 : Ada interaksi antara variabel daerah dengan variabel pH

- α : 0,05

- Daerah kritik

H_0 ditolak jika $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ dimana $F_{\text{tabel}} = 3.01$

- Kesimpulan

Dengan tingkat signifikansi 0.05 H_0 ditolak karena $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ yaitu sebesar $4.87 > 3.01$ artinya ada interaksi antara variabel daerah dengan variabel pH.

g. Untuk interaksi antara variabel daerah dengan variabel suhu

- H_0 : Tidak ada interaksi antara variabel daerah dengan variabel suhu
 H_1 : Ada interaksi antara variabel daerah dengan variabel suhu
- α : 0,05
- Daerah kritik
 H_0 ditolak jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ dimana $F_{tabel} = 3.01$
- Kesimpulan
 Dengan tingkat signifikansi 0.05 H_0 ditolak karena $F_{hitung} > F_{tabel}$ yaitu sebesar $5.29 > 3.01$ artinya ada interaksi antara variabel daerah dengan variabel suhu.

h. Untuk interaksi antara variabel daerah, variabel pH dan variabel suhu

- H_0 : Tidak ada interaksi antara variabel daerah, variabel pH dan variabel suhu
 H_1 : Ada interaksi antara variabel daerah, variabel pH dan variabel suhu
- α : 0,05
- Daerah kritik
 H_0 ditolak jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ dimana $F_{tabel} = 3.01$
- Kesimpulan
 Dengan tingkat signifikansi 0.05 H_0 ditolak karena $F_{hitung} > F_{tabel}$ yaitu sebesar $4.64 > 3.01$ artinya ada interaksi antara variabel daerah, variabel pH dan variabel suhu.

b. Nilai estimated coefficient untuk variabel Ra 226

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	131.26	48.27	2.72	0.012
PH	-21.843	8.034	-2.72	0.012
SUHU	-3.208	1.223	-2.62	0.015
PH*SUHU	0.5324	0.2039	2.61	0.015
PH*DAERAH				
1	-70.49	24.03	-2.93	0.007
2	21.914	8.145	2.69	0.013
3	26.607	8.133	3.27	0.003
SUHU*DAERAH				
1	-10.807	3.651	-2.96	0.007
2	3.280	1.244	2.64	0.014
3	4.330	1.256	3.45	0.002
PH*SUHU*DAERAH				
1	1.8018	0.6079	2.96	0.007
2	-0.5454	0.2078	-2.62	0.015
3	-0.7212	0.2111	-3.42	0.002

Analisis :

Tabel diatas adalah sebagai tabel koefisien untuk melengkapi perhitungan persamaan atau model yang digunakan. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Y_{iklr} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + C_k + AC_{ik} + BC_{jk} + ABC_{ijk} + D_{l(k)} + \varepsilon_{r(ijkl)}$$

Artinya :

- Untuk variabel μ (konstanta) mempunyai koefisien sebesar 131.26.
- Untuk variabel pH (A_i) berjalan sebanyak i dimana i berjalan sebanyak satu kali, mempunyai koefisien sebesar -21.843.
- Untuk variabel suhu (B_j) berjalan sebanyak j dimana j berjalan sebanyak satu kali, mempunyai koefisien sebesar -3.208.

- Untuk variabel Ph interaksi daerah dimana Ph berjalan sebanyak i dimana i berjalan sebanyak satu kali dan variabel daerah berjalan sebanyak k kali dimana k berjalan sebanyak 3 kali..
 - Untuk variabel daerah $k = 1$, mempunyai koefisien sebesar -70.49 .
 - Untuk variabel daerah $k = 2$, mempunyai koefisien sebesar 21.914 .
 - Untuk variabel daerah $k = 3$, mempunyai koefisien sebesar 26.607 .
- Untuk variabel suhu interaksi daerah dimana suhu berjalan sebanyak j dimana j berjalan sebanyak satu kali dan variabel daerah berjalan sebanyak k kali dimana k berjalan sebanyak 3 kali..
 - Untuk variabel daerah $k = 1$, mempunyai koefisien sebesar -10.807 .
 - Untuk variabel daerah $k = 2$, mempunyai koefisien sebesar 3.280 .
 - Untuk variabel daerah $k = 3$, mempunyai koefisien sebesar 4.330 .
- Untuk variabel Ph interaksi suhu dan interaksi daerah dimana Ph dan suhu berjalan sebanyak I dan j dimana I berjalan sebanyak satu kali dan variabel daerah berjalan sebanyak k kali dimana k berjalan sebanyak 3 kali..
 - Untuk variabel daerah $k = 1$, mempunyai koefisien sebesar 1.8018 .
 - Untuk variabel daerah $k = 2$, mempunyai koefisien sebesar -0.5454 .
 - Untuk variabel daerah $k = 3$, mempunyai koefisien sebesar -0.7212 .

4. Analisis variansi dengan variabel respon Rn 222

Tabel IV.3.2

Analisis variansi untuk variabel dependen Rn 222

Analysis of Variance for LOGRN 222, using Adjusted SS for Tests						
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
PH	1	0.00225	0.01836	0.01836	1.10	0.304
SUHU	1	7.06310	0.01557	0.01557	0.93	0.343
PH*SUHU	1	0.01890	0.01727	0.01727	1.04	0.319
DAERAH	3	2.00125	0.03730	0.01243	0.75	0.535
DAERAH*PH	3	0.20716	0.03175	0.01058	0.64	0.600
DAERAH*SUHU	3	1.15800	0.03743	0.01248	0.75	0.534
DAERAH*PH*SUHU	3	0.04757	0.03916	0.01305	0.78	0.515
SUMBER(DAERAH)	8	1.58332	1.58332	0.19792	11.88	0.000
Error	24	0.39997	0.39997	0.0167		
Total	47	12.48152				

Analisis:

a. Untuk variabel independent pH

- H_0 : Rata-rata tingginya kadar Rn 222 dengan pH adalah identik
 H_1 : Minimal ada salah satu rata-rata tingginya kadar Rn 222 dengan pH adalah tidak identik

- α : 0.05

- Daerah kritik

H_0 ditolak jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ dimana $F_{tabel} = 4.26$

- Kesimpulan

Dengan tingkat signifikansi 0.05 H_0 diterima karena $F_{hitung} < F_{tabel}$ yaitu sebesar $1.10 < 4.26$ artinya rata-rata tingginya kadar Rn 222 dengan besarnya pH adalah identik atau pH tidak mempengaruhi tingginya kadar Rn 222.

b. Untuk variabel independent suhu**Analisis:**

- H_0 : Rata-rata tingginya kadar Rn 222 dengan suhu adalah identik
 H_1 : Minimal ada salah satu rata-rata tingginya kadar Rn 222 dengan suhu adalah tidak identik
- α : 0.05
- Daerah kritik
Ho ditolak jika F hitung > F tabel dimana F tabel = 4.26
- Kesimpulan
Dengan tingkat signifikansi 0.05 Ho diterima karena F hitung < F tabel yaitu sebesar $0.93 < 4.26$ artinya rata-rata tingginya kadar Rn 222 dengan besarnya suhu adalah identik atau suhu tidak mempengaruhi tingginya kadar Rn 222.

c. Untuk variabel independent daerah**Analisis:**

- H_0 : Rata-rata tingginya kadar Rn 222 dengan daerah adalah identik
 H_1 : Minimal ada salah satu rata-rata tingginya kadar Rn 222 dengan daerah adalah tidak identik
- α : 0.05
- Daerah kritik
Ho ditolak jika F hitung > F tabel dimana F tabel = 3.01

- Kesimpulan

Dengan tingkat signifikansi 0.05 H_0 diterima karena $F_{hitung} < F_{tabel}$ yaitu sebesar $0.75 < 3.01$ artinya rata-rata tingginya kadar Rn 222 dengan daerah adalah identik atau daerah tidak mempengaruhi tingginya kadar Rn 222.

d. Untuk variabel independent sumber

- H_0 : Rata-rata tingginya kadar Rn 222 dengan sumber adalah identik
 H_1 : Minimal ada salah satu rata-rata tingginya kadar Rn 222 dengan sumber adalah tidak identik
- α : 0.05
- Daerah kritik
Ho ditolak jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ dimana $F_{tabel} = 2.36$
- Kesimpulan
Dengan tingkat signifikansi 0.05 H_0 ditolak karena $F_{hitung} < F_{tabel}$ yaitu sebesar $11.88 > 2.36$ artinya rata-rata tingginya kadar Rn 222 dengan sumber adalah identik atau sumber mempengaruhi tingginya kadar Ra 226.

e. Untuk interaksi antara variabel pH dengan variabel suhu**Analisis:**

- H_0 : Tidak ada interaksi antara variabel pH dengan variabel suhu
 H_1 : Ada interaksi antara variabel pH dengan variabel suhu
- α : 0,05
- Daerah kritik
Ho ditolak jika F hitung > F tabel dimana F tabel = 4.26
- Kesimpulan
Dengan tingkat signifikansi 0.05 Ho diterima karena F hitung < F tabel yaitu sebesar $1.04 < 4.26$ artinya tidak ada interaksi antara variabel pH dengan variabel suhu.

f. Untuk interaksi antara variabel daerah dengan variabel pH**Analisis:**

- H_0 : Tidak ada interaksi antara variabel daerah dengan variabel pH
 H_1 : Ada interaksi antara variabel daerah dengan variabel pH
- α : 0,05
- Daerah kritik
Ho ditolak jika F hitung > F tabel dimana F tabel = 3.01
- Kesimpulan
Dengan tingkat signifikansi 0.05 Ho diterima karena F hitung < F tabel yaitu sebesar $0.64 < 3.01$ artinya tidak ada interaksi antara variabel daerah dengan variabel pH.

g. Untuk interaksi antara variabel daerah dengan variabel suhu

- H_0 : Tidak ada interaksi antara variabel daerah dengan variabel suhu
 H_1 : Ada interaksi antara variabel daerah dengan variabel suhu
- α : 0,05
- Daerah kritik
Ho ditolak jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ dimana $F_{tabel} = 3.01$
- Kesimpulan
Dengan tingkat signifikansi 0.05 H_0 diterima karena $F_{hitung} < F_{tabel}$ yaitu sebesar $0.75 < 3.01$ artinya tidak ada interaksi antara variabel daerah dengan variabel suhu.

h. Untuk interaksi antara variabel daerah, variabel pH dan variabel suhu

- H_0 : Tidak ada interaksi antara variabel daerah, variabel pH dan variabel suhu
 H_1 : Ada interaksi antara variabel daerah, variabel pH dan variabel suhu
- α : 0,05
- Daerah kritik
Ho ditolak jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ dimana $F_{tabel} = 3.01$
- Kesimpulan
Dengan tingkat signifikansi 0.05 H_0 diterima karena $F_{hitung} < F_{tabel}$ yaitu sebesar $0.78 < 3.01$ artinya tidak ada interaksi antara variabel daerah, variabel pH dan variabel suhu.

5. Nilai estimated coefficient untuk variabel Rn 222

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	25.37	21.88	1.16	0.258
PH	-3.823	3.642	-1.05	0.304
SUHU	-0.5359	0.5546	-0.97	0.343
PH*SUHU	0.09412	0.09246	1.02	0.319
PH*DAERAH				
1	-12.28	10.89	-1.13	0.271
2	4.515	3.693	1.22	0.233
3	3.969	3.687	1.08	0.293
SUHU*DAERAH				
1	-1.887	1.655	-1.14	0.265
2	0.6597	0.5642	1.17	0.254
3	0.6828	0.5692	1.20	0.242
PH*SUHU*DAERAH				
1	0.3101	0.2756	1.13	0.272
2	-0.12093	0.09423	-1.28	0.212
3	-0.09675	0.09571	-1.01	0.322

Analisis :

Tabel diatas adalah sebagai tabel koefisien untuk melengkapi perhitungan persamaan atau model yang digunakan. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Y_{iklr} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + C_k + AC_{ik} + BC_{jk} + ABC_{ijk} + D_{l(k)} + \varepsilon_{r(ijkl)}$$

Artinya :

- Untuk variabel μ (konstanta) mempunyai koefisien sebesar 25.37.
- Untuk variabel Ph (A_i) berjalan sebanyak i dimana i berjalan sebanyak satu kali, mempunyai koefisien sebesar -3.823.
- Untuk variabel suhu (B_j) berjalan sebanyak j dimana j berjalan sebanyak satu kali, mempunyai koefisien sebesar -0.5359.

- Untuk variabel Ph interaksi daerah dimana Ph berjalan sebanyak i dimana i berjalan sebanyak satu kali dan variabel iable daerah berjalan sebanyak k kali dimana k berjalan sebanyak 3 kali..
 - Untuk variabel daerah $k = 1$, mempunyai koefisien sebesar -12.28 .
 - Untuk variabel daerah $k = 2$, mempunyai koefisien sebesar 4.515 .
 - Untuk variabel daerah $k = 3$, mempunyai koefisien sebesar 3.969 .
- Untuk variabel suhu interaksi daerah dimana suhu berjalan sebanyak j dimana j berjalan sebanyak satu kali dan variabel daerah berjalan sebanyak k kali dimana k berjalan sebanyak 3 kali..
 - Untuk variabel daerah $k = 1$, mempunyai koefisien sebesar -1.887 .
 - Untuk variabel daerah $k = 2$, mempunyai koefisien sebesar 0.6597 .
 - Untuk variabel daerah $k = 3$, mempunyai koefisien sebesar 0.6828 .
- Untuk variabel pH interaksi suhu dan interaksi daerah dimana Ph dan suhu berjalan sebanyak i dan j dimana i berjalan sebanyak satu kali dan variabel daerah berjalan sebanyak k kali dimana k berjalan sebanyak 3 kali..
 - Untuk variabel daerah $k = 1$, mempunyai koefisien sebesar 0.3101 .
 - Untuk variabel daerah $k = 2$, mempunyai koefisien sebesar -0.12093 .
 - Untuk variabel daerah $k = 3$, mempunyai koefisien sebesar -0.09675 .

IV. 3.3. Uji Perbandingan Ganda

- a. Uji perbandingan antara daerah Cipanas, Maribaya, Ciater dan Ciseeng terhadap variabel respon Ra 226.

Multiple Comparisons

Dependent Variable: LOGRA226

Tukey HSD

(I) DAERAH	(J) DAERAH	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
cipanas	maribaya	.4578	.2996	.432	-.3492	1.2647
	ciater	.3236	.3545	.798	-.6311	1.2784
	ciseeng	-.7813	.3094	.073	-1.6147	5.210E-02
maribaya	cipanas	-.4578	.2996	.432	-1.2647	.3492
	ciater	-.1341	.3790	.985	-1.1548	.8866
	ciseeng	-1.2390*	.3372	.004	-2.1472	-.3309
ciater	cipanas	-.3236	.3545	.798	-1.2784	.6311
	maribaya	.1341	.3790	.985	-.8866	1.1548
	ciseeng	-1.1049*	.3868	.034	-2.1466	-6.3174E-02
ciseeng	cipanas	.7813	.3094	.073	-5.2096E-02	1.6147
	maribaya	1.2390*	.3372	.004	.3309	2.1472
	ciater	1.1049*	.3868	.034	6.317E-02	2.1466

Based on observed means.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Gambar IV.2.9. Perbandingan Ganda Tukey antar Daerah dengan Variabel Respon Ra 226

Pedoman :

μ_1 = Cipanas

μ_3 = Ciater

μ_2 = Maribaya

μ_4 = Ciseeng

Dari uji perbandingan ganda Tukey, interval konvidensi dapat ditabelkan sebagai berikut :

Tabel IV.3.3

Tabel Interval Konvidensi Uji Perbandingan Ganda Tukey

Selisih Mean Populasi $\mu_i - \mu_j$	Interval Konvidensi
$\mu_1 - \mu_2$	$-0.3492 < \mu_1 - \mu_2 < 1.2647$
$\mu_1 - \mu_3$	$-0.6311 < \mu_1 - \mu_3 < 1.2784$
$\mu_1 - \mu_4$	$-1.6147 < \mu_1 - \mu_4 < 0.0521$
$\mu_2 - \mu_3$	$-1.1548 < \mu_2 - \mu_3 < 0.8866$
$\mu_2 - \mu_4$	$-2.1472 < \mu_2 - \mu_4 < -0.3309^*$
$\mu_3 - \mu_4$	$-2.1466 < \mu_3 - \mu_4 < 0.0632^*$

Analisis :

Dari tabel di atas, diperoleh interval konvidensi setiap pasang *mean*. Dari output, mudah diketahui bahwa interval konvidensi yang tidak memuat nol terdapat dua yaitu interval konvidensi yang bertanda *. Maka dapat disimpulkan bahwa :

$$\mu_4 > \mu_3 > \mu_2$$

Dengan demikian, daerah yang keempat, yakni daerah Ciseeng mempunyai *mean* tingkat konsentrasi Ra 226 (Radium) tertinggi dibandingkan dengan daerah yang lainnya.

BAB V

PENUTUP

V.I. Kesimpulan

Setelah dilakukan analisis dengan Analisis Rancangan Percobaan Faktorial Tersarang, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Untuk variabel dependen Ra 222
 - a. Variabel pH mempengaruhi tingginya kadar Ra 226
 - b. Variabel suhu mempengaruhi tingginya kadar Ra 226
 - c. Variabel daerah mempengaruhi tingginya kadar Ra 226
 - d. Variabel sumber mempengaruhi tingginya kadar Ra 226
2. Untuk variabel dependen Rn 222
 - a. Variabel pH tidak mempengaruhi tingginya kadar Rn 222
 - b. Variabel suhu tidak mempengaruhi tingginya kadar Rn 222
 - c. Variabel daerah tidak mempengaruhi tingginya kadar Rn 222
 - e. Variabel sumber mempengaruhi tingginya kadar Rn 222
3. Dari peneliti sebelumnya yaitu Bunawas, Marzaini Nareh, Mukhlis Akhadi dan Achmad Khaerudin menyimpulkan bahwa daerah yang memiliki kandungan Rn 222 tertinggi adalah daerah Ciseeng dan memiliki orde 3 kali lebih besar dibandingkan dengan Cipanas, Maribaya maupun Ciater
4. Bahwa daerah (Ciseeng, Maribaya, Cipanas, Ciater) memberikan pengaruh yang berbeda terhadap tingkat konsentrasi aktivitas Ra 226 (Radium 226).

Dan dapat disimpulkan bahwa daerah yang dominan berpengaruh terhadap tingkat konsentrasi Ra 226 (Radium 226) pada air panas dan air minum adalah daerah Ciseeng.

5. Bahwa daerah (Ciseeng, Maribaya, Cipanas, Ciater) tidak memberikan pengaruh yang berbeda terhadap tingkat konsentrasi aktivitas Rn 222 (Radon 222). Dan dapat disimpulkan bahwa tidak ada daerah yang dominan berpengaruh terhadap tingkat konsentrasi Rn 222 (Radon 222) pada air panas dan air minum.
6. Dari penelitian sebelumnya dan penelitian sekarang terdapat perbedaan kesimpulan.

V.II. Saran

Adapun saran-saran yang disusun kemukakan yaitu :

1. Selain faktor daerah, sumber, pH dan suhu yang mempengaruhi tingginya kadar Ra 226 dan Rn 222, masih ada faktor-faktor yang lain. Untuk penelitian yang selanjutnya diharapkan untuk mencari faktor-faktor lain yang mempengaruhi tingginya kadar Ra 226 dan Rn 222 pada sumber air panas dan air minum.
2. Selain di daerah Jawa Barat, masih terdapat daerah yang memiliki sumber air panas dan air minum. Untuk peneliti selanjutnya diharapkan dilakukan pada daerah yang lain.
3. Selain metode analisis ini masih ada metode analisis yang lain. Untuk penelitian yang sama dapat mengembangkan dengan analisis yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [BUN87] Bunawas. Nareh, Marzaini. Akhadi, Muklis. Khaerudin, Achmad. 1987. *Radium-226 (Ra-226) dan Radon-222 (Rn-222) yang Terkandung di Dalam Air Panas dan Air Minum di Beberapa Sumber di Jawa Barat*. Pusat Standardisasi dan Penelitian Keselamatan Radiasi BATAN Jogjakarta.
- [GAS91] Gaspersz, Vincent. 1991. *Teknik Analisis dalam Penelitian Percobaan*. Tarsito Bandung.
- [HAK00] Hakim, Abdul. 2000. *Statistik Induktif untuk Ekonomi dan Bisnis*. Ekonesia Yogyakarta.
- [RIT87] Ritonga, Abdulrahman. 1987. *Statistik Terapan untuk Penelitian*. Penerbit LPFE Universitas Indonesia Jakarta.
- [SAN02] Santosa, Singgih. 2002. *Buku Latihan SPSS Statistik Multivariat*. Penerbit PT. Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia Jakarta.
- [SAN00] Santosa, Singgih. 2000. *SPSS (Statistical Product and Service Solutions)*. Penerbit PT. Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia Jakarta.
- [STE91] Steel, G.D. Robert dan Torrie H. James. 1991. *Prinsip dan Prosedur Statistika Suatu Pendekatan Biometrik*. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama Jakarta.
- [SUD89] Sudjana. 1989. *Disain dan Analisis Eksperimen (Nested)*. Tarsito Bandung.

- [SUG94] Sugandi, E. dan Sugiarto. 1994. *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi*. Andi Offset Yogyakarta.
- [SOE86] Soejoeti, Zanzawi. 1986. *Buku Materi Pokok Metode Statistika II Modul 1-5*. Karunika Jakarta.
- [WAL95] Walpole, Ronald dan H. Mayers, Raymond. 1995. *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuwan Edisi Ke-4*. ITB Bandung.



Lampiran A

Skema Data untuk Analisis Rancangan Percobaan Faktorial Tersarang
(Taraf D_1 tersarang dalam taraf C_k)

Faktor C (k)	1		2		...		c		Total pengamatan A (i) dan B (j)	
Faktor D (l)	1	2	...	d	d + 1	...	2d	(a-1)b+1	...	cd
Hasil pengamatan A (i) dan B (j)	Y_{1111}	Y_{1112}	...	Y_{111d}	Y_{112d+1}	...	Y_{1122d}	$Y_{12c(a-1)b+1}$	...	Y_{12ccd1}
	Y_{2211}	Y_{2212}	...	Y_{221d}	Y_{222d+1}	...	Y_{2222d}	$Y_{12c(a-1)b+12}$	...	Y_{12ccd2}
	Y_{3311}	Y_{3312}	...	Y_{331d}	Y_{332d+1}	...	Y_{3322d}	$Y_{12c(a-1)b+13}$	...	Y_{12ccd3}
	$Y_{\dots k1}$	$Y_{\dots k2}$	...	$Y_{\dots kd}$	$Y_{\dots k(d+1)}$	...	$Y_{\dots k2d}$	$Y_{\dots kl}$	...	$Y_{\dots kl}$
Total sumber ($Y_{\dots k\dots}$)	$Y_{\dots 1\dots}$	$Y_{\dots 2\dots}$	...	$Y_{\dots d\dots}$	$Y_{\dots (d+1)\dots}$	...	$Y_{\dots 2d\dots}$	$Y_{\dots c((a-1)b+1)\dots}$	...	$Y_{\dots cd\dots}$
Total daerah ($Y_{\dots k\dots}$)	$Y_{\dots 1\dots}$	$Y_{\dots 2\dots}$	...	$Y_{\dots d\dots}$	$Y_{\dots (d+1)\dots}$	...	$Y_{\dots 2d\dots}$	$Y_{\dots a\dots}$	...	$Y_{\dots cd\dots}$

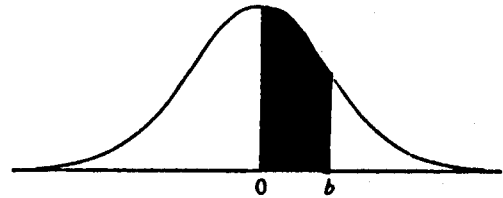
Sumber: Sudjana, 1995, Desain dan Analisis Eksperimen Edisi IV, Tarsito, Bandung.

TABEL III. Luas Distribusi normal standar

memberikan luas di bawah kurve dari 0

sampai suatu bilangan positif b atau

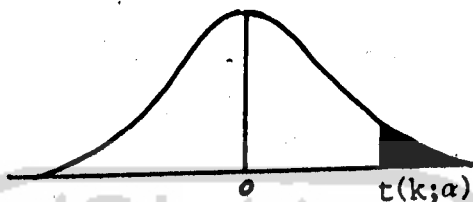
$$P(0 < z < b)$$



b	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.0000	.0040	.0080	.0120	.0160	.0199	.0239	.0279	.0319	.0359
0.1	.0398	.0438	.0478	.0517	.0557	.0596	.0636	.0675	.0714	.0753
0.2	.0793	.0832	.0871	.0910	.0948	.0987	.1026	.1064	.1103	.1141
0.3	.1179	.1217	.1255	.1293	.1331	.1368	.1406	.1443	.1480	.1517
0.4	.1554	.1591	.1628	.1664	.1700	.1736	.1772	.1808	.1844	.1879
0.5	.1915	.1950	.1985	.2019	.2054	.2088	.2123	.2157	.2190	.2224
0.6	.2257	.2291	.2324	.2357	.2389	.2422	.2454	.2486	.2517	.2549
0.7	.2580	.2611	.2642	.2673	.2703	.2734	.2764	.2794	.2823	.2852
0.8	.2881	.2910	.2939	.2967	.2995	.3023	.3051	.3078	.3106	.3133
0.9	.3159	.3186	.3212	.3238	.3264	.3289	.3315	.3340	.3365	.3389
1.0	.3412	.3438	.3461	.3485	.3508	.3531	.3554	.3577	.3599	.3621
1.1	.3643	.3665	.3686	.3708	.3729	.3749	.3770	.3790	.3810	.3830
1.2	.3849	.3869	.3888	.3907	.3925	.3944	.3962	.3980	.3997	.4015
1.3	.4032	.4049	.4066	.4082	.4099	.4115	.4131	.4147	.4162	.4177
1.4	.4192	.4207	.4222	.4236	.4251	.4265	.4279	.4292	.4306	.4319
1.5	.4332	.4345	.4357	.4370	.4382	.4394	.4406	.4418	.4429	.4441
1.6	.4452	.4463	.4474	.4484	.4495	.4505	.4515	.4525	.4535	.4545
1.7	.4554	.4564	.4573	.4582	.4591	.4599	.4608	.4616	.4625	.4633
1.8	.4641	.4649	.4656	.4664	.4671	.4678	.4686	.4693	.4699	.4706
1.9	.4713	.4719	.4726	.4732	.4738	.4744	.4750	.4756	.4761	.4767
2.0	.4772	.4778	.4783	.4788	.4793	.4798	.4803	.4808	.4812	.4817
2.1	.4821	.4826	.4830	.4834	.4838	.4842	.4846	.4850	.4854	.4857
2.2	.4861	.4864	.4868	.4871	.4875	.4878	.4881	.4884	.4887	.4890
2.3	.4893	.4896	.4898	.4901	.4904	.4906	.4909	.4911	.4913	.4916
2.4	.4918	.4920	.4922	.4925	.4927	.4929	.4931	.4932	.4934	.4936
2.5	.4938	.4940	.4941	.4943	.4945	.4946	.4948	.4949	.4951	.4952
2.6	.4953	.4955	.4956	.4957	.4959	.4960	.4961	.4962	.4963	.4964
2.7	.4965	.4966	.4967	.4968	.4969	.4970	.4971	.4972	.4973	.4974
2.8	.4974	.4975	.4976	.4977	.4977	.4978	.4979	.4979	.4980	.4981
2.9	.4981	.4982	.4982	.4983	.4984	.4984	.4985	.4985	.4986	.4986
3.0	.4987	.4987	.4987	.4988	.4988	.4989	.4989	.4989	.4990	.4990

TABEL IV. Distribusi t

Memberikan harga $P [t > t (k; \alpha)] = \alpha$

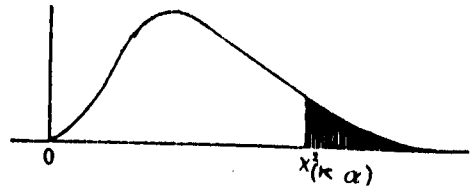


k \ α	.10	.05	.025	.01	.005
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
40	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
60	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576



TABEL V. Distribusi Chi - Kuadrat

Memberikan harga $P[\chi^2 > \chi^2(k; \alpha)] = \alpha$

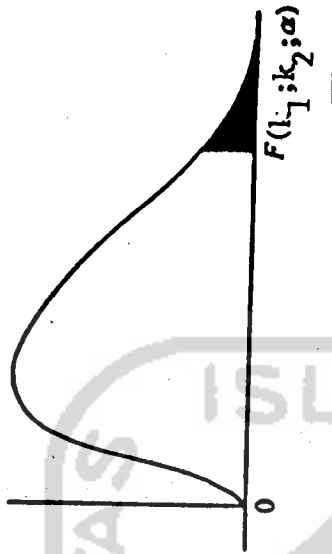


K	0.995	0.990	0.975	0.950	0.050	0.025	0.010	0.005
1	0.0000393	0.0001571	0.0009821	0.0039321	3.84146	5.02389	6.63490	7.87944
2	0.0100251	0.0201007	0.0506356	0.102587	5.99147	7.37776	9.21034	10.5966
3	0.0717212	0.114832	0.215795	0.351846	7.81473	9.34840	11.3449	12.8381
4	0.206990	0.297110	0.484419	0.710721	9.48773	11.1433	13.2767	14.8602
5	0.411740	0.554300	0.831211	1.145476	11.0705	12.8325	15.0863	16.7496
6	0.675727	0.872085	1.237347	1.63539	12.5916	14.4494	16.8119	18.5476
7	0.989265	1.239043	1.68987	2.16735	14.0671	16.0128	18.4753	20.2777
8	1.344419	1.646482	2.17973	2.73264	15.5073	17.5346	20.0902	21.9550
9	1.734926	2.087912	2.70039	3.32511	16.9190	19.0228	21.6660	23.5893
10	2.15585	2.55821	3.24697	3.94030	18.3070	20.4831	23.2093	25.1882
11	2.60321	3.05347	3.81575	4.57481	19.6751	21.9200	24.7250	26.7569
12	3.07382	3.57056	4.40379	5.22603	21.0261	23.3367	26.2170	28.2995
13	3.56503	4.10691	5.00874	5.89186	22.3621	24.7356	27.6883	29.8194
14	4.07468	4.66043	5.62872	6.57063	23.6848	26.1190	29.1413	31.3193
15	4.60094	5.22935	6.26214	7.26094	24.9958	27.4884	30.5779	32.8013
16	5.14224	5.81221	6.90766	7.96164	26.2962	28.8454	31.9999	34.2672
17	5.69724	6.40776	7.56418	8.67176	27.5871	30.1910	33.4087	35.7185
18	6.26481	7.01491	8.23075	9.39046	28.8693	31.5264	34.8053	37.1564
19	6.84398	7.63273	8.90655	10.1170	30.1435	32.8523	36.1908	38.5822
20	7.43386	8.26040	9.59083	10.8508	31.4104	34.1696	37.5662	39.9968
21	8.03366	8.89720	10.28293	11.5913	32.6705	35.4789	38.9321	41.4010
22	8.64272	9.54249	10.9823	12.3380	33.9244	36.7807	40.2894	42.7956
23	9.26042	10.19567	11.6885	13.0905	35.1725	38.0757	41.6384	44.1813
24	9.88623	10.8564	12.4011	13.8484	36.4151	39.3641	42.9798	45.5585
25	10.5197	11.5240	13.1197	14.6114	37.6525	40.6465	44.3141	46.9278
26	11.1603	12.1981	13.8439	15.3791	38.8852	41.9232	45.6417	48.2899
27	11.8076	12.8786	14.5733	16.1513	40.1133	43.1944	46.9630	49.6449
28	12.4613	13.5648	15.3079	16.9279	41.3372	44.4607	48.2782	50.9933
29	13.1211	14.2565	16.0471	17.7083	42.5569	45.7222	49.5879	52.3356
30	13.7867	14.9535	16.7908	18.4926	43.7729	46.9792	50.8922	53.6720
40	20.7065	22.1643	24.4331	26.5093	55.7585	59.3417	63.6907	66.7659
50	27.9907	29.7067	32.3574	34.7642	67.5048	71.4202	76.1539	79.4900
60	35.5346	37.4848	40.4817	43.1879	79.0819	83.2976	88.3794	91.9517
70	43.2752	45.4418	48.7576	51.7393	90.5312	95.0231	100.425	104.215
80	51.1720	53.5400	57.1532	60.3915	101.879	106.629	112.329	116.321
90	59.1263	61.7541	65.6466	69.1260	113.145	118.136	124.116	128.299
100	67.3276	70.0648	74.2219	77.9295	124.342	129.561	135.807	140.169

TABEL VI. Distribusi F

$\alpha = 5\%$ (angka atas) dan 1% (angka bawah 0

Memberi harga $P [F > F (k_1; k_2; \alpha)] = \alpha$



db penye-but (=k2)	derajat bebas (db) pembilang (=k1)																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞	
1	161	209	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	246	248	249	250	251	252	253	253	254	254	254	254
2	4653	4979	5403	5625	5766	5839	5928	5981	6022	6056	6082	6106	6142	6169	6208	6234	6258	6286	6302	6323	6334	6352	6361	6366	6366
3	10.51	12.00	12.16	12.25	12.30	12.33	12.36	12.38	12.39	12.40	12.41	12.41	12.42	12.43	12.44	12.45	12.46	12.47	12.47	12.48	12.48	12.49	12.49	12.50	12.50
4	19.00	19.81	19.17	19.25	19.30	19.33	19.34	19.36	19.38	19.40	19.41	19.42	19.43	19.44	19.45	19.46	19.47	19.48	19.48	19.49	19.49	19.49	19.50	19.50	19.50
5	21.59	22.00	22.06	22.11	22.14	22.16	22.17	22.19	22.20	22.21	22.22	22.23	22.24	22.25	22.26	22.27	22.28	22.29	22.30	22.31	22.32	22.33	22.34	22.34	22.35
6	23.68	24.00	24.04	24.08	24.11	24.13	24.15	24.16	24.17	24.18	24.19	24.20	24.21	24.22	24.23	24.24	24.25	24.26	24.27	24.28	24.29	24.30	24.31	24.32	24.33
7	25.00	25.28	25.33	25.37	25.40	25.42	25.44	25.46	25.47	25.48	25.49	25.50	25.51	25.52	25.53	25.54	25.55	25.56	25.57	25.58	25.59	25.60	25.61	25.62	25.63
8	26.16	26.40	26.44	26.48	26.51	26.53	26.55	26.57	26.58	26.59	26.60	26.61	26.62	26.63	26.64	26.65	26.66	26.67	26.68	26.69	26.70	26.71	26.72	26.73	26.74
9	27.16	27.36	27.40	27.44	27.47	27.49	27.51	27.52	27.53	27.54	27.55	27.56	27.57	27.58	27.59	27.60	27.61	27.62	27.63	27.64	27.65	27.66	27.67	27.68	27.69
10	28.16	28.33	28.37	28.41	28.44	28.46	28.48	28.50	28.51	28.52	28.53	28.54	28.55	28.56	28.57	28.58	28.59	28.60	28.61	28.62	28.63	28.64	28.65	28.66	28.67
11	29.16	29.31	29.35	29.39	29.42	29.44	29.46	29.48	29.49	29.50	29.51	29.52	29.53	29.54	29.55	29.56	29.57	29.58	29.59	29.60	29.61	29.62	29.63	29.64	29.65
12	30.16	30.29	30.33	30.37	30.40	30.42	30.44	30.46	30.47	30.48	30.49	30.50	30.51	30.52	30.53	30.54	30.55	30.56	30.57	30.58	30.59	30.60	30.61	30.62	30.63
13	31.16	31.28	31.32	31.36	31.39	31.41	31.43	31.45	31.46	31.47	31.48	31.49	31.50	31.51	31.52	31.53	31.54	31.55	31.56	31.57	31.58	31.59	31.60	31.61	31.62
14	32.16	32.27	32.31	32.35	32.38	32.40	32.42	32.44	32.46	32.47	32.48	32.49	32.50	32.51	32.52	32.53	32.54	32.55	32.56	32.57	32.58	32.59	32.60	32.61	32.62
15	33.16	33.26	33.30	33.34	33.37	33.39	33.41	33.43	33.45	33.46	33.47	33.48	33.49	33.50	33.51	33.52	33.53	33.54	33.55	33.56	33.57	33.58	33.59	33.60	33.61
16	34.16	34.25	34.29	34.33	34.36	34.38	34.40	34.42	34.44	34.45	34.46	34.47	34.48	34.49	34.50	34.51	34.52	34.53	34.54	34.55	34.56	34.57	34.58	34.59	34.60
17	35.16	35.24	35.28	35.32	35.35	35.37	35.39	35.41	35.43	35.44	35.45	35.46	35.47	35.48	35.49	35.50	35.51	35.52	35.53	35.54	35.55	35.56	35.57	35.58	35.59
18	36.16	36.23	36.27	36.31	36.34	36.36	36.38	36.40	36.42	36.43	36.44	36.45	36.46	36.47	36.48	36.49	36.50	36.51	36.52	36.53	36.54	36.55	36.56	36.57	36.58
19	37.16	37.22	37.26	37.30	37.33	37.35	37.37	37.39	37.41	37.42	37.43	37.44	37.45	37.46	37.47	37.48	37.49	37.50	37.51	37.52	37.53	37.54	37.55	37.56	37.57
20	38.16	38.21	38.25	38.29	38.32	38.34	38.36	38.38	38.40	38.41	38.42	38.43	38.44	38.45	38.46	38.47	38.48	38.49	38.50	38.51	38.52	38.53	38.54	38.55	38.56
21	39.16	39.20	39.24	39.28	39.31	39.33	39.35	39.37	39.39	39.40	39.41	39.42	39.43	39.44	39.45	39.46	39.47	39.48	39.49	39.50	39.51	39.52	39.53	39.54	39.55
22	40.16	40.19	40.23	40.27	40.30	40.32	40.34	40.36	40.38	40.39	40.40	40.41	40.42	40.43	40.44	40.45	40.46	40.47	40.48	40.49	40.50	40.51	40.52	40.53	40.54
23	41.16	41.18	41.22	41.26	41.29	41.31	41.33	41.35	41.37	41.38	41.39	41.40	41.41	41.42	41.43	41.44	41.45	41.46	41.47	41.48	41.49	41.50	41.51	41.52	41.53
24	42.16	42.17	42.21	42.25	42.28	42.30	42.32	42.34	42.36	42.37	42.38	42.39	42.40	42.41	42.42	42.43	42.44	42.45	42.46	42.47	42.48	42.49	42.50	42.51	42.52
25	43.16	43.16	43.20	43.24	43.27	43.29	43.31	43.33	43.35	43.36	43.37	43.38	43.39	43.40	43.41	43.42	43.43	43.44	43.45	43.46	43.47	43.48	43.49	43.50	43.51
26	44.16	44.15	44.19	44.23	44.26	44.28	44.30	44.32	44.34	44.35	44.36	44.37	44.38	44.39	44.40	44.41	44.42	44.43	44.44	44.45	44.46	44.47	44.48	44.49	44.50
27	45.16	45.14	45.18	45.22	45.25	45.27	45.29	45.31	45.33	45.34	45.35	45.36	45.37	45.38	45.39	45.40	45.41	45.42	45.43	45.44	45.45	45.46	45.47	45.48	45.49
28	46.16	46.13	46.17	46.21	46.24	46.26	46.28	46.30	46.32	46.33	46.34	46.35	46.36	46.37	46.38	46.39	46.40	46.41	46.42	46.43	46.44	46.45	46.46	46.47	46.48
29	47.16	47.12	47.16	47.20	47.23	47.25	47.27	47.29	47.31	47.32	47.33	47.34	47.35	47.36	47.37	47.38	47.39	47.40	47.41	47.42	47.43	47.44	47.45	47.46	47.47
30	48.16	48.11	48.15	48.19	48.22	48.24	48.26	48.28	48.30	48.31	48.32	48.33	48.34	48.35	48.36	48.37	48.38	48.39	48.40	48.41	48.42	48.43	48.44	48.45	48.46
31	49.16	49.10	49.14	49.18	49.21	49.23	49.25	49.27	49.29	49.30	49.31	49.32	49.33	49.34	49.35	49.36	49.37	49.38	49.39	49.40	49.41	49.42	49.43	49.44	49.45
32	50.16	50.09	50.13	50.17	50.20	50.22	50.24	50.26	50.28	50.29	50.30	50.31	50.32	50.33	50.34	50.35	50.36	50.37	50.38	50.39	50.40	50.41	50.42	50.43	50.44
33	51.16	51.08	51.12	51.16	51.19	51.21	51.23	51.25	51.27	51.28	51.29	51.30	51.31	51.32	51.33	51.34	51.35	51.36	51.37	51.38	51.39	51.40	51.41	51.42	51.43
34	52.16	52.07	52.11	52.15	52.18	52.20	52.22	52.24	52.26	52.27	52.28	52.29	52.30	52.31	52.32	52.33	52.34	52.35	52.36	52.37	52.38	52.39	52.40	52.41	52.42
35	53.16	53.06	53.10	53.14	53.17	53.19	53.21	53.23	53.25	53.26	53.27	53.28	53.29	53.30	53.31	53.32	53.33	53.34	53.35	53.36	53.37	53.38	53.39	53.40	53.41
36	54.16	54.05	54.09	54.13	54.16	54.18	54.20	54.22	54.24	54.25	54.26	54.27	54.28	54.29	54.30	54.31	54.32	54.33	54.34	54.35	54.36	54.37	54.38	54.39	54.40
37	55.16	55.04	55.08	55.12	55.15	55.17	55.19	55.21	55.23	55.24	55.25	55.26	55.27	55.28	55.29	55.30	55.31	55.32	55.33	55.34	55.35	55.36	55.37	55.38	55.39
38	56.16	56.03	56.07	56.11	56.14	56.16	56.18	56.20	56.22	56.23	56.24	56.25	56.26	56.27	56.28	56.29	56.30	56.31	56.32	56.33	56.34	56.35	56.36	56.37	56.38
39	57.16	57.02	57.06	57.10	57.13	57.15	57.17	57.19	57.21	57.22	57.23	57.24	57.25	57.26	57.27	57.28	57.29	57.30	57.31	57.32	57.33	57.34	57.35	57.36	57.37
40	58.16	58.01	58.05	58.09	58.12	58.14	58.16	58.18	58.20	58.21	58.22	58.23	58.24	58.25	58.26	58.27	58.28	58.29	58.30	58.31	58.32	58.33	58.34	58.35	58.36
41	59.16	59.00	59.04	59.08	59.11	59.13	59.15	59.17	59.19	59.20	59.21	59.22	59.23	59.24	59.25	59.26	59.27	59.28	59.29	59.30	59.31	59.32	59.33	59.34	59.35
42	60.16	60.00	60.04	60.08	60.11	60.13	60.15	60.17	60.19	60.20	60.21	60.22	60.23	60.24	60.25	60.26	60.27	60.28	60.29	60.30	60.31	60.32	60.33	60.34	60.35
43	61.16	61.00	61.04	61.08	61.11	61.13	61.15	61.17	61.19	61.20	61.21	61.22	61.23	61.24	61.25	61.26	61.27	61.28	61.29	61.30	61.31	61.32	61.33	61.34	61.35
44	62.16	62.00	62.04	62.08	62.11	62.13	62.15	62.17	62.19	62.20	62.21	62.22	62.23	62.24	62.25	62.26	62.27	62.28	62.29	62.30	62.31	62.32	62.33	62.34	62.35
45	63.16	63.00	63.04	63.08	63.11	63.13	63.15	63.17	63.19	63.20	63.21	63.22	63.23	63.24	63.25	63.26	63.27	63.28	63.29	63.3					

TABEL VI. (Lanjutan)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	300	500	∞
10	4.90	4.10	3.71	3.40	3.33	3.32	3.14	3.07	3.02	2.97	2.94	2.91	2.86	2.82	2.77	2.74	2.70	2.67	2.64	2.61	2.59	2.56	2.55	2.54	2.54
11	10.04	7.36	6.55	5.99	5.64	5.39	5.21	5.06	4.95	4.85	4.78	4.71	4.60	4.52	4.41	4.33	4.25	4.17	4.12	4.05	4.01	3.96	3.93	3.91	3.91
12	4.84	3.96	3.59	3.34	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.86	2.82	2.79	2.74	2.70	2.65	2.61	2.57	2.53	2.50	2.47	2.45	2.42	2.41	2.40	2.40
13	9.65	7.20	6.22	5.67	5.32	5.07	4.88	4.74	4.63	4.54	4.46	4.40	4.29	4.21	4.10	4.02	3.94	3.86	3.80	3.74	3.70	3.66	3.62	3.60	3.60
14	4.75	3.88	3.49	3.24	3.11	3.00	2.92	2.85	2.80	2.76	2.72	2.69	2.64	2.60	2.54	2.50	2.46	2.42	2.40	2.36	2.35	2.32	2.31	2.30	2.30
15	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.65	4.50	4.39	4.30	4.22	4.16	4.05	3.96	3.86	3.78	3.69	3.61	3.54	3.48	3.44	3.41	3.38	3.36	3.36
16	4.67	3.79	3.40	3.15	3.02	2.92	2.84	2.77	2.72	2.67	2.63	2.60	2.55	2.51	2.44	2.42	2.38	2.34	2.32	2.28	2.26	2.24	2.22	2.21	2.21
17	9.07	6.70	5.74	5.20	4.86	4.62	4.44	4.30	4.19	4.10	4.02	3.96	3.85	3.78	3.67	3.59	3.51	3.42	3.37	3.30	3.26	3.24	3.21	3.18	3.16
18	4.60	3.74	3.34	3.09	2.96	2.85	2.77	2.70	2.65	2.60	2.56	2.53	2.48	2.44	2.39	2.35	2.31	2.27	2.24	2.21	2.19	2.16	2.14	2.13	2.13
19	8.86	6.51	5.56	5.03	4.69	4.46	4.28	4.14	4.03	3.94	3.86	3.80	3.70	3.62	3.51	3.43	3.34	3.26	3.21	3.14	3.11	3.08	3.02	3.00	3.00
20	4.54	3.68	3.29	3.04	2.90	2.79	2.70	2.64	2.59	2.55	2.51	2.48	2.43	2.39	2.33	2.29	2.25	2.21	2.18	2.15	2.12	2.10	2.08	2.07	2.07
21	8.69	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89	3.80	3.73	3.67	3.56	3.48	3.36	3.29	3.20	3.12	3.07	3.00	2.97	2.92	2.89	2.87	2.87
22	4.49	3.63	3.24	2.99	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.45	2.42	2.37	2.33	2.28	2.24	2.20	2.16	2.13	2.09	2.07	2.04	2.02	2.01	2.01
23	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78	3.69	3.61	3.55	3.45	3.37	3.25	3.18	3.10	3.01	2.96	2.89	2.86	2.80	2.77	2.75	2.75
24	4.45	3.59	3.20	2.95	2.81	2.70	2.62	2.55	2.50	2.45	2.41	2.38	2.33	2.29	2.23	2.19	2.15	2.11	2.08	2.04	2.02	1.99	1.97	1.96	1.96
25	8.40	6.11	5.18	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.68	3.59	3.52	3.45	3.35	3.27	3.16	3.08	3.00	2.92	2.86	2.79	2.76	2.70	2.67	2.65	2.65
26	4.41	3.55	3.16	2.91	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.29	2.25	2.19	2.15	2.11	2.07	2.04	2.00	1.98	1.95	1.93	1.92	1.92
27	8.28	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.85	3.71	3.60	3.51	3.44	3.37	3.27	3.19	3.07	3.00	2.91	2.83	2.78	2.71	2.68	2.62	2.59	2.57	2.57
28	4.38	3.52	3.13	2.88	2.74	2.63	2.55	2.48	2.43	2.38	2.34	2.31	2.26	2.21	2.15	2.11	2.07	2.02	1.98	1.96	1.94	1.91	1.90	1.88	1.88
29	8.16	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.77	3.63	3.52	3.43	3.36	3.30	3.19	3.12	3.00	2.92	2.84	2.76	2.70	2.63	2.60	2.54	2.51	2.48	2.48
30	4.35	3.49	3.10	2.85	2.71	2.60	2.52	2.45	2.40	2.35	2.31	2.28	2.23	2.18	2.12	2.08	2.04	1.99	1.96	1.92	1.90	1.87	1.85	1.84	1.84
31	8.02	5.78	4.87	4.37	4.04	3.81	3.65	3.51	3.40	3.31	3.24	3.17	3.07	2.99	2.88	2.80	2.72	2.65	2.58	2.51	2.47	2.42	2.38	2.36	2.36
32	4.30	3.44	3.05	2.80	2.66	2.55	2.47	2.40	2.35	2.30	2.26	2.23	2.18	2.13	2.07	2.03	1.98	1.93	1.91	1.87	1.84	1.81	1.80	1.78	1.78
33	7.94	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35	3.26	3.18	3.12	3.02	2.94	2.83	2.75	2.67	2.58	2.53	2.46	2.42	2.37	2.33	2.31	2.31
34	4.28	3.42	3.03	2.78	2.64	2.53	2.45	2.38	2.32	2.28	2.24	2.20	2.14	2.10	2.04	2.00	1.96	1.91	1.88	1.84	1.82	1.79	1.77	1.76	1.76
35	7.88	5.66	4.76	4.25	3.94	3.71	3.54	3.41	3.30	3.21	3.14	3.07	2.97	2.89	2.78	2.70	2.62	2.54	2.45	2.40	2.37	2.32	2.28	2.26	2.26
36	4.26	3.40	3.01	2.76	2.62	2.51	2.43	2.36	2.30	2.26	2.22	2.18	2.13	2.09	2.02	1.98	1.94	1.89	1.86	1.82	1.80	1.76	1.74	1.73	1.73
37	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.25	3.17	3.09	3.03	2.93	2.85	2.74	2.66	2.58	2.49	2.44	2.36	2.33	2.27	2.23	2.21	2.21
38	4.24	3.38	2.99	2.74	2.60	2.49	2.41	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.11	2.06	2.00	1.96	1.92	1.87	1.84	1.80	1.77	1.74	1.72	1.71	1.71
39	7.77	5.57	4.68	4.18	3.86	3.63	3.46	3.32	3.21	3.13	3.05	2.99	2.89	2.81	2.70	2.62	2.54	2.45	2.40	2.32	2.29	2.23	2.19	2.17	2.17
40	4.22	3.37	2.99	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.10	2.05	1.99	1.95	1.90	1.85	1.82	1.78	1.76	1.72	1.70	1.69	1.69
41	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.42	3.29	3.17	3.09	3.02	2.96	2.86	2.77	2.66	2.58	2.50	2.41	2.36	2.28	2.25	2.19	2.15	2.13	2.13
42	4.21	3.35	2.96	2.71	2.57	2.46	2.37	2.30	2.25	2.20	2.16	2.13	2.08	2.03	1.97	1.93	1.88	1.84	1.80	1.76	1.74	1.71	1.68	1.67	1.67
43	7.68	5.49	4.60	4.11	3.79	3.56	3.39	3.26	3.14	3.06	2.98	2.93	2.83	2.74	2.63	2.55	2.47	2.38	2.33	2.25	2.21	2.16	2.12	2.12	2.12

TABEL VI. (Lanjutan)

db penye- but (=k ₂)	derajat bebas (db) pembilang (=k ₁)																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞	
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.44	2.36	2.29	3.24	2.19	2.15	2.12	2.06	2.02	1.96	1.91	1.87	1.81	1.78	1.75	1.72	1.69	1.67	1.65	1.63
29	7.64	5.65	4.57	4.07	3.76	3.53	3.36	3.23	3.11	3.03	2.95	2.90	2.80	2.71	2.60	2.52	2.44	2.35	2.30	2.22	2.18	2.13	2.09	2.06	2.06
30	4.18	3.33	2.93	2.70	2.54	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.14	2.10	2.05	2.00	1.94	1.90	1.85	1.80	1.77	1.73	1.71	1.68	1.65	1.64	1.64
31	7.60	5.52	4.54	4.04	3.73	3.50	3.33	3.20	3.08	3.00	2.92	2.87	2.77	2.68	2.57	2.49	2.41	2.32	2.27	2.19	2.15	2.10	2.06	2.03	2.03
32	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.34	2.27	2.21	2.16	2.12	2.09	2.04	1.99	1.93	1.89	1.84	1.79	1.76	1.72	1.69	1.66	1.64	1.62	1.62
33	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.06	2.98	2.90	2.84	2.74	2.66	2.55	2.47	2.38	2.29	2.24	2.16	2.13	2.07	2.03	2.01	2.01
34	4.15	3.30	2.90	2.67	2.51	2.40	2.32	2.25	2.19	2.14	2.10	2.07	2.02	1.97	1.91	1.86	1.82	1.76	1.74	1.69	1.67	1.64	1.61	1.59	1.59
35	7.50	5.34	4.46	3.97	3.66	3.42	3.25	3.12	3.01	2.94	2.86	2.80	2.70	2.62	2.51	2.42	2.34	2.25	2.20	2.12	2.08	2.02	1.98	1.96	1.96
36	4.13	3.28	2.88	2.65	2.49	2.38	2.30	2.23	2.17	2.12	2.08	2.05	2.00	1.95	1.89	1.84	1.80	1.74	1.71	1.67	1.64	1.61	1.59	1.57	1.57
37	7.44	5.29	4.42	3.93	3.61	3.38	3.21	3.08	2.97	2.89	2.82	2.76	2.66	2.58	2.47	2.38	2.30	2.21	2.15	2.08	2.04	1.98	1.94	1.91	1.91
38	4.11	3.26	2.86	2.63	2.48	2.36	2.28	2.21	2.15	2.10	2.06	2.03	1.99	1.93	1.87	1.82	1.78	1.72	1.69	1.65	1.62	1.59	1.56	1.55	1.55
39	7.39	5.23	4.36	3.89	3.58	3.35	3.18	3.04	2.94	2.86	2.78	2.72	2.62	2.54	2.43	2.35	2.26	2.17	2.12	2.04	2.00	1.94	1.90	1.87	1.87
40	4.10	3.25	2.85	2.62	2.46	2.35	2.26	2.19	2.14	2.09	2.05	2.02	1.96	1.92	1.85	1.80	1.76	1.71	1.67	1.63	1.60	1.57	1.54	1.51	1.51
41	7.35	5.21	4.34	3.86	3.54	3.32	3.15	3.02	2.91	2.82	2.75	2.69	2.59	2.51	2.40	2.32	2.22	2.14	2.08	2.00	1.97	1.90	1.86	1.84	1.84
42	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.07	2.04	2.00	1.95	1.90	1.84	1.79	1.74	1.69	1.66	1.61	1.59	1.55	1.53	1.51	1.51
43	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.88	2.80	2.73	2.66	2.56	2.49	2.37	2.29	2.20	2.11	2.05	1.97	1.94	1.88	1.84	1.81	1.81
44	4.07	3.22	2.83	2.59	2.44	2.32	2.24	2.17	2.11	2.06	2.02	1.99	1.94	1.89	1.82	1.78	1.73	1.68	1.64	1.60	1.57	1.54	1.51	1.49	1.49
45	7.27	5.15	4.29	3.80	3.49	3.26	3.10	2.96	2.86	2.77	2.70	2.64	2.54	2.46	2.35	2.26	2.17	2.08	2.02	1.94	1.91	1.85	1.80	1.78	1.78
46	4.06	3.21	2.82	2.58	2.43	2.31	2.23	2.16	2.10	2.05	2.01	1.98	1.92	1.88	1.81	1.76	1.72	1.66	1.63	1.58	1.56	1.52	1.50	1.48	1.48
47	7.24	5.12	4.26	3.78	3.46	3.24	3.07	2.94	2.84	2.75	2.68	2.62	2.52	2.44	2.32	2.24	2.15	2.06	2.00	1.92	1.88	1.82	1.78	1.75	1.75
48	4.05	3.20	2.81	2.57	2.42	2.30	2.22	2.14	2.08	2.04	2.00	1.97	1.91	1.87	1.80	1.75	1.71	1.65	1.62	1.57	1.54	1.51	1.48	1.46	1.46
49	7.21	5.10	4.24	3.76	3.44	3.22	3.05	2.92	2.82	2.73	2.66	2.60	2.50	2.42	2.30	2.22	2.13	2.04	1.98	1.90	1.86	1.80	1.76	1.72	1.72
50	4.04	3.19	2.80	2.56	2.41	2.30	2.21	2.14	2.08	2.03	1.99	1.96	1.90	1.86	1.79	1.74	1.70	1.64	1.61	1.56	1.53	1.50	1.47	1.45	1.45
51	7.19	5.08	4.22	3.74	3.42	3.20	3.04	2.90	2.80	2.71	2.64	2.58	2.48	2.40	2.28	2.20	2.11	2.02	1.96	1.88	1.84	1.78	1.73	1.70	1.70
52	4.03	3.18	2.79	2.56	2.40	2.29	2.20	2.13	2.07	2.02	1.98	1.95	1.90	1.85	1.78	1.74	1.69	1.63	1.60	1.55	1.52	1.48	1.46	1.44	1.44
53	7.17	5.06	4.20	3.72	3.41	3.18	3.02	2.88	2.78	2.70	2.62	2.56	2.46	2.39	2.26	2.18	2.10	2.00	1.94	1.86	1.82	1.76	1.71	1.68	1.68
54	4.02	3.17	2.78	2.54	2.38	2.27	2.18	2.11	2.05	2.00	1.97	1.93	1.88	1.83	1.76	1.72	1.67	1.61	1.58	1.52	1.50	1.46	1.43	1.41	1.41
55	7.12	5.01	4.16	3.68	3.37	3.15	2.98	2.85	2.75	2.66	2.59	2.53	2.43	2.35	2.23	2.15	2.06	1.96	1.90	1.82	1.78	1.71	1.66	1.64	1.64
56	4.00	3.15	2.76	2.52	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.95	1.92	1.86	1.81	1.75	1.70	1.65	1.59	1.56	1.50	1.48	1.44	1.41	1.39	1.39
57	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.95	2.82	2.72	2.63	2.56	2.50	2.40	2.32	2.20	2.12	2.03	1.93	1.87	1.79	1.74	1.68	1.63	1.61	1.61

TABEL VI. (Lanjutan)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	300	
65	3.99	3.14	2.75	2.51	2.36	2.24	2.15	2.08	2.02	1.98	1.94	1.90	1.85	1.80	1.73	1.68	1.63	1.57	1.54	1.49	1.46	1.42	1.39	1.37
70	7.04	4.95	4.16	3.62	3.31	3.09	2.93	2.79	2.70	2.61	2.54	2.47	2.37	2.30	2.18	2.09	2.00	1.90	1.84	1.76	1.71	1.64	1.60	1.56
80	3.98	3.13	2.74	2.50	2.35	2.22	2.14	2.07	2.01	1.97	1.93	1.89	1.84	1.79	1.72	1.67	1.62	1.56	1.53	1.47	1.45	1.40	1.37	1.35
	7.01	4.92	4.06	3.60	3.29	3.07	2.91	2.77	2.67	2.59	2.51	2.45	2.35	2.28	2.15	2.07	1.96	1.88	1.82	1.74	1.69	1.63	1.56	1.53
90	3.96	3.11	2.72	2.48	2.33	2.21	2.12	2.05	1.99	1.95	1.91	1.88	1.82	1.77	1.70	1.65	1.60	1.54	1.51	1.45	1.42	1.38	1.35	1.32
	6.96	4.88	4.04	3.56	3.25	3.04	2.87	2.74	2.64	2.55	2.48	2.41	2.32	2.24	2.11	2.03	1.94	1.84	1.78	1.70	1.65	1.57	1.52	1.49
100	3.94	3.09	2.70	2.46	2.30	2.19	2.10	2.03	1.97	1.92	1.88	1.85	1.79	1.75	1.68	1.63	1.57	1.51	1.48	1.42	1.39	1.34	1.30	1.28
	6.90	4.82	3.98	3.51	3.20	2.99	2.82	2.69	2.59	2.51	2.43	2.36	2.26	2.19	2.06	1.98	1.89	1.79	1.73	1.64	1.59	1.51	1.46	1.43
125	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29	2.17	2.08	2.01	1.95	1.90	1.86	1.83	1.77	1.72	1.65	1.60	1.55	1.49	1.45	1.39	1.36	1.31	1.27	1.25
	6.84	4.78	3.94	3.47	3.17	2.95	2.79	2.65	2.56	2.47	2.40	2.33	2.23	2.15	2.03	1.94	1.85	1.75	1.68	1.59	1.54	1.46	1.40	1.37
150	3.91	3.06	2.67	2.43	2.27	2.16	2.07	2.00	1.94	1.89	1.85	1.82	1.76	1.71	1.64	1.59	1.54	1.47	1.44	1.37	1.34	1.29	1.25	1.22
	6.81	4.75	3.91	3.44	3.13	2.92	2.76	2.62	2.53	2.44	2.37	2.30	2.20	2.12	2.00	1.91	1.83	1.72	1.66	1.56	1.51	1.43	1.37	1.33
200	3.89	3.04	2.65	2.41	2.26	2.14	2.05	1.98	1.92	1.87	1.83	1.80	1.74	1.69	1.62	1.57	1.52	1.45	1.42	1.35	1.32	1.26	1.22	1.19
	6.76	4.71	3.88	3.41	3.11	2.90	2.73	2.60	2.50	2.41	2.34	2.28	2.17	2.09	1.97	1.88	1.79	1.69	1.62	1.53	1.48	1.39	1.33	1.28
400	3.86	3.02	2.63	2.39	2.23	2.12	2.03	1.96	1.90	1.85	1.81	1.78	1.72	1.67	1.60	1.54	1.49	1.42	1.38	1.32	1.28	1.22	1.16	1.13
	6.70	4.66	3.83	3.36	3.06	2.85	2.69	2.55	2.46	2.37	2.29	2.23	2.12	2.04	1.92	1.84	1.74	1.64	1.57	1.47	1.42	1.32	1.24	1.19
1000	3.85	3.00	2.61	2.38	2.22	2.10	2.02	1.95	1.89	1.84	1.80	1.76	1.70	1.65	1.58	1.53	1.47	1.41	1.36	1.30	1.26	1.19	1.13	1.08
	6.66	4.62	3.80	3.34	3.04	2.82	2.66	2.53	2.43	2.34	2.26	2.20	2.09	2.01	1.89	1.81	1.71	1.61	1.54	1.44	1.38	1.28	1.19	1.11
10000	3.84	2.99	2.60	2.37	2.21	2.09	2.01	1.94	1.88	1.83	1.79	1.75	1.69	1.64	1.57	1.52	1.46	1.40	1.35	1.28	1.24	1.17	1.11	1.06
	6.64	4.60	3.78	3.32	3.02	2.80	2.64	2.51	2.41	2.32	2.24	2.18	2.07	1.99	1.87	1.79	1.69	1.59	1.52	1.41	1.36	1.25	1.15	1.09