Analisis Kovariansi pada Rancangan Faktorial Dua Faktor dengan n Kali Ulangan

Rika Syofiana[#1], Minora L. Nst[*2], Riry Sri Ningsih[*3]

[#] *Student of Mathematics Department State University of Padang, Indonesia*

[*] *Lecturers of Mathematics Department State University of Padang, Indonesia*

[1] s_rhika@rocketmail.com

Abstract - The analysis of covariance is a statistical analysis that combine the analysis of variance and regression analysis . The analysis of covariance is another technique that is occasionally useful for improving the precision of an experiment. Suppose that in an experiment with a respon variable Y there is another variable, say X, and that Y is linearly related to X. Furthermore, suppose that X cannot be controlled by the experimenter but can be observed along with Y. The variable X is called a covariate or concomitant variable.The goal of this research is to explaire the analysis of covariansi in factorial randomized complete design two factor with n multiply restating and using one concomitant variable.The procedure include testing of covariance analysis assumption and hypothesis testing to know there is not influence of treatment to respon perceived.

Keywords: Analysis of covariance , analysis of variance, regression analysis, design random complete

Abstrak -- Analisis kovariansi adalah analisis statiatika yang mengkombinasikan analisis variansi dan anlisis regresi. Analisis kovariansi merupakan salah satu teknik analisis yang digunakan untuk meningkatkan ketelitian suatu percobaan. Misalkan dalam satu percobaan dengan variabel respon Y maka ada variabel lain, katakanlah itu variabel X. Variabel X dan Variabel Y berhubungan linier.Variabel X tidak dapat dikendalikan oleh percobaan, namun dapat diselidiki berdasarkan perubahan variabel respon Y. Variabel X tersebut dinamakan variabel konkomitan(variabel pengganggu). Tujuan dari penelitian ini adalah membahas tentang analisis kovariansi pada rancangan acak lengkap faktorial dua faktor dengan n kali ulangan dan dengan menggunakan satu variabel konkomitan. Prosedur analisis kovariansi pada rancangan ini adalah pengujian asumsi-asumsi analisis kovariansi dan pengujian hipotesis untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh perlakuan terhadap respon yang diamati.

Kata Kunci -- Analisis kovarians, analisis varians, analisis regresi, rancangan acak lengkap.

PENDAHULUAN

Penarikan kesimpulan dalam statistika merupakan hal yang sangat penting, umumnya diperlukan metode analisis dengan semua asumsi harus terpenuhi. Akan tetapi pada kenyataannya pemenuhan asumsi itu sukar untuk dilakukan, sehingga dalam banyak hal sering bergantung pada ketepatan dalam pemilihan metode analisis yang tepat. Dalam upaya untuk memperkecil kesalahan dalam penganalisaan data dibutuhkan perencanaan ilmiah yang disebut dengan rancangan percobaan. Rancangan percobaan adalah sebuah bentuk tindakan coba–coba *(trial)* yang dirancang untuk menguji keabsahannya *(validity)* dari hipotesis yang diajukan [6].

Rancangan percobaan merupakan satu kesatuan antara rancangan perlakuan, rancangan lingkungan dan rancangan pengukuran. Rancangan perlakuan merupakan rancangan yang berkaitan dengan bagaimana perlakuan-perlakuan tersebut dibentuk pada unit- unit percobaan, misalnya rancangan satu faktor, dua faktor atau lebih [3]. Sedangkan rancangan lingkungan adalah rancangan yang berkaitan berdasarkan pada metode penempatan perlakuan–perlakuan secara acak pada unit-unit percobaan. Berdasarkan rancangan lingkungannya rancangan percobaan terdiri dari rancangan acak lengkap (RAL), rancangan acak kelompok (RAK), Rancangan bujursangkar latin (RBSL), rancangan bujursangkar graeco latin (RBGL).

Setiap rancangan mempunyai keunggulan tersendiri. Diantara rancangan – rancangan percobaan diatas RAL adalah rancangan yang paling sederhana, dan paling cocok dilakukan untuk jumlah perlakuan yang tidak terlalu banyak. Permasalahan data hilang pun akan lebih sedikit mudah diselesaikan dibandingkan dengan RAK. Selain itu menurut penggulangannya rancangan terbagi atas dua yaitu rancangan dengan ulangan sama dan dengan ulangan yang tak sama.

Pada kenyataannya dalam suatu percobaan, variabel respons sering terlihat saling berhubungan dengan variabel lain di luar variabel penelitian yang tidak dapat dikendalikan. Misalnya variabel Y adalah suatu variabel respons yang terjadi akibat pengaruh suatu faktor atau beberapa faktor. Akan tetapi, dalam kenyataannya nilai – nilai variabel Y dapat berubah – ubah karena pengaruh variabel lain, Variabel ini disebut variabel konkomitan [7].

Adanya variabel konkomitan akan memberi pengaruh terhadap tingkat ketelitian suatu percobaan dan analisisnya, karena variabel konkomitan bertujuan untuk mengurangi keragaman percobaan. Penyelesaian terhadap adanya variabel konkomitan pada suatu percobaan dapat dilakukan dengan analisis kovariansi (ANAKOVA).

Analisis kovariansi yang sederhana digunakan pada Rancangan Acak Lengkap (RAL). Analisis kovariansi pada model linier Rancangan Acak Lengkap dapat berupa model acak dan model tetap dengan asumsi untuk masing-masing model yang berbeda- beda.

Pada penelitian ini dibahas mengenai analisis kovariansi pada rancangan acak lengkap dua factor (factor A dan factor B) yang masing – masingnya saling berinteraksi dan mengalami pengulangan yang sama untuk setiap perlakuannya. Dan dengan model linier berupa model tetap.

Analisis Kovariansi pada rancangan acak lengkap dua faktor dengan n kali ulangan meliputi pengujian asumsi dan pengujian hipotesis.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian dasar. Metode yang digunakan adalah metode deskriptif dengan analisa teori yang relevan dengan permasalahan yang dibahas dan berlandaskan pada studi kepustakaan.

Adapun langkah – langkah dari penelitian ini adalah;

1. Mempelajari literatur yang mengkaji mengenai rancangan percobaan, RAL Faktorial, Analisis regresi, analisis kovariansi, Galat,distribusi F.
2. Pengujian syarat atau asumsi- asumsi ANAKOVA agar dapat diterapkan pada RAL 2 faktor.
3. Menentukan prosedur – prosedur yang akan dilakukan untuk penganalisisan data pada RAL 2 faktor menggunakan ANAKOVA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Asumsi – Asumsi Analisis Kovariansi

Dalam penggunaannya Anakova sebagai suatu teknik statistika menuntut terpenuhinya beberapa asumsi. Pengujian terhadap asumsi – asumsi tersebut merupakan langkah awal yang harus dilakukan untuk menentukan apakah ANAKOVA dapat digunakan dalam penganalisisan data yang diteliti.

Asumsi – asumsi yang harus dipenuhi adalah [2]:

1. Pengujian bahwa perlakuan yang dicobakan tidak mempengaruhi variabel konkomitan (X).
   Hipotesis untuk pengujian asumsi tersebut adalah:
   i. Hipotesis untuk uji tersebut yaitu:
      a. Untuk faktor A
         H_0: Faktor A yang diberikan tidak mempengaruhi variabel konkomitan (X)
         H_1: Faktor A yang diberikan mempengaruhi variabel konkomitan (X)
      b. Untuk faktor B
         H_0: Faktor B yang diberikan tidak mempengaruhi variabel konkomitan (X)
         H_1: Faktor B yang diberikan mempengaruhi variabel konkomitan (X)
      c. Untuk interaksi faktor A dan faktor B
         H_0: Interaksi Faktor AB yang diberikan tidak mempengaruhi variabel konkomitan (X)
         H_1: Faktor A yang diberikan mempengaruhi variabel konkomitan (X)
   ii. Taraf signifikansi : $\alpha = 0.05$
   iii.Statistik Uji :
      a. Untuk faktor A
         $F = \frac{JKA_X/(a-1)}{JKG_X/ab(n-1)}$
      b. Untuk faktor B
         $F = \frac{JKB_X/(b-1)}{JKG_X/ab(n-1)}$
      c. Untuk interaksi faktor AB
         $F = \frac{JKAB_X/(a-1)(b-1)}{JKG_X/ab(n-1)}$
   iv.Kriteria keputusan : H_0 ditolak jika $F_{hitung} > F_{tabel}$
2. Variabel konkomitan (X) mempengaruhi variabel respon (Y)
   Statistik Uji :
   $$F_{hitung} = \frac{KT\ regresi}{KT\ galat\ terkoreksi}$$
   Kriteria hitung :H_o ditolak jika
   $$F_{hitung} > F_{\alpha(db\ regresi, db\ galat\ terkoreksi)}$$
3. Galat yang ditimbulkan berdistribusi normal.
   Pengujian asumsi ini dilakukan dengan menggunakan grafik peluang normal dari galat. Jika titik-titik amatan mengikuti arah garis diagonal maka galat tersebut berdistribusi normal. Untuk melakukan itu, sebelumnya dilakukan pengestimasian semua parameter yang ada, yaitu dengan menggunakan metode penduga kuadrat terkecil. Prinsip dari metode penduga kuadrat terkecil ini adalah untuk mendapatkan estimator-estimator bagi parameter dengan meminimumkan jumlah kuadrat galatnya.

   Pendugaan parameter – parameter tersebut dilakukan dengan menerapkan metode kuadrat terkecil pada persamaan berikut [1]:
   $$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \theta\left(X_{ijk} - \bar{X}_{...}\right) + \varepsilon_{ijk}$$

$\varepsilon_{ijk} = Y_{ijk} - \mu - \alpha_i - \beta_j - (\alpha\beta)_{ij} - \theta(X_{ijk} - \bar{X}_{...})$

Misalkan L adalah jumlah kuadrat galat maka:

$L = \sum_{i,j,k}^{a.b.n} \varepsilon_{ijk}{}^2$

$L = \sum_{i,j,k}^{a.b.n} \left(Y_{ijk} - \mu - \alpha_i - \beta_j - (\alpha\beta)_{ij} - \theta(X_{ijk} - \bar{X}_{...})\right)^2$

Dari pengestimasian dengan metode kuadrat terkecil diperoleh masing – masing penduga parameter sebagai berikut:

1. $\hat{\mu} = \bar{Y}_{...}$ (1)
2. $\hat{\alpha}_i = \bar{Y}_{i..} - \bar{Y}_{...} - \hat{\theta}\,(\bar{X}_{i..} - \bar{X}_{...})$ (2)
3. $\hat{\beta}_j = \bar{Y}_{.j.} - \bar{Y}_{...} - \hat{\theta}(\bar{X}_{.j.} - \bar{X}_{...})$ (3)
4. $(\widehat{\alpha\beta})_{ij} = \bar{Y}_{ij.} - \bar{Y}_{i..} - \bar{Y}_{.j.} - \bar{Y}_{...} - \hat{\theta}(\bar{X}_{ij.} - \bar{X}_{i..} - \bar{X}_{.j.} - \bar{X}_{...})$ (4)
5. $\hat{\theta} = JHKG/JKG_X$ (5)
6. $\hat{\varepsilon}_{ij} = Y_{ijk} - \hat{\mu} - \hat{\alpha}_i - \hat{\beta}_j - (\widehat{\alpha\beta})_{ij} - \hat{\theta}(\bar{X}_{ij.} - \bar{X}_{...})$ (6)

Setelah semua penduga untuk masing – masing parameter diperoleh maka dapat dilakukan pengujian asumsi bahwa galat yang ditimbulkan berdistribusi normal.

Jika semua asumsi – asumsi diatas terpenuhi maka dapat disimpulkan bahwa ANAKOVA dapat digunakan untuk menganalisis data yang diteliti.

B. Prosedur analisis data RAL Faktorial 2 faktor menggunakan ANAKOVA

Penganalisisan data RAL dua faktor untuk model tetap dengan menggunakan ANAKOVA terdiri dari dua tahap yaitu:

1) Pengujian Hipotesis

Pengujian hipotesis dilakukan dengan tujuan untuk melihat ada atau tidaknya pengaruh setiap perlakuan terhadap respon yang diamati.

a. Hipotesis yang akan diuji adalah:
   i. Pengaruh utama faktor A terhadap respon
   $H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \cdots = \alpha_a = 0$
   H_1: minimal ada satu $\alpha_i \neq 0$
   ii. Pengaruh utama faktor B terhadap respon
   $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \cdots = \beta_b = 0$
   H_1: minimal ada satu $\beta_j \neq 0$
   iii. Pengaruh interaksi faktor AB terhadap respon
   $H_0: (\alpha\beta)_{11} = (\alpha\beta)_{12} = \cdots = (\alpha\beta)_{ab} = 0$
   H_1: minimal ada satu $\alpha\beta_{ij} \neq 0$
b. Taraf Signifakansi : α
c. Staistik Uji :
   i. Untuk pengaruh faktor A
   $F = {KTA_{terkoreksi}}/{KTG_{terkoreksi}}$
   ii. Untuk pengaruh faktor B
   $F = {KTB_{terkoreksi}}/{KTG_{terkoreksi}}$
   iii. Untuk pengaruh interaksi faktor AB
   $F = {KTAB_{terkoreksi}}/{KTG_{terkoreksi}}$
d. Kriteria Uji
   i. Untuk pengaruh faktor A
   Tolak H_o jika $F_{hitung} > F_{tabel}$
   ii. Untuk pengaruh faktor B
   Tolak H_o jika $F_{hitung} > F_{tabel}$
   iii. Untuk pengaruh interaksi faktor A dan Faktor B
   Tolak H_o jika $F_{hitung} > F_{tabel}$
e. Kesimpulan

2). Perhitungan Jumlah Kuadrat ANAKOVA

Perhitungan jumlah kuadrat dan hasil kali pada ANAKOVA sama halnya dengan ANAVA untuk masing – masing variabelnya. Hal ini disebabkan karena ANAKOVA merupakan penyesuaian dari ANAVA.

Pengembangan untuk setiap jumlah kuadrat dan hasil kali pada ANAKOVA berdasarkan pada teorema berikut:

Teorema. Tentang identitas jumlah kuadrat klasifikasi dua arah dengan interaksi.

Dimana:

$\sum_{i,j,k=1}^{a,b,n}(x_{ijk} - \bar{x}_{...})^2 = bn\sum_{i=1}^{a}(\bar{x}_{i..} - \bar{x}_{...})^2 + an\sum_{j=1}^{b}(\bar{x}_{.j.} - \bar{x}_{...})^2 + n\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}(x_{ij.} - \bar{x}_{i..} - \bar{x}_{.j.} - \bar{x}_{...})^2 + \sum_{i,j,k=1}^{a,b,n}(x_{ijk} - \bar{x}_{ij.})^2$

Dari teorema diatas dapat dilihat bahwa jumlah kuadrat total diurai menjadi empat komponen yaitu [9]:

$$JKT = JKA + JKB + JK(AB) + JKG$$

dimana

$JKT = \sum_{i,j,k=1}^{a,b,n}(x_{ijk} - \bar{x}_{...})^2$ = Jumlah Kuadrat Total

$JKA = bn\sum_{i=1}^{a}(\bar{x}_{i..} - \bar{x}_{...})^2$ = Jumlah Kuadrat Faktor A

$JKB = an\sum_{j=1}^{b}(\bar{x}_{.j.} - \bar{x}_{...})^2$ = Jumlah Kuadrat Faktor B

$JK(AB) = n\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}(x_{ij.} - \bar{x}_{i..} - \bar{x}_{.j.} - \bar{x}_{...})^2$ = Jumlah Kuadrat interaksi AB

$JKG = \sum_{i,j,k=1}^{a,b,n}(x_{ijk} - \bar{x}_{ij.})^2$ = Jumlah Kuadrat Galat

Adapun notasi dan rumus yang digunakan untuk perhitungan analisis kovariansi untuk penelitian ini berdasarkan teorema tersebut adalah:

1. Jumlah Kuadrat Total Variabel Respon Y

$$JKT_Y = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{n}\left(y_{ijk}-\bar{y}_{...}\right)^2$$
$$= \sum_{i,j,k=1}^{a,b,n} y_{ijk}{}^2 - \frac{y_{...}{}^2}{abn}$$

2. Jumlah Kuadrat Total Variabel Konkomitan X

$$JKT_X = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{n}\left(x_{ijk}-\bar{x}_{...}\right)^2$$
$$= \sum_{i,j,k=1}^{a,b,n} x_{ijk}{}^2 - \frac{x_{...}{}^2}{abn}$$

3. Jumlah Kuadrat Total Hasil Kali Variabel XY

$$JHKT = \sum_{i,j,k=1}^{a,b,n}\left(x_{ijk}-\bar{x}_{...}\right)\left(y_{ijk}-\bar{y}_{...}\right)$$
$$= \sum_{i,j,k=1}^{a,b,n}\left(x_{ijk}\right)\left(y_{ijk}\right) - \frac{x_{...}y_{...}}{abn}$$

4. Jumlah Kuadrat Faktor A Variabel Respons Y

$$JKA_Y = bn\sum_{i=1}^{a}(\bar{y}_{i..}-\bar{y}_{...})^2$$
$$= \frac{1}{bn}\sum_{i=1}^{a} y_{i..}{}^2 - \frac{y_{...}{}^2}{abn}$$

5. Jumlah Kuadrat Faktor A Variabel Konkomitan X

$$JKA_X = bn\sum_{i=1}^{a}(\bar{x}_{i..}-\bar{x}_{...})^2$$
$$= \frac{1}{bn}\sum_{i=1}^{a} x_{i..}{}^2 - \frac{x_{...}{}^2}{abn}$$

6. Jumlah Kuadrat Faktor A Hasil Kali Variabel XY

$$JHKA = bn\sum_{i=1}^{a}(\bar{x}_{i..}-\bar{x}_{...})\,(\bar{y}_{i..}-\bar{y}_{...})$$
$$= \frac{1}{bn}\sum_{i=1}^{a}(x_{i..})(y_{i..}) - \frac{(y_{...})(x_{...})}{abn}$$

7. Jumlah Kuadrat Faktor B Variabel Respons Y

$$JKB_Y = an\sum_{j=1}^{b}\left(\bar{y}_{.j.}-\bar{y}_{...}\right)^2$$
$$= \frac{1}{an}\sum_{j=1}^{b} y_{.j.}{}^2 - \frac{y_{...}{}^2}{abn}$$

8. Jumlah Kuadrat Faktor B Variabel Konkomitan X

$$JKB_X = an\sum_{j=1}^{b}\left(\bar{x}_{.j.}-\bar{x}_{...}\right)^2$$
$$= \frac{1}{an}\sum_{j=1}^{b} x_{.j.}{}^2 - \frac{x_{...}{}^2}{abn}$$

9. Jumlah Kuadrat Faktor B Hasil Kali Variabel XY

$$JHKB = an\sum_{j=1}^{b}(\bar{x}_{.i.}-\bar{x}_{...})\left(\bar{y}_{.j.}-\bar{y}_{...}\right)$$
$$= \frac{1}{an}\sum_{j=1}^{b}\left(x_{.j.}\right)\left(y_{.j.}\right) - \frac{(y_{...})(x_{...})}{abn}$$

10. Jumlah Kuadrat Perlakuan Variabel Respon Y

$$JKP_Y = n\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\left(\bar{y}_{ij.}-\bar{y}_{...}\right)^2$$
$$= \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b} y_{ij.}{}^2 - \frac{y_{...}{}^2}{abn}$$

11. Jumlah Kuadrat Perlakuan Variabel Konkomitan X

$$JKP_X = n\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\left(\bar{x}_{ij.}-\bar{x}_{...}\right)^2$$
$$= \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b} x_{ij.}{}^2 - \frac{x_{...}{}^2}{abn}$$

12. Jumlah Kuadrat Perlakuan Hasil Kali XY

$$JHKP = n\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\left(\bar{x}_{ij.}-\bar{x}_{...}\right)\left(\bar{y}_{ij.}-\bar{y}_{...}\right)$$
$$= \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\left(x_{ij.}\right)\left(y_{ij.}\right) - \frac{(y_{...})(x_{...})}{abn}$$

13. Jumlah Kuadrat Interaksi AB Variabel Respon Y

$$JK(AB)_Y = JKP_Y - JKA_Y - JKB_Y$$

14. Jumlah Kuadrat Interaksi AB Variabel Konkomitan X

$$JK(AB)_X = JKP_X - JKA_X - JKB_X$$

15. Jumlah Kuadrat Interaksi AB Hasil Kali Variabel XY

$$JHK(AB) = JHKP - JHKA - JHKB$$

Selanjutnya untuk perhitungan jumlah kuadrat galat variabel respons Y, jumlah kuadrat galat variabel konkomitan X dan jumlah kuadrat interaksi AB hasil kali XY diperoleh berdasarkan persamaan berikut, dimana

$$JKT = JKA + JKB + JK(AB) + JKG$$

Sehingga

i. Jumlah Kuadrat galat variabel respons Y

$$JKG_y = JKT_y - \left(JKA_y + JKB_y + JK(AB)_y\right)$$

ii. Jumlah Kuadrat galat variabel konkomitan X
$$JKG_x = JKT_x - \left(JKA_x + JKB_x + JK(AB)_x\right)$$

iii. Jumlah Kuadrat galat hasil kali variabel XY
$$JKG_{yx} = JKT_{yx} - \left(JKA_{yx} + JKB_{yx} + JK(AB)_{yx}\right)$$

16. Jumlah Kuadrat Terkoreksi
    i. Jumlah Kuadrat regresi

Jumlah kuadrat Regresi adalah hasil perkalian koefisien regresi dengan Jumlah hasil kali Galat.

$$JK_{regresi} = \frac{JHKG}{JKG_x} \times JHKG = \frac{JHKG^2}{JKG_x}$$

ii. Jumlah Kuadrat galat terkoreksi

Jumlah kuadrat galat terkoreksi merupakan selisih kuadrat antara amatan dan persamaan regresi [5]. Dalam proses perhitungan ini digunakan persamaan regresi.

$$\hat{Y}_{ijk} = \hat{\theta}\left(X_{ijk} - \bar{X}_{ijk}\right) + \bar{Y}_{ijk}$$

Maka jumlah galat kuadrat terkoreksi adalah

$$JKG_{Y\ terkoreksi} = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{n}\left(Y_{ijk} - \hat{Y}_{ijk}\right)^2$$
$$= \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{n}\left(Y_{ijk} - \left(\hat{\theta}\left(X_{ijk} - \bar{X}_{ij.}\right) + \bar{Y}_{ij.}\right)\right)^2$$
$$= \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{n}\left(\left(Y_{ijk} - \bar{Y}_{ij.}\right) - \hat{\theta}\left(X_{ijk} - \bar{X}_{ij.}\right)\right)^2$$
$$= \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{n}\left(\left(Y_{ijk} - \bar{Y}_{ij.}\right)\right)^2 - \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{n}\left(\hat{\theta}\left(X_{ijk} - \bar{X}_{ij.}\right)\right)^2$$
$$= \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{n}\left(\left(Y_{ijk} - \bar{Y}_{ij.}\right)\right)^2 - \hat{\theta}^2\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{n}\left(\left(X_{ijk} - \bar{X}_{ij.}\right)\right)^2$$
$$= JKG_Y - \hat{\theta}^2 JKG_X$$

Dengan menggunakan persamaan (5) maka:

$$= JKG_Y - \left(\frac{JHKG}{JKG_X}\right)^2 JKG_X$$
$$= JKG_Y - \frac{JHKG^2}{JKG_X{}^2} JKG_X$$
$$= JKG_Y - \frac{JHKG^2}{JKG_X}$$

Jadi jumlah kuadrat galat terkoreksi adalah selisih antara jumlah kuadrat galat respons Y dengan perbandingan kuadrat hasil kali galat dengan jumlah kuadrat galat variabel konkomitan X.

iii. Jumlah kuadrat total terkoreksi

Analog dengan persamaan jumlah galat terkoreksi maka:

$$JKT_{Y\ terkoreksi} = JKT_Y - \frac{JHKT^2}{JKT_x}$$

Jadi jumlah kuadrat total terkoreksi adalah selisih antara jumlah kuadrat total respons Y dengan perbandingan jumlah hasilkali kuadrat total dengan jumlah kuadrat total variabel konkomitan X.

Selanjutnya untuk menyelesaikan uji hipotesis tentang pengaruh faktor A, faktor B dan interaksi antara keduanya, maka perlu diperoleh jumlah kuadrat terkoreksinya yaitu dengan menambahkan galat kebentuk jumlah kuadrat dan jumlah hasil kali masing-masingnya.

iv. Jumlah Kuadrat Faktor A terkoreksi

$$JKA_{Y\ terkoreksi} = JK(A+G)_{terkoreksi} - JKG_{Y\ terkoreksi}$$

dimana:

$$JK(A+G)_{terkoreksi} = \left(JKA_Y + JKG_Y\right) - \frac{(JHKA+JHKG)^2}{JKA_X+JKG_X}$$

Sehingga:

$$JKA_{Y\ terkoreksi} = \left(JKA_Y + JKG_Y\right) - \frac{(JHKA+JHKG)^2}{JKA_X+JKG_X} - \left(JKG_Y - \frac{JHKG^2}{JKG_X}\right)$$

$$JKA_{Y\ terkoreksi} = \left(JKA_Y + JKG_Y\right) - \frac{(JHKA+JHKG)^2}{JKA_X+JKG_X} - JKG_Y + \frac{JHKG^2}{JKG_X}$$

$$JKA_{Y\ terkoreksi} = JKA_Y - \frac{(JHKA+JHKG)^2}{JKA_X+JKG_X} + \frac{JHKG^2}{JKG_X}$$

Jumlah Kuadrat Faktor B terkoreksi

$$JKB_{Y\ terkoreksi} = JK(B+G)_{terkoreksi} - JKG_{Y\ terkoreksi}$$

Dimana*:*

$$JK(B+G)_{terkoreksi} = \left(JKB_Y + JKG_Y\right) - \left(\frac{(JHKB+JHKG)^2}{JKB_X+JKG_X}\right)$$

Sehingga:

$$JKB_{Y\ terkoreksi} = \left(JKB_Y + JKG_Y\right) - \frac{(JHKB+JHKG)^2}{JKB_X+JKG_X} - JKG_Y \ \frac{JHKG^2}{JKG_X}$$

$$JKB_{Y\ terkoreksi} = JKB_Y - \frac{(JHKB+JHKG)^2}{JKB_X+JKG_X} + \frac{JHKG^2}{JKG_X}$$

v. Jumlah kuadrat interaksi AB terkoreksi

$$JKAB_{Y\ terkoreksi} = JK(AB+G)_{terkoreksi} - JKG_{Y\ terkoreksi}$$

$$JK(AB+G)_{terkoreksi} = (JKAB_Y + JKG_Y) - \frac{(JHKAB+JHKG)^2}{JKAB_X+JKG_X}$$

Sehingga*:*

$$JKAB_{Y\ terkoreksi} = (JKAB_Y + JKG_Y) - \frac{(JHKAB+JHKG)^2}{JKAB_X+JKG_X} - \left(JKG_Y - \frac{JHKG^2}{JKG_X}\right)$$

$$JKAB_{Y\ terkoreksi} = (JKAB_Y + JKG_Y) - \frac{(JHKAB+JHKG)^2}{JKAB_X+JKG_X} + \frac{JHKG^2}{JKG_X}$$

$$JKAB_{Y\ terkoreksi} = JKAB_Y - \frac{(JHKAB+JHKG)^2}{JKAB_X+JKG_X} + \frac{JHKG^2}{JKG_X}$$

vi. Kuadrat Tengah terkoreksi

Kuadrat tengah terkoreksi diperoleh dari hasil perbandingan antara jumlah kuadrat terkoreksi dengan derajat bebas masing-masingnya.

(a) *Kuadrat Tengah Faktor A terkoreksi*

$$KTA_{terkoreksi} = \frac{JKA_{Y\ \ terkoreksi}}{db\ faktor\ A\ terkoreksi}$$

(b) *Kuadrat Tengah Faktor B terkoreksi*

$$KTB_{terkoreksi} = \frac{JKB_{Y\ \ terkoreksi}}{db\ faktor\ B\ terkoreksi}$$

(c) *Kuadrat Tengah Interaksi AB terkoreksi*

$$KTAB_{terkoreksi} = \frac{JKAB_{Y\ \ terkoreksi}}{db\ faktor\ AB\ terkoreksi}$$

Dari uraian diatas maka prosedur analisis data rancangan acak lengkap faktorial dua faktor dengan menggunakan analisis kovariansi dapat diringkas pada tabel I [8]:

TABEL I
ANALISIS KOVARIANSI

SK	Setelah Dikoreksi			*F*hitung
	Db	*JK*	*KT*	
Regresi	1	$JK_{regresi}$	$\frac{JK_{regresi}}{db\ regresi}$	-
Faktor A	$(a-1)$	$JKA_{Y\ terkoreksi}$	$\frac{JKA_{Y\ terkoreksi}}{db\ JKA_{Y\ terkoreksi}}$	$\frac{KTA_Y\ terkoreksi}{KTG_{Y\ terkoreksi}}$
Faktor B	$(b-1)$	$JKB_{Y\ terkoreksi}$	$\frac{JKB_{Y\ terkoreksi}}{db\ JKB_{Y\ terkoreksi}}$	$\frac{KTB_Y\ terkoreksi}{KTG_{Y\ terkoreksi}}$
Interaks AB	$(a-1)(b-1)$	$JKAB_{Y\ terkoreksi}$	$\frac{JKAB_{Y\ terkoreksi}}{db\ JKAB_{Y\ terkoreksi}}$	$\frac{KTAB_Y\ terkoreksi}{KTG_{Y\ terkoreksi}}$
Galat	$ab(n-1)-1$	$JKG_{Y\ terkoreksi}$	$\frac{JKG_{Y\ terkoreksi}}{db\ JKG_{Y\ terkoreksi}}$	-
Total	$abn-1$	$JKT_{Y\ terkoreksi}$	-	-

SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan mengenai analisis kovariansi pada rancangan acak lengkap faktorial dua faktor dengan n ulangan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengujian Asumsi – Asumsi Analisis Kovariansi. Pengujian Asumsi terdiri dari 3 tahap yaitu:
   a. Perlakuan yang dicobakan tidak mempengaruhi variabel konkomitan (X)
   b. variabel konkomitan (X) mempengaruhi variabel Respon (Y)
   c. Galat yang ditimbulkan berdistribusi normal
2. Prosedur Analisis Data Rancangan Acak Lengkap Faktorial Dua Faktor Menggunakan ANAKOVA.

a. Pengujian Hipotesis

Pengujian hipotesis dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh perlakuan terhadap respons yang diamati.langkah – langkah yang dilakukan dalam pengujian hipotesis yaitu menentukan hipotesis, taraf signifikansi, statistik uji, kriteria keputusan, perhitungan dan pengambilan kesimpulan.

b. Perhitungan Jumlah Kuadrat ANAKOVA

Perhitungan jumlah kuadrat pada ANAKOVA sama hal nya dengan perhitungan jumlah kuadrat pada ANAVA

REFERENSI

[1] Canavos, George C. 1984. *Applied Probability and Statistik Methods. CANADA*

[2] Garpersz, V. 1991. *Metode Perancangan Percobaan.* Bandung : CV Armico.

[3] Mattjik, A dan Sumertajaya I. 2000. *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab.* Jilid 1. IPB Press. Bogor.

[4] Montgomery, Douglas. 2001. *Design and Analysis of experiment.* New York: A Wiley Interscience Publication

[5] Sembiring , R.K. 1995. *Analisis Regresi Edisi kedua.* Bandung ; ITB.

[6] Steel, R.G.D & Torrie, J.H. 1991. *Prinsip dan Prosedur Statistika Suatu pendekatan Biometrik Edisi Kedua Terjemahan Bambang Sumantri.* Jakarta; PT. Gramedia Pustaka Utama.

[7] Sudjana. 2002. *Desain dan Analisis Eksperiment Edisi ketiga.* Bandung : Tarsito

[8] Syofiana, Rika. 2013. *Tugas Akhir Analisis Kovariansi Pada Rancangan Acak Lengkap Faktorial Dua Faktor Dengan n Kali Ulangan*. Padang. UNP

[9] Walpole, R.E. 1993. *Pengantar Statistika Edisi ke-3 Terjemahan Bambang Sumantri.* Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

[10] Widiharih, T. 2007. *Buku Ajar Perancangan Percobaan.* Program Studi Statistika. Jurusan Matematika FMIPA UNDIP. Semarang