

ISSN : 2337-9057



PROSIDING

PERIODE DESEMBER 2012

**SEMINAR HASIL PENELITIAN
SAINS, EDUKASI DAN TEKNOLOGI INFORMASI
15 DESEMBER 2012**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2012**



DAFTAR ISI

Kelompok Matematika	Halaman
<p>PERBANDINGAN SEGIEMPAT LAMBERT PADA GEOMETRI EUCLID DAN NON-EUCLID Anggun Novita Sari, Muslim Ansori dan Agus Sutrisno</p>	1-6
<p>Ruang Topologi T_0, T_1, T_2, T_3, T_4 Anwar Sidik, Muslim Ansori dan Amanto</p>	7-14
<p>PENERAPAN GRAF DEBRUIJN PADA KONSTRUKSI GRAF EULERIAN Fazrie Mulia , Wamiliana , dan Fitriani</p>	15-21
<p>REPRESENTASI OPERATOR HILBERT SCHMIDT PADA RUANG BARISAN Herlisa Anggraini , Muslim Ansori, Amanto</p>	22-27
<p>ANALISIS APROKSIMASI FUNGSI DENGAN METODE MINIMUM NORM PADA RUANG HILBERT $C[a, b]$ (STUDI KASUS : FUNGSI POLINOM DAN FUNGSI RASIONAL) Ida Safitri, Amanto, dan Agus Sutrisno</p>	28-33
<p>Algoritma Untuk Mencari Grup Automorfisma Pada Graf Circulant Vebriyan Agung , Ahmad Faisol, Amanto</p>	34-37
<p>KEISOMORFISMAAN GEOMETRI AFFIN Pratiwi Handayani, Muslim Ansori, Dorrah Aziz</p>	38-41
<p>METODE PENGUKURAN SUDUT MES SEBAGAI KEBIJAKAN PENENTUAN 1 SYAWAL Mardiyah Hayati , Tiryono, dan Dorrah</p>	42-44
<p>KE-ISOMORFISMAAN GEOMETRI INSIDENSI Marlina , Muslim Ansori dan Dorrah Aziz</p>	45-47
<p>TRANSFORMASI MATRIKS PADA RUANG BARISAN \mathbb{R}^n Nur Rohmah, Muslim Ansori dan Amanto</p>	48-53
<p>KAJIAN ANALITIK GEOMETRI PADA GERAK MEKANIK POLISI TIDUR (POLDUR) UNTUK PENGGERAK DINAMO Nurul Hidayah Marfiatin, Tiryono Ruby dan Agus Sutrisno</p>	54-56
<p><i>INTEGRAL RIEMANN FUNGSI BERNILAI VEKTOR</i> Pita Rini, Dorrah Aziz, dan Amanto</p>	57-63
<p>ISOMORFISME BENTUK-BENTUK GRAF <i>WRAPPED BUTTERFLY NETWORKS</i> DAN GRAF <i>CYCLIC-CUBES</i> Ririn Septiana, Wamiliana, dan Fitriani</p>	64-71
<p>Ring Armendariz Tri Handono, Ahmad Faisol dan Fitriani</p>	72-77
<p>PERKALIAN DAN AKAR KUADRAT UNTUK OPERATOR <i>SELF-ADJOINT</i> Yuli Kartika, Muslim Ansori, Fitriani</p>	78-81

Kelompok Statistika

APROKSIMASI DISTRIBUSI <i>STUDENT</i> TERHADAP <i>GENERALIZED LAMBDA DISTRIBUTION</i> (GLD) BERDASARKAN EMPAT MOMEN PERTAMANYA Eflin Marsinta Uli, Warsono, dan Widiarti	82-85
ANALISIS CADANGAN ASURANSI DENGAN METODE ZILLMER DAN NEW JERSEY Eva fitrilia, Rudi Ruswandi, dan Widiarti	86-93
PENDEKATAN DISTRIBUSI GAMMA TERHADAP <i>GENERALIZED LAMBDA DISTRIBUTION</i> (GLD) BERDASARKAN EMPAT MOMEN PERTAMANYA Jihan Trimita Sari T, Warsono, dan Widiarti	94-97
PERBANDINGAN ANALISIS RAGAM KLASIFIKASI SATU ARAH METODE KONVENSIONAL DENGAN METODE ANOM Latusiania Oktamia, Netti Herawati, Eri Setiawan	98-103
PENDUGAAN PARAMETER MODEL POISSON-GAMMA MENGGUNAKAN ALGORITMA EM (<i>EXPECTATION MAXIMIZATION</i>) Nurashri Partasiwi, Dian Kurniasari dan Widiarti	104-109
KAJIAN CADANGAN ASURANSI DENGAN METODE ZILLMER DAN METODE KANADA Roza Zelvia, Rudi Ruswandi dan Widiarti	110-115
ANALISIS KOMPONEN RAGAM DATA HILANG PADA RANCANGAN <i>CROSS-OVER</i> Sorta Sundry H. S, Mustofa Usman dan Dian Kurniasari	116-121
PENDEKATAN DISTRIBUSI GOMPERTZ PADA CADANGAN ASURANSI JIWA UNTUK METODE ZILLMER DAN ILLINOIS Mahfuz Hudori, Rudi Ruswandi dan Widiarti	122-126
KAJIAN RELATIF BIAS METODE <i>ONE-STAGE</i> DAN <i>TWO-STAGE CLUSTER SAMPLING</i> Rohman, Dian Kurniasari dan Widiarti	127-130
PERBANDINGAN UJI HOMOGENITAS RAGAM KLASIFIKASI SATU ARAH METODE KONVENSIONAL DENGAN METODE ANOMV Tika Wahyuni, Netti Herawati dan Eri Setiawan	131-136
PENDEKATAN DISTRIBUSI KHI-KUADRAT TERHADAP <i>GENERALIZED LAMBDA DISTRIBUTION</i> (GLD) BERDASARKAN EMPAT MOMEN PERTAMANYA Tiyas Yulita, Warsono dan Dian Kurniasari	137-140

Kelompok Kimia

TRANSESTERIFIKASI MINYAK SAWIT DENGAN METANOL DAN KATALIS HETEROGEN BERBASIS SILIKA SEKAM PADI ($MgO-SiO_2$) EviRawati Sijabat, Wasinton Simanjuntak dan Kamisah D. Pandiangan	141-147
EFEK PENAMBAHAN SENYAWA EKSTRAK DAUN BELIMBING SEBAGAI INHIBITOR KERAK KALSIMUM KARBONAT ($CaCO_3$) DENGAN METODE <i>UNSEEDED EXPERIMENT</i> Miftasani, Suharso dan Buhani	148-153

EFEK PENAMBAHAN SENYAWA EKSTRAK DAUN BELIMBING WULUH SEBAGAI INHIBITOR KERAK KALSIMUM KARBONAT (CaCO_3) DENGAN METODE <i>SEDED EXPERIMENT</i> PutriFebriani Puspita, Suharso dan Buhani	154-160
IDENTIFIKASI SENYAWA AKTIF DARI KULIT BUAH ASAM KERANJI (<i>Dalium indum</i>) SEBAGAI INHIBITORKOROSIBAJA LUNAK Dewi Kartika Sari, Ilim Wasinton dan Simanjuntak	161-168
TransesterifikasiMinyakSawitdenganMetanoldanKatalisHeterogenBerbasis SilikaSekamPadi($\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$) Wanti Simanjuntak, Kamisah D. Pandiangan dan Wasinton Simanjuntak	169-175
UJI PENDAHULUAN HIDROLISIS ONGGOK UNTUK MENGHASILKAN GULA REDUKSI DENGAN BANTUAN ULTRASONIKASI SEBAGAI PRAPERLAKUAN Juwita Ratna Sari dan Wasinton Simanjuntak	176-182
STUDI FORMULASI PATI SORGUM-GELATIN DAN KONSENTRASI <i>PLASTICIZER</i> DALAM SINTESA BIOPLASTIK SERTA UJI <i>BIODEGRADABLE</i> DENGAN METODE FISIK Yesti Harryzona dan Yuli Darni	183-190

Kelompok Fisika

Pengaruh Variasi Suhu Pemanasan Dengan Pendinginan Secara Lambat Terhadap Uji <i>Bending</i> Dan Struktur Mikro Pada Baja Pegas Daun AISI 5140 Adelina S.E Sianturi, Ediman Ginting dan Pulung Karo-Karo	191-195
PengaruhKadar CaCO_3 terhadapPembentukanFaseBahanSuperkonduktorBSCCO-2212 denganDopingPb (BPSCCO-2212) Ameilda Larasati, Suprihatin dan Ediman GintingSuka	196-201
Variasi Kadar CaCO_3 dalamPembentukanFaseBahanSuperkonduktor BSCCO-2223 dengan Doping Pb (BPSCCO-2223) Fitri Afriani, Suprihatin dan Ediman Ginting Suka	202-207
Sintesis Bahan Superkonduktor BSCCO-2223 Tanpa Doping Pb Pada Berbagai Kadar CaCO_3 Heni Handayani, Suprihatin dan Ediman Ginting Suka	208-212
Pengaruh Variasi Waktu Penarikan dalam Pembuatan Lapisan Tipis TiO_2 dengan Metode Pelapisan Celup Dian Yulia Sari dan Posman Manurung	213-218
Pengaruh Suhu Sintering terhadap Karakteristik Struktur dan Mikrostruktur Komposit Aluminosilikat $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ Berbahan Dasar Silika Sekam Padi Fissilla Venia Wiranti dan Simon Sembiring	219-225
Sintesisdan KarakterisasiTitaniaSilikadenganMetode Sol Gel Revy Susi Maryanti dan Posman Manurung	226-230
Uji Fotokatalis Bahan TiO_2 yang ditambahdengan SiO_2 padaZatWarnaMetilenBiru Violina Sitorus dan Posman Manurung	231- 236
KARAKTERISTIK STRUKTUR DAN MIKROSTRUKTUR KOMPOSIT $\text{B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ BERBASIS SILIKA SEKAM PADI DENGAN VARIASI SUHU KALSINASI Nur Hasanah, Suprihatin, dan Simon Sembiring	237-241

RANCANG BANGUN DAN ANALISIS ALAT UKUR MASSA JENIS ZAT CAIR BERBASIS MIKROKONTROLER ATmega8535 Prawoto, Arif Surtono, dan Gurum Ahmad Pauzi	242-247
ANALISIS BAWAH PERMUKAAN KELURAHAN TRIKORA KABUPATEN NGADA NTT MENGGUNAKAN METODE GPR (<i>Ground Penetrating Radar</i>) DAN GEOLISTRIK R. Wulandari, Rustadi dan A. Zaenudin	248-250
Analisis Fungsionalitas Na ₂ CO ₃ Berbasis CO ₂ Hasil Pembakara Tempurung Kelapa RizkySastia Ningrum, Simon Sembiring dan	251-256

ANALISIS KOMPONEN RAGAM DATA HILANG PADA RANCANGAN *CROSS-OVER*

Sorta Sundy H. S¹, Mustofa Usman² dan Dian Kurniasari³

Mahasiswa Jurusan Matematika, FMIPA, Unila, Bandar Lampung, Indonesia¹

le_sund@yahoo.com

Dosen Jurusan Matematika, FMIPA, Unila, Bandar Lampung, Indonesia²

Dosen Jurusan Matematika, FMIPA, Unila, Bandar Lampung, Indonesia³

Abstract. This research will discuss the unbalanced cross over design with fixed effect model. The basic model are Randomized Block and Latin Square design will be used. Some approach will be discussed to overcome the problem with missing data. The method of estimation of missing data will be given and the standard analysis will be conducted after the estimation of the missing data put in the design.

1. PENDAHULUAN

Rancangan percobaan diklasifikasikan menjadi Rancangan Acak Lengkap (RAL), Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL), dan Rancangan *Latin Square*. Rancangan *cross-over* merupakan sebuah rancangan yang mengkombinasikan sifat *Latin Square* dan RAKL, digunakan untuk membandingkan dua hingga empat perlakuan dalam peternakan dan penelitian biologi lainnya.

Rancangan *cross-over* dipakai karena rancangan ini memerlukan lebih sedikit unit percobaan untuk sejumlah pengamatan yang sama pada sebuah percobaan paralel. Akan tetapi ada kelemahan dalam penggunaan rancangan *cross-over* ini, antara lain : durasi dari percobaan ini cenderung lebih panjang daripada sebuah percobaan paralel dan efek dari perlakuan tidak dapat ditentukan secara langsung karena dipengaruhi perlakuan sebelumnya (Kunert dan Stufken, 2002). Efek dari perlakuan sebelumnya dinamakan *carry-over effect*. Pengaruh bawaan ini dapat diatasi melalui penyisipan suatu "periode istirahat" diantara periode-periode perlakuan. Periode istirahat merupakan suatu periode tanpa perlakuan.

Dalam percobaan yang dilakukan seringkali pelaksanaannya tidak sesuai dengan yang diharapkan. Berbagai macam kendala yang tidak diperkirakan sebelumnya bisa saja terjadi, misalnya karena kurang bahan yang tersedia, pecahnya tabung dalam percobaan, rusaknya petak percobaan karena hama, serta kejadian lainnya bisa saja muncul bahkan menjadi masalah. Adanya data hilang akan menjadi masalah baru dalam analisis karena data tidak lengkap. Pendekatan yang sering dilakukan adalah dengan menganalisis data yang ada (dengan mengabaikan data yang hilang) atau dengan melakukan pendugaan

terhadap data yang hilang. Analisis data hilang dengan mengabaikan data yang hilang memang lebih mudah dan cepat dikerjakan. Tetapi masalah akan timbul jika jumlah data yang hilang cukup besar. Keadaan tersebut menjadi salah satu alasan mengapa data hilang perlu dilakukan pendugaan atau estimasi.

Dalam penulisan ini akan dibahas suatu metode untuk menganalisa data hilang dengan pengembangan rumus untuk unit percobaan hilang. Pengembangan rumus ini adalah metode untuk menganalisa data hilang dengan menurunkan secara parsial jumlah kuadrat sisa dan nilai yang hilang. Adanya data hilang berpengaruh terhadap analisa varians dan uji lanjutnya yaitu pada analisa varians dimana derajat bebas dari total dan galatnya berkurang dengan banyaknya data hilang serta terjadi bias pada jumlah kuadrat perlakuan (JKP) sedangkan pada uji lanjut galat baku berubah dengan adanya data hilang. Sehingga diperlukan penanganan khusus untuk menghilangkan bias tersebut, yaitu analisis varians. Analisis varians untuk menangani bias ini dikenal dengan istilah analisis varians alternatif.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Rancangan *Cross-over*

Rancangan *cross-over* adalah rancangan percobaan yang terdiri dari beberapa periode pengamatan (Vincent Gaspersz, 1991).

Rancangan *cross-over* adalah rancangan dimana perlakuan didistribusikan ke tiap unit percobaan dalam urutan jadi tiap perlakuan diberikan ke tiap unit percobaan (Milliken dan Johnson, 1992).

2.2. Model dan Asumsi Rancangan Cross-over

Sebuah model untuk menggambarkan respon dari sebuah pengamatan hewan ke- m yang menerima rangkaian ke- i dan perlakuan ke- k dalam periode j adalah

$$Y_{ijkm} = \mu_{ijk} + \eta_{im} + \varepsilon_{ijkm}$$

$$i = 1, 2, \dots, s \quad j = 1, 2, \dots, t$$

$$k = 1, 2, \dots, t \quad m = 1, 2, \dots, n_i$$

dimana μ_{ijk} adalah rata-rata respon perlakuan ke- k yang diberikan di rangkaian i pada periode waktu j , η_{im} adalah galat acak asosiasi dengan unit percobaan ke- m di rangkaian i , dan ε_{ijkm} adalah galat acak asosiasi dengan interval waktu dalam unit percobaan ke- m dirangkaian i . Model bisa diparameterkan sebagai

$$Y_{ijkm} = \mu + \tau_k + \pi_j + \sum_{r=0}^{j-1} \lambda_{jk_r} + \eta_{im} + \varepsilon_{ijkm}$$

dimana τ_k adalah efek perlakuan, π_j adalah efek selang waktu, dan λ_{jk_r} merupakan efek *carry-over* dari perlakuan ke- k (yang diberikan dalam periode waktu $r = 0, 1, \dots, j-1$) pada periode waktu j dimana $\lambda_{jk_0} = 0$. Sebagian besar aplikasi dari rancangan *cross-over* mengasumsikan $\lambda_{jk_r} = 0$ untuk semua r dimana $r < j-1$, $j = 2, 3, \dots, t$. Misal $\lambda_{jk_{j-1}} = \lambda_{k_{j-1}}$ maka model dapat ditulis sebagai berikut

$$Y_{ijkm} = \mu + \tau_k + \pi_j + \lambda_{k(j-1)} + \eta_{im} + \varepsilon_{ijkm}$$

Asumsi distribusi η_{im} dan ε_{ijkm} sangat penting dalam membangun sebuah analisis yang tepat. Karena unit percobaan ditempatkan secara acak ke dalam rangkaian, asumsi yang tepat adalah $\eta_{im} \sim i.i.dN(0, \sigma_\eta^2)$. Karena ε_{ijkm} adalah galat interval waktu, sebagian besar galat seperti ini tidak berdistribusi independen, tapi dalam penulisan ini diasumsikan $\varepsilon_{ijkm} \sim i.i.dN(0, \sigma_\varepsilon^2)$.

2.3. Data Hilang

Data hilang dalam analisis varians telah menjadi topik penelitian yang menarik, karena pada rancangan-rancangan tertentu kehilangan data dapat menyebabkan analisis data menjadi sangat kompleks dan bahkan kadang-kadang tidak dapat dianalisis. Kasus semacam ini sering disebut sebagai kasus data hilang atau *missing value* (Das. M. N dan N. C. Giri, 1979).

2.4. Pengembangan Rumus untuk Unit Percobaan yang Hilang

Pengembangan rumus untuk unit percobaan yang hilang ini telah diterapkan pada rancangan *Latin square*. Pendugaan nilai dari satu unit percobaan, kita asumsikan bahwa item yang hilang berada dalam baris pertama, kolom pertama, dan perlakuan pertama. Ini benar karena susunan dari *Latin square* dapat disusun dengan cara ini. Jumlah kuadrat sisa, termasuk nilai yang hilang, \hat{X}_{111} adalah

$$\hat{X}_{111}^2 + \sum_{ijh} X_{ijh}^2 - \frac{1}{k} \left\{ (X_{1.} + \hat{X}_{111})^2 + \sum_{2}^k X_{i.}^2 + (X_{.1} + \hat{X}_{111})^2 + \sum_{2}^k X_{.j}^2 + (X_{.1} + \hat{X}_{111})^2 + \sum_{2}^k X_{.h}^2 \right\} + \frac{2(X_{1.} + \hat{X}_{111})^2}{k^2}$$

Berbagai jumlah disusun dari hasil nilai dalam *Latin square*, asumsikan \hat{X}_{111} sama dengan nol. Turunan parsial dari jumlah kuadrat di atas dengan respek kepada \hat{X}_{111} adalah

$$2\hat{X}_{111} \frac{2}{k} \{ X_{1.} + \hat{X}_{111} + X_{.1} + \hat{X}_{111} + X_{.1} + \hat{X}_{111} \} + \frac{4(X_{1.} + \hat{X}_{111})}{k^2}$$

Kemudian atur persamaan di atas sama dengan nol dan selesaikan \hat{X}_{111} .

3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan untuk mengestimasi data hilang pada rancangan *cross-over* adalah sebagai berikut :

1. Mengestimasi masing-masing jumlah kuadrat pada model rancangan *cross-over* dengan menggunakan kaidah kuadrat terkecil.

2. Mencari nilai harapan dari masing-masing jumlah kuadrat dengan menggunakan kaidah kuadrat tengah.
3. Membangkitkan data berdistribusi normal dengan ragam, struktur galat diketahui dan galat acak diperoleh dari simulasi menggunakan *software SAS 9.0*.
4. Menduga data hilang dengan pengembangan rumus untuk data hilang.

4. PEMBAHASAN

4.1. Estimasi Jumlah Kuadrat dan Nilai Harapan Jumlah Kuadrat

Model linier dari rancangan *cross-over* secara umum dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Y_{ijkm} = \mu + \tau_k + \pi_j + \lambda_{k(j-1)} + \eta_{im} + \varepsilon_{ijkm} \quad (4.1)$$

Dimana :

- Y_{ijkm} = nilai pengamatan
- μ = nilai tengah keseluruhan
- τ_k = pengaruh perlakuan ke-k
- π_j = pengaruh periode waktu ke-j
- $\lambda_{k(j-1)}$ = pengaruh *carry-over* dari perlakuan ke-k dalam periode waktu j
- η_{im} = galat acak pada unit percobaan ke-m dalam rangkaian i
- ε_{ijkm} = galat acak pada rangkaian ke-l, perlakuan ke-k, periode waktu ke-j, dan unit percobaan ke-m

Model linier dalam percobaan terdiri dari 3 model yaitu model tetap (*fix*), model random dan model campuran. Tetapi dalam penulisan ini diambil model tetap, sehingga asumsi yang harus dipenuhi dalam model tetap adalah

$$\sum_{k=1}^t \tau_k = 0 \qquad \sum_{j=1}^t \pi_j = 0$$

$$\sum_{j=1}^t \lambda_{k(j-1)} = \sum_{k=1}^t \lambda_{k(j-1)} = 0$$

$$\sum_{i=1}^s \eta_{im} = \sum_{m=1}^{n_i} \eta_{im} = 0$$

Dari persamaan (4.1) terdapat parameter model yang perlu diestimasi, untuk mengestimasi parameter tersebut digunakan metode kuadrat terkecil sehingga akan diperoleh nilai penduga masing-masing

parameter. Penduga dari persamaan (4.1) dengan menggunakan metode kuadrat terkecil diperoleh sebagai berikut :

$$\varepsilon_{ijkm} = Y_{ijkm} - \mu - \tau_k - \pi_j - \lambda_{k(j-1)} - \eta_{im} \quad (4.2)$$

Misalkan

$$L = \sum_{i,j,k,m}^{s,t,t,n_i} \varepsilon_{ijkm}^2 \quad (4.3)$$

$$= \sum_{i,j,k,m}^{s,t,t,n_i} (Y_{ijkm} - \mu - \tau_k - \pi_j - \lambda_{k(j-1)} - \eta_{im})^2$$

Akan ditentukan estimasi dari parameter model yang meminimumkan fungsi L dengan menggunakan metode kuadrat terkecil.

- Estimasi parameter untuk μ yang meminimalkan L

$$\frac{\partial L}{\partial \mu} = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial \mu} = -2 \sum_{i,j,k,m}^{s,t,t,n_i} (Y_{ijkm} - \mu - \tau_k - \pi_j - \lambda_{k(j-1)} - \eta_{im})$$

$$\sum_{i,j,k,m}^{s,t,t,n_i} Y_{ijkm} - \sum_{i,j,k,m}^{s,t,t,n_i} \mu - \sum_{i,j,k,m}^{s,t,t,n_i} \tau_k - \sum_{i,j,k,m}^{s,t,t,n_i} \pi_j - \sum_{i,j,k,m}^{s,t,t,n_i} \lambda_{k(j-1)} - \sum_{i,j,k,m}^{s,t,t,n_i} \eta_{im} = 0$$

$$Y_{...st} - \hat{\mu} - 0 - 0 - 0 - 0 = 0$$

$$\hat{\mu} = \bar{Y}_{...}$$

Dengan cara yang sama diperoleh :

- Estimasi parameter untuk τ_k yang meminimalkan L adalah $\hat{\tau}_k = \bar{Y}_{..k} - \bar{Y}_{...}$
- Estimasi parameter untuk π_j yang meminimalkan L adalah $\hat{\pi}_j = \bar{Y}_{.j.} - \bar{Y}_{...}$
- Estimasi parameter untuk $\lambda_{k(j-1)}$ yang meminimalkan L adalah $\hat{\lambda}_{k(j-1)} = \bar{Y}_{.jk.} - \bar{Y}_{..k.} - \bar{Y}_{.j.} + \bar{Y}_{...}$
- Estimasi parameter untuk η_{im} yang meminimalkan L adalah $\hat{\eta}_{im} = \bar{Y}_{i..m} - \bar{Y}_{...}$

Sehingga dari perhitungan di atas diperoleh :

$$\hat{Y}_{ijkm} = \bar{Y}_{...} + (\bar{Y}_{..k} - \bar{Y}_{...}) + (\bar{Y}_{.j.} - \bar{Y}_{...}) + (\bar{Y}_{.jk.} - \bar{Y}_{..k.} - \bar{Y}_{.j.} + \bar{Y}_{...}) + (\bar{Y}_{i..m} - \bar{Y}_{...})$$

$$= \bar{Y}_{.jk.} + \bar{Y}_{i..m} - \bar{Y}_{...}$$

Hasil bagi antara jumlah kuadrat dengan derajat bebasnya dinamakan kuadrat tengah, sehingga :

$$KTA = \frac{JKA}{(t-1)} \quad KTB = \frac{JKB}{(t-1)}$$

$$KT(AB) = \frac{JK(AB)}{(t-1)(t-1)}$$

$$KT(CD) = \frac{JK(CD)}{(sn_i - 1)}$$

$$KTG = \frac{JKG}{(sn_i - 1)(tt - 1)}$$

Nilai harapan kuadrat tengah (E(KT)) masing-masing faktor ditentukan sebagai berikut :

$$E(KTA) = E\left(\frac{JKA}{t-1}\right) = \frac{1}{t-1} E(JKA) = \sigma^2 + \frac{stn_i \sum_{k=1}^t \tau_k^2}{t-1}$$

$$E(KTB) = E\left(\frac{JKB}{t-1}\right) = \frac{1}{t-1} E(JKB) = \sigma^2 + \frac{stn_i \sum_{j=1}^t \pi_j^2}{t-1}$$

$$E(KT(AB)) = E\left(\frac{JK(AB)}{(t-1)(t-1)}\right) = \sigma^2 + \frac{sn_i \sum_{j,k=1}^{t,t} \lambda_{k(j-1)}^2}{(t-1)(t-1)}$$

$$E(KT(CD)) = E\left(\frac{JK(CD)}{sn_i - 1}\right) = \sigma^2 + \frac{tt \sum_{i,m=1}^{s,n_i} \eta_{im}^2}{sn_i - 1}$$

$$E(JKT) = E\left(\sum_{i,j,k,m=1}^{s,t,t,n_i} \frac{Y_{ijkm}^2}{sttn_i}\right)$$

$$= stn_i \sum_{k=1}^t \tau_k^2 + stn_i \sum_{j=1}^t \pi_j^2 + sn_i \sum_{j,k=1}^{t,t} \lambda_{k(j-1)}^2 + t \sum_{i,m=1}^{s,n_i} \eta_{im}^2 + (sttn_i - 1)\sigma^2$$

$$E(KTG) = E\left(\frac{JKG}{(sn_i - 1)(tt - 1)}\right) = \sigma^2$$

4.2. Nilai Dugaan Data Hilang

Pada umumnya, tidak ada data yang hilang dalam sebuah percobaan. Oleh karena itu kita asumsikan unit percobaan yang hilang berada dalam baris pertama, kolom pertama, dan untuk perlakuan pertama. Jumlah kuadrat sisa, termasuk nilai yang hilang \hat{Y}_{111} , adalah

$$\hat{Y}_{111}^2 + \sum_{ikm}^2 \left[\frac{(Y_{.1} + \hat{Y}_{111})^2 + \sum_k Y_{.k}^2}{sn_i} \right] \left[\frac{(Y_{11} + \hat{Y}_{111})^2 + \sum_{im} Y_{im}^2}{t} \right] + \frac{(Y_{...} + \hat{Y}_{111})^2}{stn_i}$$

Berbagai jumlah disusun dari hasil nilai dalam *cross over*, asumsikan \hat{Y}_{111} sama dengan nol. Turunan parsial dari jumlah kuadrat di atas dengan respek kepada \hat{Y}_{111} adalah

$$2\hat{Y}_{111} - \frac{2(Y_{.1} + \hat{Y}_{111})}{sn_i} - \frac{2(Y_{11} + \hat{Y}_{111})}{t} + \frac{2(Y_{...} + \hat{Y}_{111})}{stn_i}$$

Dengan menyamakan persamaan di atas ke nol, maka diperoleh penyelesaian untuk \hat{Y}_{111} .

$$\hat{Y}_{111} = \frac{tY_{.1} + sn_i Y_{11} - Y_{...}}{stn_i - t - sn_i + 1}$$

Dengan proses yang sama kita akan memperoleh rumus umum, yaitu

$$\hat{Y}_{ikm} = \frac{tY_{.k} + sn_i Y_{i.m} - Y_{...}}{stn_i - t - sn_i + 1} \quad (4.2.1)$$

4.3. Simulasi Data

Rancangan *cross-over* yang dibahas dalam simulasi didefinisikan sebagai berikut, terdapat enam rangkaian dan tiga perlakuan dalam tiga periode waktu yang masing-masing diberikan pada enam unit percobaan. Data yang dibangkitkan berdistribusi normal dengan $\sigma^2 = 5$, struktur galat diketahui dan galat acak diperoleh dari simulasi menggunakan *software* SAS 9.0, sedangkan

rata-rata yang digunakan adalah $\mu_A = 10$, $\mu_B = 15$, dan $\mu_C = 20$.

Hasil analisis ragam data menggunakan *software SAS 9.0* :

Tabel 4.1 Anova Data Lengkap

SK	DB	JK	KT	T
A	2	1504.6219	752.31093	9.1109573
B	2	516.32548	258.16274	3.1265128
AB	4	147.62486	36.906214	0.4469574
CD	35	195.95444	5.5986982	0.0678037
Galat	280	23120.19	82.572106	
Total	323	25484.716	78.90005	

Tabel 4.2 Anova 1 Data Hilang Setelah Diduga

SK	DB	JK	KT	T
A	2	1483.3544	741.6771	8.573832
B	2	502.47437	251.23718	3.0342415
AB	4	156.68707	39.171767	0.4730852
CD	35	207.38775	5.9253643	0.0715618
Galat	280	23184.183	82.800655	
Total	323	25534.087	79.0529	

Tabel 4.3 Anova 2 Data Hilang Setelah Diduga

SK	DB	JK	KT	T
A	2	1514.6661	757.33304	9.077869
B	2	504.52275	252.26138	3.0237631
AB	4	157.81012	39.452531	0.4729028
CD	35	207.931	5.9408858	0.0712112
Galat	280	23359.365	83.426302	
Total	323	25744.295	79.703698	

Tabel 4.4 Anova 3 Data Hilang Setelah Diduga

SK	DB	JK	KT	T
A	2	1512.2886	756.14432	9.0034505
B	2	485.77073	242.88536	2.8920489
AB	4	158.49993	39.624982	0.4718168
CD	35	223.60695	6.38877	0.0760714
Galat	280	23515.474	83.83837	
Total	323	25895.641	80.172262	

Tabel 4.5 Anova 4 Data Hilang Setelah Diduga

SK	DB	JK	KT	T
A	2	1553.6608	776.83041	9.1551863
B	2	460.74926	230.37463	2.7150362
AB	4	142.62301	35.655753	0.4202141
CD	35	212.81879	6.0805369	0.071661
Galat	280	23758.393	84.851404	
Total	323	26128.245	80.892399	

Dari tabel-tabel di atas terlihat bahwa terdapat perbedaan yang tidak terlalu signifikan pada analisis ragamnya, ini menandakan bahwa teknik pendugaan yang dipakai baik untuk menduga data hilang pada rancangan *cross-over*. Hal ini dapat juga dilihat dari nilai KTG_L (Kuadrat Tengah Galat Lengkap) untuk data yang lengkap atau tidak ada yang hilang dengan nilai KTG_TL (Kuadrat Tengah Galat

Tidak Lengkap) untuk data yang tidak lengkap atau ada data yang hilang.

Tabel 4.13 Perbandingan Kuadrat Tengah

KTG_L	KTG_1	KTG_2	KTG_3	KTG_4
5.59869	5.925364	5.940885	6.38877	6.080536
82.5721	82.80065	83.42630	83.98383	84.85140

5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil yang diperoleh di atas dapat disimpulkan bahwa :

1. Teknik pendugaan data hilang cocok digunakan untuk menduga data hilang pada rancangan *cross-over balanced* (seimbang) dengan model tetap.
2. Pada simulasi yang dilakukan dengan *software SAS 9.0* dapat dilihat bahwa banyaknya data yang hilang mempengaruhi nilai dugaan data hilang dan analisis ragam data.

DAFTAR PUSTAKA

- Biggers, J. D. 1959. *The Estimation of Missing and Mixed-up Observations in several Experimental Design*. Department of Physiology, Royal Veterinary College, London.
- Cochran, W. G dan Cox, G. M. 1957. *Experiment Design*. John Wiley and Sons, New York.
- Milliken, G. A. dan Johnson, D. E. 1992. *Analysis of Messy Data, Volume I: Design Experiments*. Chapman & Hall, London.
- Usman, M dan Warsono. 2003. Analisis Data Hilang pada Model Desain Eksperimen. *Statistika Forum Teori dan Aplikasi Statistika Volume 3 Edisi Khusus Mei 2003*, 157-162.
- Widiharih, T. 2007. Buku Ajar Perancangan Percobaan. Program Studi Statistika Jurusan Matematika FMIPA UNDIP, Semarang.