

PROSIDING



**SEMINAR SEHARI
HASIL-HASIL PENELITIAN dan
PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT**



**Lembaga Penelitian
Universtas Lampung
2009**

PROSIDING

Seminar Sehari

Hasil – Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat

Oktober © 2009

Penyunting :

Prof. Dr. John Hendri, M.S.
Dr. Eng. Admi Syarif
Dr. Ir. R. Hanung Ismono, M.P.

Penyunting pelaksana:

A. Rahman, S.Sos.
Sartini, S.H., M.H.
Y. Male, S.H.
Esti Susilawati
Katli Azwan
M. Rifki
Anwar, A.Md.
Agus Effendi, A.P.
Ina Iryana S.S.
Andora Nerisona, A.Md.

Prosiding Seminar Sehari

Hasil – Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat :

Oktober 2009 / penyunting, John Hendri [et al.]. – Bandarlampung :

Lembaga Penelitian Universitas Lampung, 2009.

x + 310 hlm. ; 21 x 29,7 cm

ISBN 978-979-8510-07-6

Diterbitkan oleh :

LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS LAMPUNG

Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro no. 1 Gedungmeneng Bandarlampung 35145

Telp. (0721) 705173, 701609 ext. 138, 136, Fax. 773798,

e-mail : lemlit@unila.ac.id

<http://lemlit.unila.ac.id>

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada ALLAH SWT., yang telah melimpahkan Rahmat dan Nikmat-Nya kepada civitas akademika Universitas Lampung yang dapat mengenang hari jadinya yang ke-44 tahun di Tahun 2009. dalam rangka mewujudkan Tri Dharma Perguruan Tinggi, Universitas Lampung menyelenggarakan Seminar Sehari Hasil-hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat yang telah dilaksanakan oleh para dosen, baik yang dilakukan dengan dana mandiri, maupun mereka mendapatkan bantuan hibah dari berbagai *block grant* Hasil-hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat yang diseminarkan pada tanggal 5 Oktober 2009. Hasil penelitian dan pengabdian kepada masyarakat ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni (IPTEKS) serta mendukung pembangunan nasional.

Terimakasih kami sampaikan kepada panitia seminar yang telah bekerja keras untuk mengumpulkan makalah dari para dosen di lingkungan Universitas Lampung dan peran serta aktif dosen dalam seminar. Demikian juga kami sampaikan ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada dewan penyunting dan penyunting pelaksana yang dengan sepuh hati mewujudkan terbitnya prosiding ini, serta kepada pihak-pihak yang telah memberikan kritik dan saran yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Bandarlampung, 10 Oktober 2009

**Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Lampung,**



Prof. Dr. John Hendri, M.S.
NIP 195810211987031001

DAFTAR ISI

Kelompok A

STATUS DAN KONDISI KARANG BATU DI PULAU YANG BERPENDUDUK DAN PULAU TIDAK BERPENDUDUK DI TELUK LAMPUNG

Achmad Nugraha A-1

POTENSI DAYA ANTIBAKTERI ISOLAT *Lactobacillus* DARI TEMPOYAK
TERHADAP *Escherichia coli* THE POTENTIAL ABILITY OF ANTIBACTERIAL ISOLATES
Lactobacillus From TEMPOYAK TO *Escherichia coli*

Christina Nugroho Ekowati A-10

DETEKSI ENZIM BETA-LAKTAMASE DAN ISOLASI PLASMID DARI ISOLAT KLINIK
Escherichia coli DI BANDAR LAMPUNG (*Detection of Beta-Lactamase Enzyme and Plasmid Isolation from Clinical Isolates Escherichia coli in Bandar Lampung*)

Efrida Warganegara A-16

KEKAYAAN JENIS TUMBUHAN LUMUT DI GUNUNG PESAWARAN TAMAN HUTAN RAYA
WAN ABDUL RACHMAN, PROPINSI LAMPUNG

Ellyzarti A-21

IDENTIFIKASI DAN AKTIVITAS MENGGIGIT NYAMUK VEKTOR MALARIA DI DAERAH
PANTAI PURI GADING KELURAHAN SUKAMAJU KECAMATAN TELUK BETUNG BARAT
BANDAR LAMPUNG

Emantis Rosa, Endah Setyaningrum, Sri Murwani, Irwan Halim A-33

KELAINAN MITOSIS SEL AKAR UMBI BAWANG BOMBAY AKIBAT PERENDAMAN DALAM
EKSTRAK UMBI KEMBANG SUNGSANG (*Gloriosa superba* L) MYTOSIS ANOMALI OF ROOT
TUBER CELL OF ONION DUE TO SOAKING IN THE EXTRACT *Gloriosa superba* L. TUBER

Eti Ernawati, Sri Wahyuningsih, dan Era Nofera A-45

AIR HASIL OLAHAN LIMBAH RUMAH SAKIT DAMPAKNYA TERHADAP LAJU
PERTUMBUHAN SPESIFIK DAN SINTASAN IKAN NILA (*Oreochromis niloticus* Linn)

G. Nugroho Susanto, Tugiyono, Nuning Nurcahyani, Loly Hanida A-52

STUDI PENGGUNAAN INDIKATOR X-GAL DALAM KLONING GEN PADA *Escherichia coli*
DH5 α (*Study of X-gal indicator uses on gene cloning in Escherichia coli DH5 α*)

Heri Satria A-61

ESTIMATION OF COAL DEPOSIT USE RESISTIVITY METHOD IN JONGGON KUTAI
KERTANEGARA EAST KALIMANTAN

Karyanto A-69

**PENYELESAIAN NUMERIK PERSAMAAN SCHRÖDINGER UNTUK BAGIAN
SUDUT THETA PADA ATOM HIDROGEN**

Meidian Riza, Sri Wahyu Suciati, Roniyus MS A-84

**BENTUK KUADRATIK JUMLAH KUADRAT DAN KOMPONEN RAGAM RANCANGAN
TERSARANG DUA TAHAP MODEL ACAK**

Netti Herawati ,Alfian Futuhul Hadi A-97

**TOXICITY OF THE “GAMAL” (*Gliricidia maculata*) LEAF EXTRACT ON THE IMAGO OF
ERYTHRINA GALL WASP (*Quadrastichus erythrinae* KIM)**

Nismah A-106

**INVENTARISASI JENIS ANURA DI KAWASAN HUTAN SEKITAR WADUK BATUTEGI,
TANGGAMUS, LAMPUNG**

Nuning Nurcahyani, M. Kanedi, E..S. Kurniawan A-113

**THE EFFECT OF BORON OXIDE ADDITION ON STRUCTURE AND MICROSTRUCTURE OF
RICE HUSK SILICA AS RAW MATERIAL OF CERAMIC.**

Pulung Karo-Karo A-118

**PENGARUH TINGKAT PENGETAHUAN DAN SIKAP GIZI IBU TERHADAP ASUPAN MAKAN BALITA
(*The Effect of Nutritional Knowledge and Attitude of Mother to Food Intake of Preschool
Children*)**

Reni Zuraida A-124

**PENGARUH PEMBERIAN JENIS PAKAN TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KELANGSUNGAN
HIDUP LARVA LOBSTER AIR TAWAR (*CHERAX QUADRICARINATUS*)**

Saiful Anshari dan G. Nugroho Susanto A-131

**PEMANFAATAN SENSOR KOIL SEBAGAI DETEKTOR PENCATAT WAKTU
PADA VISCOSIMETER METODE BOLA JATUH BERBASIS KOMPUTER**

Sri Wahyu Suciati, M.Si. dan Arif Surtono, M.Si. A-143

**INFLUENCE OF SEED SOAKING IN INSECTICIDE CONTAINING PROFENOFOS TO THE
VIABILITY OF POLLEN AND PRODUCTION OF TOMATO FRUIT (*Lycopersicum
esculentum* Mill.)**

Sri Wahyuningsih, Tundjung Tripeni H., dan Leni Supriyanti A-150

ISOLASI *Bacillus* PENGHASIL PROTEASE DARI SALURAN PENCERNAAN AYAM KAMPUNG

Sumardi dan Dewi Lengkana A-157

**DAYA REPRODUKSI *Mesocyclops aspericornis* DALAM MEDIA RENDAMAN KANGKUNG
(*Ipomoea aquatica* Forsk.) DAN AIR SAWAH**

Endah Setyaningrum, Sri Murwani dan F.X. Soesilo A-165

**PENGARUH ARAH MEDAN MAGNET TERHADAP ANATOMI COCOR BEBEK (*Kalanchoe
pinnata* Pers.)**

Rochmah Agustrina dan Roniyus A-174

**PEMBANDINGAN BEBERAPA PENDUGA TINGKAT KESALAHAN KLASIFIKASI PADA
ANALISIS DISKRIMINAN KUADRATIK**

Khoirin Nisa A-183

FUNGAL SPORES AND BIOMASS APPLICATION ON THE GROWTH OF *LYCOPERSICUM ESCULENTUM* MILL (APLIKASI SPORA FUNGI DAN BIOMASA FUNGI PADA PERTUMBUHAN *LYCOPERSICUM ESCULENTUM* MILL)

Bambang Irawan A-193

EFEK LOVASTATIN YANG DIFERMENTASI OLEH KAPANG *MONASCUS PURPUREUS* JMBA TERHADAP KADAR KOLESTEROL DAN HISTOPATOLOGI HATI TIKUS GALUR SPRAGUE DAWLEY. (EFFECT OF LOVASTATIN FERMENTED BY *MONASCUS PURPUREUS* JMBA ON KOLESTEROL ACTIVITY AND HISTOPHATOLOGY ON SPRAGUE DAWLEY LINE OF RAT.)

Kusuma Handayani A-202

PERILAKU MASYARAKAT DALAM PENCARIAN PENGOBATAN TUBERKULOSIS PARU DI KECAMATAN RAJABASA

Dyah Wulan Sumekar RW A-212

Kelompok B

ESTIMATES OF HERITABILITIES ACCORDING TO HALLAEUR AND MIRANDA MODEL OF TWO GENOTYPES OF LONG BEANS (*Vigna sesquipedalis* [L.] Koern.) IN POTASSIUM DIFFERENT ENVIRONMENTS.

Ardian dan Erwin Yuliadi B-1

INVENTARISASI DAN IDENTIFIKASI HUTAN MANGROVE DI TAMAN NASIONAL WAY KAMBAS (TNWK) PROVINSI LAMPUNG

Asihing Kustanti dan Indra Gumay Febryano B-7

ESTMATED STORABILITY 90% (ES-90) OF CHEMICALLY RAPID AGEING INENSITY USING ETHANOL VAPOUR (CRAIV) ON PEANUT (*Arahis hypogaea* L.) SEEDS

Eko Pramono..... B-12

TRANSFORMATION AND REGENERATION OF TOMATO (*Lycopersicon esculentum* (L.) WITH PARTHENOCARPI GENES THROUGH AGROBACTERIUM TUMEFACIENS VECTOR.

Fitri Yelli, S.P., M.Si..... B-19

STUDY OF HEAVY METALS Pb, Cu, Hg, and Cd CONTAINED IN FISHES AT BANDAR LAMPUNG COASTAL AREA

Indra Gumay Yudha..... B-29

KOMPOSISI JENIS DAN POLA PENYEBARAN TUMBUHAN BAWAH PADA KOMUNITAS HUTAN YANG DIKELOLA PETANI DI REGISTER 19 PROVINSI LAMPUNG

Indriyanto B-35

THE EFFECT OF PHOSPHOROUS AND POTASSIUM FERTILIZERS ON THE GROWTH AND YIELD OF DRAGON FRUIT	
Kushendarto dan Darwin H. Pangaribuan	B-44
PRODUKSI TEPUNG UBI KAYU BERPROTEIN: SUATU KAJIAN AWAL KARAKTERISTIK BERDASARKAN LAMA FERMENTASI DAN JUMLAH INOKULUM DENGAN MENGGUNAKAN RAGI TEMPE	
Medikasari, Marniza, Evi Desiana.....	B-52
TUBER GROWTH AND STARCH CONTENT IN CASSAVA AS AFFECTED BY K APPLICATION AT DIFFERENT PLANTING DATES	
Muhammad Kamal	B-61
(EMULSIFICATION POWER OF CRUDE ETHANOLYSIS PRODUCT OF PALM KERNEL OIL - MORINDA SEED OIL ON COCONUT MILK)	
Murhadi	B-66
KORELASI KANDUNGAN KLOROFIL DAN FREKUENSI STOMATA ANTARANAK DAUN SEBAGAI KRITERIA SELEKSI TIDAK LANGSUNG TERHADAP HASIL KEDELAI	
Nyimas Sa'diyah.....	B-72
SELEKSI POHON INDUK DI AREAL RUANG TERBUKA HIJAU UNIVERSITAS LAMPUNG (Selection Mother Tree in Green Open Space Lampung University)	
Rahmat Safe'i	B-80
LOCAL ECOLOGICAL KNOWLEDGE DALAM TEKNIK PEMUPUKAN PADA SISTEM AGROFORESTRI (LOCAL ECOLOGICAL KNOWLEDGE IN THE TECHNIQUE OF FERTILIZER APPLICATION IN AGROFORESTRY SYSTEM)	
Rudi Hilmanto	B-94
KARAKTERISTIK PASTA DARI PATI JAGUNG TERFERMENTASI SECARA SPONTAN (Pasting properties of spontaneously fermented corn starch)	
Siti Nurdjanah	B-101
PENGARUH BEBERAPA MACAM PUPUK DAUN PADA PEMBUNGAAN TUJUH KULTIVAR ANGGREK DENDROBIUM	
Sri Ramadiana, Yusnita, Dwi Hapsoro dan Ani Setiyani.....	B-111
PROFIL ANTIOKSIDAN COPPER,ZINC-SUPEROXIDE DISMUTASE (Cu,Zn-SOD) PADA TUBULI SEMINIFERI TESTIS TIKUS YANG DIBERI TEPUNG KEDELAI KAYA ISOFLAVON, SENG (Zn), DAN VITAMIN E (The Effects of Isoflavone-riched Soybean Flour, Zinc (Zn) and Vitamin E on Profile of Cu,Zn-SOD in the Seminiferous Tubules of Male Rats Testes)	
Sussi Astuti	B-122
KAJIAN HIDROLISAT PROTEIN DARI IKAN RUCAH SEBAGAI BAHAN FORTIFIKASI MAKANAN (STUDY OF HYDROLISATES PROTEIN OF TRASH FISH AS FOOD FORTIFICATION MATERIALS)	
Diah Koesoemawardani	B-131

KONSENTRASI SPASIAL, KEKUATAN AGLOMERASI DAN KLASSTER SEKTOR AGROINDUSTRI DI PROVINSI LAMPUNG (*Spatial Concentration, Agglomeration Power and Cluster of Agroindustry Sector In Lampung Province*)
M. Irfan Affandi B-139

MEMPELAJARI KARAKTERISTIK IKAN KEPALA BATU ASAP (*POMADASYS ARGENTEUS*) DI DESA KARYA TANI KABUPATEN LAMPUNG TIMUR (*STUDY ON THE CHARACTERISTICS OF KEPALA BATU SMOKED FISH (POMADASYS ARGENTEUS) IN KARYA TANI VILLAGE, EAST LAMPUNG*)
Wisnu Satyajaya, Dyah Koesoemawardani dan Fibra Nurainy B-149

Kelompok C

ANALISIS *AMPLITUDE VERSUS OFFSET* UNTUK ESTIMASI KANDUNGAN RESERVOAR DI DAERAH AB, CEKUNGAN SUMATERA TENGAH
Bagus Sapto Mulyatno, Normansyah, Andry Pujiriyanto, Andri Syafriya C-1

HIDROLISIS RESIDU RUMPUT LAUT LIMBAH INDUSTRI KARAGENAN (*Eucheuma spinosum*) UNTUK MENGHASILKAN GLUKOSA SEBAGAI BAHAN BAKU BIOETANOL
Dewi A .Iryani , Hertu Utami, Neni Muliawati, Indriyani C-14

PENERAPAN *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK* DI BIDANG HIDROLOGI
Dyah Indriana Kusumastuti C-23

EFFECT OF AGITATION AND pH ON YIELD OF GLUCOSE FROM HYDROLISIS OF CASSAVA STARCH (*MANIHOT ESCULENTA*) AND SWEET POTATO STARCH (*IPOMOEA BATATAS*) WITH COLD PROCESS USING ENZYME *ACID-FUNGAL AMYLASE* AND *GLUCOAMYLASE*
Elida Purba..... C-29

ANALISIS SOSIOLINGUISTIK WACANA PERCAKAPAN DI PASAR PASIR GINTUNG DAN BAMBU KUNING
Feni Munifatullah C-36

ANALYSIS OF PARTIAL DISCHARGE ON TRANSFORMER INSULATION RESINS BURDENED BY EXCESSIVE USING WAVELET TRANSFORMATION
Henry B.H. Sitorus, Nining Purwasih, I Ketut Heri Y C-44

PENGARUH PENGGUNAAN *WATER INJECTION* TERHADAP PRESTASI MOTOR BENSIN 4-LANGKAH SKALA LABORATORIUM (*The Effect of Using Water Injection on the Performance of a Laboratory Four-Stroke Petrol Engine*)
Herry Wardono dan Yulliarto Raharjo C-55

DESIGNING OF A HYDRAM PUMP TESTING EQUIPMENT TO SUPPORT IMPLEMENTATION THE LABORATORY WORK OF MACHINE PERFORMANCE IN MECHANICAL ENGINEERING DEPARTMENT, UNIVERSITY OF LAMPUNG

Jorfri B. Sinaga C-61

PENGARUH VARIASI DIAMETER PIPA SALURAN POMPA TERHADAP KINERJA POMPA TALI TENAGA ANGIN

Muhammad Irsyad C-70

THE PROTOTYPE DEVICE OF DRYER MACHINE FOR FARMER PRODUCT BY DIRECT USE FROM GEOTHERMAL OF GUNUNG RAJABASA SOUTH LAMPUNG

Nandi Haerudin, Syamsurijal Rasimeng, Harmen, dan Bambang J.S. C-78

ISOLASI *Bacillus sp* PENGHASIL LIPASE DARI SALURAN PENCERNAAN AYAM KAMPUNG

Neni Hasnunidah dan Sumardi C-83

ANALISIS PERUBAHAN SIFAT FISIKA BATUAN RESERVOAR TERHADAP ALIRAN PANAS BUMI UNTUK MENENTUKAN LAPISAN GAS BUMI DI DAERAH 'X' SUMATERA SELATAN

Ordas Dewanto C-89

SURFACE QUALITY OF AISI 1020 STEEL TURNING PROCESS WITH TOOL AUXILIARY CUTTING EDGE ANGLE (K_r') VARIATION

Sugiyanto and Tarkono C-98

PENGUKURAN DAN PERAMALAN KESALAHAN PITS (PITCH ERROR) DALAM PEMBUATAN BATANG ULIR PADA MESIN BUBUT CNC CYCLONE P

Suryadiwansa Harun, Yanuar Burhanuddin C-106

PEMBUATAN DAN PENGUJIAN KOMPOSIT SERAT KULIT KAYU GELAM - SERAT GELAS DENGAN MENGGUNAKAN METODE SANDWICHED LAMINATES

Tarkono C-113

PEMODELAN DISTRIBUSI SUHU PADA KAWASAN ANTARMUKA PAHAT BENDA KERJA PADA PEMOTONGAN MENEGAK: KAJIAN PENDAHULUAN

Yanuar Burhanuddin, Suryadiwansa Harun C-120

PENINGKATAN HIDROFOBISITAS DAN SIFAT FISIK PLASTIK BIODEGRADABEL PATI TAPIOKA DENGAN PENAMBAHAN SELULOSA RESIDU RUMPUT LAUT *Euchema spinosum*

Yuli Darni, Herti Utami dan Siti Nur Asriah C-126

PEMANFAATAN LIMBAH BATUBARA SEBAGAI BAHAN DASAR ALTERNATIF UNTUK MATERIAL FURNITURE DENGAN PENGUJIAN SIFAT BENDING YANG DIPERKUAT SERAT BAMBU

Zulhanif, S.T., M.T C-140

ANALISIS KEKUATAN ISOLASI DARI ISOLATOR RANTAI TERHADAP FENOMENA BACK FLASHOVER PADA SALURAN TRANSMISI 150 KV INSULATION STRENGTH ANALYSIS OF THE INSULATOR STRING DUE TO BACK FLASHOVER ON 150 KV TRANSMISSION LINE

Diah Permata C-149

**ANALISIS TRANSFORMASI KOORDINAT LOKAL KE KOORDINAT NASIONAL TM-3⁰ PETA
PENDAFTARAN TANAH (Studi kasus : Proyek Ajudikasi Swadaya Tanah Eks.HPK di
Prop.Lampung)**

Fauzan Murdapa..... C-158

**KONTESTASI DAN PARTISIPASI MEMINGGIRKAN ARISTOKRASI MENUJU DEMOKRASI
LIBERAL (PERBANDINGAN PADA MASYARAKAT ADAT LAMPUNG SUNKAI DAN
MASYARAKAT ADAT ATONI PAH METO TIMOR TENGAH SELATAN)**

Syafarudin, M.A. C-170

PEMETAAN MAKNA POLITIK PEMEKARAN DAERAH DI INDONESIA PASCA ORDE BARU

Syafarudin, M.A. C-178

**ANALISIS PERBANDINGAN METODE AKTIVA BERSIH DAN METODE DANA DIINVESTASIKAN
BERSIH DALAM PERHITUNGAN ZAKAT USAHA MENURUT AAOIFI PADA BANK SYARIAH
DI INDONESIA**

Harsono Edwin Puspita, S.E., M.Si C-194

PEMBANDINGAN BEBERAPA PENDUGA TINGKAT KESALAHAN KLASIFIKASI PADA ANALISIS DISKRIMINAN KUADRATIK

(COMPARISON OF SEVERAL CLASSIFICATION ERROR RATE ESTIMATORS ON QUADRATIC DISCRIMINANT ANALYSIS)

Khoirin Nisa

Jurusan Matematika Universitas Lampung

Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro Bandar Lampung 35145

Email : nisa@unila.ac.id

Abstract

The major objective of discriminant analysis is to classify multivariate data into different population on the basis of a training sampel for which the source populations are known. Since the primary goal of discriminant analysis is classifying data, it is important to know the probability of misclassification (which is also called: classification error rate) of the classification rule we use. In this paper we compared four methods for estimating the classification error rate through Monte Carlo simulation, the methods are the Resubstituion method, the Jackknife method, U estimator and $\bar{U}$ estimator. We set the simulation using 1000 random samples with size: $n = 20, 40$ and 60 . The comparison of the predictions of error rate was done using the MSE (mean square error) resulted from all methods. Te result showed that the Jackknife method always performs better than the other three methods.

PENDAHULUAN

Analisis Diskriminan merupakan suatu teknik analisis data multivariat yang digunakan untuk mengklasifikasikan objek ke dalam populasi-populasi yang berbeda berdasarkan sampel latihan (*training sampel*) yang telah diketahui asal populasinya. Berdasarkan sampel tersebut, sebuah aturan pengklasifikasian dibangun dan selanjutnya digunakan untuk mengklasifikasikan objek baru ke dalam salah satu populasi. Aturan pengklasifikasian yang diperoleh merupakan sebuah fungsi yang disebut sebagai fungsi diskriminan.

Pada kasus dua populasi, analisis diskriminan dibedakan menjadi dua jenis, yaitu analisis diskriminan linier dan analisis diskriminan kuadratik. Analisis diskriminan linier digunakan jika matriks kovarian kedua populasi diasumsikan sama, sedangkan analisis diskriminan kuadratik digunakan jika matriks kovarian kedua populasi diasumsikan berbeda. Dalam penelitian yang diusulkan ini kami memfokuskan pada kasus analisis diskriminan dua populasi dengan matriks kovarian berbeda, yaitu analisis diskriminan kuadratik (ADK).

Karena tujuan utama dari analisis diskriminan adalah mengkalsifikasikan data, maka merupakan suatu hal yang sangat penting untuk mengetahui peluang kesalahan klasifikasi (*probability of misclassifications*) atau tingkat kesalahan klasifikasi (*classification error rate*). Berbagai penelitian tentang penaksiran tingkat kesalahan pada analisis diskriminan telah dilakukan selama beberapa dasawarsa. Diantaranya oleh Critchley & Vitieelo (1991), Mangku (1992), Joossens & Croux (2003), Filzmoser dkk (2004), dsb.

Permasalahan yang muncul dalam penaksiran peluang salah klasifikasi adalah ketika data training yang tersedia hanya sedikit, sehingga sampel yang digunakan untuk membangun fungsi diskriminan berukuran relatif kecil terhadap banyaknya variabel. Untuk kasus seperti ini pendugaan tingkat kesalahan klasifikasi secara konvensional tidak dapat memberikan hasil yang akurat. Untuk mengatasi masalah tersebut perlu dilakukan pendugaan dengan pendekatan teknik *resampling*, yaitu pendugaan dilakukan berdasarkan subsampel berulang yang diambil dari

sampel yang sama dengan mempertimbangan seluruh kemungkinan subsampel (replikasi) yang dapat dibentuk.

Dalam tulisan ini kami membandingkan beberapa metode penduga tingkat kesalahan klasifikasi pada sampel berukuran kecil. Metode penduga yang akan kami bandingkan yaitu metode Resubstitusi, metode *Jackknife*, metode penduga U, dan metode penduga $\bar{U}$. Metode Resubstitusi merupakan metode konvensional, sedangkan tiga metode lainnya merupakan metode pendugaan berbasis *resampling* dengan spesifikasi *leave one out* dan validasi silang. Perbandingan keempat metode dilakukan secara empiris dengan simulasi Monte Carlo untuk mengetahui penduga tingkat kesalahan klasifikasi yang terbaik.

Analisis Diskriminan Kuadratik

Misalkan terdapat himpunan n_1 buah pengamatan $X_1 = \{x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1n_1}\}$ dalam ruang berdimensi p yang berasal dari populasi pertama $\Phi_1 \sim N_p(\mu_1, \Sigma_1)$ dan himpunan n_2 buah pengamatan $X_2 = \{x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2n_2}\}$ dalam ruang berdimensi p yang berasal dari populasi kedua $\Phi_2 \sim N_p(\mu_2, \Sigma_2)$. Maka fungsi diskriminan kuadratik diberikan oleh :

$$Q(x) = \frac{1}{2} \ln \left[\frac{|\Sigma_2|}{|\Sigma_1|} \right] - \frac{1}{2} \left((x - \mu_1)' \Sigma_1^{-1} (x - \mu_1) - (x - \mu_2)' \Sigma_2^{-1} (x - \mu_2) \right) \quad (1)$$

Sebuah pengamatan baru x akan diklasifikasikan ke dalam Φ_1 jika

$$Q(x) > \ln \left[\frac{c_2 \pi_2}{c_1 \pi_1} \right] = \theta$$

dimana c_1 merupakan biaya yang diakibatkan oleh kesalahan dalam mengklasifikasikan sebuah unit dalam Φ_1 , dan c_2 merupakan biaya yang diakibatkan oleh kesalahan dalam mengklasifikasikan sebuah unit dalam Φ_2 , sedangkan π_1 merupakan peluang prior bahwa x berasal dari Φ_1 dan π_2 merupakan peluang prior bahwa x berasal dari Φ_2 . Dalam berbagai studi diasumsikan bahwa biaya salah klasifikasi dan peluang prior objek dari kedua kelompok memiliki nilai yang sama, yaitu $c_1 = c_2$ dan $\pi_1 = \pi_2$, sehingga diperoleh $\theta = 0$. Dengan kata lain, keputusannya adalah sebagai berikut : klasifikasikan x ke dalam Φ_1 jika $Q(x) > 0$, klasifikasikan x ke dalam Φ_2 jika $Q(x) < 0$, dan klasifikasikan x secara sembarang ke dalam Φ_1 atau Φ_2 jika $Q(x) = 0$ (Joossens & Croux, 2003).

Tingkat Kesalahan Klasifikasi

Misalkan aturan pengklasifikasian yang digunakan adalah $Q(x)$ seperti pada persamaan (1). Maka tingkat kesalahan klasifikasinya ditentukan oleh rumus berikut:

$$P_1 = P(Q(x) < 0 \text{ jika } x \text{ berasal dari } \Phi_1 \mid T \text{ tetap})$$

$$P_2 = P(Q(x) \geq 0 \text{ jika } x \text{ berasal dari } \Phi_2 \mid T \text{ tetap})$$

dengan $T = X_1 \cup X_2$. Dan tingkat kesalahan total dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$P = \frac{n_1}{n_1 + n_2} P_1 + \frac{n_2}{n_1 + n_2} P_2 \quad (2)$$

Penduga Resubsitusi

Penduga ini diperkenalkan oleh Smith pada tahun 1997 (Mangku, 2004). Ide dasarnya adalah merealokasi setiap individu dalam sampel training T dengan menggunakan aturan $Q(x, T)$. Misalkan kriteria perhitungannya adalah $C(i, j)$ dengan ketentuan sebagai berikut :

$$C(i, j) = \begin{cases} 0, & \text{jika } i = j \\ 1, & \text{jika } i \neq j \end{cases} \quad \text{untuk setiap } i \text{ dan } j$$

Maka penduga Resubstitusi dapat didefinisikan sebagai :

$$\hat{P}_1(R) = \frac{1}{n_1} \sum_{j=1}^{n_1} C[1, G(x_{1j}, T)] \quad \text{dan} \quad \hat{P}_2(R) = \frac{1}{n_2} \sum_{j=1}^{n_2} C[2, G(x_{2j}, T)]$$

dengan $G(x_{1j}, T)$ merupakan hasil pengklasifikasian suatu unit dalam Φ_1 , sedangkan $G(x_{2j}, T)$ merupakan hasil pengklasifikasian suatu unit dalam Φ_2 .

Penduga Jackknife

Penduga Jackknife untuk pendugaan tingkat kesalahan diberikan oleh rumus berikut :

$$\hat{P}_1(JK) = \hat{P}_1(R) + (n-1)(R_1^+ - R_{1(\cdot)})$$

$$\hat{P}_2(JK) = \hat{P}_2(R) + (n-1)(R_2^+ - R_{2(\cdot)})$$

dengan $\hat{P}_1(R)$ dan $\hat{P}_2(R)$ merupakan penduga Resubstitusi, dan

$$R_1^+ = \left(\frac{1}{n_1} \right)^2 \sum_{j=1}^{n_1} \sum_{k=1}^{n_1} C[1, G(x_{1k}, T_{[1j]})]$$

$$R_2^+ = \left(\frac{1}{n_2} \right)^2 \sum_{j=1}^{n_2} \sum_{k=1}^{n_2} C[2, G(x_{2k}, T_{[2j]})]$$

$$R_{1(\cdot)} = \frac{1}{n_1} \sum_{j=1}^{n_1} \left(\frac{1}{n_1 - 1} \sum_{k \neq j}^{n_1} C[1, G(x_{1k}, T_{[1j]})] \right)$$

$$R_{2(\cdot)} = \frac{1}{n_2} \sum_{j=1}^{n_2} \left(\frac{1}{n_2 - 1} \sum_{k \neq j}^{n_2} C[2, G(x_{2k}, T_{[2j]})] \right)$$

(Mangku, 2004)

Penduga U

Metode ini didasari pada teknik *leave-one-out* dan diperkenalkan oleh Lachenbruch pada tahun 1967 (Mangku, 2002). Ide dasar metode ini adalah menduga tingkat kesalahan klasifikasi dengan menghilangkan satu objek atau individu dari sampel training T satu persatu secara bergantian, dan pada setiap penghilangan objek tersebut dilakukan pendugaan aturan pengklasifikasian berdasarkan data yang tersisa, selanjutnya aturan ini digunakan untuk mengalokasikan objek yang dikeluarkan. Proses ini diulang sampai setiap objek telah dikeluarkan satu kali dari sampel training. Dugaan tingkat kesalahan dari Penduga U diberikan oleh proporsi dari objek yang salah diklasifikasi terhadap banyaknya objek yang dikeluarkan. Misalkan $T_{[ij]}$ menotasikan sampai training asal yang telah dikurangi oleh x_{ij} (x_{ij} dikeluarkan dari sampel) dengan $i = 1, 2$, dan $j = 1, 2, \dots, n_i$, maka penduga U diberikan oleh :

$$\hat{P}_1(U) = \frac{1}{n_1} \sum_{j=1}^{n_1} C[1, G(x_{1j}, T_{[1j]})] \quad \text{dan} \quad \hat{P}_2(U) = \frac{1}{n_2} \sum_{j=1}^{n_2} C[2, G(x_{2j}, T_{[2j]})]$$

Penduga $\bar{U}$

Penduga $\bar{U}$ juga diperkenalkan oleh Lachenbruch dan Mickey pada tahun 1968 (Mangku, 2004), penduga ini menggabungkan keempirisan dari penduga U dan teori distribusi normal terhadap fungsi diskriminan. Misalkan $\bar{q}_1$ dan s_{q1} adalah nilai tengah dan simpangan baku dari $Q_{11}(x_{11})$, $Q_{12}(x_{12})$, $Q_{13}(x_{13})$, ..., $Q_{1n_1}(x_{1n_1})$, dimana $Q_{ij}(x_{ij}) = Q(x_{ij}, T_{[ij]})$. Dan misalkan $\bar{q}_2$ dan s_{q2} adalah nilai tengah dan simpangan baku dari $Q_{21}(x_{21})$, $Q_{22}(x_{22})$, $Q_{23}(x_{23})$, ..., $Q_{2n_2}(x_{2n_2})$. Dengan mengasumsikan kenormalan terhadap masing-masing fungsi diskriminan $Q_{1j}(x_{1j})$ dan $Q_{2j}(x_{2j})$, maka tingkat kesalahan dari Penduga $\bar{U}$ diberikan oleh :

$$\hat{P}_1(\bar{U}) = \psi\left(-\frac{\bar{q}_1}{s_{q1}}\right) \quad \text{dan} \quad \hat{P}_2(\bar{U}) = \psi\left(\frac{\bar{q}_2}{s_{q2}}\right)$$

dengan $\psi(\cdot)$ menotasikan fungsi sebaran peluang normal baku.

DATA DAN METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data simulasi yang dibangkitkan dengan menggunakan perangkat lunak SAS/IML. Data dua populasi masing-masing dibangkitkan sebanyak $N_1=N_2=1000$ dari distribusi normal multivariat $N_p(\mu, \Sigma)$ dengan $p = 3, 4$ dan 5 . Dalam penelitian ini kami menggunakan 2 kasus berbeda untuk matriks varian kovarian populasi Σ . Pada kasus I, matriks Σ untuk setiap kelompok kami tetapkan berbentuk diagonal yang mengakibatkan variabel-variabel X_i saling bebas. Sedangkan pada kasus II, matriks Σ untuk setiap kelompok kami tetapkan berbentuk nondiagonal (umum) yang mengakibatkan variabel-variabel X_i saling berkorelasi. Selanjutnya dari kedua kelompok populasi diambil sampel berulang, ukuran sampel untuk setiap kelompok ditetapkan sama yaitu $n_1 = n_2$, dalam penelitian ini akan dicobakan $n = 20, 40$ dan 60 dengan $n = n_1 + n_2$. Pengulangan dilakukan sebanyak 1000 kali untuk setiap ukuran sampel yang digunakan. Tingkat kesalahan optimum (π) ditentukan dengan menggunakan rata-rata peluang salah klasifikasi dari data populasi yang diklasifikasikan dengan menggunakan fungsi diskriminan kuadratik yang dibangun berdasarkan sampel training.

Prosedur Simulasi

1. Membangkitkan data populasi Φ sebanyak $N = 2000$ yang dibagi ke dalam dua kelompok Φ_1 dan Φ_2 masing-masing berukuran $N_1 = N_2 = 1000$ dengan dimensi $p = 5$ dari sebaran normal dengan vektor nilai tengah dan matriks kovarian berbeda, yaitu $\Phi_1 \sim N_p(\mu_1, \Sigma_1)$ dan $\Phi_2 \sim N_p(\mu_2, \Sigma_2)$.
2. Mengambil sampel training T secara acak dari Φ_1 dan Φ_2 yaitu $X_1 = \{x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1n_1}\}$ dan $X_2 = \{x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2n_2}\}$ masing-masing berukuran 10 sehingga $n = n_1 + n_2 = 20$, dengan $T = X_1 \cup X_2$.
3. Menghitung vektor nilai tengah dan matriks kovarian dari X_1 dan X_2 .
4. Menduga fungsi diskriminan kuadratik menurut persamaan (1) berdasarkan vektor nilai tengah dan matriks kovarian yang diperoleh pada langkah 3.
5. Mengklasifikasikan data seluruh populasi menggunakan fungsi diskriminan yang diperoleh pada langkah 4, dan menghitung banyaknya objek pada populasi 1 dan populasi 2 yang salah diklasifikasikan (*misclassified*). Selanjutnya menghitung tingkat kesalahan yang dihasilkan dan disimpan sebagai π .
6. Menghitung tingkat kesalahan klasifikasi dari fungsi diskriminan yang diperoleh dengan menggunakan penduga Resubstitusi, Jackknife, U , dan $\bar{U}$. Simpan tingkat kesalahan keempat penduga berturut-turut sebagai $\hat{P}_i(R)$, $\hat{P}_i(JK)$, $\hat{P}_i(U)$ dan $\hat{P}_i(\bar{U})$.
7. Ulangi langkah 2 sampai 6 sebanyak 1000 kali.
8. Menghitung rata-rata dari π yaitu :

$$\bar{\pi} = \frac{1}{1000} \sum_{i=1}^{1000} \pi_i$$

9. Menghitung nilai Kuadrat Tengah Galat (KTG) dari penduga tingkat kesalahan masing-masing metode dengan rumus sebagai berikut :

$$KTG(\hat{P}_i) = \frac{1}{1000} \sum_{i=1}^{1000} (\hat{P}_i - \bar{\pi})^2$$

10. Ulangi langkah 2 sampai 9 untuk ukuran sampel $n=40$ dan $n=60$.

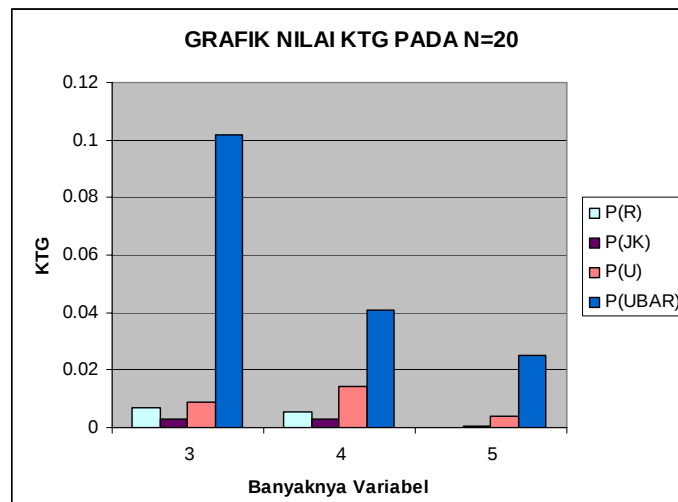
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil simulasi dengan replikasi sebanyak 1000 kali diperoleh nilai Kuadrat Tengah Galat (KTG) untuk kasus I (variable saling bebas) pada Tabel 1. Berdasarkan nilai KTG pada Tabel 1 terlihat bahwa metode Jackknife selalu memiliki nilai KTG terkecil pada setiap ukuran sampel dan dimensi variabel yang dicobakan. Hal ini menunjukkan bahwa dugaan metode *Jackknife* lebih baik dibandingkan dengan metode lainnya. Dan dapat disimpulkan pula bahwa penambahan variabel dalam fungsi diskriminan memperkecil nilai KTG dugaan peluang setiap metode kecuali nilai dugaan peluang metode $\bar{U}$. Dugaan peluang metode $\bar{U}$ terlihat tidak konsisten terhadap penambahan jumlah sampel dan jumlah variabel.

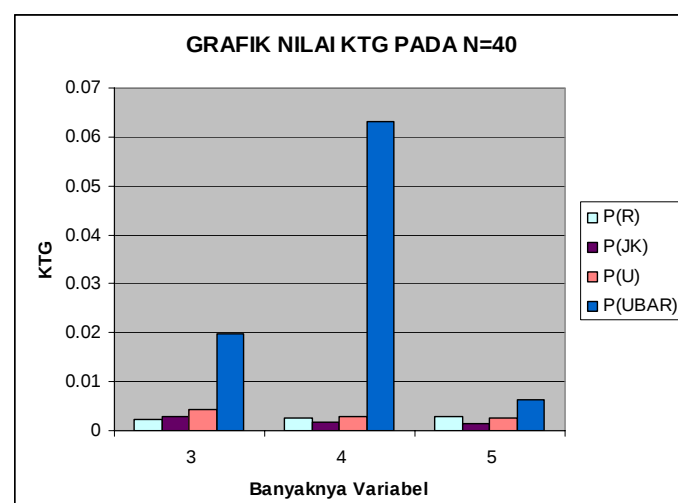
Tabel 1. Nilai Kuadrat Tengah Galat Dugaan Tingkat kesalahan Klasifikasi pada Kasus I

N	P	P(R)	P(JK)	P(U)	P($\bar{U}$)
20	3	0.00704233	0.0030118	0.0086734	0.10180579
	4	0.00517914	0.0031858	0.0141949	0.0409362
	5	0.00012387	0.0003671	0.0038283	0.02490689
40	3	0.00258658	0.002984	0.0042256	0.01971229
	4	0.00222873	0.0016072	0.0028919	0.06297178
	5	0.00298366	0.0013127	0.0027095	0.00622901
60	3	0.00145397	0.0021326	0.0029131	0.00203167
	4	0.00127465	0.0011532	0.0016902	0.16534854
	5	0.0012244	0.0007106	0.0010728	0.05260636

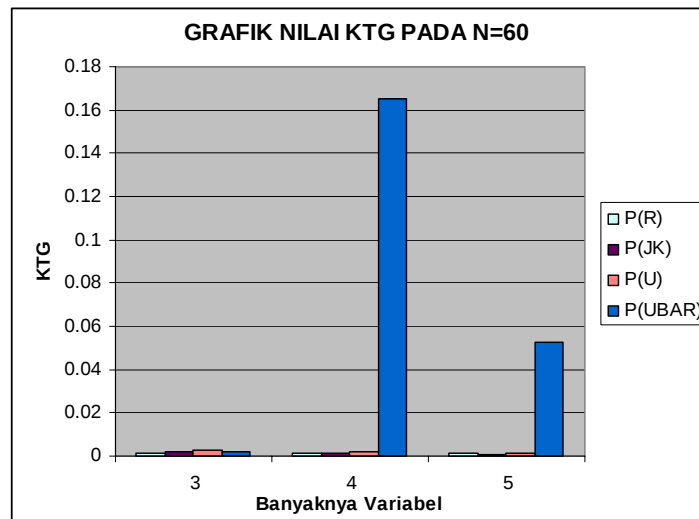
Untuk lebih jelas dalam perbandingan nilai KTG setiap metode, data nilai KTG pada Tabel 1 disajikan dalam beberapa grafik berikut :



Gambar 1. Grafik Nilai KTG pada n=20 untuk kasus I

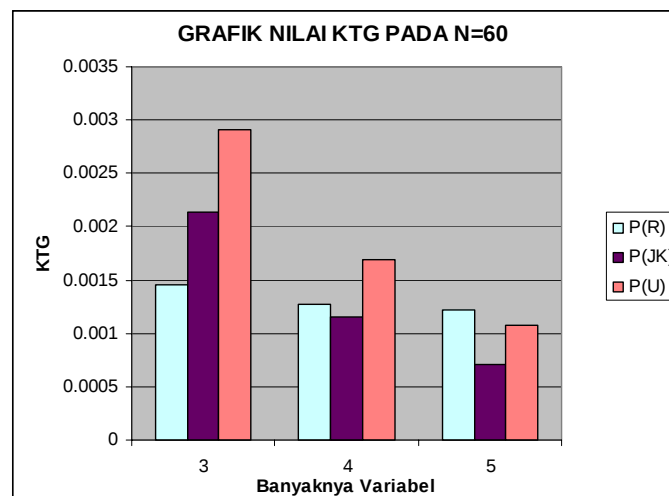


Gambar 2. Grafik Nilai KTG pada n=40 untuk kasus I



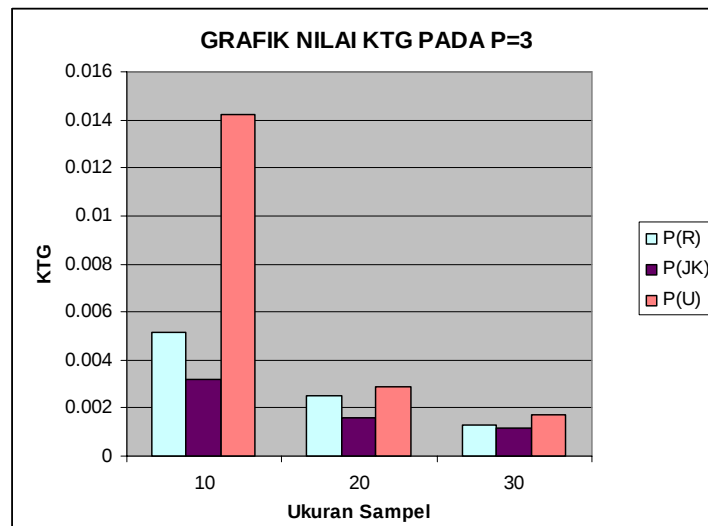
Gambar 3a. Grafik Nilai KTG pada n=60 untuk kasus I

Pada gambar-gambar di atas terlihat bahwa nilai KTG yang dihasilkan metode *Jackknife* selalu lebih kecil dibandingkan metode lainnya pada setiap ukuran sampel. Meskipun pada $p=3$ nilai KTG metode Resubstitusi lebih kecil dari metode *Jackknife*, namun semakin banyak variabel yang digunakan tidak menurunkan nilai KTG metode Resubstitusi secara signifikan, padahal analisis diskriminan merupakan analisis multivariat yang dalam prakteknya seringkali melibatkan banyak variabel. Dengan tujuan untuk mempermudah perbandingan, grafik nilai KTG pada ukuran sampel $n=60$ (Gambar 3a) disajikan ulang pada Gambar 3b. berikut tanpa melibatkan nilai KTG dugaan peluang metode $\bar{U}$.



Gambar 3b. Grafik Nilai KTG pada n=60 untuk kasus I

Berdasarkan gambar di atas dapat dilihat bahwa semakin banyak variabel yang digunakan dalam analisis diskriminan, maka penduga *Jackknife* semakin lebih baik dibandingkan metode lainnya. Sedangkan untuk perbandingan nilai KTG berdasarkan jumlah variabel juga dapat terlihat bahwa metode *Jackknife* lebih baik. Sebagai contoh, berikut ini disajikan grafik perbandingan nilai KTG setiap metode pada jumlah variabel $p=3$.



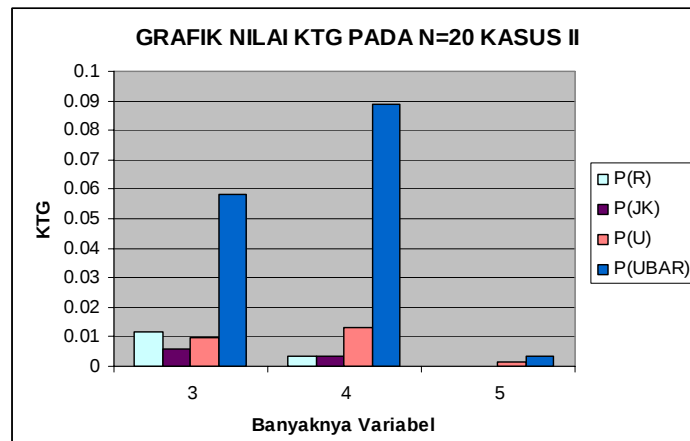
Gambar 4. Grafik Nilai KTG pada p=3 untuk kasus I

Untuk kasus ke dua (variabel saling berkorelasi) diperoleh nilai KTG dugaan peluang setiap metode sebagai berikut :

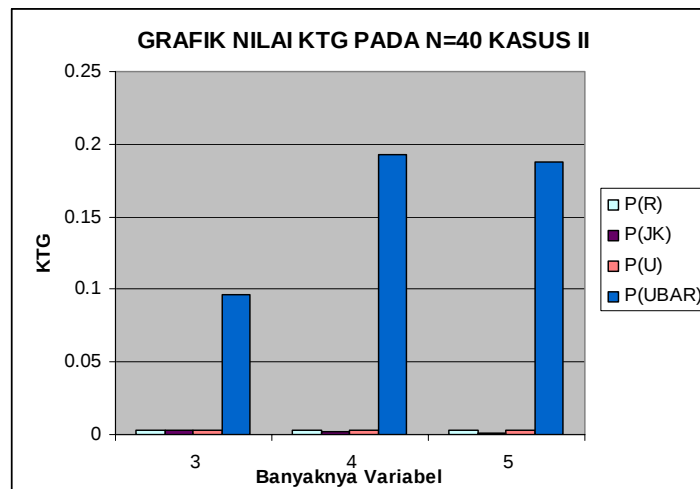
Tabel 2. Nilai Kuadrat Tengah Galat Dugaan Peluang pada Kasus II

N	P	P(R)	P(JK)	P(U)	P($\bar{U}$)
20	3	0.011561	0.005587	0.009538	0.058406
	4	0.003449	0.003628	0.013258	0.088785
	5	2.38E-05	0.000129	0.001233	0.003369
40	3	0.003473	0.003483	0.002744	0.096312
	4	0.003188	0.002012	0.002756	0.192393
	5	0.003236	0.001262	0.002663	0.187276
60	3	0.002134	0.003051	0.001552	0.212811
	4	0.001601	0.001492	0.001493	0.163298
	5	0.001496	0.00081	0.001228	0.104493

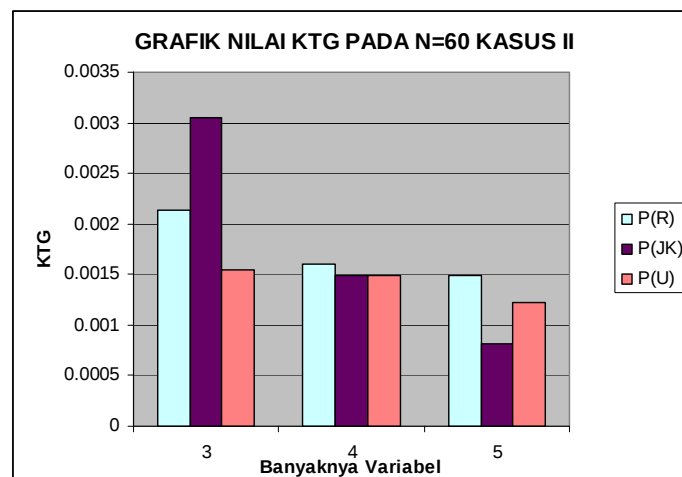
Pada Tabel 2 di atas juga terlihat bahwa metode *Jackknife* selalu memiliki nilai KTG terkecil pada setiap ukuran sampel dan dimensi variabel yang dicobakan. Hal ini menunjukkan bahwa dugaan metode *Jackknife* lebih baik dibandingkan dengan metode lainnya. Dan seperti pada kasus I, pada kasus II ini dapat disimpulkan pula bahwa penambahan variabel dalam fungsi diskriminan memperkecil nilai KTG dugaan peluang setiap metode kecuali nilai dugaan peluang metode $\bar{U}$. Dugaan peluang metode $\bar{U}$ terlihat tidak konsisten terhadap penambahan jumlah sampel dan jumlah variabel. Untuk lebih jelas dalam perbandingan nilai KTG setiap metode, data nilai KTG pada Tabel 2 disajikan dalam beberapa grafik berikut :



Gambar 5. Grafik Nilai KTG pada N=20 untuk kasus II



Gambar 6. Grafik Nilai KTG pada N=40 untuk kasus II



Gambar 7. Grafik Nilai KTG pada N=60 untuk kasus II

Pada Gambar 5 – Gambar 7 di atas terlihat bahwa nilai KTG yang dihasilkan metode *Jackknife* selalu lebih kecil dibandingkan metode lainnya kecuali pada ukuran sampel $n=60$ dan $p=3$, namun semakin banyak variabel yang digunakan maka semakin kecil nilai KTG metode *Jackknife* sebagaimana pada kasus I. Dengan demikian maka metode *Jackknife* memberikan nilai dugaan peluang salah klasifikasi yang lebih baik dibandingkan metode lainnya.

SIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas maka dapat diambil kesimpulan bahwa metode Jackknife merupakan metode penduga terbaik dibandingkan metode lainnya, baik untuk kasus I (variabel saling bebas) maupun kasus II (variabel saling berkorelasi). Dan dapat disimpulkan juga bahwa semakin banyak variabel yang digunakan akan semakin menurunkan tingkat kesalahan klasifikasi atau *error rate* dari *seluruh* metode.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada Lembaga Penelitian UNILA yang telah mendanai penelitian ini melalui DIPA PNBPN tahun 2008.

DAFTAR PUSTAKA

- Critchley & Viteello, C. 1991. The influence of Observations on Misclassification Probability Estimate in Linear Discriminant Analysis. *Biometrika*, Vol. 78.
- Filzmoser, P., Joossens, K. & Croux, C. 2004. Multiple Group Linear Discriminant Analysis : Robustness and Error rate. *The Canadian Journal of Statistics*. Vol 29. hal 473-492.
- Joossens, K. dan Croux, C. 2003. *Empirical comparison of the classification performance of robust linear and quadratic discriminant analysis*, manuscript, [http:// www.Econ.kuleuven.ac.be/k.joossens](http://www.Econ.kuleuven.ac.be/k.joossens)
- Mangku, I. W. 1992. *Error Rate Estimation in Discriminant Analysis : another Look at Bootstrap and Other Empirical Technique*. Tesis master tidak dipublikasikan, Curtin University of Technology, Perth Australia.
- Mangku, I.W. 2002. Discriminant Function and their Misclassification Error. *Jurnal Matematika dan Aplikasinya*. Vol 1, No.2.
- Mangku, I.W. 2004. Estimating the Probability of Misclassification in Two-Groups Discriminant Analysis. *Jurnal Matematika dan Aplikasinya*. Vol 3, No.1.