

51

19/9-2013

hal. 1115

MATEMATIKA

JURNAL MATEMATIKA ATAU PEMBELAJARANNYA

ISSN: 0852-7792

Tahun VIII, Edisi Khusus, Juli 2002

Prosiding Konferensi Nasional Matematika XI Bagian II



Universitas Negeri Malang, 22-25 Juli 2002

MATEMATIKA

Jurnal Matematika atau Pembelajarannya

Terbit minimal sekali setahun (ISSN: 0852-7792) berisi tulisan ilmiah matematika sekolah (SD, SLTP, dan SMU), matematika perguruan tinggi (S1) dan pendidikan matematika (SD, SLTP, SMU dan S1) dalam bentuk: • temuan penelitian • pembelajaran matematika • pengalaman praktis • kajian kepustakaan • gagasan konseptual • klinik matematika atau • rekreasi matematika

Ketua Penyunting

Abdur Rahman As'ari

Wakil Ketua Penyunting

Imam Supeno

Penyunting Pelaksana

Erry Hidayanto

Hery Susanto

Penyunting Ahli

Herman Hoedjo

Sjamsul Kislam

Akbar Soetawidjaja

Purwanto

Mimiep Setyowati Madja

Penyunting Tamu

Utari Sumarmo (UPI, Bandung)

Marjono (UNIBRAW, Malang)

Alamat Penyunting dan Tata Usaha: Jurusan Matematika FMIPA UNIVERSITAS NEGERI MALANG Jl. Gombong 3 Malang 65145 Gedung Matematika. Telepon (0341) 551312 psw. 257 atau (0341) 552182 (langsung). Email: ummat@indo.net.id. Fax. (0341) 562180.

MATEMATIKA diterbitkan oleh Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang. Dekan: Kadim Masjkur. Ketua Jurusan: Abadyo. Terbit pertama kali tahun 1995 dengan nama **FORMATH**.

Penyunting menerima sumbangan tulisan yang belum pernah diterbitkan dalam media cetak lain. Lebih lanjut baca Petunjuk bagi Penulis pada sampul belakang. Penyunting dapat melakukan perubahan pada tulisan yang dimuat untuk keseragaman format tanpa mengubah maksud dan isinya.

MATEMATIKA

JURNAL MATEMATIKA ATAU PEMBELAJARANNYA
ISSN: 0852-7792 Tahun VIII, Edisi Khusus, Juli 2002

Prosiding Konferensi Nasional Matematika XI Bagian II

STATISTIKA

MATEMATIKA TERAPAN

Berdasarkan Surat Keputusan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 69/DIKTI/Kep/2000 tanggal 21 Maret 2000 tentang *hasil Akreditasi Jurnal Ilmiah Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Tahun 1999/2000*, Jurnal Matematika telah terakreditasi sebagai jurnal ilmiah nasional.

KATA PENGANTAR

Jurnal MATEMATIKA merupakan jurnal ilmiah tentang matematika atau pembelajarannya yang diterbitkan oleh Jurusan Matematika FMIPA UM. Jurnal ini terbit secara berkala, minimal sekali dalam setahun. Penerbitan kali ini merupakan edisi khusus. Semua artikel yang dimuat dalam jurnal ini dipresentasikan pada Konferensi Nasional Matematika XI, yang diselenggarakan pada tanggal 22 – 25 Juli 2002, di Universitas negeri Malang (UM).

Edisi khusus ini terbagi menjadi 2 (dua) bagian. Bagian I meliputi bidang Aljabar, Analisis, Geometri, Kombinatorika, dan Pendidikan Matematika. Bagian II meliputi bidang Statistika dan Matematika Terapan. Semua artikel, kecuali artikel Pembicara Utama dan Pembicara Tamu, diseleksi oleh para penilai yang ahli di bidangnya. Jumlah artikel yang masuk ke panitia sebanyak 228 judul, dan setelah diseleksi ada 208 artikel yang dapat dimuat dalam prosiding.

Pada kesempatan ini kami menyampaikan terimakasih kepada para anggota tim penilai, yaitu: Prof. Dr. Soeparna Darmawidjaja (UGM), Dr. Marjono (UNIBRAW), Sisworo, M.Si (UM), Dr. Subiono (ITS), Dr. Edy Soewono (ITB), Dr. Iwan Pranoto (ITB), Dr. Widodo (UGM), Dr. Toto Nusantara (UM), Rustanto, M.Si (UM), Marsudi, M.Si (UNIBRAW), Prof. Dr. Susanti Linuwih (ITS), Swasono Raharjo, M.Si (UM), Abadyo M.Si (UM), Prof. Herman Hudojo, M.Ed (UM), Dr. Akbar Sutawidjaja (UM), Gatot Muhsetyo, M.Sc (UM), Abdur Rahman As'ari, M.Pd, M.A (UM), M. Shohibul Kahfi, M.Pd (UM), Dr. Sri Wahyuni (UGM), Herry Susanto, M.Si (UM), Erry Hidayanto, M.Si (UM), Dr. Purwanto (UM), Dr. Ketut Budayasa (UNESA), Dr. Edy Tri Baskoro (ITB).

Atas kerja sama yang baik dan bantuan dari semua pihak dalam penerbitan jurnal MATEMATIKA edisi khusus ini, kami sampaikan terimakasih.

Ketua Penyunting,
Abdur Rahman As'ari

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR

i

DAFTAR ISI

ii

STATISTIKA

Estimasi Maksimum Likelihood untuk Model Auto Regresif (AR) <i>Abd. Taram</i>	657
Metode Bootstrap Persentil untuk Mengestimasi Interval Konfidensi Dua Parameter dari Distribusi Log-Normal <i>Akhmad Fauzy dan Noor Akma Ibrahim</i>	664
Lebar Interval Fungsi Survivor dari Satu Parameter Distribusi Eksponensial pada Sensor Tipe II dengan Metode Bootstrap Persentil <i>Akhmad Fauzy dan Noor Akma Ibrahim</i>	669
Interval Konfidensi Bootstrap Regresi Linear Sederhana <i>Bakri Mallo</i>	674
Penentuan Input Optimal pada Neural Network dalam Model Auto Regresive dan Moving Average <i>Bambang Wijanarko Otok</i>	679
Model S-TAR (1;1) dan GS-TAR (1;1) dengan Matriks Bobot Seragam <i>Budi Nurani R.</i>	686
Optimasi Perawatan Pencegahan pada Sistem Produksi Bertipe M/G/I dengan Kriteria Minimasi Mean Flow Time <i>Eko Pujiyanto</i>	691
Goodnes of Fit Test pada Model Regresi Respon Ordinal <i>Elly Ana</i>	695
Estimasi Parameter pada Distribusi Keluarga Transformasi Khi-Kuadrat <i>Entit Puspita</i>	700
Perbandingan Dua buah Model untuk Data Berpasangan <i>Farid H. Badruzzaman</i>	704
Metode Prediksi Muf Menggunakan Model Arma <i>Habirun</i>	709
Pemantauan Data Terpencil dengan Menggunakan Residu yang Dihitung Secara Rekursif <i>Harapan L. Tobing</i>	715
Konsistensi dan Akurasi dari Metode Bootstrap untuk Kuantil-U <i>Henry J. Wattimanela</i>	719
Reflected Binary Gray Codes Not Optimal in Separability Sense <i>I Nengah Suparta</i>	723
Model Spline Parsial Terbobot dan Visualisasinya <i>I Nyoman Budiantara</i>	728
The Estimation Methods of ARFIMA Models (A Monte Carlo Study) <i>Irhamah</i>	733
Pemilihan Bandwidth dalam Estimasi Densitas Kernel <i>Kartiko</i>	738
Perbandingan antara Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dan Regresi Logistik pada Kasus Pengklasifikasian <i>M. Arbi Hidayat dan Suhartono</i>	742
Peramalan Frekuensi Flare pada Siklus ke-23 <i>Nanang Widodo dan Irhamah</i>	748
Total Least Square untuk Regresi Multilinier <i>Noor Hidayat dan Solimun</i>	753

Penggunaan Struktur Perkalian Distribusi dalam Penghitungan Bayes Faktor <i>Nur Iriawan</i>	756
Transformasi Data Ordinal ke Interval <i>R. Dachlan Muchlis</i>	763
Fungsi Pengaruh Terampat pada Analisis Komponen Utama dan Aplikasinya <i>Ratu Ilma Indra Putri</i>	768
Analysis of Indices of Economic Inequality from a Mathematical Point of View <i>Rizardas Zitikis</i>	772
Pengukuran Kerandoman Barisan Bit dengan Metode Statistik <i>Santi Indarjani dan Nunil Pantjawati</i>	783
Prediksi MUF Menggunakan Rasio Bilangan Horisontal <i>Slamet Syamsudin</i>	788
LIL untuk Estimator τ dan τ^2 dalam Model Regresi Linier Parsial <i>Sri Haryatmi Kartiko</i>	794
Studi Perbandingan antara Model Fungsi Transfer dan Model Intervensi Variansi Kalender untuk Ramalan Jumlah Pesawat Udara dan Kereta Api <i>Suhartono dan M. Arbi Hidayat</i>	799
On The Rate of Decay of the Concentration Function <i>Sutonto</i>	807
Kriging Indikator Karakteristik Reservoir <i>Sutawanir Darwis</i>	814
Deteksi Outlier Data Multivariat <i>Suwanda</i>	823
Memilih Level Signifikansi yang Terbaik dalam Chi-Squares Automatic Interaction Detection (CHAID) <i>Titin Siswantining</i>	829
Membandingkan Uji Jonckheere-Terpstra dengan Uji Mann-whitney dalam Menguji Beberapa Mean pada Manova Menggunakan Uji Rank <i>Titin Siswantining</i>	833
Minkowski's Diagonal Continued Fraction Expansions of Hurwitzian Numbers <i>Y. Hartono</i>	837
Estimasi Matriks Peluang Transisi Penduduk Jatim <i>Yayat Karyana</i>	842
Penentu Rata-rata Waktu Tunggu dan Rata-rata Panjang Antrian pada Sistem Antrian M/G/c/FIFO/ ∞/∞ dengan Metode Simulasi <i>Yugowati Praharsi dan Adi Setiawan</i>	847
Karakteristik Automata Buchi <i>Zuherman Rustam</i>	852
TERAPAN	
Pengaruh Arus Uang dalam Penentuan Harga Opsi Tipe Eropa pada Pasar Diskrit (B,S) dengan Metode Martingale <i>Abdurakhman</i>	859
Algoritma untuk Aproksimasi Kontrol Suhu di Batas untuk Masalah Stefan Dua Fasa dengan Obyektif pada Waktu Akhir <i>Agah D. Garnadi</i>	865 ←
Aneka Ragam Temperatur Silinder dengan Menggunakan Fungsi-Fungsi Bessel <i>Alit Bondan</i>	870
Dinamika Panas pada Pusat Kaleng dalam Proses Sterilisasi Makanan Kaleng yang Berbentuk Tabung <i>Ari Wibowo dan Ponidi</i>	877
Parameterisasi Pengontrol Suboptimal di RH-2	

<i>Arif Rahman Hakim dan Robert Saragih</i>	882
Uji Flops, Uji Rank dan Uji Sensitivitas Penyelesaian Sistem dengan Metode Least Square	
<i>Asep Juarna</i>	888
Perbandingan Peta Lokasi dan Hasil Tanaman Buah Kabupaten di Propinsi Jawa Timur untuk Mendukung Manajemen Agribisnis	
<i>Bagus Sartono dan Anang Kurnia</i>	893
Model Polinomial foF2 Regional	
<i>Budiyanto</i>	900
Sebuah Survey pada Heatlet dan Perilakunya	
<i>Caroline Bawono</i>	904
Teknik Partisi pada Upaya Percepatan Aproksimasi Fungsion Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Rambatan Balik	
<i>Djati Kerami</i>	909
General Varying Annuities and Time Reversal	
<i>Dwi Widianto</i>	915
Masalah Penelesuran dengan Menggunakan Wavelet	
<i>Erna Apriliani dan Iwan Pranoto</i>	921
Model Pengendalian Backorders dan Lostsales dengan Pendekatan Heuristic	
<i>F. Sukono, Agus Supriyatna, dan Riaman</i>	925
Bifurkasi dari Solusi Semitrivial pada Sistem Autoparametrik yang Beresonansi 1:1 dengan Pembangkitan Secara Parametrik	
<i>Fajar Adikusumo dan Wono Setya Budhi</i>	929
Teorema Kewujudan Weierstrass dalam Masalah Maksimasi Fungsi Utilitas	
<i>Gani Gunawan</i>	934
Perbandingan Ketelitian Aproksimasi dan Waktu Proses Integral antara Metode Adaptive Simpson dan Metode Romberg	
<i>Gerardus Polla</i>	938
Osilasi Aeroelastik dari Suatu Osilator Sistem Silinder-Pegas	
<i>H. Lumban tobing</i>	945
Aproksimasi Matriks Fundamental dengan Metode Averaging Orde Tinggi	
<i>Hartono</i>	950
Penggunaan Jaringan Saraf Tiruan Berbasis Incremental Projection Learning dalam Memecahkan Masalah Apromaksi Fungsi	
<i>Hendri Murfi dan Benyamin Kusumoputro</i>	955
Pengaruh Utilitas pada Umur Ekonomis Angkutan Kota: Suatu Tinjauan Model Matematika	
<i>Henie Husniah dan Asep K. Supriatna</i>	963
Penyelesaian Gelombang Berjalan untuk Model Difusiv Logistik Lotka-Voltera Dimensi Dua	
<i>Idha Sihwaningrum</i>	967
One Parameter Family of Wavelets Generated by Schrodinger's Equation	
<i>Iwan Pranoto</i>	973
✓ Gelombang Soliter Internal untuk Fluida Dangkal	
<i>Jaharuddin</i>	978 ←
Three-Point Hermite Interpolation for Nonlinier Two-Point Boundary Value Problems	
<i>Jeff R. Cash dan Novriana Sumarti</i>	983
Kriteria Tambahan pada Kekeosan suatu Fungsi	
<i>John Maspupu</i>	988
Rambatan Gelombang Elastis pada Media yang Memuat Crack Kaku Sempurna, Kasus Linier	
<i>Kusnandi</i>	993
Kekontinuan Geometrik Gabungan Dua Keping Plat Bezier	
<i>Kusno</i>	998

Penggunaan Metode Interpolasi Linear pada Pembentukan Belahan Poincare dari Masalah Henon-Heiles	
<i>La Zakaria</i>	1003
Teknik Memvisualisasi Belahan Poincare untuk Flow ABC	
<i>La Zakaria dan Ahmad Faisal</i>	1009
Perturbasi Analitik Nilai Karakteristik Teritlak Semisimpel	
<i>Lina Aryati</i>	1015
Kesetimbangan Diri Model Garis Produksi "Bucket Brigade"	
<i>M. Andy Rudhito</i>	1020
Metode Level Set untuk Aliran Uap-Air dalam Media Berpori	
<i>Makbul. Muksar</i>	1025
Penyandian Informasi Biner Berdasarkan Matriks Cek Paritas	
<i>Marsudi</i>	1035
Teorema-Teorema tentang Sistem Positif Simetri	
<i>Moch. Aruman Imron</i>	1040
Solusi Fundamental untuk Media Anisotropik	
<i>Moh. Ivan Azis</i>	1046
Simulasi Pembangkit Gelombang Dua Dimensi dan Tiga Dimensi	
<i>Nuning Nuraini</i>	1051
Penyelesaian Masalah Program Linier Terbatas Menggunakan Fungsi Logaritma Eksponensial Permodifikasi	
<i>Parwadi Moengin, Ismail Mohd, dan Noor Akma Ibrahim</i>	1055
Dinamik Interaksi HIV dan Sel T serta Pengoptimalan Kemoterapinya	
<i>Ponidi, Rini K, dan Indri Mukti</i>	1061
Sistem Otoparametrik dengan Osilator Gaya Luar	
<i>Rina Ratianingsih</i>	1067
Hampiran Selesaian Persamaan Korteweg-de Vries Order Lima	
<i>Rustanto Rahardi</i>	1072
Permainan Dinamis Linear Kuadratis N-Pemain Sistem Deskriptor	
<i>Salmah, S.M. Nababan, dan B. Soedijono</i>	1079
Analisa Numerik Metode Modifikasi Lax dalam Penyelesaian Persamaan Konservasi Energi Gelombang Pantai	
<i>Salmawaty</i>	1084
Penerapan Fungsi Logistik dan Teorema Chaos pada Kriptografi	
<i>Samuel Lukas dan Frans Indroyono</i>	1089
Metode Galerkin untuk Penyelesaian Saluran Transmisi Sinyal	
<i>Slamet Hadisaputro</i>	1095
Suatu Model Matematika Evolusi Resistensi Obat pada Parasit Malaria	
<i>Sri Wahyuningsih</i>	1102
Penempatan Lokasi Keret a suatu Sistem Jaringan Kereta	
<i>Subiono</i>	1111
Bukti Ketiadaan beberapa Kode Linear Kuarternar	
<i>Sugi Guritman</i>	1115
Penyelesaian Variabel Prediktor yang Dikeluarkan dari Model pada Model Proporsional Hazard Cox	
<i>Suharto</i>	1121
Perluasan Semantik SQL untuk Mendukung Valid-time Indeterminacy	
<i>Suprpto dan Medi</i>	1126
System Reliability in a Stress-Strength Model	
<i>Suyono</i>	1135
Kestabilan Model Populasi Satu Mangsa-Dua Pemangsa dengan Pemanenan	
<i>Syamsuddin Toaha</i>	1140
On an Operator Equation for Stokes Boundary Value Problems	
<i>T. Daniel Chandra dan J de Graaf</i>	1145

Rekonstruksi Pereda dari Balikannya untuk Persoalan Konduksi Panas Balikannya <i>Tulus</i>	1153
Kendali Kokoh Gain Scheduling untuk Sistem yang Tergantung pada Parameter <i>Widowati, S.M. Nababan, dan Robert Saragih</i>	1158
On a Perturbed Wave Equation with Discontinuous Mixed-type Boundary Data <i>Yudi Soeharyadi</i>	1163
Optimal Control Continuous Lags dengan Programasi Dinamis pada Permasalahan Olokasi Dana suatu Wilayah <i>Yusup Supena</i>	1169

kependekan dari θ sebagai θ , sehingga jika data observasi diketahui, maka fungsi likelihood ($L(\theta; \{Z_t\}_N$) untuk parameternya dapat dimaksimumalkan. Estimasi likelihood (EMLE) dilakukan dengan cara meminimumkan fungsi jumlah kuadrat $Q(\theta)$ dari logaritma fungsi likelihoodnya. Bentuk $Q(\theta)$ adalah non-linear dalam parameter, merupakan kesulitan utama metode EMLE, metode estimasi kuadrat terkecil (EKT) dapat dipakai untuk mengatasinya dan diperoleh:

$$\hat{\theta}_1 = \frac{\partial Q(\theta)}{\partial \theta}, \text{ dan } \hat{\theta} = \frac{\sum_{t=1}^N \frac{\partial Q(\theta)}{\partial \theta} Z_t}{\sum_{t=1}^N W_t^2}$$

Kata kunci: model AR, fungsi likelihood, EMLE, EKT

Misalkan Z_1, Z_2, \dots, Z_N adalah sekumpulan observasi dan dapat dimodelkan suatu model yang diperkirakan yang diperkirakan akan menghasilkan observasi z_t dengan memandang observasi ini sebagai variabel random yang diambil dari suatu distribusi bersama: $p(Z_t | \theta, \theta_0, \mu, \sigma^2)$ dengan $\theta = (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k, \theta_0, \mu, \sigma^2, \dots, \theta_k, \theta_0, \mu, \sigma^2)$ dan θ_0 adalah parameter-parameter yang tidak diketahui, sedangkan Z_t menunjukkan barisan atau vektor observasi yang stasioner dan merupakan (diferensi) observasi tersebut.

Permasalahan tersebut akan menimbulkan pertanyaan, "Demikianlah nilai-nilai parameter yang mungkin digunakannya sehingga menghasilkan observasi ini?"

Untuk menjawab pertanyaan tersebut, maka perlu menduga atau mengestimasi parameter-parameter yang mengandung nilai yang sebenarnya, dengan perkataan lain perlu menentukan yang meminimumkan suatu nilai maksimum likelihood (EMLE), sehingga menghasilkan observasi-observasi ini. Salah satu metode untuk mengestimasi parameter-parameter tersebut adalah dengan metode memaksimumkan fungsi likelihood, yang dipandang sebagai estimasi yang efisien.

METODE BOX-JENKINS UNTUK MODE AR

Analisis raman waktu Z_t yang ditombangkan menurut metode Box-Jenkins menggunakan dua operator, yaitu operator backshift B dan operator diferensi V .

Operator backshift B didefinisikan sebagai:

$$BZ_t = Z_{t-1}$$

Sedangkan operator diferensi V didefinisikan sebagai:

$$VZ_t = Z_t - Z_{t-1}$$

Sehingga kedua operator ini mempunyai hubungan:

$$VZ_t = Z_t - Z_{t-1} = Z_t - BZ_t = (1 - B)Z_t \text{, jadi } V = (1 - B)$$

Kedua operator tersebut mematuhi hukum-hukum aljabar elementer.

Model proses stokastik yang sering digunakan adalah bentuk:

Abd. Tarik adalah dosen Jurusan Matematika FMIPA, Universitas Islam Darul Ta'lim Jakarta e-mail: tarik@iain.com

BUKTI KETIADAAN BEBERAPA KODE LINEAR KUATERNER

Sugi Guritman

Abstrak: Dengan menggunakan program linear, di dalam artikel ini dibuktikan bahwa beberapa kode linear kuaterner (*quaternary linear codes*) dengan parameter tertentu tidak ada. Hal ini dicapai dengan menambahkan beberapa kendala baru pada program linear standar. Kendala-kendala itu diturunkan dari distribusi bobot kode biner Reed-Muller berorder rendah.

Kata kunci: kode linear optimal, kode kuaterner, kode Reed-Muller.

Misalkan \mathbb{F}_q^n menyatakan ruang vektor beranggotakan rangkai- n terurut atas lapangan berhingga \mathbb{F}_q . Suatu *kode linear* dengan panjang n atas \mathbb{F}_q adalah suatu subruang $C \subseteq \mathbb{F}_q^n$. Jika C mempunyai dimensi k and jarak minimum d , C adalah kode yang disimbolkan dengan $[n, k, d]_q$. Masalah utama di dalam aljabar teori pengkodean (*coding theory*) adalah mengoptimalkan salah satu diantara ketiga parameter n , k , and d apabila diberikan dua yang lainnya. Walaupun masalah optimisasi ini tidak mungkin diselesaikan dengan cara yang paling umum, namun sejauh ini telah banyak hasil yang dicapai dengan solusi parsial tahap demi tahap. Hasil-hasil ini dirangkum dalam suatu tabel yang disebut *tabel Brouwer*. Tabel ini selalu diperbarui dan informasi terbaru dapat diakses secara *on line* di [4]. Dari tabel Brouwer juga dapat diketahui secara nyata bahwa semakin besar q , hasil yang dicapai saat ini semakin sedikit.

Dalam artikel ini perhatian akan dicurahkan khusus untuk kasus kode linear kuaterner ($q = 4$) yang pada kenyataannya kurang banyak disentuh dibandingkan dengan kode terner ($q = 3$) apalagi biner ($q = 2$). Beberapa hasil sebelumnya yang cukup signifikan untuk kasus kuaterner dapat ditemukan di [5], [6], dan [8].

Sembarang tiga parameter dari suatu kode yang bisa dibuktikan bahwa kode itu tidak ada, akan menghasilkan batasan (*bound*) baru untuk suatu kode optimal. Metode yang paling sukses dalam membuktikan ketiadaan suatu kode sejauh ini adalah *program linear*. Berikut ini adalah gambaran ringkas gagasan dasar metode itu dari Delsarte [7].

Suatu *dual* C^\perp dari kode C berparameter $[n, k, d]_q$ adalah ortogonal dari C terhadap produk dalam standar di dalam ruang vektor \mathbb{F}_q^n . Misalkan $A_i(C)$ dan $B_i(C)$ menyatakan banyaknya katakode berbobot i di dalam C dan C^\perp , secara berurutan. Karena C linear, jelas bahwa $A_0(C) = B_0(C) = 1$. Untuk i yang lainnya memenuhi kendala-kendala berikut:

$$\begin{cases} A_i(C) \geq 0 & (1 \leq i \leq n), \\ B_i(C) \geq 0 & (1 \leq i \leq n), \\ A_i(C) = 0 & (1 \leq i \leq d-1), \\ q^k B_i = \sum_{j=1}^n K_i(j) A_j + \binom{n}{i} & (1 \leq i \leq n). \end{cases} \quad (1)$$

Sugi Guritman adalah dosen Jurusan Matematika FMIPA Institut Pertanian Bogor, Jalan Raya Pajajaran Bogor 16144, e-mail: guritman@indo.net.id.

Persamaan terakhir dalam sistem (1) disebut identitas-identitas MacWilliams, lihat [11]. Ide dasarnya adalah kode C tidak ada jika program linear (1) tak-fisibel. Tentu saja penambahan kendala-kendala baru akan mempertajam hasilnya.

Seksi 2 menghadirkan kendala-kendala standar yang akan ditambahkan ke program linear utama (1), dan hasil penambahan ini dinamakan *program linear standar (PLS)*. Pada Seksi 3 ditunjukkan bahwa jumlah-jumlah bobot tertentu di dalam C merupakan bobot-bobot di dalam kode biner Reed-Muller berorder rendah. Hubungan itu akan menghasilkan kendala-kendala baru yang bisa digunakan untuk memperkuat PLS. Seksi terakhir berkenaan dengan eksploitasi teorema dari Hill dan Lizak yang pada kenyataannya dapat menunjang hasil yang dicapai pada Seksi 3 untuk pembuktian ketiadaan suatu kode linear kuaterner berparameter tertentu.

PROGRAM LINEAR STANDAR

Pada seksi ini diberikan beberapa kendala standar yang akan ditambahkan ke program linear utama (1) untuk membentuk PLS. Keterangan lebih rinci mengacu pada [8]. Satu contoh aplikasi PLS dalam pembuktian ketiadaan suatu kode diberikan pada akhir seksi ini.

Definisi 1 Misalkan C adalah suatu kode dengan parameter $[n, k, d]_4$ dan misalkan $c \in C$ adalah suatu katakode berbobot w . Kode residual dari C terhadap c , dinotasikan $\text{Res}(C; w)$, didefinisikan sebagai suatu subkode dari C yang diperoleh dengan menghapus koordinat-koordinat tak-nol dari c .

Proposisi 1 Jika C adalah kode- $[n, k, d]_4$ dengan $d > \frac{3w}{4}$, maka $\text{Res}(C; w)$ mempunyai parameter $[n - w, k - 1, \geq (d - \lfloor \frac{3w}{4} \rfloor)]_4$ dengan $\lfloor x \rfloor$ menyatakan bilangan bulat terbesar yang kurang atau sama dengan x .

Aplikasi dari Proposisi 1 adalah sebagai berikut. Jika kita mengetahui - suatu contoh dari tabel Brouwer - bahwa kode dengan parameter $[n - w, k - 1, \geq (d - \lfloor \frac{3w}{4} \rfloor)]_4$ tidak ada, maka kita simpulkan bahwa $A_w(C) = 0$.

Proposisi 2 Adanya kode C dengan parameter $[n, k, d]_4$ dan mempunyai jarak dual d^\perp berimplikasi adanya suatu kode berparameter $[n - d^\perp, k - d^\perp + 1, d]_4$.

Jadi jika tidak ada kode yang mempunyai parameter $[n - i, k - i + 1, d]_4$, untuk $i = 1, 2, \dots, \alpha$, maka jarak dual dari sembarang kode- $[n, k, d]_4$ paling sedikit $(\alpha + 1)$. Proposisi berikut memberi jaminan bahwa katakode-katakode dengan bobot besar dapat dapat direduksi.

Proposisi 3 Misalkan C adalah suatu kode- $[n, k, d]_4$, maka:

1. $A_i(C) = 0$ atau 3 untuk $i > (4n - 3d)/2$,
2. Jika $A_i(C) > 0$, maka $A_j(C) = 0$ untuk $j > 4n - 3d - i$ dan $i \neq j$.

Example 2 Tidak ada kode yang mempunyai parameter $[94, 6, 68]_4$.

Proof. Andaikan C adalah suatu kode- $[94, 6, 68]_4$. Dari (1) jelas bahwa semua bobot tak-nol dari C berada dalam himpunan $\{i/i = 0 \vee 68 \leq i \leq 94\}$. Argumen kode residual (Proposisi 1) dengan menggunakan tabel Brouwer berimplikasi bahwa semua bobot tak-nol dari C berada dalam himpunan

$$\{0, 68, 70, 71, 72, 80, 83, 84, 88, 91, 92, 93, 94\}.$$

Lagi, tabel Brouwer juga menunjukkan bahwa tidak ada kode dengan parameter $[93, 6, 68]_4$, $[92, 5, 68]_4$, dan $[91, 4, 68]_4$. Akibatnya, dengan Proposisi 2, kita simpulkan bahwa jarak dual dari C adalah ≥ 4 . Program linear (1) ditambahkan dengan beberapa kendala tersebut serta Proposisi 3, menghasilkan perhitungan yang tak-fisibel. Perhitungan dilakukan dengan program aplikasi MAPLE. ■

KENDALA DARI CELA-CELA DI DALAM KODE REED-MULLER

Gagasan yang menggarisbawahi seksi ini telah digambarkan secara umum dalam [14] dan [9]. Sedangkan gagasan awalnya berasal dari paper [3].

Perhatikan fungsi-fungsi $\varphi_1, \varphi_2 : \mathbb{F}_4^n \rightarrow \mathbb{F}_4$ yang didefinisikan dengan

$$\varphi_1(\mathbf{x}) := \sum_{i=1}^n x_i^3, \quad \varphi_2(\mathbf{x}) := \sum_{1 \leq i < j \leq n} x_i^3 x_j^3.$$

Pertama kali kita catat bahwa fungsi-fungsi ini hanya bernilai 0 atau 1, dan nilainya tidak tergantung dengan bobotnya. Kenyataannya, jika $\text{wt}(\mathbf{x}) = w$, maka $\varphi_1(\mathbf{x}) = w \pmod{2}$ dan $\varphi_2(\mathbf{x}) = \binom{w}{2} \pmod{2}$. Untuk selanjutnya dapat dipandang bahwa \mathbb{F}_4^n sebagai ruang vektor biner berdimensi $2n$. Derajat biner dari φ_1, φ_2 adalah derajat dari representasi polinomial mereka terhadap sembarang sistem koordinat biner. Dalam hal ini $\deg \varphi_1 = 2$ dan $\deg \varphi_2 = 4$. Sesungguhnya, fungsi $\mathbb{F}_4 \rightarrow \mathbb{F}_4, x \mapsto x^2$, adalah \mathbb{F}_2 -linear, dan $x^3 = x \cdot x^2$ adalah produk dari dua fungsi \mathbb{F}_2 -linear.

Sekarang misalkan C adalah suatu kode linear kuaterner dengan panjang n dan berdimensi k . Jadi C dapat dipandang sebagai subruang biner dari \mathbb{F}_4^n berdimensi $2k$. Kemudian perhatikan restriksi $\psi_1 := \varphi_1|_C, \psi_2 := \varphi_2|_C$. Karena $\deg \psi_1 \leq \deg \varphi_1 = 2, \deg \psi_2 \leq \deg \varphi_2 = 4$, maka *support* dari ψ_1 adalah suatu katakode di dalam kode biner Reed-Muller $\mathcal{R}(2, C) = \mathcal{R}(2, 2k)$ mempunyai order 2 dan *support* dari ψ_2 adalah suatu kata kode di dalam $\mathcal{R}(4, C) = \mathcal{R}(4, 2k)$.

Fakta bahwa distribusi bobot dari kode biner Reed-Muller mengandung cela-cela, dan cela-cela ini semakin besar jika ordernya semakin kecil. Kita rangkum fakta itu dalam proposisi berikut; bukti dapat ditemukan di dalam referensi masing-masing pernyataan.

Proposisi 4 Misalkan $\mathcal{R}_2(r, m)$ adalah kode biner Reed-Muller berorder r mempunyai panjang 2^m , dengan $r \geq 1$, dan misalkan w adalah suatu bobot tak-nol di dalam $\mathcal{R}_2(r, m)$. Kemudian kita definisikan

$$\begin{aligned} \alpha & : = \min\{m - r, r\} \text{ dan} \\ \beta & : = \lfloor \frac{1}{2}(m - r + 2) \rfloor. \end{aligned}$$

Maka:

1. w dapat dibagi oleh $2^{\lfloor \frac{m-1}{r} \rfloor}$. (Ref. [2])
2. $w \geq 2^{m-r}$. (Ref. [1])
3. Jika $2^{m-r} \leq w < 2^{m-r+1}$, maka $w = 2^{m-r+1} - 2^{m-r+1-t}$, untuk $1 \leq t \leq \max\{\alpha, \beta\}$. (Ref. [12] pp. 446)
4. Jika $r = 2$, maka $w = 2^{m-1}$ atau $w = 2^{m-1} \pm 2^{m-1-j}$ ($0 \leq j \leq \frac{m}{2}$). (Ref. [13])

Kita alihkan perhatian pada ukuran *support* dari ψ_1, ψ_2 dan $\psi_1 + \psi_2$. Dengan mudah dapat kita amati bahwa mereka itu merupakan ekspresi yang mengandung distribusi bobot dari C sebagai berikut.

$$|\text{supp } \psi_1| = A^{(1,3)}, \quad |\text{supp } \psi_2| = A^{(2,3)}, \quad |\text{supp}(\psi_2 + \psi_1)| = A^{(1,2)},$$

dimana $A^{(a,b)}$ adalah penulisan singkat untuk $\sum_{i \equiv a \text{ atau } b \pmod{4}} A_i(C)$. Jadi Proposisi 4 menghasilkan kendala-kendala untuk distribusi bobot dari C . Kendala-kendala ini diperkuat dengan kenyataan bahwa di dalam kode kuaterner $A^{(1,3)}$, $A^{(2,3)}$ dan $A^{(1,2)}$ dapat dibagi oleh 3, sedangkan komplementnya, yaitu $A^{(0,2)}$, $A^{(0,1)}$ and $A^{(0,3)}$, adalah kongruen ke 1 modulo 3. Semua uraian di atas dapat dirangkum di dalam Teorema 3 and Teorema 5 berikut sebagai hasil dari seksi ini.

Teorema 3 Jika C adalah kode linear kuaterner berdimensi k , maka $A^{(1,3)} = \sum_{i \text{ ganjil}} A_i(C)$ adalah suatu bobot di dalam kode Reed-Muller $\mathcal{R}_2(2, 2k)$ yang dapat dibagi oleh 3. Jadi $\sum_{i \equiv 1 \text{ atau } 3 \pmod{4}} A_i(C)$ berada di dalam himpunan

$$\{2^{2k-1} + 2^{2k-2j} \ (1 \leq j \leq \lceil \frac{k}{2} \rceil), \ 2^{2k-1} - 2^{2k-1-2j} \ (0 \leq j \leq \lfloor \frac{k}{2} \rfloor)\}.$$

Suatu contoh penerapan Teorema 3 untuk pembuktian ketiadaan suatu kode kuaterner diberikan berikut ini.

Example 4 Tidak ada kode yang mempunyai parameter $[57, 8, 38]_4$.

Proof. Andaikan C adalah suatu kode- $[57, 8, 38]_4$. Kita ikuti langkah-langkah pada Contoh 2 sehingga diperoleh jarak dual dari C adalah ≥ 6 . Dari penerapan PLS untuk mengotimisasikan $A^{(1,3)}$, diperoleh bahwa $6651 \leq A^{(1,3)} \leq 20231$. Ini kotradiksi dengan Teorema 3. ■

Teorema 5 Misalkan ω menotasikan $A^{(1,2)}$ atau $A^{(2,3)}$, dan $\bar{\omega}$ menotasikan $A^{(0,3)}$ atau $A^{(0,1)}$. Maka ω dan $\bar{\omega}$ memenuhi kondisi berikut untuk suatu t dalam interval $0 \leq t \leq \max\{\alpha, \beta\}$ dimana $\alpha = \min\{2k - 4, 4\}$ dan $\beta = k - 1$.

1. Jika $\omega < 2^{2k-3}$, maka ω dapat dibagi 3 dan

$$\omega = 2^{2k-3} - 2^{2k-3-t}$$

2. Jika $\bar{\omega} < 2^{2k-3}$, maka $\bar{\omega}$ kongruen ke 1 modulo 3 dan

$$\bar{\omega} = 2^{2k-3} - 2^{2k-3-t}$$

3. Jika $\omega > 2^{2k} - 2^{2k-3}$, maka ω kongruen ke 1 modulo 3 dan

$$\omega = 2^{2k} - 2^{2k-3} + 2^{2k-3-t}$$

4. Jika $\bar{\omega} > 2^{2k} - 2^{2k-3}$, maka $\bar{\omega}$ dapat dibagi 3 dan

$$\bar{\omega} = 2^{2k} - 2^{2k-3} + 2^{2k-3-t}$$

5. Jika $2^{2k-3} \leq \omega \leq 2^{2k} - 2^{2k-3}$, maka ω dapat dibagi $2^{\lfloor \frac{2k-1}{4} \rfloor}$ dan 3.

6. Jika $2^{2k-3} \leq \bar{\omega} \leq 2^{2k} - 2^{2k-3}$, maka $\bar{\omega}$ dapat dibagi $2^{\lfloor \frac{2k-1}{4} \rfloor}$ dan kongruen ke 1 modulo 3.

Example 6 Tidak ada kode yang mempunyai parameter $[78, 9, 53]_4$.

Proof. Andaikan C adalah kode- $[78, 9, 53]_4$. Pengoptimuman $A^{(1,3)}$ pada penerapan PLS menghasilkan $77263 \leq A^{(1,3)} \leq 129839$. Oleh Teorema 3 hasil ini diperbaiki menjadi $98304 \leq A^{(1,3)} \leq 129024$. Tambahkan interval terakhir itu pada penerapan PLS sebagai kendala baru untuk mengoptimumkan $A^{(2,3)}$. Kita dapatkan $6331 \leq A^{(2,3)} \leq 22598$, dan ini bertentangan dengan Teorema 5. ■

PENAMBAHAN SATU BIT CEK PARITAS

Pada tahun 1995, Hill dan Lizak mengemukakan suatu hasil dalam teorema berikut.

Teorema 7 ([10]) Jika C adalah suatu kode $[n, k, d]_q$ dengan $\gcd(d, q) = 1$ dan semua bobotnya kongruen ke 0 atau d modulo q , maka C dapat diperpanjang satu bit ke kode $[n + 1, k, d + 1]_q$.

Bukti teorema tersebut didasarkan pada dua lema berikut ini.

Lema 8 ([12], pp. 581-583) Misalkan C adalah suatu kode- $[n, k, d]$ atas lapangan \mathbb{F}_q . Jika C mempunyai subkode C_0 berdimensi 1 dengan jarak minimum $> d$, maka C dapat diperpanjang satu bit menjadi kode- $[n + 1, k, d + 1]$.

Lema 9 Misalkan C adalah kode- $[n, k, d]_q$ dengan $\gcd(d, q) = 1$, dan misalkan s adalah suatu integer sedemikian sehingga semua bobot di dalam C kongruen ke 0 atau $s \pmod q$. Maka $\{c \in C \mid \text{wt}(c) \equiv 0 \pmod q\}$ adalah subkode dari C dan memiliki dimensi $\geq k - 1$.

Sebagai hasil sampingan, ternyata Lema 9 juga dapat digunakan untuk memperkuat kendala PLS dalam pembuktian ketiadaan suatu kode linear kuaterner.

Example 10 Tidak ada kode yang mempunyai parameter $[54, 8, 36]_4$.

Proof. Andaikan C adalah kode- $[54, 8, 36]_4$. Pengoptimuman $A^{(1,3)}$ pada penerapan PLS menghasilkan $18672 \leq A^{(1,3)} \leq 47882$. Teorema 3 menyebabkan

$$A^{(1,3)} \in \{24576, 30720, 32256, 32640, 33024, 33792, 36864\}. \quad (2)$$

Gunakan (2) untuk mengoptimumkan $A^{(2,3)}$ pada penerapan PLS, dan hasilnya adalah $23982 \leq A^{(2,3)} \leq 42255$. Giliran Teorema 5 memperbaiki hasil itu menjadi $24000 \leq A^{(2,3)} \leq 42240$. Sekarang beralih ke $A^{(1,2)}$. Penerapan PLS dan Teorema 5 memberikan $A^{(1,2)} = 0$ atau 6144. Jika $A^{(1,2)} = 6144$, pengoptimuman $A^{(1,3)}$ menghasilkan $34110 \leq A^{(1,3)} \leq 35615$, ini mengingkari Teorema 3. Oleh karena itu $A^{(1,2)} = 0$, dan ini berarti semua bobot di dalam C kongruen ke 0 atau 3 modulo 4. Sekarang kita terapkan Lema 9. Kardinalitas dari $\{c \in C \mid \text{wt}(c) \equiv 0 \pmod 4\}$ adalah 4^7 atau 4^8 . Akibatnya, $A^{(1,3)} = 4^8 - 4^7 = 49152$ atau $A^{(1,3)} = 0$. Akhirnya hasil ini bertentangan dengan (2). ■

Teorema terakhir pada tulisan ini adalah hasil sedikit modifikasi Teorema 7.

Teorema 11 [15] Misalkan C adalah suatu kode- $[n, k, d]_q$ atas suatu lapangan ber-karakteristik p . Jika $d \not\equiv 0 \pmod p$ dan $\sum_{i \neq u(p)} A_i(C) = q^{k-1}$ untuk suatu $u \in \{1, 2, \dots, p-1\}$, maka C dapat diperpanjang menjadi $[n + 1, k, d + 1]_q$ -code.

Bukti Teorema 11 adalah penerapan langsung dari Proposisi 3 dalam [15] dan Lema 8.

Example 12 Tidak ada kode yang mempunyai parameter $[86, 5, 63]_4$.

Proof. Andaikan C adalah kode- $[86, 5, 63]_4$. Penerapan PLS untuk pengoptimuman $A^{(1,3)}$ dan Teorema 3 memberikan $A^{(1,3)} \in \{480, 528, 576, 768\}$. Andaikan $480 \leq A^{(1,3)} \leq 576$. Maka dengan kendala ini menghasilkan $0 \leq A^{(1,2)} \leq 68$ pada pengoptimuman $A^{(1,2)}$, dan Teorema 5 mengubahnya menjadi $A^{(1,2)} = 0$. Akibatnya C akan memenuhi kondisi Teorema 7, dan artinya kode- $[87, 5, 64]_4$ harus ada. Tetapi tabel Brouwer menunjukkan bahwa tidak ada kode- $[87, 5, 64]_4$. Kesimpulannya $A^{(1,3)} = 768 = 4^5 - 4^{5-1}$, dan sehingga Teorema 11 dapat diterapkan. Lagi, kode- $[87, 5, 64]_4$ harus ada, suatu kontradiksi. ■

Catatan: Semua kode yang dibuktikan tidak ada pada semua contoh di dalam tulisan ini sebelumnya adalah problem terbuka. Tercatat pada pemeriksaan tabel Brouwer (on line) pada tanggal 17 Pebruari 2000.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Assmus Jr., E.F. and Key, J.D. 1992. Designs and Their Codes. Cambridge Tracts in Mathematics, Cambridge University Press, Cambridge, vol. 103, x+352, ISBN: 0-521-41361-3.
- [2] Ax, J. 1964. Zeroes of Polynomials over Finite Fields. *Amer. J. Math.*, vol. 86, pp. 255-261.
- [3] Brouwer, A.E. 1993. The Linear Programming Bound for Binary Linear Codes. *IEEE Trans. Inform. Theory*, vol. 39, pp. 677-680.
- [4] Brouwer, A.E. 1998. *Bounds on the Size of Linear Codes*, in: V.Pless and W. C. Huffman, eds, *Handbook of Coding theory*, Elsevier, pp. 295-461. Online version: <http://www.win.tue.nl/math/dw/voorlincod.html>.
- [5] Daskalov, R.N. 1992. The Linear Programming Bound for Quaternary Linear Codes. *Proc. Fourth Int. Workshop on Algebraic and Combinatorial Coding Theory*, Novgorod, Russia, pp. 74-77.
- [6] Daskalov, R.N. and Metodieva, E. 1995. The Nonexistence of Some Five-Dimensional Quaternary Linear Codes. *IEEE Trans. Inform. Theory*, vol. 41, pp. 581-583.
- [7] Delsarte, P. 1973. An Algebraic Approach to the Association Schemes of Coding Theory. *Philips Res. Rep. Suppl.* 10.
- [8] Greenough, P. and Hill, R. 1994. Optimal Linear Codes over $GF(4)$, *Discrete Math.*, vol. 125, pp. 187-199.
- [9] Guritman, S., Hoogweg, F., and Simonis, J. 2001. The Degree of Functions and Weights in Linear Codes. *Discrete Appl. Math.*, vol 111, pp. 87-102.
- [10] Hill, R. and Lizak, P. 1995. Extensions of Linear Codes. *Proc. International Symposium on Inform. Theory*, Whistler, Canada, pp. 345.
- [11] MacWilliams, F.J. 1963. A Theorem on the Distribution of Weights in a Systematic Code. *Bell System Tech. J.*, vol. 42, pp. 79-94.
- [12] MacWilliams, F.J. and Sloane, N.J.A. 1983. *The Theory of Error-Correcting Codes*, North-Holland, Amsterdam.
- [13] McEliece, R.J. 1969. Quadratic Forms over Finite Fields and Second-Order Reed-Muller Codes. *JPL Space Programs Summary*, 37-58-III, pp. 28-33.
- [14] Simonis, J. 1994. Restrictions on the Weight Distribution of Binary Linear Codes Imposed by the Structure of Reed-Muller Codes. *IEEE Trans. Inform. Theory*, vol. 40, pp. 194-196.
- [15] Simonis, J. 2000. Extensions of Linear Codes, *The proceedings of Seventh International Workshop on Algebraic and Combinatorial Coding Theory (ACCT 2000)*, pp. 279-282, Bansko-Bulgaria, June 18-24.

PETUNJUK BAGI PENULIS

1. Naskah belum pernah diterbitkan dalam media cetak lain, diketik dengan spasi rangkap pada kertas kuarto, panjang 10-20 halaman dan diserahkan paling lambat 3 bulan sebelum penerbitan dalam bentuk ketikan di atas kertas kuarto sebanyak 2 eksemplar dan pada disket, diketik dengan menggunakan pengolah kata *MS Word*. Naskah yang masuk dievaluasi oleh Penyunting Ahli dan atau Pakar.
2. Artikel yang dimuat dalam artikel ini meliputi tulisan tentang matematika sekolah (SD, SLTP, dan SMU) matematika perguruan tinggi (S1), dan pendidikan matematika (SD, SLTP, SMU, dan S1) dalam bentuk: • temuan penelitian • pembelajaran matematika • pengalaman praktis • kajian kepustakaan • gagasan konseptual • klinik matematika, atau • rekreasi matematika.
3. Semua karangan ditulis dalam bentuk esai, disertai judul sub bab (heading) masing-masing bagian, kecuali bagian pendahuluan yang disajikan tanpa judul sub bab. Peringkat judul sub bab dinyatakan dengan jenis huruf yang berbeda (semua huruf dicetak tebal/bold), jika diketik dengan komputer), cetak miring, dan letaknya pada tepi kiri halaman, dan bukan dengan angka, sebagai berikut.
PERINGKAT 1 (huruf besar semua tebal rata dengan tepi kiri)
Peringkat 2 (huruf besar-kecil tebal rata dengan tepi kiri)
Peringkat 3 (huruf besar-kecil miring rata dengan tepi kiri)
4. Setiap karangan harus disertai (a) abstrak (50-100 kata), (b) kata-kata kunci, (c) identitas pengarang (tanpa gelar akademik), (d) pendahuluan (tanpa judul sub bab) yang berisi latar belakang dan tujuan atau ruang lingkup tulisan dan (e) daftar rujukan. Hasil penelitian disajikan dengan sistematika berikut. (a) judul, (b) nama pengarang, (c) abstrak, (d) kata-kata kunci, (e) pendahuluan (tanpa judul sub bab) yang berisi pembahasan kepustakaan dan tujuan penelitian, (f) metode penelitian, (g) hasil, (h) pembahasan, (i) kesimpulan dan saran, dan (j) daftar rujukan.
5. Daftar rujukan disajikan mengikuti tatacara seperti contoh berikut dan diurutkan secara alfabetis dan kronologis.
As'ari A. 1994. *Mencari sistem residu tereduksi modulo grup siklik*. MIPA 23(2): 149-157.
Kahfi, M.S. 1991. *Geometri Transformasi I*. Malang: Proyek OPF IKIP MALANG. 1991.
6. Contoh naskah cetak dibaca oleh penulis.
7. Tatacara penyajian kutipan, rujukan, tabel, dan gambar mengikuti ketentuan dalam *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah: Skripsi, Tesis, Disertasi, Artikel, Makalah, dan Laporan Penelitian* (UNIVERSITAS NEGERI MALANG, 2000). Naskah diketik dengan memperhatikan aturan tentang penggunaan tanda baca dan ejaan yang dimuat dalam *Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia yang Disempurnakan* (Depdikbud, 1987).