

Perbandingan Metode Analisis Diskriminan dan Mahalanobis Taguchi (MT) untuk Data Penderita DM RS. Wahidin Sudirohusodo Makassar

Anisa[†]

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa dan menetapkan perkiraan inflasi karena adanya perbedaan perkiraan inflasi yang dikeluarkan lembaga pemerintah (Bank Indonesia) dan lembaga non-pemerintah. Berkaitan kelengkapan data dan waktu kajian, diawali dengan perkiraan angka inflasi Kota Banda Aceh bulan Mei 2008 dengan meneliti angka Indeks Harga Konsumen (IHK) dan variabel informasi yang diharapkan dapat membantu memperkirakan angka inflasi. Variabel informasi yaitu inflasi inti, aktiva bank, suku bunga SBI dan kurs rupiah terhadap dollar AS. Untuk mendapatkan model dilakukan dengan pendekatan VAB menggunakan *software* EVIEWS 4.1. Dari hasil proyeksi inflasi model IHK dengan variabel informasi inflasi inti memberikan hasil terbaik karena memiliki nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) terkecil yaitu sebesar 3.173 dan nilai *Adjusted R²* terbesar yaitu sebesar 0.988 diantara model-model lain yang diperoleh. Model persamaan yang digunakan :

$$\begin{aligned} \text{IHK} = & -0.158922*\text{IHK}(-1) - 0.119925*\text{IHK}(-2) + 0.118126*\text{IHK}(3) + 0.333073*\text{IHK}(-4) + \\ & 0.410392*\text{IHK}(-5) + 0.234516*\text{IHK}(-6) + 0.185697*\text{IHK}(-7) + 0.055365*\text{IHK}(-8) + \\ & 2.566506*\text{inflasi_inti}(-1) + 2.467324*\text{inflasi_inti}(-2) + 3.132469*\text{inflasi_inti}(-3) + \\ & 2.657023*\text{inflasi_inti}(-4) + 2.226699*\text{inflasi_inti}(-5) + 1.312811*\text{inflasi_inti}(-6) + \\ & 0.776763*\text{inflasi_inti}(-7) + 2.262856*\text{inflasi_inti}(-8) - 14.028597 \end{aligned}$$

.1685% untuk kota/kabupaten lain di provinsi NAD pada bulan yang sama. Sedangkan prediksi untuk tahun mendatang angka inflasi masih pada kisaran tersebut bila tidak ada perubahan-perubahan asumsi.

Kata Kunci : Inflasi, VAB, IHK, RMSE, *Adjusted R²*.

1. Pendahuluan

Statistika adalah ilmu yang mempelajari bagaimana merencanakan, mengumpulkan, menganalisis, menginterpretasi dan mempresentasikan data. Singkatnya, statistika adalah ilmu yang berkenaan dengan data.

Penggunaan statistika khususnya di bidang ekonomi sangat erat kaitannya dengan pengendalian kualitas suatu produk atau layanan. Beberapa teknik pengendalian kualitas yang biasa digunakan antara lain, diagram Pareto, matrix analisis, diagram Grier, *times series*, *cause-and-effect diagram*, *check sheet*, histogram, *proses capability*, *control chart*, diagram Scatter, *run chart*, dan proses flowchart.

Salah satu tokoh yang terkenal banyak memperkenalkan metode-metode untuk pengendalian kualitas adalah Taguchi (Taguchi & Wu, 1979; Taguchi, 1993). Taguchi memperkenalkan beberapa teknik yang bisa digunakan untuk pengendalian kualitas. Metode

[†] Jurusan Matematika FMIPA Universitas Hasanuddin Makassar

tersebut dikenal sebagai metode Taguchi, di antaranya adalah metode Robust Engineering (Taguchi & Wu, 1979; Taguchi, 1993), dan metode pengendalian kualitas sistem online (Taguchi, 1981; Taguchi, Elsayed & Hsiang, 1989). Metode Robust Engineering merupakan sebuah metode komprehensif untuk strategi pengendalian kualitas, dimana metode ini adalah kombinasi dasar dari model Engineering dengan Taguchi versi eksperimen yang biasa dikenal *Orthogonal Array Experiment*. Metode Mahalanobis-Taguchi, selanjutnya disebut MT, merupakan metode terbaru dalam metode Taguchi (Taguchi *et al.*, 2001; Taguchi & Jugulum, 2002). MT adalah pola pengenalan data base multivariat dan sistem diagnosa, seperti diagnosa kesehatan, industri elektronik, industri kimia, pemadam kebakaran dan sebagainya.

Dalam pendekatan model MT, gugus data multivariat yang besar dipartisi dalam dua kelompok, katakan kelompok normal dan kelompok tidak normal (abnormal). Kelompok normal dalam diagnosa kesehatan adalah orang-orang yang sehat, dan pada sistem pemeriksaan pabrik adalah produk yang dihasilkan dengan kualitas baik. Sedangkan kelompok abnormal adalah kelompok yang tidak biasa, atau punya kualitas yang jelek, misalnya pelajar yang sangat bodoh atau bisa juga pelajar yang sangat cerdas.

Pada makalah ini, sebagai pembanding metode MT, akan digunakan salah satu metode pada analisis multivariat lainnya, yaitu Analisis Diskriminan, untuk melihat bagaimana hasil pemisahan kedua kelompok normal dan abnormal berdasarkan kedua metode tersebut pada data yang digunakan. Analisis Diskriminan adalah metode klasik yang sudah lazim digunakan selama ini untuk klasifikasi data. Johnson & Wichern (2005) menyatakan bahwa Analisis Diskriminan adalah suatu metode analisis yang bagus digunakan untuk melakukan klasifikasi terhadap data, yang menghasilkan fungsi diskriminan sebagai acuan untuk pemisahan kelompok-kelompok yang ada pada data. Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data hasil rekam medik pasien penderita penyakit Diabetes Mellitus, selanjutnya disebut penyakit DM, di RS. Wahidin Sudirohusodo Makassar.

2. Tinjauan Pustaka

Metode Mahalanobis-Taguchi (MT)

Salah satu tujuan utama MT adalah untuk memperkenalkan sebuah skala dasar pada semua variabel untuk mengukur derajat ketidaknormalannya. Sebagai contoh, pada kasus diagnosa kesehatan bertujuan mengukur derajat berat/kerasnya setiap penyakit berdasarkan skala yang ada. Untuk membangun skala tersebut digunakan Jarak Mahalanobis (*Mahalanobis Distance*).

Jarak Mahalanobis (*Mahalanobis Distance*)

Jarak Mahalanobis (*Mahalanobis Distance*) adalah suatu metode statistika yang digunakan untuk mendapatkan suatu data dengan jarak tertentu terhadap rata-rata data tersebut sehingga diperoleh suatu penyebaran data yang memiliki pola terhadap nilai rata-rata. Misalkan data yang digunakan dibuat dalam bentuk tabel berdasarkan jumlah variabel bebas p dan banyaknya amatan N .

Tabel 1. Format data mentah Mahalanobis-Taguchi

Objek	Variabel			
	X_{k1}	X_{k2}	...	X_{kp}
1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1p}
2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2p}
⋮	⋮	⋮	...	⋮
N	x_{N1}	x_{N2}	...	x_{Np}
Average	\bar{X}_1	\bar{X}_2	...	\bar{X}_p
Standar Deviasi	s_1	s_2	...	s_p

dengan $\bar{X}_i = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N x_{ki}$ dan $s_i = \sqrt{\frac{(x_{ki} - \bar{X}_i)^2}{N-1}}$, untuk $i = 1, \dots, p$, $k = 1, 2, \dots, N$ (1)

Standarisasi data pada Tabel 1 dengan mengurangi masing-masing amatan dengan rataannya, dan membaginya dengan standar deviasi, sehingga diperoleh hasil sebagaimana yang diberikan pada tabel berikut.

Tabel 2. Data yang distandarisasi

Objek	Variabel yang distandarisasi			
	Z_{k1}	Z_{k2}	...	Z_{kp}
1	z_{11}	z_{12}	...	z_{1p}
2	z_{21}	z_{22}	...	z_{2p}
⋮	⋮	⋮	...	⋮
N	z_{N1}	z_{N2}	...	z_{Np}

dengan $z_{ki} = \frac{x_{ki} - \bar{X}_i}{s_i}$ untuk $k = 1, \dots, N$, $i = 1, \dots, p$ (2)

Ini adalah sebuah proses normalisasi yang khas untuk analisis data multivariat. Kemudian matriks korelasi sampel dihitung untuk standarisasi variabel pada kelompok normal, sebagai berikut:

$$R = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & \cdots & r_{1p} \\ r_{21} & 1 & \cdots & r_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{p1} & r_{p2} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

dengan $r_{ij} = \frac{1}{N-1} \sum_{k=1}^N z_{ki} z_{kj}$ (3)

Menurut Yang & Trewn (2003), jarak Mahalanobis yang dinotasikan dengan MD, didefinisikan sebagai :

$$MD_k = \left(\frac{1}{p}\right) z_{ki}^1 R^{-1} z_{ik} \quad (4)$$

dengan

z_i = vektor hasil standarisasi pada nilai x_{ki} , atau pada amatan ke- k variabel ke- j

$$z_i = (x_{ki} - \bar{X}_i) / s_i$$

\bar{X}_i = rata-rata dari variabel ke- i

s_i = standar deviasi dari variabel ke- i

p = jumlah variabel yang digunakan dalam penelitian

R = matriks korelasi berukuran $p \times p$

Bobot dari jarak Mahalanobis ini ada pada nilai kovariannya, dan menurut Aribi (2007), nilai bobot inilah yang membuat jarak Mahalanobis memiliki bidang atau luasan yang berbentuk elips.

Mahalanobis-Taguchi (MT)

Mahalanobis-Taguchi (MT) adalah sebuah sistem dengan proses 4 langkah. Tiga langkah pertama adalah penggunaan jarak Mahalanobis, pengujian kelompok tidak normal dan *screening variabel*. Langkah ke-4 adalah diagnosa masa yang akan datang dengan menggunakan variabel terpilih hasil dari *Screening variabel*. Berikut akan diuraikan proses 4 langkah tersebut.

Langkah Pertama : Jarak Mahalanobis

Dalam langkah ini data multivariat mentah dikoleksi untuk mengetahui sehat atau normalnya objek dengan tujuan untuk menentukan sebuah skala/ukuran dasar pada populasi yang normal.

Secara ringkas, untuk sembarang amatan yang berbentuk data multivariat, misalkan $x_0 = (x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0i}, \dots, x_{0p})$, maka perhitungan jarak Mahalanobis adalah sebagai berikut:

1. Standarisasi $x_0 = (x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0i}, \dots, x_{0p})^1$ dengan mengurangi $\bar{X} = (\bar{X}_1, \bar{X}_2, \dots, \bar{X}_i, \dots, \bar{X}_p)^1$ dan membaginya dengan $s_1, s_2, \dots, s_i, \dots, s_p$ dari data kelompok normal, sehingga diperoleh observasi yang baru sebagai berikut:

Anisa

$$z_0 = (z_{01}, z_{02}, \dots, z_{0i}, \dots, z_{0p})^1$$

$$= \left(\frac{x_{01} - \bar{X}_1}{s_1}, \dots, \frac{x_{0i} - \bar{X}_i}{s_i}, \dots, \frac{x_{0p} - \bar{X}_p}{s_p} \right)^1 \quad (5)$$

2. Menghitung skala jarak Mahalanobis (*Mahalanobis Distance*) terskalakan untuk observasi ini :

$$MD_0 = \frac{1}{p} z_0^1 R^{-1} z_0 \quad (6)$$

dengan p adalah jumlah variabel. Persamaan (6) tidak lain adalah jarak Mahalanobis biasa yang dikoreksi oleh banyaknya variabel. Yang & Trewn (2003) menetapkan bahwa

$$E(MD) = \frac{N}{N-1} \quad (7)$$

dimana N adalah jumlah observasi di dalam kelompok normal.

Langkah Kedua : Uji dan Analisis Jarak Mahalanobis untuk Sampel Abnormal

Setelah diperoleh jarak Mahalanobis pada langkah pertama, maka perlu diuji apakah jarak Mahalanobis ini sensitif untuk observasi yang abnormal. Pada langkah ini, akan dikoleksi data multivariat yang diketahui tidak normal kemudian dihitung jarak Mahalanobisnya. Hasil perhitungan jarak Mahalanobis yang baru ini diharapkan lebih besar dari 1. Konsep kualitas yang digunakan sama dengan konsep kualitas pada umumnya yaitu suatu produk disebut berkualitas bila ukuran kualitasnya (variabel yang diukur) berada pada rentang nilai tertentu (Walpole, 2001).

Jika perhitungan jarak Mahalanobis yang baru tidak lebih dari 1 maka hal tersebut mengindikasikan bahwa variabel awal yang dipilih tidak mampu membedakan antara normal dan abnormal. Dalam kasus seperti tersebut maka perlu penambahan variabel baru.

Setelah penambahan variabel baru, lakukan langkah pertama kembali, yaitu mengukur objek yang normal dengan variabel baru, memperbanyak data, menghitung kembali standarisasi variabel dan hitung jarak Mahalanobisnya. proses tersebut harus diulang sampai ketidakstabilan antara kelompok normal dan kelompok abnormal menjadi cukup.

Langkah Ketiga: Screening Variabel dengan Menggunakan Eksperimen *Taguchi Orthogonal Array*

Tidak setiap variabel pada data multivariat memberi pengaruh besar dalam membedakan objek abnormal. Beberapa variabel mungkin lebih penting daripada variabel lainnya, sehingga perlu untuk memilih variabel yang memberikan kontribusi lebih pada proses pembedaan objek sehingga proses monitoring dan pencegahan yang akan dilakukan bisa lebih efektif

Menurut Fowlkes & Creveling (1995), terdapat beberapa metode untuk Screening variabel sehingga variabel-variabel yang memberikan kontribusi lebih pada proses pembedaan objek yang dikembangkan oleh Taguchi.

Metode-metode tersebut adalah metode uji rancangan fix (*Build-test-fix*), metode 1 faktor pada 1 kali percobaan (*One-factor-a-time experiment*), metode percobaan faktorial lengkap (*Full factorial experiment*), dan percobaan ortogonal array (*fractional factorial*). Metode uji rancangan fix merupakan metode yang tidak efektif dan efisien, dan sangat bergantung pada keahlian si pelaku percobaan. Metode 1 faktor pada 1 kali percobaan merupakan metode tradisional yang banyak dipakai oleh akademisi dan insinyur di bidang industri. Metode ini mempunyai kelemahan yaitu tidak memberikan informasi bagaimana efek dari suatu perubahan

faktor ketika faktor yang lain diubah. Metode percobaan faktorial lengkap memasukkan semua kemungkinan dari kombinasi semua level-level dari faktor, sehingga membutuhkan waktu yang lama dan rumit untuk mempertimbangkan kombinasi-kombinasi dari faktor yang optimum. Sedangkan metode percobaan Ortogonal Array, selanjutnya disebut OA merupakan pengembangan dari metode percobaan faktorial lengkap, namun hanya mempertimbangkan pecahan dari kombinasi faktorial lengkap. OA merujuk pada keseimbangan kombinasi variasi dari faktor sehingga tidak ada satu faktor mempunyai bobot lebih atau kurang pada percobaan dibandingkan faktor yang lain. Ortogonal yang merujuk pada kenyataan bahwa efek dari setiap faktor secara matematik diasumsikan saling bebas dengan efek dari faktor lain, sehingga hanya jumlah faktor, level dan pembagian ulang tertentu yang bisa diuraikan dalam metode OA. Secara umum, metode OA faktorial dituliskan dalam bentuk

$$L_a(b^c) \quad (8)$$

dengan

- a = jumlah baris
- b = jumlah level
- c = jumlah kolom

Berdasarkan uraian mengenai OA di atas, jika terdapat 5 variabel atau 5 faktor X_1, X_2, X_3, X_4 , dan X_5 , dengan menggunakan observasi kelompok normal, matriks korelasi R , dan s_1, s_2, s_3, s_4, s_5 yang dihitung dari data kelompok normal sebagai tambahan pada kelompok abnormal. Dapat juga ditambahkan data multivariat baru, misal x sampai n data sehingga faktor gugus data amatan kelompok abnormal menjadi:

$$\begin{aligned} x_1 &= (x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}) \\ x_2 &= (x_{21}, x_{22}, x_{23}, x_{24}, x_{25}) \\ &\vdots \quad \dots\dots\dots \\ x_n &= (x_{n1}, x_{n2}, x_{n3}, x_{n4}, x_{n5}) \end{aligned}$$

Bentuk OA dari 5 variabel yang digunakan diringkas dalam tabel berikut.

Table 5. Luaran khas OA untuk Screening Variabel

No urut exp	L_8 kolom array					Jarak Mahalanobis				S/N		
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	...	n	η
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5			1	2	...	n	η
1	1	1	S/N	1	1	1	1	MD ₁₁	MD ₁₂	...	MD _{1n}	η_1
2	1	1	1	2	2	2	2	MD ₂₁	MD ₂₂	...	MD _{2n}	η_2
3	1	2	2	1	1	2	2					
4	1	2	2	2	2	1	1					
5	2	1	2	1	2	1	2					
6	2	1	2	2	1	2	1					
7	2	2	1	1	2	2	1					
8	2	2	1	2	1	1	2	MD ₈₁	MD ₈₂	...	MD _{8n}	η_8

Dari tabel di atas dibentuk 2 level OA dengan jumlah kolom lebih dari 5 untuk dapat mengakomodir bentuk OA yang bersesuaian, yaitu dengan menggunakan $L_8(2)^7$. Pada OA tabel di atas, level 1 dimaksudkan untuk “inclusion” atau penguat variabel, dan level 2 dimaksudkan untuk “exclusion” atau memperlemah variabel. Kolom yang kosong mengindikasikan tidak ada variabel yang diberikan.

Hal penting yang perlu diketahui pada OA sebagaimana pada percobaan Taguchi lainnya adalah signal-to-noise ratio (S/N) digunakan sebagai ukuran untuk memilih variabel penting yang membedakan objek. Secara umum bentuk (S/N) yang dikembangkan oleh Taguchi ditulis dalam bentuk

$$\eta_i = -\log_{10} \left[\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left(\frac{1}{MD_j} \right)^2 \right] \text{ untuk semua } i = 1, \dots, 8 \quad (9)$$

Signal-to-noise ratio yang digunakan memiliki karakteristik pembeda “larger-the-better”, sebab untuk amatan-amatan abnormal jarak MD yang besar akan lebih sensitif keabnormalitasnya, sehingga menjadi variabel penting yang memberi pengaruh besar dalam pembedaan objek abnormal.

Langkah Keempat: Diagnosis Akan Datang dengan Menggunakan Variabel Terpilih

Pada langkah ini, akan ditetapkan nilai batas atau *threshold* terpotongnya MD (*cuts off*) yang didasarkan pada kualitas fungsi kehilangan Taguchi. Penetapan nilai *threshold* ini diharapkan dapat mempertahankan sistem monitoring yang digunakan. Pada metode MT, nilai *threshold* T untuk jarak Mahalanobis ditetapkan dengan menggunakan fungsi kehilangan Taguchi (*Quality loss Function*), dan pendekatan rancangan toleransi Taguchi, dimana pendekatan ini merupakan biaya yang didasarkan pada rancangan toleransi. Pertimbangan terpenting pada biaya adalah merupakan kualitas fungsi kerugian yang seharusnya merupakan selisih dari level-level ideal.

$$L = k(MD) = k \left((\sqrt{MD})^2 \right) \quad (10)$$

Quality loss function akan bernilai nol jika $MD = 0$. Dari persamaan (10),

$$A_0 = k(\Delta_0)^2 = k \Delta_0^2 \quad (11)$$

atau

$$k = \frac{A_0}{\Delta_0^2}$$

sehingga, kualitas fungsi kerugian menjadi

$$L = \frac{A_0}{\Delta_0^2} MD \quad (12)$$

A merupakan biaya internal, yaitu biaya yang berhubungan dengan situasi ketika nilai *threshold* untuk $MD \geq T$, dimana T adalah nilai batas untuk jarak Mahalanobis. Dengan menggunakan persamaan (11) dan (12), maka

$$A = \frac{A_0}{\Delta_0^2} T \quad (13)$$

sehingga

$$T = \frac{\Delta_0^2}{A_0} \quad (14)$$

3. Pembahasan

3.1 Penerapan Metode Mahalanobis-Taguchi (MT) pada Data

Data dikumpulkan berdasarkan data pencabutan status pasien rawat inap pada periode Januari 2005 s/d Mei 2006 di bagian rekam medik RS.DR.Wahidin Sudirohosodo Makassar. Populasi penderita penyakit *Diabetes Mellitus* (DM) yang dirawat inap di rumah sakit tersebut sejak Januari 2005 s/d Mei 2006 sebanyak 786 orang, 596 orang di antaranya merupakan penderita penyakit DM tipe II. Sampel yang diambil sebanyak 102 orang penderita penyakit DM tipe II dan berumur 25 tahun ke atas.

Tabel 1. Deskripsi variabel penjelas Penderita Penyakit DM di RS.Dr.Wahidin Sudirohusodo Makassar periode Januari 2005 s/d Mei 2006

No	Nama Variabel	Rata-Rata	Nilai Minimum	Nilai Maksimum
1	Umur (tahun)	59	30	87
2	Berat Badan (kg)	58,67	37	85
3	Tinggi Badan (cm)	156	149	175
4	Lama Menderita (cm)	3,4	0	28
5	Lama Dirawat (hari)	11	1	86

Berdasarkan Tabel 1, distribusi pasien menurut umur menunjukkan bahwa rata-rata umur penderita penyakit DM adalah 59 tahun, pasien termuda dengan umur 30 tahun dan tertua dengan umur 87 tahun. Distribusi pasien menurut berat badan menunjukkan bahwa rata-rata berat badan penderita penyakit DM adalah 58,67 kg, berat badan pasien terendah adalah 37 kg dan tertinggi 85 kg. Distribusi pasien menurut lama dirawat menunjukkan bahwa rata-rata lama dirawat penderita penyakit DM adalah 11 hari, yang paling lama mendapatkan perawatan di rumah sakit adalah selama 86 hari dan paling sedikit selama 11 hari perawatan.

Dalam pendekatan model MT, gugus data dipartisi dalam dua kelompok yaitu kelompok normal dan tidak normal (abnormal). Untuk data penderita DM berdasarkan status kelangsungan hidup maka terbagi dua bagian. Pertama, kelompok normal terdiri atas pasien dengan status sembuh, membaik/rawat jalan, dan belum sembuh/pulang paksa, sedangkan kelompok tidak normalnya adalah pasien dengan status meninggal. Kedua, kelompok normal terdiri atas pasien dengan status sembuh dan membaik/rawat jalan sedangkan kelompok tidak normal adalah pasien dengan status belum sembuh/pulang paksa dan meninggal.

Untuk Kelompok normal dengan status kelangsungan hidup sembuh, membaik/rawat jalan, dan belum sembuh/pulang paksa melalui standarisasi variabel maka diperoleh matriks korelasi sebagai berikut :

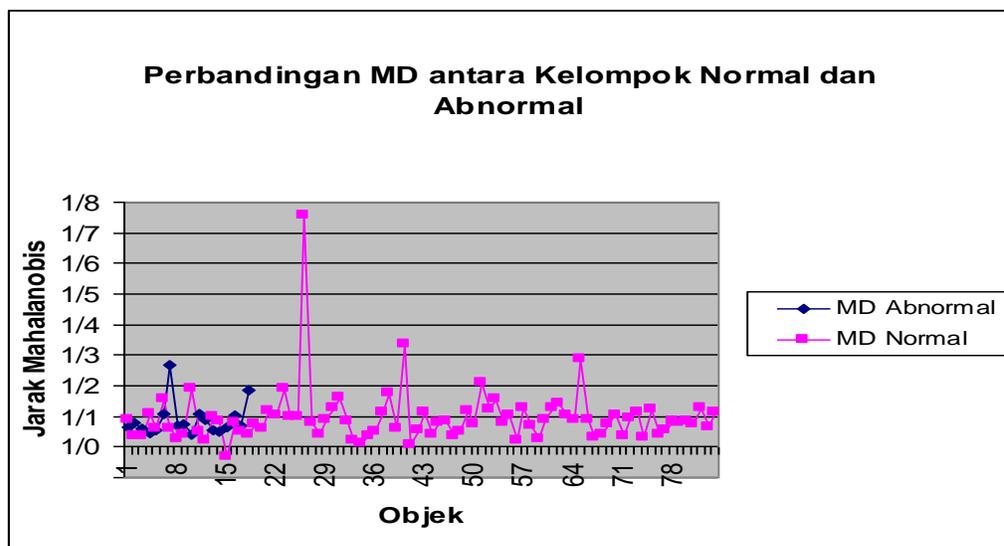
Anisa

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 0.050 & 0.039 & -0.040 & -0.148 & -0.336 \\ 0.050 & 1 & 0.385 & 0.098 & -0.120 & -0.091 \\ 0.039 & 0.385 & 1 & -0.036 & -0.215 & -0.103 \\ -0.040 & 0.098 & -0.036 & 1 & 0.131 & 0.016 \\ -0.148 & -0.120 & -0.215 & 0.131 & 1 & 0.145 \\ -0.336 & -0.091 & -0.103 & 0.016 & 0.145 & 1 \end{bmatrix}$$

Invers matriks untuk matriks korelasi tersebut adalah:

$$R^{-1} = \begin{bmatrix} 1.142 & -0.023 & 0.028 & 0.029 & 0.115 & 0.367 \\ -0.022 & 1.186 & -0.448 & -0.412 & 0.056 & 0.049 \\ 0.028 & -0.448 & 1.222 & 0.062 & 0.196 & 0.065 \\ 0.029 & -0.142 & 0.062 & 1.035 & -0.136 & 0.007 \\ 0.114 & 0.056 & 0.196 & 0.136 & 1.097 & -0.093 \\ 0.367 & 0.049 & 0.065 & 0.007 & -0.093 & 1.148 \end{bmatrix}$$

Berdasarkan hasil transpose nilai standarisasi variabel diperoleh jarak Mahalanobis (MD), dan perbandingan MD untuk kelompok normal dengan status kelangsungan hidup sembuh, membaik/rawat jalan, dan belum sembuh/pulang paksa, dan abnormal dengan status kelangsungan hidup meninggal, diberikan pada gambar berikut.



Gambar 1. Grafik perbandingan jarak Mahalanobis kelompok normal dengan status kelangsungan hidup sembuh, membaik/rawat jalan, dan belum sembuh/pulang paksa, dengan kelompok abnormal untuk status kelangsungan hidup meninggal.

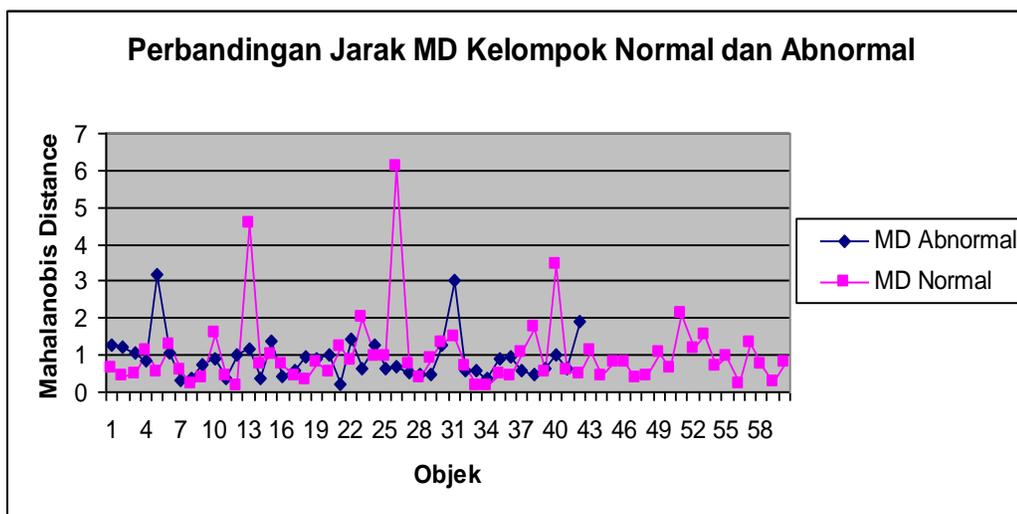
Untuk Kelompok normal dengan status kelangsungan hidup sembuh, dan membaik/rawat jalan melalui standarisasi variabel maka diperoleh matriks korelasi sebagai berikut.

$$R = \begin{bmatrix} 1 & -0.003 & 0.070 & 0.004 & -0.056 & -0.478 \\ -0.003 & 1 & 0.428 & 0.062 & -0.077 & -0.060 \\ 0.070 & 0.428 & 1 & -0.136 & -0.198 & -0.107 \\ 0.040 & 0.062 & -0.136 & 1 & 0.137 & -0.021 \\ -0.056 & -0.077 & -0.198 & 0.137 & 1 & 0.210 \\ -0.478 & -0.060 & -0.107 & -0.021 & 0.210 & 1 \end{bmatrix}$$

Invers matriks untuk matriks korelasi tersebut adalah:

$$R^{-1} = \begin{bmatrix} 1.304 & 0.064 & -0.064 & 0.005 & -0.069 & 0.635 \\ 0.064 & 1.251 & -0.556 & -0.153 & 0.002 & 0.042 \\ -0.064 & -0.556 & 1.308 & 0.189 & 0.177 & 0.042 \\ 0.005 & -0.153 & 0.189 & 1.054 & -0.132 & 0.063 \\ -0.069 & 0.002 & 0.177 & -0.132 & 1.106 & -0.248 \\ 0.635 & 0.042 & 0.042 & 0.063 & -0.248 & 1.364 \end{bmatrix}$$

Berdasarkan hasil transpose nilai standarisasi variabel diperoleh jarak Mahalanobis (MD), dan perbandingan MD untuk kelompok normal dengan status kelangsungan hidup sembuh, dan membaik/rawat jalan, dan abnormal dengan dengan status kelangsungan hidup belum sembuh/pulang paksa, dan meninggal, diberikan pada gambar berikut.



Gambar 2. Grafik perbandingan jarak Mahalanobis kelompok normal dengan status kelangsungan hidup sembuh, dan membaik/rawat jalan, dengan kelompok abnormal dengan status kelangsungan hidup belum sembuh/pulang paksa, dan meninggal.

Berdasarkan perhitungan jarak Mahalanobis untuk data penderita penyakit DM, dapat dilihat bahwa kedua bentuk tersebut tidak ada yang sesuai dengan kriteria pada metode MT, yaitu jarak Mahalanobis untuk kelompok abnormal harus lebih besar dari 1. Sehingga untuk data kasus penderita penyakit DM tidak dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya dengan metode MT. Dapat

dikatakan bahwa metode MT belum bisa memisahkan kelompok normal dan abnormal dengan menggunakan metode MT ini.

3.2 Penerapan Metode Analisis Diskriminan pada Data

Penerapan analisis diskriminan akan diterapkan juga pada dua gugus data sebagaimana pada metode MT. Gugus data pertama adalah kelompok normal untuk status kelangsungan hidup sembuh, membaik/rawat jalan, dan belum sembuh/pulang paksa, dan kelompok abnormal dengan status kelangsungan hidup meninggal. Sedangkan gugus data kedua adalah kelompok normal dengan status kelangsungan hidup sembuh dan membaik/rawat jalan, dan kelompok abnormal dengan dengan status kelangsungan hidup belum sembuh/pulang paksa dan meninggal. Hasil pengolahan data dengan metode analisis diskriminan dengan menggunakan paket pengolahan data Minitab 14 diberikan berikut.

```

Linear Method for Response: Status Kelangsungan Hidup
  Nomal : sembuh, membaik/rawat jalan, dan belum
sembuh/pulang paksa
  Abnormal : meninggal
Predictors: Kadar Gula Darah, Jenis Kelamin, Umur,
            Pekerjaan, Tingkat pendidikan, Berat Badan,
            Tinggi Badan, Lama Menderita, Lama Rawat, Jenis
            Penyakit, Komplikasi, Diet DM, dan Kategori
            Penyakit

Group          1          2
Count          84         18

Summary of classification
                True Group
Put into Group  1          2
1               63         3
2               21         15
Total N        84         18
N correct      63         15
Proportion     0.750     0.833

N = 102                N Correct = 78                Proportion
Correct = 0.765

```

Dari hasil di atas, terlihat bahwa untuk gugus data pertama analisis diskriminan mampu mengelompokkan data secara benar ke dalam kelompok normal dan abnormal sebesar 76.5%. Sedangkan untuk gugus data kedua, analisis diskriminan hanya mampu mengelompokkan data dengan proporsi sebesar 72.5%, sebagaimana yang diberikan pada hasil di bawah.

Linear Method for Response: Status Kelangsungan Hidup		
Nomal : sembuh dan membaik/rawat jalan		
Abnormal : belum sembuh/pulang paksa dan meninggal		
Predictors: Kadar Gula Darah, Jenis Kelamin, Umur, Pekerjaan, Tingkat pendidikan, Berat Badan, Tinggi Badan, Lama Menderita, Lama Rawat, Jenis Penyakit, Komplikasi, Diet DM, dan Kategori Penyakit		
Group	1	2
Count	60	42
Summary of classification		
	True Group	
Put into Group	1	2
1	46	14
2	14	28
Total N	60	42
N correct	46	28
Proportion	0.767	0.667
N = 102	N Correct = 74	Proportion
Correct = 0.725		

Hasil lain yang diperoleh pada analisis diskriminan ini adalah fungsi pembeda untuk kedua gugus data yang digunakan dalam penelitian ini. Fungsi pembeda ini berfungsi sebagai acuan pengklasifikasian amatan baru untuk masuk ke dalam kelompok normal dan abnormal, berdasarkan variabel-variabel bebas atau prediktor yang digunakan di dalam model. Fungsi pembeda atau diskriminan untuk kedua gugus data diberikan berikut ini.

Untuk gugus data pertama, dimana untuk kelompok normal dengan status kelangsungan hidup sembuh, membaik/rawat jalan, dan belum sembuh/pulang paksa, dan kelompok abnormal dengan status kelangsungan hidup meninggal, maka fungsi pembeda untuk kelompok normal yang dihasilkan adalah :

$$\begin{aligned} \text{Kel.Normal} = & -536.40 + 0.05C_1 - 52C_2 + 0.44C_3 + 4.93C_4 + 5.10C_5 - 0.35C_6 + 6.38C_7 \\ & - 0.26C_8 + 0.73C_9 + 13.02C_{10} + 6.13C_{11} + 0.74C_{12} + 0.57C_{13} \end{aligned}$$

Sedangkan untuk gugus data kedua, dimana untuk kelompok normal dengan status kelangsungan hidup sembuh dan membaik/rawat jalan, dan kelompok abnormal dengan status kelangsungan hidup belum sembuh/pulang paksa dan meninggal, maka fungsi pembeda untuk kelompok normal yang dihasilkan adalah :

$$\begin{aligned} \text{Kel.Normal} = & -536.15 + 0.05C_1 - 52.30C_2 + 0.41C_3 + 5.08C_4 + 5.45C_5 - 0.35C_6 + 6.38C_7 \\ & - 0.29C_8 + 0.76C_9 + 13.13C_{10} + 6.06C_{11} + 0.28C_{12} + 0.62C_{13} \end{aligned}$$

dengan C_1 adalah kadar gula darah pasien, C_2 adalah jenis kelamin, C_3 adalah umur pasien, C_4

adalah pekerjaan, C_5 adalah tingkat pendidikan pasien, C_6 adalah berat badan, C_7 adalah tinggi badan pasien, C_8 adalah lamanya pasien menderita DM, C_9 adalah lamanya pasien penderita DM dirawat di rumah sakit, C_{10} adalah jenis penyakit DM yang diderita oleh pasien, C_{11} adalah komplikasi lain yang dialami oleh pasien penderita DM, C_{12} adalah diet DM yang diberikan terhadap pasien, dan C_{13} adalah kategori penyakit DM yang diderita oleh pasien.

Dari hasil analisis diskriminan, jika dibandingkan dengan hasil dengan menggunakan metode MT sebagaimana yang diberikan pada bagian sebelumnya, dapat dikatakan bahwa untuk data penderita DM yang digunakan, analisis diskriminan lebih memberikan hasil yang nyata mengenai pemisahan kelompok normal dan abnormal dibandingkan dengan metode MT.

4. Diskusi

Perlu adanya penelitian lanjut mengenai penerapan kedua metode, yaitu metode MT dan analisis diskriminan, pada berbagai gugus data untuk melihat efektifitas dari penggunaan kedua metode tersebut dalam pemisahan kelompok normal dan abnormal.

Daftar Pustaka

- [1] Aribi, J. 2007. *Mahalanobis Distance*. <http://Jauhar-Aribi.blogspot.com/2007/03/Mahalanobis-Distance>.
- [2] Chun, H. W. 2004. *Data Classification using the Mahalanobis-Taguchi System*. Departemen of Industrial Engineering and Management, Ta Hwa Institute of Tecnology.
- [3] Besterfield, D. H. 1994. *Quality Control*. Prentice-Hall International, Inc. London.
- [4] Fowlkes, Willyam Y dan Creveling, Cyde M.1995. *Engineering Methods for Robust Product Design Using Taguchi Methods in Tecnology and Product Development*. Addison-Wesley Publishing Company. Ney York.
- [5] Livonia dan Rajesh, J.2005. *New Trend Multivariate Diagnosis*.Wayne State University.Detroit.
- [6] Wahyudi,didik.2001.Optimasi Cranking Ampere Aki di PT"X" Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Mesin Universitas Kristen Petra.
- [7] Yang, Kay dan Trewn, Jayant.2003. *Multivaraitte Statistical Methods in Quality Managemet*.Mc.Grw-Hill Companies, Inc.New York.
- [8] Johnson, R. A., and Wichern, D. W. 2002. *Applied Multivariate Statistical Analysis*, Fifth Edition. Pearson Education International.