



TESIS - SS 092304

***HYBRID MODEL FUZZY C-MEANS (FCM) DAN
MULTIVARIATE ADAPTIVE REGRESSION SPLINE
(MARS) PADA KASUS RUMAH TANGGA MISKIN
KABUPATEN JOMBANG***

YUANA SUKMAWATY
NRP. 1312 201 014

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Bambang Widjanarko Otok, M.Si.

PROGRAM MAGISTER
JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2014



THESIS - SS 092304

A HYBRID MODEL FUZZY C-MEANS (FCM) AND MULTIVARIATE ADAPTIVE REGRESSION SPLINE (MARS) ON THE CASE OF POOR HOUSEHOLDS IN JOMBANG DISTRICT

YUANA SUKMAWATY
NRP. 1312 201 014

SUPERVISOR
Dr. Bambang Widjanarko Otok, M.Si.

MAGISTER PROGRAM
STATISTICS DEPARTMENT
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2014

**HYBRID MODEL FUZZY C-MEANS (FCM) DAN MULTIVARIATE
ADAPTIVE REGRESSION SPLINE (MARS) PADA KASUS RUMAH
TANGGA MISKIN KABUPATEN JOMBANG**

Nama Mahasiswa : Yuana Sukmawaty
NRP : 1312 201 014
Dosen Pembimbing : Dr. Bambang Widjanarko Otok, M.Si

ABSTRAK

Kemiskinan merupakan salah satu permasalahan utama yang menjadi pusat perhatian pemerintah dalam proses pembangunan nasional. Namun, kriteria kemiskinan dan cara pandang yang berbeda-beda akan menimbulkan penafsiran yang berbeda-beda pula mengenai jumlah penduduk miskin, kriteria penduduk miskin, dan tingkat penanganan terhadap masalah kemiskinan sehingga diperlukan suatu proses penggalian informasi tersembunyi dalam data tersebut yang dikenal dengan *data mining*. Metode yang dikenal dalam *data mining* diantaranya adalah metode pengelompokkan dengan pendekatan *clustering* dan klasifikasi. Namun, saat kondisi keanggotaan suatu data untuk dikelompokkan tidak jelas batasannya, himpunan *fuzzy* digunakan untuk mengantisipasi hal tersebut. Konsep himpunan *fuzzy* ini kemudian yang mendasari berkembangnya metode *fuzzy clustering*, dimana salah satu pendekatan metode ini adalah *Fuzzy C-Means* (FCM). Adapun untuk kasus rumah tangga miskin Kabupaten Jombang yang terdiri dari banyak variabel prediktor, pendekatan regresi nonparametrik dapat digunakan *Multivariate Adaptive Regression Splines* (MARS) untuk memperoleh model hubungan variabel prediktor terhadap respon dan besarnya ketepatan klasifikasi yang dihasilkan dari pemodelan rumah tangga miskinnya. Penggabungan metode FCM dan MARS ini menghasilkan *cluster* terbaik sebanyak 3 *cluster* yang kemudian dimodelkan dengan MARS. Kemudian, hasil ketepatan klasifikasinya dibandingkan dengan model MARS dengan respon berupa status rumah tangga miskin ketetapan Badan Pusat Statistik (BPS) dan diperoleh bahwa nilai *sensitivity*, *specificity* dan *accuracy* untuk ketepatan klasifikasi MARS respon hasil pembentukan *cluster* dengan FCM lebih baik dibandingkan hasil klasifikasi model MARS dengan respon status rumah tangga miskin ketetapan BPS.

Kata kunci: *Fuzzy C-Means* (FCM), kemiskinan, *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

A HYBRID MODEL FUZZY C-MEANS (FCM) AND MULTIVARIATE ADAPTIVE REGRESSION SPLINE (MARS) ON THE CASE OF POOR HOUSEHOLDS IN JOMBANG DISTRICT

By : Yuana Sukmawaty
Student Identify Number : 1312 201 014
Supervisor : Dr. Bambang Widjanarko Otok, M.Si

ABSTRACK

Poverty is one of the main problems that becomes the focus in the process of national development. However, criteria poverty and different view will cause different interpretation about poor population, poverty criteria, and handling of poverty problem that needed poverty data analyzed well so we need a process of extracting information hidden in the data, known as data mining. Method in data mining is a method of grouping them with clustering and classification approaches. However, as a condition of membership of the data to be grouped is not clearly defined, fuzzy set is used to anticipate it. The concept of fuzzy set is then that underlie the development of fuzzy clustering method, where one approach is the method of Fuzzy C-Means (FCM). As for the case of poor households Jombang consisting of many predictor variables, nonparametric regression approach can be used Multivariate Adaptive Regression Splines (MARS) to obtain a model of the relationship of the predictor variables and the response magnitude of the resulting classification accuracy of the modeling of poor households. A hybrid Method of MARS and FCM can be produce better clusters as much as 3 clusters than modeled with MARS only. Then, the results of the classification accuracy compared with MARS models with a response status of poor households Badan Pusat Statistik (BPS) statutes and found that the value of sensitivity, specificity and accuracy of classification MARS response to the formation of clusters with FCM results better than classification results compared with the MARS models response status of poor households BPS statutes.

Keywords: Fuzzy C-Means (FCM), poverty, Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Sains (M.Si)
di
Institut Teknologi Sepuluh Noverber

oleh:
YUANA SUKMAWATY
NRP. 1312 201 014

Tanggal Ujian : 16 April 2014
Periode Wisuda : September 2014

Disetujui oleh :

1. **Dr. Bambang Widjanarko Otok, M.Si**
NIP. 19681124 199412 1 001

(Pembimbing)

2. **Santi Wulan Purnami, M.Si, Ph.D**
NIP. 19720923 199803 2 001

(Penguji)

3. **Dr. Sutikno, M.Si**
NIP. 19710313 199702 1 001

(Penguji)



Direktur Program Pascasarjana,

Prof. Dr. Ir. Adi Soeprijanto, M.T.
NIP. 19640405 199002 1 001

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillahirobbil Alamin penulis sampaikan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufiq, dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tesis ini dengan baik dan tepat waktu. Tesis dengan judul “*HYBRID MODEL FUZZY C-MEANS (FCM) DAN MULTIVARIATE ADAPTIVE REGRESSION SPLINE (MARS) PADA KASUS RUMAH TANGGA MISKIN KABUPATEN JOMBANG*” ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan program Pascasarjana dan memberikan informasi tentang sejauh mana kondisi kemiskinan di Kabupaten Jombang serta penggunaan pendekatan *fuzzy clustering* dan klasifikasi MARS dalam analisisnya.

Tesis ini dapat selesai atas bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Orang tua tercinta, Drs. Mohammad Yusran dan Yulika Yasmini, S.Pd yang tak henti-hentinya memberikan doa, dukungan baik moril maupun materiil serta kasih sayang yang tak dapat penulis balas.
2. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (DIKTI) Kementerian Pendidikan Nasional yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengikuti studi S2 melalui program Beasiswa Unggulan.
3. Dr. Bambang Widjanarko Otok, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah dengan sabar memberikan banyak bimbingan, nasehat, motivasi serta banyak ilmu pengetahuan demi terselesaikannya tesis ini.
4. Dr. Sutikno, M.Si dan Santi Wulan Purnami, M.Si., Ph.D selaku penguji yang telah memberikan banyak masukan dan saran demi kesempurnaan tesis ini.
5. Dr. M. Mashuri, M.T selaku Ketua Jurusan Statistika ITS dan Dr. Suhartono, M.Sc selaku Kaprodi Pascasarjana Statistika ITS.
6. Drs. Kresnayana Yahya, M.Sc selaku dosen wali yang telah memberikan motivasi dan arahan kepada penulis.
7. Segenap staf pengajar jurusan Statistika ITS serta seluruh staf dan karyawan jurusan Statistika ITS.

8. Adikku Anton Azwar Ardywinata dan Wenny Widyastuty yang selalu menghadirkan banyak tawa dan cerita.
9. Teman-teman seperjuangan di Pascasarjana Statistika yang selalu bersama dalam suka dan duka untuk mencapai asa.
10. Teman-teman dari Badan Pusat Statistik (BPS) yang telah menyediakan banyak waktu untuk diskusi, membimbing dan memberikan banyak ilmu kepada penulis.
11. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan Tesis ini.

Penulis menyadari bahwa Tesis ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi sempurnanya penulisan selanjutnya. Akhirnya penulis berharap semoga Tesis ini bermanfaat bagi kita semua, Aamiin.

Surabaya, Juli 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACK	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Batasan Masalah	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Uji <i>Bartlett Sphericity</i>	9
2.2 Uji Mean Vektor Untuk Beberapa Populasi	9
2.3 Himpunan <i>Fuzzy</i>	12
2.4 <i>Fuzzy C-Means (FCM)</i>	14
2.5 Evaluasi Hasil Pengelompokkan	17
2.6 Indeks Validitas Kelompok	18
2.7 <i>Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS)</i>	18
2.8 Klasifikasi Pada MARS	23
2.9 Kemiskinan	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Sumber Data	29
3.2 Variabel Penelitian	29
3.3 Metode Analisa Data	34

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Pengelompokkan Rumah Tangga Miskin Kabupaten Jombang Menggunakan <i>Fuzzy C-Means</i> (FCM) untuk Variabel Bertipe Gabungan (Kategorik dan Kontinu)	39
4.2 Model <i>Multivariate Adaptive Regression Spline</i> (MARS) pada Sampel Wilayah Rumah Tangga Miskin Kabupaten Jombang Hasil Pengelompokkan <i>Fuzzy C-Means</i> (FCM)	50
4.3 Model <i>Multivariate Adaptive Regression Spline</i> (MARS) pada Sampel Wilayah Rumah Tangga Miskin Kabupaten Jombang	62
BAB V KESIMPULAN	83
5.1. Kesimpulan	83
5.2. Saran	83
DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN	89
RIWAYAT HIDUP	127

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
2.1	Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy</i> dalam Representasi Linier	14
3.1	Diagram Alir Penelitian	37
4.1	<i>Boxplot</i> Variabel Prediktor Bertipe Kontinu	41
4.2	Jumlah Anggota Per Rumah Tangga Miskin Kecamatan Jombang	42
4.3	Persentasi Rumah Rumah Tangga Miskin Kecamatan Jombang dilihat dari Status Kemiskinan	43
4.4	Grafik Indeks Validitas Xie-Beni menurut Jumlah <i>Cluster</i> dengan Algoritma FCM <i>Clustering</i>	46

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
2.1	Tabel Hasil Klasifikasi	24
3.1	Variabel Penelitian	32
4.1	Penyebaran Rumah Tangga Miskin Kabupaten Jombang dilihat dari Status Kemiskinan pada 21 Kecamatan	40
4.2	Statistik Deskriptif Variabel Penelitian Berskala Kontinu	42
4.3	Ukuran Hasil Pengelompokkan dengan Algoritma FCM <i>Clustering</i>	45
4.4	Nilai Indeks Validitas Xie-Beni dengan Algoritma FCM <i>Clustering</i>	46
4.5	Hasil Pemodelan MARS untuk Kecamatan Jombang yang telah dikelompokkan dengan FCM Menggunakan Perbandingan Data <i>Training</i> dan Data <i>Testing</i> sebesar 90:10	51
4.6	Hasil Klasifikasi MARS untuk Kecamatan Jombang yang telah dikelompokkan dengan FCM Menggunakan Perbandingan Data <i>Training</i> dan Data <i>Testing</i> sebesar 90:10	53
4.7	Hasil Pemodelan MARS untuk Kecamatan Jombang yang telah dikelompokkan dengan FCM Menggunakan Perbandingan Data <i>Training</i> dan Data <i>Testing</i> sebesar 85:15	53
4.8	Hasil Klasifikasi MARS untuk Kecamatan Jombang yang telah dikelompokkan dengan FCM Menggunakan Perbandingan Data <i>Training</i> dan Data <i>Testing</i> sebesar 85:15	55
4.9	Hasil Pemodelan MARS untuk Kecamatan Jombang yang telah dikelompokkan dengan FCM Menggunakan Perbandingan Data <i>Training</i> dan Data <i>Testing</i> sebesar 80:20	55
4.10	Hasil Klasifikasi MARS untuk Kecamatan Jombang yang telah dikelompokkan dengan FCM Menggunakan Perbandingan Data <i>Training</i> dan Data <i>Testing</i> sebesar 80:20	57
4.11	Hasil Pemodelan MARS untuk Kecamatan Jombang yang telah dikelompokkan dengan FCM Menggunakan	

	Perbandingan Data <i>Training</i> dan Data <i>Testing</i> sebesar 75:25	57
4.12	Hasil Klasifikasi MARS untuk Kecamatan Jombang yang telah dikelompokkan dengan FCM Menggunakan Perbandingan Data <i>Training</i> dan Data <i>Testing</i> sebesar 75:25	59
4.13	Hasil Pemodelan MARS untuk Kecamatan Jombang yang telah dikelompokkan dengan FCM Menggunakan Perbandingan Data <i>Training</i> dan Data <i>Testing</i> sebesar 70:30	59
4.14	Hasil Klasifikasi MARS untuk Kecamatan Jombang yang telah dikelompokkan dengan FCM Menggunakan Perbandingan Data <i>Training</i> dan Data <i>Testing</i> sebesar 70:30	61
4.15	Hasil Pemodelan MARS untuk Kecamatan Jombang Berdasarkan Status Rumah Tangga Miskin yang telah ditetapkan BPS Menggunakan Perbandingan Data <i>Training</i> dan Data <i>Testing</i> sebesar 90:10	62
4.16	Hasil Klasifikasi MARS untuk Kecamatan Jombang Berdasarkan Status Rumah Tangga Miskin yang telah ditetapkan BPS Menggunakan Perbandingan Data <i>Training</i> dan Data <i>Testing</i> sebesar 90:10	65
4.17	Hasil Pemodelan MARS untuk Kecamatan Jombang Berdasarkan Status Rumah Tangga Miskin yang telah ditetapkan BPS Menggunakan Perbandingan Data <i>Training</i> dan Data <i>Testing</i> sebesar 85:15	65
4.18	Hasil Klasifikasi MARS untuk Kecamatan Jombang Berdasarkan Status Rumah Tangga Miskin yang telah ditetapkan BPS Menggunakan Perbandingan Data <i>Training</i> dan Data <i>Testing</i> sebesar 85:15	67
4.19	Hasil Pemodelan MARS untuk Kecamatan Jombang Berdasarkan Status Rumah Tangga Miskin yang telah ditetapkan BPS Menggunakan Perbandingan Data <i>Training</i> dan Data <i>Testing</i> sebesar 80:20	68
4.20	Hasil Klasifikasi MARS untuk Kecamatan Jombang Berdasarkan Status Rumah Tangga Miskin yang telah	

	ditetapkan BPS Menggunakan Perbandingan Data <i>Training</i> dan Data <i>Testing</i> sebesar 80:20	70
4.21	Hasil Pemodelan MARS untuk Kecamatan Jombang Berdasarkan Status Rumah Tangga Miskin yang telah ditetapkan BPS Menggunakan Perbandingan Data <i>Training</i> dan Data <i>Testing</i> sebesar 75:25	70
4.22	Hasil Klasifikasi MARS untuk Kecamatan Jombang Berdasarkan Status Rumah Tangga Miskin yang telah ditetapkan BPS Menggunakan Perbandingan Data <i>Training</i> dan Data <i>Testing</i> sebesar 75:25	73
4.23	Hasil Pemodelan MARS untuk Kecamatan Jombang Berdasarkan Status Rumah Tangga Miskin yang telah ditetapkan BPS Menggunakan Perbandingan Data <i>Training</i> dan Data <i>Testing</i> sebesar 70:30	73
4.24	Hasil Klasifikasi MARS untuk Kecamatan Jombang Berdasarkan Status Rumah Tangga Miskin yang telah ditetapkan BPS Menggunakan Perbandingan Data <i>Training</i> dan Data <i>Testing</i> sebesar 70:30	76
4.25	Nilai <i>Accuracy</i> , <i>Sensitivity</i> dan <i>Specificity</i> dari 5 kali Perbandingan Data <i>Training</i> dan Data <i>Testing</i>	77

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemiskinan merupakan salah satu permasalahan utama yang menjadi pusat perhatian pemerintah dalam proses pembangunan nasional. Upaya menurunkan tingkat kemiskinan terus dilakukan melalui program-program penanggulangan kemiskinan dengan melibatkan berbagai pihak, mulai dari kementerian/lembaga di tingkat pusat maupun dinas teknis di tingkat daerah, perguruan tinggi, lembaga swadaya masyarakat, swasta, maupun masyarakatnya sendiri. Oleh karena itu, berbagai indikator dan parameter untuk mengukur tingkat kemiskinan dan menghitung jumlah penduduk miskin telah lama diformulasikan dan dikembangkan para pakar dalam berbagai bidang ilmu karena karakteristik kemiskinan yang bersifat multi-dimensi, multi-sektor dan multi-periode (Bappenas, 2012). Agar upaya pemberdayaan penduduk miskin lebih tepat sasaran, diperlukan adanya perluasan cakupan kebijakan penanggulangan kemiskinan, baik dari sisi sasaran maupun program, sehingga dapat menjangkau kebutuhan dari seluruh lapisan masyarakat di tingkat pusat ataupun daerah.

Namun, kriteria kemiskinan dan cara pandang yang berbeda-beda tentu akan menimbulkan penafsiran yang berbeda-beda pula mengenai jumlah penduduk miskin, kriteria penduduk miskin, dan tingkat penanganan terhadap masalah kemiskinan sehingga diperlukan data kemiskinan yang teranalisis dengan baik. Data kemiskinan yang teranalisis tersebut juga dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk mengevaluasi kebijakan pemerintah terhadap masalah kemiskinan, membandingkan kemiskinan antar waktu dan daerah, serta menentukan target penduduk miskin dengan tujuan memperbaiki kondisi mereka melalui sebuah program penanganan kemiskinan.

Oleh karena itu, dibutuhkan suatu proses penggalian informasi tersembunyi dalam data tersebut yang dikenal dengan *data mining*. Saat ini, konsep data mining semakin banyak digunakan dalam manajemen informasi karena jumlah informasi yang semakin besar jumlahnya (Alfina, 2012). Kegiatan penggalian

informasi dalam *data mining* sendiri meliputi pengumpulan dan pemakaian data historis untuk menemukan keteraturan pola hubungan dalam sejumlah data berukuran besar sehingga menghasilkan *output* yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan di masa depan. Salah satu metode yang dikenal dalam data mining yaitu *clustering*. *Clustering* merupakan metode pengelompokan objek data dalam *data mining* yang bersifat tanpa arahan (*unsupervised learning*), dimana pengkategorian metode pengelompokan data antara *supervised learning* dan *unsupervised learning* didasarkan pada adanya sejumlah data yang data itemnya sudah sejak awal mempunyai label kelas dan yang tidak mempunyai label kelas (Agusta, 2007). *Clustering* sendiri adalah metode pengelompokan sejumlah data ke dalam *cluster* (kelompok) sehingga setiap *cluster* tersebut akan berisi data yang memiliki karakteristik semirip mungkin dan memiliki karakteristik berbeda dengan data pada *cluster* yang lainnya (Sukim, 2011). Sampai saat ini, para ilmuwan masih terus melakukan berbagai usaha untuk melakukan perbaikan model *cluster* dan menghitung jumlah *cluster* yang optimal sehingga diperoleh *cluster* yang paling baik.

Ada dua metode *clustering* yang dikenal, yaitu *hierarchical clustering* dan *partition-based clustering*. Metode *hierarchical clustering*, diantaranya *complete linkage clustering*, *single linkage clustering*, *average linkage clustering* dan *centroid linkage clustering*. Metode ini terbagi menjadi dua yaitu *bottom-up* yang menggabungkan *cluster* kecil menjadi *cluster* lebih besar dan *top-down* yang memecah *cluster* besar menjadi *cluster* lebih kecil. Kelemahan metode ini adalah apabila salah satu penggabungan/pemecahan dilakukan pada tempat yang salah, maka tidak akan diperoleh *cluster* yang optimal. Adapun metode *partition-based clustering* sendiri, merupakan metode yang membagi sejumlah data dengan menentukan jumlah *c* partisi/kelompok yang diinginkan kemudian setiap data dialokasikan pada salah satu partisi berdasarkan nilai rata-rata terdekat dan dilakukan pengulangan (iterasi) hingga pengelompokan tersebut konvergen sehingga satu data hanya memiliki satu partisi, diantaranya dapat dilakukan dengan pendekatan *c-means cluster*. Kelemahan dari pendekatan *c-means cluster* ini adalah ada kemungkinan tidak dapat dilakukan penempatan data dengan tepat

pada satu partisi, karena data terletak di antara dua atau lebih partisi lain. Hal ini menyebabkan sifat pengelompokkan sulit untuk dideskripsikan secara pasti.

Sama halnya kondisi ketidakpastian pada himpunan tegas (*hard*), nilai keanggotaan suatu item dalam suatu himpunan memiliki dua kemungkinan, yaitu satu (1), yang berarti bahwa item tersebut menjadi anggota dalam suatu himpunan, atau nol (0), yang berarti bahwa item tersebut tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan. Dalam kondisi ini bisa dikatakan bahwa pemakaian himpunan tegas (*hard*) sangat tidak adil karena adanya perubahan kecil saja pada suatu nilai mengakibatkan perbedaan kategori yang cukup signifikan (Kusumadewi, 2004). Saat kondisi keanggotaan suatu data tidak jelas batasannya, pengelompokkan data menggunakan *c-means cluster* pun menjadi kurang tepat. Oleh sebab itu, himpunan *fuzzy* dapat digunakan untuk mengantisipasi hal tersebut. Konsep himpunan *fuzzy* ini kemudian yang mendasari berkembangnya metode *fuzzy clustering*, dimana salah satu pendekatan metode ini adalah *Fuzzy C-Means* (FCM). FCM merupakan pengembangan dari *c-means cluster* dengan menggunakan pembobotan *fuzzy* yang mencoba mengatasi kelemahan yang ada pada *c-means cluster*.

Penelitian terdahulu menggunakan FCM dapat dilihat dari hasil penelitian Bezdek (1984), serta Gath dan Geva (1989). FCM sering digunakan untuk data berukuran besar dan memiliki tipe variabel kontinu. Permasalahan di lapangan muncul saat data yang akan diolah, terutama data mengenai kemiskinan, memiliki tipe variabel kategorik atau gabungan keduanya, yakni bertipe kontinu dan kategorik. Langkah yang sering dilakukan untuk mengelompokkan data bertipe campuran adalah dengan mentransformasi data kontinu ke kategorik. Di satu sisi cara ini dapat mengurangi kompleksitas dalam komputasi, tapi di sisi lain malah menghilangkan banyak informasi dari data aslinya. Selain itu, data kategorik tidak tepat diterapkan dalam metode FCM. Penelitian yang dilakukan Dewangan, et. al (2010) melakukan transformasi variabel kategorik atau nominal ke dalam bentuk kontinu sehingga metode pengelompokkan data kontinu dapat dilakukan. Dewi (2012) dalam penelitiannya mentransformasikan data kategorik ke bentuk data kontinu dengan membawanya dalam distribusi $N(0,1)$, atau yang dikenal dengan *Method of Successive Interval* untuk pengelompokkan data kategorik menjadi data

kontinu pada pengelompokkan desa di provinsi Riau. Oleh karena itu, penelitian ini mencoba menerapkan *Methods of Successive Interval* pada variabel bertipe kategorik yang mempengaruhi status kemiskinan rumah tangga. Setelah seluruh variabel membentuk tipe data kontinu, maka metode pengelompokkan menggunakan FCM dapat dilakukan untuk melihat karakteristik pengelompokkan data rumah tangga miskin tersebut.

Selanjutnya, setelah dilakukan identifikasi karakteristik kemiskinan tiap *cluster* yang terbentuk berdasarkan variabel-variabel yang mempengaruhi, tiap *cluster* tersebut dapat diberi label sesuai karakteristiknya. Kemudian, digunakan metode *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS) untuk memodelkan hubungan label *cluster* tersebut dengan variabel-variabel yang mempengaruhinya. Pertimbangan penggunaan metode MARS untuk pemodelan ini, didasarkan pada ketidakjelasan pola hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor. Pemodelan menggunakan MARS tidak bergantung pada asumsi bentuk kurva tertentu, sehingga dapat memberikan fleksibilitas yang lebih besar. MARS memiliki beberapa kelebihan diantaranya fleksibel untuk pemodelan data berdimensi tinggi serta pemodelan dengan menambahkan atau melibatkan banyak interaksi dengan sedikit variabel (Friedman, 1991). Penelitian ini menggunakan model MARS respon biner untuk mengetahui ketepatan klasifikasi jika respon terdiri atas status rumah tangga miskin yang menjadi prioritas pemerintah (status rumah tangga miskin dan sangat miskin) dan non prioritas pemerintah (status rumah tangga hampir miskin) untuk ditingkatkan kesejahteraannya. Kriteria pemilihan respon berupa status rumah tangga yang menjadi prioritas dan non prioritas pemerintah ini didasarkan pada analisis data kemiskinan tahun 2011 oleh BPS yang menyatakan bahwa berbagai program penanggulangan kemiskinan diarahkan untuk mengeluarkan warga miskin dengan 2 status rumah tangga miskin terbawah, yakni status miskin dan sangat miskin dari status kemiskinannya sehingga kehidupan mereka menjadi lebih sejahtera. Sedangkan status rumah tangga hampir miskin dapat dijadikan parameter untuk mengetahui seberapa besar peningkatan kesejahteraan rumah tangga miskin dengan tahun sebelumnya.

Penelitian oleh Andres, et al (2011) yang menggabungkan antara FCM dan MARS dalam mendukung keputusan bagi perusahaan keuangan ternyata mampu

memberikan keputusan yang akurat. Ini berarti secara teori dan empiris menunjukkan bahwa menggabungkan beberapa metode yang berbeda merupakan salah satu cara yang efektif untuk meningkatkan kemampuan dalam menganalisis sebuah permasalahan (Andres et al, 2011). Oleh sebab itu, penelitian ini mencoba mengaplikasikan penggabungan metode FCM dan MARS dalam kasus penentuan rumah tangga miskin di Kabupaten Jombang.

Kabupaten Jombang dijadikan wilayah penelitian dikarenakan kabupaten ini merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Jawa Timur yang merupakan provinsi dengan jumlah penduduk terbesar kedua di Indonesia dan angka kemiskinan yang sedikit di atas rata-rata nasional, serta jumlah penduduk miskin di Jawa Timur adalah yang tertinggi di Indonesia (BPS, 2010). Berdasarkan data susenas (Survei Sosial Ekonomi Nasional) tahun 2011, provinsi Jawa Timur tercatat sebagai provinsi yang memiliki persentase masyarakat pedesaan dengan penduduk miskin terbanyak. Angka kemiskinan di wilayah kabupaten juga cenderung lebih besar dibandingkan wilayah kota, walaupun belum tentu demikian dari sisi jumlah penduduk miskin (Bappeprov Jatim-Bank Dunia, 2012). Hal ini mengindikasikan bahwa tingkat kemiskinan di daerah pedesaan lebih parah daripada perkotaan di provinsi ini. Hal yang menarik adalah persentase penduduk miskin kabupaten Jombang dari tahun 2006 hingga tahun 2009 malah mengalami penurunan. Pada tahun 2006 persentase penduduk miskin kabupaten ini sebesar 18,88%, tahun 2007 sebesar 17,17%, tahun 2008 sebesar 16,46%, kemudian tahun 2009 sebesar 14,46% (BPS, 2009). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian pola kecenderungan variabel yang mempengaruhi rumah tangga miskin kabupaten ini.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana mengelompokkan rumah tangga miskin Kabupaten Jombang berdasarkan variabel prediktor yang bertipe gabungan (tipe kategorik dan kontinu) menggunakan FCM *clustering*?

2. Bagaimana mendapatkan model rumah tangga miskin Kabupaten Jombang menggunakan MARS dengan respon berupa karakteristik dari hasil FCM *clustering* dan seberapa besar ketepatan klasifikasi yang dihasilkan?
3. Bagaimana mendapatkan model rumah tangga miskin Kabupaten Jombang menggunakan MARS dengan respon berupa status rumah tangga miskin yang telah ditentukan Badan Pusat Statistik (BPS) dan seberapa besar ketepatan klasifikasi yang dihasilkan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengelompokkan rumah tangga miskin Kabupaten Jombang berdasarkan variabel prediktor yang bertipe gabungan (tipe kategorik dan kontinu) menggunakan FCM *clustering*.
2. Mendapatkan model rumah tangga miskin Kabupaten Jombang menggunakan MARS dengan respon berupa karakteristik dari hasil FCM *clustering* dan besarnya ketepatan klasifikasi yang dihasilkan.
3. Mendapatkan model rumah tangga miskin Kabupaten Jombang menggunakan MARS dengan respon berupa status rumah tangga miskin yang telah ditetapkan Badan Pusat Statistik (BPS) dan besarnya ketepatan klasifikasi yang dihasilkan.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Sebagai bahan masukan kepada Pemerintah Indonesia khususnya Pemerintah Kabupaten Jombang agar dapat memberlakukan kebijakan dan pembangunan yang tepat.
2. Menambah pengetahuan dan wawasan keilmuan penerapan metode statistika bagi pengembangan keilmuan khususnya mengenai FCM dan MARS.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah pemodelan regresi nonparametrik menggunakan pendekatan *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS) dengan respon biner berdasarkan kriteria *Generalized Cross Validation* (GCV) minimum, *Mean Square Error* (MSE) terkecil dan R^2 terbesar pada data sampel wilayah rumah tangga miskin Kabupaten Jombang dengan respon berupa karakteristik rumah tangga hasil *cluster* yang menggunakan *Fuzzy C-Means* (FCM) dan status rumah tangga miskin yang menggunakan kriteria yang telah ditetapkan BPS. Kemudian, kedua model MARS ini dibandingkan besar ketepatan klasifikasinya berdasarkan nilai *sensitivity*, *specificity* dan *accuracy*.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian ini merupakan penerapan metode *Fuzzy C-Means* dan *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS) pada kasus kemiskinan rumah tangga. Tinjauan Pustaka mengenai kedua metode ini beserta pengujian asumsinya dipaparkan dalam subbab berikut.

2.1 Uji *Bartlett Sphericity*

Variabel random $\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_p$ dikatakan bersifat saling bebas (*independent*) jika matriks korelasi antar variabel membentuk matriks identitas. Untuk menguji kebebasan antar variabel ini dapat dilakukan uji *Bartlett Sphericity* berikut (Morrison, 2005). Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

$H_0 : R = I$ (Antar variabel bersifat *independen*)

$H_1 : R \neq I$ (Antar variabel bersifat *dependen*)

$$\text{Statistik uji : } \chi_{hitung}^2 = - \left\{ n - 1 - \frac{2p + 5}{6} \right\} \ln|R| \quad (2.1)$$

dengan p merupakan jumlah variabel dan nilai determinan matriks korelasi dari masing-masing variabel. Terima H_0 yang berarti antar variabel bersifat saling bebas jika nilai $\chi_{hitung}^2 \leq \chi_{\frac{1}{2}p(p-1)}^2$. Uji *Bartlett Sphericity* ini disebut juga dengan uji kecukupan sampel.

2.2 Uji Mean Vektor Untuk Beberapa Populasi

Misalkan sampel random masing-masing diambil dari k populasi yang dinyatakan sebagai berikut.

Populasi 1 : $\mathbf{X}_1 = [X_{11} \ X_{21} \ \dots \ X_{q1}]^T$

Populasi 2 : $\mathbf{X}_2 = [X_{12} \ X_{22} \ \dots \ X_{q2}]^T$

⋮

Populasi k : $\mathbf{X}_k = [X_{1k} \ X_{2k} \ \dots \ X_{qk}]^T$

$\mathbf{X}_{i1}, \mathbf{X}_{i2}, \dots, \mathbf{X}_{in_i}$ adalah sampel random berukuran n_i untuk $i = 1, 2, \dots, k$ dan diasumsikan $\boldsymbol{\mu}_i = [\mu_{1i} \ \mu_{2i} \ \dots \ \mu_{qi}]^T$ adalah mean dari populasi ke- i . Sampel random dari populasi yang berbeda ini bersifat *independent* dan setiap populasi berdistribusi normal multivariat serta memiliki matrik varians-kovarians $\boldsymbol{\Sigma}$ yang homogen.

$\mathbf{X}_{i1}, \mathbf{X}_{i2}, \dots, \mathbf{X}_{in_i}$ adalah sampel random dari populasi $N_q(\boldsymbol{\mu}_i, \boldsymbol{\Sigma}), i = 1, 2, \dots, k$ dengan $\boldsymbol{\mu}_i = \boldsymbol{\mu} + \boldsymbol{\tau}_i$ maka model persamaannya adalah sebagai berikut.

$$\mathbf{X}_{ij} = \boldsymbol{\mu} + \boldsymbol{\tau}_i + \boldsymbol{\varepsilon}_{ij}, i = 1, 2, \dots, k \text{ dan } j = 1, 2, \dots, n_i \quad (2.2)$$

dengan \mathbf{X}_{ij} adalah observasi ke- j pada populasi ke- i , $\boldsymbol{\mu}$ adalah vektor rata-rata observasi keseluruhan $\boldsymbol{\tau}_i$ adalah vektor efek perlakuan populasi ke- i dengan batasan $\sum_{i=1}^k n_i \boldsymbol{\tau}_i = 0$ dan $\boldsymbol{\varepsilon}_{ij}$ adalah vektor residual ke- j dari populasi ke- i .

Untuk menyelidiki apakah rata-rata vektor dari k buah populasi sama atau tidak maka dilakukan pengujian. Pengujian dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood Ratio Test (MLRT)*. *MLRT* didefinisikan sebagai rasio dari fungsi likelihood. Metode *MLRT* berhubungan erat dengan metode *MLE* (Casella dan Berger, 2002). Bentuk hipotesis yang digunakan adalah:

$$H_0 : \boldsymbol{\mu}_1 = \boldsymbol{\mu}_2 = \dots = \boldsymbol{\mu}_k = \boldsymbol{\mu}$$

H_1 : paling sedikit ada satu $\boldsymbol{\mu}_i, i = 1, 2, \dots, k$ yang berbeda

Jika $\Omega = \left\{ \boldsymbol{\mu}_1, \boldsymbol{\mu}_2, \dots, \boldsymbol{\mu}_k, \boldsymbol{\Sigma} \right\}$ adalah himpunan parameter di bawah populasi

maka model dengan hipotesis dibawah H_1 seperti persamaan (2.2) dengan $\mathbf{X}_{ij} \sim N_q(\boldsymbol{\mu}_i, \boldsymbol{\Sigma}), i = 1, 2, \dots, k$. Misalkan diambil n sampel random \mathbf{X}_{ij} dengan $j = 1, 2, \dots, n_i$ dan $i = 1, 2, \dots, k$ maka fungsi kepekatan peluang \mathbf{X}_{ij} adalah

$$f(\mathbf{X}_{ij}) = (2\pi)^{-q/2} |\boldsymbol{\Sigma}|^{-1/2} \exp\left(-1/2 \left(\mathbf{X}_{ij} - \boldsymbol{\mu}_i\right)^T \boldsymbol{\Sigma}^{-1} \left(\mathbf{X}_{ij} - \boldsymbol{\mu}_i\right)\right) \quad (2.3)$$

Fungsi likelihood di bawah populasi dari persamaan (2.3) adalah

$$\begin{aligned} L(\hat{\Omega}) &= \prod_{i=1}^k \prod_{j=1}^{n_i} f(\mathbf{X}_{ij}) = (2\pi)^{-\frac{q}{2} \sum_{i=1}^k n_i} |\boldsymbol{\Sigma}|^{-\frac{1}{2} \sum_{i=1}^k n_i} \exp\left(-\frac{1}{2} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} \left(\mathbf{X}_{ij} - \boldsymbol{\mu}_i\right)^T \boldsymbol{\Sigma}^{-1} \left(\mathbf{X}_{ij} - \boldsymbol{\mu}_i\right)\right) \\ &= (2\pi)^{-\frac{q}{2} \sum_{i=1}^k n_i} |\boldsymbol{\Sigma}|^{-\frac{1}{2} \sum_{i=1}^k n_i} \exp\left(-\frac{1}{2} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} \left(\mathbf{X}_{ij} - (\boldsymbol{\mu}_i + \boldsymbol{\tau}_i)\right)^T \boldsymbol{\Sigma}^{-1} \left(\mathbf{X}_{ij} - (\boldsymbol{\mu}_i + \boldsymbol{\tau}_i)\right)\right) \end{aligned}$$

maka

$$L(\hat{\Omega}) = (2\pi)^{-\frac{q}{2} \sum_{i=1}^k n_i} |\hat{\boldsymbol{\Sigma}}_{\Omega}|^{-\frac{1}{2} \sum_{i=1}^k n_i} \exp\left(-\frac{n}{2}\right) \quad (2.4)$$

dengan $\hat{\boldsymbol{\mu}} = \bar{\mathbf{X}}_{..}$, $\hat{\boldsymbol{\tau}}_i = \bar{\mathbf{X}}_{i.} - \bar{\mathbf{X}}_{..}$ untuk $i = 1, 2, \dots, k$, $n = \sum_{i=1}^k n_i$ dan

$$\hat{\boldsymbol{\Sigma}}_{\Omega} = \frac{\left(\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} \left(\mathbf{X}_{ij} - (\hat{\boldsymbol{\mu}}_i + \hat{\boldsymbol{\tau}}_i)\right) \left(\mathbf{X}_{ij} - (\hat{\boldsymbol{\mu}}_i + \hat{\boldsymbol{\tau}}_i)\right)^T \right)}{n} = \frac{\left(\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} \left(\mathbf{X}_{ij} - \bar{\mathbf{X}}_{i.}\right) \left(\mathbf{X}_{ij} - \bar{\mathbf{X}}_{i.}\right)^T \right)}{n}$$

Jika $\omega = \{\boldsymbol{\mu}, \boldsymbol{\Sigma}\}$ adalah himpunan parameter di bawah H_0 maka model dengan hipotesis di bawah H_0 adalah $\mathbf{X}_{ij} = \boldsymbol{\mu} + \boldsymbol{\varepsilon}_{ij}$ dengan $\mathbf{X}_{ij} \sim N_q(\boldsymbol{\mu}_i, \boldsymbol{\Sigma})$.

Misalkan diambil n sampel random \mathbf{X}_{ij} dengan $j = 1, 2, \dots, n_i$ dan $i = 1, 2, \dots, k$

maka fungsi kepekatan peluang \mathbf{X}_{ij} adalah

$$f(\mathbf{X}_{ij}) = (2\pi)^{-q/2} |\boldsymbol{\Sigma}|^{-1/2} \exp\left(-1/2 \left(\mathbf{X}_{ij} - \boldsymbol{\mu}\right)^T \boldsymbol{\Sigma}^{-1} \left(\mathbf{X}_{ij} - \boldsymbol{\mu}\right)\right) \quad (2.5)$$

Fungsi likelihood di bawah H_0 dari persamaan (2.5) adalah

$$L(\omega) = \prod_{i=1}^k \prod_{j=1}^{n_i} f(\mathbf{X}_{ij}) = (2\pi)^{-\frac{q}{2} \sum_{i=1}^k n_i} |\boldsymbol{\Sigma}|^{-\frac{1}{2} \sum_{i=1}^k n_i} \exp\left(-\frac{1}{2} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} \left(\mathbf{X}_{ij} - \boldsymbol{\mu}\right)^T \boldsymbol{\Sigma}^{-1} \left(\mathbf{X}_{ij} - \boldsymbol{\mu}\right)\right)$$

maka

$$L(\hat{\omega}) = (2\pi)^{-\frac{1}{2}\sum_{i=1}^k n_i} |\Sigma_{\omega}|^{-\frac{1}{2}\sum_{i=1}^k n_i} \exp\left(-\frac{n}{2}\right) \quad (2.6)$$

dengan

$$\hat{\mu} = \bar{\mathbf{X}}_{..} \text{ dan } \hat{\Sigma}_{\omega} = \frac{\left(\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} \left(\mathbf{X}_{ij} - \hat{\mu} \right) \left(\mathbf{X}_{ij} - \hat{\mu} \right)^T \right)}{n} = \frac{\left(\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} \left(\mathbf{X}_{ij} - \bar{\mathbf{X}}_{..} \right) \left(\mathbf{X}_{ij} - \bar{\mathbf{X}}_{..} \right)^T \right)}{n}$$

Rasio *likelihood* pada hipotesis ini adalah dengan membandingkan persamaan (2.4) dan (2.6) yang dinyatakan sebagai

$$\lambda = \frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} = \left(\frac{|\Sigma_{\omega}|}{|\hat{\Sigma}_{\Omega}|} \right)^{-\frac{n}{2}} \quad (2.7)$$

dimana hipotesis H_0 akan ditolak jika dan hanya jika $\lambda \leq c$, dengan c adalah suatu konstanta yang memenuhi $0 \leq c \leq 1$, dan ditentukan dengan tingkat signifikansi α atau H_0 ditolak apabila *generalisasi variance*

$$\Lambda^* = \frac{\left| \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} \left(\mathbf{X}_{ij} - \bar{\mathbf{X}}_{i.} \right) \left(\mathbf{X}_{ij} - \bar{\mathbf{X}}_{i.} \right)^T \right|}{\left| \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} \left(\mathbf{X}_{ij} - \bar{\mathbf{X}}_{..} \right) \left(\mathbf{X}_{ij} - \bar{\mathbf{X}}_{..} \right)^T \right|} \text{ kecil. Distribusi } Wilk's \text{ Lambda } \Lambda^* \text{ ditemukan}$$

oleh Wilks (Rencher, 2002). Tolak H_0 jika $\Lambda^* < \Lambda_{\alpha; q; v_H; v_E}$ dengan derajat bebas

hipotesis adalah $v_H = k - 1$ dan derajat bebas error adalah $v_E = \sum_{i=1}^k n_i - k = n - k$.

2.3 Himpunan Fuzzy

Himpunan *fuzzy* diperkenalkan pertama kali pada tahun 1965 oleh Lotfi A. Zadeh untuk merepresentasikan kekaburan dalam kehidupan sehari-hari. Konsep ini merupakan pengembangan dari teori himpunan, salah satu cabang keilmuan yang mendasari pemodelan dan komputasi matematika. Penalaran *fuzzy* yang dikembangkan dalam konsep matematis menjadi menarik karena interpretasi *fuzzy* dalam struktur data sangat mudah dipahami dan mampu beradaptasi dengan kondisi ketidakpastian yang menyertai permasalahan di lapangan (Bezdek & Pal, 1992).

Pada teori himpunan *fuzzy*, peranan nilai keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan menjadi sangat penting. Hal ini dikarenakan nilai keanggotaan atau yang lebih dikenal dengan istilah derajat keanggotaan menjadi ciri utama dari penalaran dengan logika *fuzzy* tersebut (Kusumadewi, 2004).

Pada himpunan tegas (*hard*), nilai keanggotaan suatu item x dalam suatu himpunan A , yang sering ditulis dengan $\mu_A(x)$, memiliki dua kemungkinan, yaitu satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan, atau nol (0), yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan (Kusumadewi, 2004).

Dari kemungkinan tersebut, dapat dikatakan bahwa pemakaian himpunan tegas (*hard*) sangat tidak adil karena adanya perubahan kecil saja pada suatu nilai mengakibatkan perbedaan kategori yang cukup signifikan. Oleh karena itu, himpunan *fuzzy* digunakan untuk mengantisipasi hal tersebut (Kusumadewi, 2004).

Himpunan *fuzzy* A dapat didefinisikan dalam suatu himpunan X sebagai $A = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in X\}$, dimana $\mu_A(x)$ disebut fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* A . Fungsi keanggotaan ini memetakan setiap elemen dari A ke derajat keanggotaan antara 0 dan 1 (Sukim, 2011). Terkadang ada kemiripan antara keanggotaan *fuzzy* dengan probabilitas sehingga dapat menimbulkan kerancuan. Interpretasi nilainya sangat berbeda antara kedua kasus tersebut walaupun memiliki nilai pada interval $[0,1]$. Probabilitas mengindikasikan proporsi terhadap keseringan suatu hasil bernilai benar dalam jangka panjang, sedangkan nilai keanggotaan *fuzzy* memberikan suatu ukuran terhadap pendapat atau keputusan (Kusumadewi, 2004).

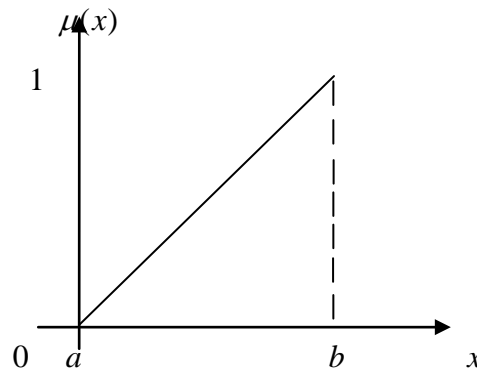
Di dalam teori himpunan *fuzzy* terdapat istilah fungsi keanggotaan (*membership function*), yakni suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan, salah satu diantaranya dapat dijelaskan dalam bentuk representasi linear. Pada representasi linear ini, pemetaan input ke derajat keanggotaannya

digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati konsep yang kurang jelas.

Himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol (0) bergerak ke kanan menuju nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi, yakni satu (1).

Fungsi keanggotaan dalam representasi linier :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a < x < b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (2.8)$$



Gambar 2.1 Fungsi keanggotaan *fuzzy* dalam representasi linier (sumber : Kusumadewi, 2003)

Dalam *fuzzy clustering*, himpunan *fuzzy* digunakan untuk merepresentasikan fungsi dan nilai keanggotaan dari setiap data pada *cluster* yang terbentuk (Duraisanny, et. all, 2003).

2.4 Fuzzy C-Means (FCM)

Fuzzy C-Means (FCM) merupakan salah satu pendekatan dalam *fuzzy clustering*. FCM adalah suatu teknik pengelompokkan data yang keberadaan tiap-tiap titik data dalam suatu *cluster* ditentukan oleh fungsi keanggotaan (*membership function*), μ_{ik} , yang merujuk pada seberapa besar kemungkinan suatu data bisa menjadi anggota ke dalam suatu *cluster*. Teknik ini pertama kali diperkenalkan oleh Jim Bezdek pada tahun 1981.

Dalam FCM juga digunakan suatu variabel m yang merupakan *weighting exponent* dari *membership function*. Variabel ini dapat mengubah besaran

pengaruh dari *membership function* dalam proses *clustering* dengan metode FCM. Saat ini tidak ada ketentuan yang jelas jangkauan nilai m optimal, namun nilai m memiliki jangkauan $m > 1$ (Zimmermann dalam Naik, 2004). Dalam penelitian ini digunakan nilai $m=2, 3$ dan 4 .

Konsep dasar FCM, dimulai dari menentukan pusat *cluster*, yang akan menandai lokasi rata-rata untuk tiap-tiap *cluster*. Pada kondisi awal, pusat *cluster* ini masih belum akurat. Tiap-tiap titik data memiliki derajat keanggotaan untuk tiap-tiap *cluster*. Dengan cara memperbaiki pusat *cluster* dan derajat keanggotaan tiap-tiap titik data secara berulang (iterasi), maka akan dapat dilihat bahwa pusat *cluster* akan bergerak menuju lokasi yang tepat. Perulangan ini didasarkan pada minimalisasi fungsi objektif yang menggambarkan jarak dari titik data yang diberikan ke pusat *cluster* yang terbobot oleh derajat keanggotaan titik data tersebut.

Membership function, μ_{ik} untuk suatu data ke- i ke suatu *cluster* ke- k ditentukan oleh rumus berikut.

$$\mu_{ik} = \sum_{j=1}^c \left(\frac{D(x_k, v_i)}{D(x_k, v_j)} \right)^{\frac{2}{m-1}} \quad (2.9)$$

dengan m merupakan *weighting exponent*, $1 < m < \infty$. μ_{ik} berada pada interval $[0,1]$ dan $\sum_{i=1}^c \mu_{ik} = 1$. v_i adalah nilai *centroid cluster* ke- i . Sedangkan nilai v_j adalah nilai *centroid cluster* ke- j dihitung dengan persamaan di bawah ini.

$$v_j = \frac{\sum_{k=1}^N \mu_{jk}^m x_k}{\sum_{k=1}^N \mu_{jk}^m} \quad (2.10)$$

Membership function mempunyai jangkauan $[0,1]$ sehingga dapat dikatakan bahwa jika data item yang mempunyai tingkat kemungkinan yang lebih tinggi ke suatu *cluster* akan mempunyai nilai *membership function* ke *cluster* tersebut yang mendekati nilai 1 dan ke *cluster* lain yang mendekati nilai 0.

Objective function yang digunakan pada FCM ditentukan berdasarkan pada pendekatan yang digunakan dalam *distance space* untuk menghitung jarak antara data dan *centroid* serta digunakan pula dalam pengalokasian ulang data dalam

masing-masing *cluster*. Adapun *objective function* yang digunakan dalam FCM adalah sebagai berikut.

$$P_t = \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^C \left(D(x_k, v_i)^2 \right) (\mu_{ik})^m \quad (2.11)$$

dengan N merupakan banyaknya data, C adalah banyaknya *cluster*, dan $D(x_k, v_i)^2$ adalah *distance space* yang digunakan. Dalam penelitian ini digunakan *euclidian space* sebagai *distance space* sebagai berikut.

$$D(x_k, v_i)^2 = \sqrt{(x_k - v_i)(x_k - v_i)'} \quad (2.12)$$

dengan x_k data pengamatan dan v_i nilai *centroid*.

Algoritma 2.1 Prosedur Fuzzy C-Means (FCM) (Bezdek, 1995)

- a. Menginput data yang akan di*cluster* pada matriks \mathbf{X} , berupa matriks berukuran $n \times m$, dengan n adalah jumlah sampel dan m merupakan atribut setiap data sehingga x_{ij} adalah data sampel ke- i ($i=1,2,\dots,n$) atribut ke- j ($j=1,2,\dots,m$).
- b. Menentukan jumlah *cluster* (c), *weighting exponent* (m), maksimum iterasi (maxIter), error terkecil yang diharapkan (ε), fungsi objektif awal ($P_0 = 0$), iterasi awal ($t = 1$).
- c. Membangkitkan bilangan random μ_{ik} , $i=1,2,\dots,n$; $k=1,2,\dots,c$ sebagai elemen-elemen matriks partisi awal \mathbf{U} .
- d. Menghitung pusat *cluster* (*centroid*) ke- k , v_{ik} , $i=1,2,\dots,n$ dan $k=1,2,\dots,c$
- e. Menghitung fungsi objektif pada iterasi ke- t , P_t
- f. Menghitung perubahan matriks partisi
- g. Menguji kondisi berhenti, dimana
 - Jika $|P_t - P_{t-1}| < \varepsilon$ atau $t > \text{MaxIter}$, maka berhenti
 - Jika tidak $t = t + 1$, mengulangi langkah ke-b.

Kelemahan dari pengelompokkan data menggunakan FCM ini adalah hanya bisa diterapkan pada data yang bertipe kontinu. Padahal tidak semua kondisi di lapangan membentuk data bertipe kontinu. Pada kasus kemiskinan, variabel yang mempengaruhinya berupa data bertipe gabungan (kategorik dan kontinu). Dewangan, et. all (2010) mengatasi masalah tersebut dengan mengubah data

kategorik ke dalam bentuk kontinu, selanjutnya perhitungan jarak antar objek pengelompokkan dapat dilakukan dengan metode pengelompokkan data kontinu. Lee (2007) dalam penelitiannya mentransformasikan data berskala ordinal ke dalam bentuk kontinu berskala interval dengan membawanya ke dalam distribusi $N(0,1)$. Kemudian, Dewi (2012) menggunakan metode transformasi yang dilakukan Lee ini untuk pengelompokkan pedesaan di provinsi Riau. Metode ini dikenal dengan *Methods of Succesive Interval*. Dengan menggunakan metode ini, maka pengelompokkan data menggunakan FCM dapat dilakukan.

2.5 Evaluasi Hasil Pengelompokkan

Untuk melihat kinerja algoritma metode pengelompokkan yang digunakan, dapat dilihat melalui kriteria nilai simpangan baku, yaitu nilai simpangan baku dalam kelompok (S_W) dan nilai simpangan baku antar kelompok (S_B). Simpangan baku dalam kelompok diharapkan memiliki nilai yang minimum, dan simpangan baku antar kelompok memiliki nilai maksimum (Bunkers and Miller, 1996). Formulasnya sebagai berikut.

$$S_W = \frac{1}{C} \sum_{c=1}^C S_c \quad (2.13)$$

$$S_B = \sqrt{\frac{1}{C-1} \sum_{c=1}^C (\bar{X}_c - \bar{X})^2} \quad (2.14)$$

dengan

C = Jumlah kelompok yang terbentuk

S_c = Simpangan baku di dalam kelompok ke- c

\bar{X}_c = Rata-rata dari kelompok ke- c

\bar{X} = Rata-rata dari semua kelompok

Semakin kecil nilai S_W dan semakin besar nilai S_B , maka algoritma metode pengelompokkan memiliki kinerja yang semakin baik, sehingga digunakan rasio antara S_W dan S_B . Rasio S_W/S_B yang semakin kecil menunjukkan metode yang digunakan memiliki kinerja yang baik.

2.6 Indeks Validitas Kelompok

Validitas *cluster* mengacu pada masalah kesesuaian sebuah partisi untuk semua datanya. Ukuran yang digunakan untuk menentukan jumlah cluster yang optimal ini disebut indeks validitas (Wu & Yang, 2005). Ukuran indeks validitas dalam metode *fuzzy clustering* ini bisa didapatkan melalui beberapa ukuran. Dalam penelitian ini, digunakan indeks validitas kelompok tradisional, seperti yang diusulkan oleh Bezdek dan Xie and Beni (Bezdek, 1995).

Xie and Beni menyarankan indeks validitas yang fokus pada dua properti: *compactness* dan *separation* (Xie and Beni, 1991). Bagian pembilang (*numerator*) menunjukkan *compactness fuzzy* dan bagian penyebut (*denominator*) menunjukkan kekuatan pemisahan antar kelompok. Indeks ini bertujuan mengukur rasio dari total variasi dalam kelompok dan pemisahan kelompok. Jumlah optimal dari kelompok dengan meminimalkan nilai indeks.

$$XB_{(c)} = \frac{\sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^N (u_{ik})^m \mathbf{D}_{ik}^2(\mathbf{v}_k, \mathbf{v}_i)}{N \min \|\mathbf{v}_k, \mathbf{v}_i\|^2} \quad (2.15)$$

Indeks ini direkomendasikan oleh Duo, dkk (2007) karena dianggap memiliki ketepatan dan keandalan yang cukup tinggi pada metode *hard* maupun *fuzzy partition*.

2.7 Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS)

Dalam statistika, regresi biasa digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel respon dengan satu atau beberapa variabel prediktor. Misalkan diberikan p buah pengamatan dari variabel respon tunggal y yang tergantung pada n buah variabel prediktor x , maka hubungan antara y dan x dapat dituliskan dalam bentuk model regresi sebagai berikut.

$$y = f(X_i) + \varepsilon, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.16)$$

dengan variabel acak ε diasumsikan berdistribusi normal dan independen dengan *mean* nol dan varians σ_ε^2 . Dalam melihat pola hubungan variabel tersebut dapat dilakukan melalui tiga model pendekatan, yakni parametrik, nonparametrik dan semiparametrik.

Pada regresi parametrik bentuk kurva $f(x_i)$ diasumsikan sudah diketahui dan salah satu pendekatan parametrik yang paling populer dalam pemodelan data adalah regresi linear. Namun jika informasi yang tersedia tentang kurva regresi terbatas dan sulit membuat asumsi terhadap bentuk kurva regresi, maka bagian informasi terbesar terletak pada pola data sehingga untuk menduga kurva regresi dapat digunakan pendekatan regresi nonparametrik (Budiantara dkk, 2006). Salah satu pendekatan regresi nonparametrik adalah *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS) yang diperkenalkan oleh Friedman (1991). MARS merupakan kombinasi yang kompleks dari *spline* dan *Recursive Partitioning Regression* (RPR).

Model regresi *spline* merupakan suatu persamaan berbentuk parametrik polinomial *piecewise* yang terbagi dalam beberapa *region*. Apabila suatu garis regresi tidak bisa menjelaskan keseluruhan data, beberapa garis regresi digunakan untuk menjelaskan seluruh data yang ada dari variabel prediktor. Ide dasar pemodelan parametrik *piecewise* ini berupa suatu fungsi yang didekati oleh beberapa fungsi parametrik berbentuk garis regresi tersebut dan didefinisikan pada tiap *region* dalam domain. Setiap *region* dipisahkan oleh titik-titik *knot* dan setiap fungsi yang dipisahkan oleh titik-titik *knot* ini dinamakan fungsi basis. *Knot* merupakan tempat perubahan pola dari beberapa garis regresi yang merupakan akhir dari sebuah garis regresi dan awal dari sebuah garis regresi lain. Di setiap titik *knot* diharapkan memiliki kontinuitas dari fungsi basis antar satu *region* dengan *region* lain dengan fungsi basis didefinisikan sebagai suatu fungsi parametrik yang digunakan untuk menjelaskan hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor. Pada umumnya fungsi basis yang dipilih berbentuk polinomial dengan turunan yang kontinu pada setiap titik *knot*. Di setiap *knot* harus memiliki kontinuitas dari fungsi basis antar satu *region* yang lain sehingga dipilih fungsi basis berbentuk polinomial dengan turunan kontinu pada tiap titik *knot*.

Adapun, dari persamaan (2.16) diberikan $\{R_k\}_{k=1}^K$, dimana K merupakan himpunan bagian (*subregion*) yang saling lepas dari daerah asal D , sehingga

$$D = \bigcup_{k=1}^K R_k . \text{ RPR menduga fungsi } f(x) \text{ yang tidak diketahui sebagai berikut.}$$

$$\hat{f}(x) = \sum_{k=1}^K c_k(x) B_k(x) \quad (2.17)$$

dengan $B_k(x) = I[x \in R_k]$, dimana $I[.]$ adalah fungsi indikator yang mempunyai nilai 1 (satu) jika pernyataan benar dan 0 (nol) jika salah dengan $x \in R_k \subset D$, dan $c_k(x)$ merupakan koefisien (konstan) yang ditentukan dalam *subregion* (Friedman, 1991).

RPR mempunyai kekurangan dalam pemodelan regresi karena menghasilkan *subregion* yang saling lepas dan diskontinu pada batas *subregion*, sehingga RPR tidak cukup mampu mengidentifikasi fungsi $f(x)$ linier atau aditif. Untuk mengatasi kelemahan RPR, digunakan model MARS sebagai berikut. (Friedman, 1991).

$$\begin{aligned} \hat{f}(x) &= c_0 + \sum_{k=1}^K c_k \prod_{l=1}^{L_k} [\max(s_{kl}(x_{i(k,l)} - x_{i(k,l)}^*), 0)]_+^k \\ &= c_0 + \sum_{k=1}^K c_k B_k(x) \end{aligned} \quad (2.18)$$

MARS menggunakan regresi linear *spline* dengan sisi kiri (-) dan sisi kanan (+) *truncated splines* berikut.

$$b_k^-(x, x^*) = [\max(-(x_{i(k,l)} - x_{i(k,l)}^*), 0)]_+^k = \begin{cases} (x_{i(k,l)} - x_{i(k,l)}^*), & x_{i(k,l)} < x_{i(k,l)}^* \\ 0, & x_{i(k,l)} \geq x_{i(k,l)}^* \end{cases}$$

$$b_k^+(x, x^*) = [\max+(x_{i(k,l)} - x_{i(k,l)}^*), 0)]_+^k = \begin{cases} (x_{i(k,l)} - x_{i(k,l)}^*), & x_{i(k,l)} > x_{i(k,l)}^* \\ 0, & x_{i(k,l)} \leq x_{i(k,l)}^* \end{cases}$$

sehingga

$$[\max(s_{kl}(x_{i(k,l)} - x_{i(k,l)}^*), 0)]_+^k = \begin{cases} (x_{i(k,l)} - x_{i(k,l)}^*), & x_{i(k,l)} > x_{i(k,l)}^* \\ 0, & x_{i(k,l)} \leq x_{i(k,l)}^* \end{cases}$$

dengan c_0 adalah koefisien konstanta dari fungsi basis induk, c_k koefisien dari fungsi basis ke- k , K maksimum fungsi basis, L_k derajat interaksi, s_{kl} bernilai ± 1 , $x_{i(k,l)}$ variabel prediktor ke- i dari fungsi basis ke- k , dan $x_{i(k,l)}^*$ nilai knot dari variabel prediktor $x_{i(k,l)}$. Jika dituliskan dalam bentuk matriks adalah sebagai berikut.

$$\mathbf{Y} = \mathbf{cB} + \boldsymbol{\varepsilon}$$

dengan $\mathbf{Y} = (Y_1, \dots, Y_n)^T$, $\mathbf{c} = (c_0, \dots, c_k)^T$, $\boldsymbol{\varepsilon} = (\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n)^T$

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} 1 & \prod_{l=1}^{L_1} (s_{k1}(x_{1(k,l)} - x_{1(k,l)}^*))_+ & \cdots & \prod_{l=1}^{L_k} (s_{kK}(x_{1(k,L)} - x_{1(k,L)}^*))_+ \\ 1 & \prod_{l=1}^{L_1} (s_{k1}(x_{2(k,l)} - x_{2(k,l)}^*))_+ & \cdots & \prod_{l=1}^{L_k} (s_{kK}(x_{2(k,L)} - x_{2(k,L)}^*))_+ \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & \prod_{l=1}^{L_1} (s_{k1}(x_{n(k,l)} - x_{n(k,l)}^*))_+ & \cdots & \prod_{l=1}^{L_k} (s_{kK}(x_{n(k,L)} - x_{n(k,L)}^*))_+ \end{bmatrix}$$

Pada persamaan dalam bentuk matrik di atas, \mathbf{Y} merupakan vektor variabel respon yang berukuran $(n \times 1)$ dan \mathbf{B} merupakan matrik basis fungsi yang berukuran $(n \times (K+1))$. Sedangkan \mathbf{c} adalah vektor koefisien regresi yang berukuran $((n+1) \times 1)$ dan vektor residualnya berukuran $(n \times 1)$ yang dinotasikan dalam $\boldsymbol{\varepsilon}$.

Sum Square Error (SSE) diperoleh dengan cara mengkuadratkan persamaan berikut.

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \mathbf{Y} - \mathbf{cB}$$

$$\begin{aligned} SSE &= \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \boldsymbol{\varepsilon}^T \boldsymbol{\varepsilon} \\ &= (\mathbf{Y} - \mathbf{cB})^T (\mathbf{Y} - \mathbf{cB}) \\ &= \mathbf{Y}^T \mathbf{Y} - 2\mathbf{Y}^T \mathbf{Bc} + \mathbf{c}^T \mathbf{B}^T \mathbf{Bc} \end{aligned}$$

Penghitungan nilai \mathbf{c} dengan melakukan deferensial SSE terhadap \mathbf{c} ,

$$\frac{\partial SSE}{\partial \beta} = -2\mathbf{B}^T \mathbf{Y} + 2\mathbf{B}^T \mathbf{Bc} = 0$$

$$\mathbf{B}^T \mathbf{Y} = \mathbf{B}^T \mathbf{Bc}$$

$$\mathbf{c} = (\mathbf{B}^T \mathbf{B})^{-1} \mathbf{B}^T \mathbf{Y}$$

maka taksiran \mathbf{c} dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\hat{\mathbf{c}} = (\mathbf{B}^T \mathbf{B})^{-1} \mathbf{B}^T \mathbf{Y}$$

Selanjutnya penjabaran dari model MARS pada persamaan (2.18) dapat disajikan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
\hat{f}(x) = & c_0 + \sum_{k=1}^K c_k (s_{k1}(x_{i(k,1)} - x_{i(k,1)}^*)) \\
& + \sum_{k=1}^K c_k (s_{k1}(x_{i(k,1)} - x_{i(k,1)}^*))_+ (s_{k2}(x_{i(k,2)} - x_{i(k,2)}^*)) \\
& + \sum_{k=1}^K c_k (s_{k1}(x_{i(k,1)} - x_{i(k,1)}^*))_+ (s_{k2}(x_{i(k,2)} - x_{i(k,2)}^*))_+ (s_{k3}(x_{i(k,3)} - x_{i(k,3)}^*)) \\
& + \dots
\end{aligned} \tag{2.19}$$

Persamaan (2.19) menunjukkan suku pertama merupakan fungsi basis induk, suku kedua merupakan penjumlahan semua fungsi basis untuk satu variabel, suku ketiga merupakan penjumlahan semua fungsi basis untuk interaksi antara dua variabel, suku keempat merupakan penjumlahan semua fungsi basis untuk interaksi antara tiga variabel dan seterusnya. Dekomposisi ANOVA merupakan penjumlahan dari fungsi aditif. Interpretasi model MARS melalui dekomposisi ANOVA merepresentasikan variabel yang masuk dalam model, baik untuk satu variabel maupun interaksi antar variabel.

Hal yang sangat penting dalam penggunaan model MARS menurut Nash dan Bradford (2001) adalah *knot* dan fungsi basis. Friedman (1991) menyarankan jumlah maksimum basis fungsi 2 sampai 4 kali jumlah variabel prediktor. Maksimum interaksi 1, 2, atau 3 dengan pertimbangan jika lebih dari 3 akan menghasilkan model yang sangat kompleks. Minimum jarak antar *knot* atau minimum observasi antar *knot* sebanyak 0, 1, 2, dan 3.

Dalam pembentukan model MARS, langkah awal yang dilakukan adalah menentukan titik *knot* dengan menggunakan algoritma *forward stepwise* dan *backward stepwise*. Tahap *forward* digunakan untuk mendapatkan *subregion* agar dapat menentukan fungsi basis maksimum. Kemudian dilakukan tahap *backward stepwise* yang bertujuan untuk memenuhi konsep parsimoni (model sederhana), yaitu mengeluarkan fungsi basis yang kontribusinya kecil terhadap nilai dugaan variabel respon. Ukuran kontribusi yang digunakan dalam tahap ini adalah modifikasi kriteria GCV sebagai berikut (Lewis, 1991).

$$\text{GCV}^*(K) = \frac{1/n \sum_{i=1}^n [y_i - \hat{f}_k(x_i)]^2}{\left[1 - \frac{C(K)^*}{n}\right]^2} \tag{2.20}$$

dengan pembilang adalah rata-rata jumlah kuadrat galat (*average sum square of residual*; ASR), dan $C(K)^*$ merupakan fungsi model kompleks.

dengan

K : jumlah basis fungsi (*nonconstant* basis fungsi) yang ditentukan pada tahap *forward*

$C(K)^*$: $C(K)^* = C(K) + dK, 2 \leq d \leq 4$

d : faktor penalty di setiap basis fungsi yang termuat dalam model

$C(K)$: jumlah parameter yang diestimasi = $\text{trace}(\mathbf{B}(\mathbf{B}^T\mathbf{B})^{-1}\mathbf{B}^T) + 1$

\mathbf{B} : matriks fungsi basis (*nonconstant* basis fungsi)

Banyaknya variabel prediktor yang digunakan dalam model MARS memungkinkan terjadinya kasus multikolinearitas pada matriks \mathbf{B} . Untuk mengatasi masalah tersebut dilakukan pembentukan model secara bertahap, yaitu model dengan maksimum interaksi satu, kemudian dilanjutkan dengan model dengan maksimum interaksi dua dan seterusnya.

2.8 Klasifikasi pada MARS

Klasifikasi MARS didasarkan pada pendekatan analisis regresi. Dalam penelitian ini, variabel respon terdiri atas dua nilai sehingga dikatakan sebagai regresi dengan *binary response* (Cox dan Snell, 1989) sehingga dapat digunakan model probabilitas berikut.

$$P(Y = 1 | X = x) = \pi(x) = \frac{e^{g(x)}}{1 + e^{g(x)}} \quad (2.21)$$

dan

$$P(Y = 0 | X = x) = (1 - \pi(x)) = \frac{1}{1 + e^{g(x)}} \quad (2.22)$$

dengan $g(x) = \text{logit } \pi(x)$, persamaan (2.21) dan (2.22) merupakan probabilitas saat variabel respon Y bernilai 1 dan 0 dengan n variabel prediktor sehingga model MARS untuk klasifikasi dapat dinyatakan sebagai berikut (Otok, 2008).

$$\ln \left[\frac{\pi(x)}{1 - \pi(x)} \right] = c_0 + \sum_{k=1}^K c_k \prod_{l=1}^{L_k} [\max(s_{kl}(x_{i(k,l)} - x_{i(k,l)}^*), 0)]_+$$

Dalam bentuk matriks,

$$\ln \left[\frac{\pi(x)}{1 - \pi(x)} \right] = \mathbf{cB}$$

Pengklasifikasian dalam penelitian ini dilakukan untuk melihat seberapa besar ketepatan dalam mengelompokkan sekumpulan data dengan tepat pada kelompoknya. Metode klasifikasi yang baik pada dasarnya akan menghasilkan sedikit kesalahan klasifikasi, atau dengan kata lain dapat menghasilkan peluang kesalahan klasifikasi yang kecil. Selanjutnya, hasil klasifikasi dibentuk dalam tabel klasifikasi yang merupakan hasil dari klasifikasi silang variabel respon berbentuk dua kategori.

Hal pertama yang harus dilakukan dalam membuat tabel klasifikasi adalah menentukan sebuah nilai *cut point*. Jika hasil estimasi peluang dari sebuah observasi lebih dari nilai *cut point* maka observasi tersebut dimasukkan dalam kategori 1, dan sebaliknya untuk yang kurang dari nilai *cut point* dimasukkan dalam kategori 0. Besarnya nilai *cut point* yang biasa digunakan adalah 0,5 dengan asumsi bahwa peluang sebuah observasi untuk masuk ke dalam masing-masing kategori (0 atau 1) adalah sama yaitu 0,5.

Setelah dibuat tabel klasifikasi, dihitung seberapa besar performa metode MARS dalam pengklasifikasian. Ada beberapa ukuran yang bisa digunakan untuk mengukur performa suatu metode dalam pengklasifikasian, diantaranya *Sensitifity*, *Specificity*, dan *Accuracy*.

Sensitifity merupakan persentase kebenaran dari kejadian-kejadian yang diinginkan, misalkan dalam penelitian ini kejadian-kejadian yang diinginkan terletak pada kelompok 0. *Specificity* adalah persentase kebenaran dari kejadian-kejadian yang tidak diinginkan, dalam penelitian ini terletak pada kelompok 1. Adapun *Accuracy* merupakan persentase ketepatan klasifikasi secara keseluruhan. Misalkan terdapat tabel dua arah yang merupakan hasil klasifikasi sebagai berikut.

Tabel 2.1 Tabel Hasil Klasifikasi

	Kelompok Prediksi		
Aktual	0	1	Total
0	A	B	A+B
1	C	D	C+D
Total	A+C	B+D	A+B+C+D

Sumber : Bishop, dkk, 2007

$$Sensitivity = \frac{A}{A + B} \times 100\% \quad (2.23)$$

$$Specificity = \frac{D}{C + D} \times 100\% \quad (2.24)$$

$$Accuracy = \frac{A + D}{A + B + C + D} \times 100\% \quad (2.25)$$

2.9 Kemiskinan

Berbagai konsep kemiskinan telah dinyatakan dalam beberapa penelitian kemiskinan, diantaranya adalah seperti yang dikemukakan oleh *World Bank* (Bank Dunia) dalam *World Bank Institute* (2005). Menurut Bank Dunia, kemiskinan merupakan deprivasi dalam kesejahteraan. Berdasarkan definisi tersebut kemiskinan dapat dipandang dari beberapa sisi. Dari pandangan konvensional kemiskinan dipandang dari sisi moneter, dimana kemiskinan diukur dengan membandingkan pendapatan/konsumsi individu dengan beberapa batasan tertentu, jika mereka berada di bawah batasan tersebut, maka mereka dianggap miskin. Pandangan mengenai kemiskinan tidak hanya sebatas ukuran moneter, tetapi juga mencakup miskin nutrisi yang diukur dengan memeriksa apakah pertumbuhan anak-anak terhambat. Selain itu, juga bisa dari miskin pendidikan, misalnya dengan menggunakan indikator angka buta huruf. Selanjutnya pandangan yang lebih luas mengenai kemiskinan adalah kemiskinan ada jika masyarakat kekurangan kemampuan dasar, sehingga pendapatan dan pendidikan yang dimiliki tidak memadai atau kesehatan yang buruk, ketidakamanan, kepercayaan diri yang rendah, rasa ketidakberdayaan, atau tidak adanya hak bebas berpendapat. Berdasarkan pandangan ini, kemiskinan adalah fenomena multi dimensi, dan solusi untuk mengatasinya tidaklah sederhana (BPS, 2012).

Data kemiskinan dapat dibedakan menjadi data kemiskinan makro dan data kemiskinan mikro. Istilah makro dan mikro merujuk pada bentuk penyajian suatu data. Seperti yang diketahui, data dikumpulkan dalam berbagai bentuk, yang menghasilkan berbagai jenis file. Dalam data sensus penduduk, yang disebut data makro antara lain jumlah individu menurut kelompok umur, jenis kelamin, dan tingkat pendapatan, wilayah tempat tinggal, dan sebagainya. Sedangkan data mikro terdiri dari data individu.

Data kemiskinan makro yang telah dihasilkan hanya dapat disajikan sampai tingkat provinsi/kabupaten. Sedangkan beberapa tahun terakhir data kemiskinan mikro yang merupakan data level individu pun telah tersedia. Beberapa contoh data kemiskinan mikro yang telah dihasilkan adalah Pendataan Sosial Ekonomi Penduduk 2005 (PSE05), Survei Pelayanan Dasar Kesehatan dan Pendidikan 2007 (SPDKP07) yang merupakan bagian PSE05 untuk rumah tangga-rumah tangga tertentu, Pendataan Program Perlindungan Sosial 2008 (PPLS08), dan yang terbaru adalah Pendataan Program Perlindungan Sosial 2011 (PPLS11). PSE05 merupakan data level individu pertama yang tersedia sebagai dasar dari program-program perlindungan sosial dalam rangka mengurangi jumlah penduduk miskin. PSE05 dimaksudkan untuk mendapatkan data kemiskinan mikro berupa direktori rumah tangga penerima BLT (Bantuan Langsung Tunai) yang berisi nama kepala rumah tangga dan alamat tempat tinggal mereka. Penentuan rumah tangga penerima BLT pada PSE05 didasarkan pada pendekatan karakteristik rumah tangga, bukan dengan pendekatan nilai konsumsi pengeluaran untuk memenuhi kebutuhan dasar minimum seperti pada data kemiskinan makro. Indikator-indikator yang digunakan ada sebanyak 14 variabel, yaitu:

- 1) Luas lantai rumah;
- 2) Jenis lantai rumah;
- 3) Jenis dinding rumah;
- 4) Fasilitas tempat buang air besar;
- 5) Sumber air minum;
- 6) Penerangan yang digunakan;
- 7) Bahan bakar yang digunakan;
- 8) Frekuensi makan dalam sehari;
- 9) Kebiasaan membeli daging/ayam/susu;
- 10) Kemampuan membeli pakaian;
- 11) Kemampuan berobat ke puskesmas/poliklinik;
- 12) Lapangan pekerjaan kepala rumah tangga;
- 13) Pendidikan kepala rumah tangga; dan
- 14) Kepemilikan aset.

Selanjutnya pada tahun 2008, BPS melakukan pemutakhiran (*updating*) data basis Rumah Tangga Sasaran Bantuan Langsung Tunai (RTS BLT). Dalam BPS (2011) disebutkan bahwa pemutakhiran data tersebut dilaksanakan melalui kegiatan Pendataan Program Perlindungan Sosial Tahun 2008 (PPLS08).

Jenis data yang dikumpulkan adalah (1) Keterangan rumah tangga yang meliputi: luas lantai, jenis lantai, jenis dinding, fasilitas tempat buang air besar, sumber air minum, sumber penerangan, jenis bahan bakar untuk memasak, frekuensi membeli daging/ayam/susu, frekwensi makan, jumlah pakaian yang biasa dibeli, kemampuan berobat, lapangan pekerjaan utama, pendidikan kepala rumah tangga (KRT), kepemilikan aset; (2) Keterangan sosial ekonomi anggota rumah tangga (ART) yaitu nama, hubungan dengan kepala rumah tangga, jenis kelamin, tanggal lahir, umur, status perkawinan, kepemilikan tanda pengenal, kecatatan, pendidikan, kegiatan ekonomi ART yang berumur 5 tahun dan lebih (BPS, 2012).

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada metode penelitian ini akan dibahas mengenai sumber data dan variabel yang digunakan, serta metode analisis data yang digunakan.

3.1 Sumber Data

Data yang akan digunakan dalam penelitian adalah data sekunder yang diperoleh dari hasil survei verifikasi rumah tangga miskin oleh Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kabupaten Jombang tahun 2011. Dalam penelitian ini akan dipakai data rumah tangga miskin di Kabupaten Jombang sebagai unit observasi.

3.2 Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan variabel penelitian yang dibagi menjadi dua buah yaitu variabel prediktor (X) dan variabel respon (Y). Adapun dalam analisis *clustering* hanya menggunakan variabel prediktor (X), sedangkan dalam pembentukan model MARS dan ketepatan klasifikasi model yang sesuai menggunakan variabel prediktor (X) dan variabel respon (Y). Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Variabel prediktor (X), terdiri dari 18 variabel yang diduga mempunyai pengaruh terhadap variabel respon yaitu :
 - a. Indikator Kepemilikan Rumah
 - Status penguasaan bangunan tempat tinggal (X_1), terdiri dari tujuh kategori yaitu milik sendiri (diberi kode 1), kontrak (diberi kode 2), sewa (diberi kode 3), bebas sewa (diberi kode 4), rumah dinas (diberi kode 5), rumah milik orangtua/sanak saudara (diberi kode 6), dan lainnya (diberi kode 7)
 - b. Indikator Fisik
 - Luas kavling termasuk bangunan (X_2), yakni data bertipe kontinu (dalam m^2)
 - Luas lantai (X_3), yakni data bertipe kontinu (dalam m^2)

- Jenis atap terluas (X_4), terdiri dari tujuh kategori yaitu beton (diberi kode 1), genteng (diberi kode 2), kayu sirap (diberi kode 3), seng (diberi kode 4), asbes (diberi kode 5), ijuk/rumbia (diberi kode 6), dan lainnya (diberi kode 7)
- Jenis dinding terluas (X_5), terdiri dari empat kategori yaitu tembok (diberi kode 1), kayu (diberi kode 2), bambu (diberi kode 3), dan lainnya (diberi kode 4)
- Jenis lantai terluas (X_6), terdiri dari tujuh kategori yaitu keramik/marmer/granit (diberi kode 1), ubin/tegel/teraso (diberi kode 2), semen/bata merah (diberi kode 3), kayu/papan (diberi kode 4), bambu (diberi kode 5), tanah (diberi kode 6), dan lainnya (diberi kode 7)
- Jamban (X_7), terdiri dari empat kategori yaitu milik sendiri (diberi kode 1), milik bersama (diberi kode 2), umum (diberi kode 3), dan tidak ada (diberi kode 4)
- Tempat pembuangan air tinja (X_8), terdiri dari enam kategori yaitu septictank (diberi kode 1), kolam/sawah (diberi kode 1), sungai/waduk (diberi kode 3), lubang tanah (diberi kode 4), tanah lapang/kebun (diberi kode 5), dan lainnya (diberi kode 6)

c. Indikator Penerangan/Air Minum/Bahan Bakar

- Sumber penerangan utama (X_9), terdiri dari empat kategori yaitu listrik PLN meteran (diberi kode 1), listrik PLN bukan meteran/menumpang listrik/dsb (diberi kode 2), listrik non PLN/diesel/panel surya/dsb (diberi kode 3), dan bukan listrik (diberi kode 4)
- Sumber air minum (X_{10}), terdiri dari tujuh kategori yaitu air dalam kemasan (diberi kode 1), ledeng (diberi kode 2), pompa (diberi kode 3), sumur (diberi kode 4), mata air (diberi kode 5), air sungai (diberi kode 6), dan lainnya (diberi kode 7)
- Bahan bakar memasak (X_{11}), terdiri dari enam kategori yaitu listrik (diberi kode 1), gas/elpiji (diberi kode 2), minyak tanah (diberi kode

3), arang kayu/tempurung (diberi kode 4), kayu bakar (diberi kode 5), dan lainnya (diberi kode 6)

d. Indikator Konsumsi

- Konsumsi daging/susu/ayam (X_{12}), terdiri dari dua kategori yaitu kurang dari dua kali perminggu (diberi kode 1) dan dua kali atau lebih perminggu (diberi kode 2)
- Konsumsi pakaian (X_{13}), terdiri dari dua kategori yaitu kurang dari dua kali pertahun (diberi kode 1) dan dua kali atau lebih pertahun (diberi kode 2)
- Konsumsi makan (X_{14}), terdiri dari dua kategori yaitu kurang dari tiga kali perhari (diberi kode 1) dan tiga kali atau lebih perhari (diberi kode 2)

e. Indikator Layanan Dasar

- Pengobatan (X_{15}), terdiri dari lima kategori yaitu RS/puskesmas/pustu (diberi kode 1), praktek dokter (diberi kode 2), praktek paramedis (diberi kode 3), praktek pengobatan tradisional (diberi kode 4), dan lainnya (diberi kode 5)
- Ijazah terakhir kepala rumah tangga (X_{16}), terdiri dari enam kategori yaitu tidak punya (diberi kode 1), SD/setara (diberi kode 2), SLTP/setara (diberi kode 3), SLTA/setara (diberi kode 4), diploma I/II (diberi kode 5), akademi ke atas (diberi kode 6)

f. Indikator Pendapatan/Kepemilikan

- Penghasilan seluruh anggota rumah tangga perbulan (X_{17}), yakni data bertipe kontinu (dalam rupiah)
- Kepemilikan aset dalam rumah (X_{18}), yakni data bertipe kontinu (dalam rupiah)

2. Variabel respon berupa status kemiskinan rumah tangga (Y). Dalam tujuan kedua, data yang telah diolah dengan FCM akan dibentuk variabel respon sesuai jumlah pembentukan *cluster* terbaik. Variabel respon yang dimaksud yaitu *cluster* yang memiliki karakteristik cenderung paling tinggi dibandingkan *cluster* lainnya disebut sebagai rumah tangga miskin non prioritas pemerintah (diberi kode 0), dan *cluster* yang memiliki karakteristik

cenderung rendah hingga yang paling rendah disebut sebagai rumah tangga miskin prioritas pemerintah (diberi kode 1). Sedangkan variabel respon dalam tujuan ketiga adalah status rumah tangga miskin dengan data hasil penentuan yang telah dilakukan BPS, yakni status rumah tangga hampir miskin sebagai status rumah tangga miskin non prioritas pemerintah (diberi kode 0) dan status rumah tangga miskin, dan rumah tangga sangat miskin sebagai status rumah tangga miskin prioritas pemerintah (diberi kode 1).

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Variabel	Definisi Operasional	Tipe Variabel
Y	status kemiskinan rumah tangga	Tipe variabel kategorik 0: rumah tangga miskin non prioritas pemerintah 1: rumah tangga miskin prioritas pemerintah
X₁	status penguasaan bangunan tempat tinggal	Tipe variabel kategorik 1: milik sendiri 2: kontrak 3: sewa 4: bebas sewa 5: rumah dinas 6: rumah orangtua/saudara 7: lainnya
X₂	luas kavling termasuk bangunan	Tipe variabel kontinu (dalam m ²)
X₃	luas lantai	Tipe variabel kontinu (dalam m ²)
X₄	jenis atap terluas	Tipe variabel kategorik 1: beton 2: genteng 3: kayu sirap 4: seng 5: asbes 6: ijuk/rumbia 7: lainnya
X₅	jenis dinding terluas	Tipe variabel kategorik 1: tembok 2: kayu 3: bambu 4: lainnya
X₆	Jenis lantai terluas	Tipe variabel kategorik 1: keramik/marmer/granit 2: ubin/tegel/teraso 3: semen/bata merah 4: kayu/papan 5: bambu 6: tanah 7: lainnya
X₇	jamban	Tipe variabel kategorik 1: milik sendiri 2: milik bersama 3: umum 4: tidak ada

Tabel 3.1 Variabel Penelitian (*lanjutan*)

Variabel	Definisi Operasional	Kategori
X ₈	tempat pembuangan air tinja	Tipe variabel kategorik 1: septictank 2: kolam/sawah 3: sungai/waduk 4: lubang tanah 5: tanah lapang/kebun 6: lainnya
X ₉	sumber penerangan utama	Tipe variabel kategorik 1: listrik PLN meteran 2: listrik PLN bukan meteran/menumpang 3: listrik non PLN/diesel/panel surya 4: bukan listrik
X ₁₀	sumber air minum	Tipe variabel kategorik 1: air dalam kemasan 2: ledeng 3: pompa 4: sumur 5: mata air 6: air sungai 7: lainnya
X ₁₁	bahan bakar memasak	Tipe variabel kategorik 1: listrik 2: gas/elpiji 3: minyak tanah 4: arang kayu/tempurung 5: kayu bakar 6: lainnya
X ₁₂	konsumsi daging/susu/ayam	Tipe variabel kategorik 1: < 2 kali perminggu 2: ≥ 2 kali perminggu
X ₁₃	konsumsi pakaian	Tipe variabel kategorik 1: < 2 kali pertahun 2: ≥ 2 kali pertahun
X ₁₄	konsumsi makan	Tipe variabel kategorik 1: < 3 kali perhari 2: ≥ 3 kali perhari
X ₁₅	pengobatan	Tipe variabel kategorik 1: RS/puskesmas/pustu 2: praktek dokter 3: praktek paramedis 4: pengobatan tradisional 5: lainnya
X ₁₆	ijazah terakhir kepala rumah tangga	Tipe variabel kategorik 1: tidak punya 2: SD/setara 3: SLTP/setara 4: SLTA/setara 5: diploma I/II 6: akademi ke atas
X ₁₇	penghasilan seluruh anggota rumah tangga perbulan	Tipe variabel kontinu (dalam rupiah)
X ₁₈	kepemilikan aset dalam rumah	Tipe variabel kontinu (dalam rupiah)

3.3 Metode Analisa Data

Langkah-langkah analisis yang dilakukan untuk mencapai tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Melakukan praprosesing, yakni mengambil sampel wilayah dari 21 kecamatan. Sampel wilayah yang terpilih adalah kecamatan Jombang. Selanjutnya, mengeluarkan data yang bersifat *missing value* dan *outlier* sehingga dari 4.734 data rumah tangga miskin yang diperoleh, terdapat 4.151 data rumah tangga miskin yang dapat diolah.
2. Memisahkan original data antara data bertipe kontinu dan kategorik. Dalam penelitian ini terdapat 18 variabel yang terdiri dari 4 variabel bertipe kontinu dan 14 variabel bertipe kategorik. Selanjutnya, melakukan transformasi data kategorik menjadi data kontinu berdasarkan *Methods of Succesive Interval* dengan algoritma sebagai berikut.

- Menghitung frekuensi dan proporsi setiap kategori.
- Menghitung proporsi kumulatif tiap kategori (pk).
- Menentukan nilai Z untuk masing-masing proporsi kumulatif dengan mengasumsikan data menyebar mengikuti sebaran normal baku (invers CDF normal standar)

$$F(x) = P(X \leq x) = \int_{-\infty}^x f(x)dx = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx$$

- Mencari *Probability Density Function* (PDF) bagi Z

$$f(Z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}}, -\infty < z < \infty$$

- Menghitung *Scala Value* (SV) untuk setiap kategori

$$SV_k = \frac{f_k(Z) - f_{k-1}(Z)}{pk_k - pk_{k-1}}$$

- Menghitung nilai hasil transformasi (*score*) untuk setiap kategori.

$$\text{score ke } -k = sv_k + |\min(sv)| + 1$$

- Menggabungkan data hasil transformasi dengan data bertipe kontinu sebelumnya. Kemudian melakukan pengelompokkan data menggunakan FCM.

3. Mengelompokkan data menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means* (FCM)

- Menginput data pada variabel prediktor yang akan dicluster pada matriks \mathbf{X} , berupa matriks berukuran $n \times m$, dengan n adalah banyaknya data dan m merupakan atribut/variabel prediktor setiap data sehingga x_{ij} adalah data sampel ke- i ($i=1,2,\dots,n$) atribut ke- j ($j=1,2,\dots,m$).
- Menentukan jumlah cluster ($c = 2 - 7$), pangkat/fuzzifier ($m = 2 - 4$), maksimum iterasi ($\text{maxIter} = 1000$), error terkecil yang diharapkan ($\varepsilon = 0,001$), fungsi objektif awal ($P_0 = 0$), serta iterasi awal ($t = 1$).
- Membangkitkan bilangan random μ_{ik} , $i=1,2,\dots,n$; $k=1,2,\dots,c$ sebagai elemen-elemen matriks partisi awal \mathbf{U}

$$\mu_{ik} = \frac{\left(\frac{D(x_k, v_i)}{D(x_k, v_j)} \right)^{\frac{2}{m-1}}}{\sum_{j=1}^c \left(\frac{D(x_k, v_i)}{D(x_k, v_j)} \right)^{\frac{2}{m-1}}}$$

- Menghitung pusat cluster (centroid) ke- i , v_{ik} , $i=1,2,\dots,n$ dan $k=1,2,\dots,c$

$$v_j = \frac{\sum_{k=1}^N \mu_{jk}^m x_k}{\sum_{k=1}^N \mu_{jk}^m}$$

- Menghitung fungsi objektif pada iterasi ke- t , P_t

$$P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c \left((D(x_i, v_{ik}))^2 (\mu_{ik})^m \right)$$

- Menghitung perubahan matriks partisi

$$\mu_{ik} = \frac{\left(\sum_{j=1}^n (x_{ij} - v_j)^2 \right)^{\frac{-1}{m-1}}}{\sum_{k=1}^c \left(\sum_{j=1}^n (x_{ij} - v_j)^2 \right)^{\frac{-1}{m-1}}}$$

dengan $j=1,2,\dots,m$ dan $k=1,2,\dots,c$

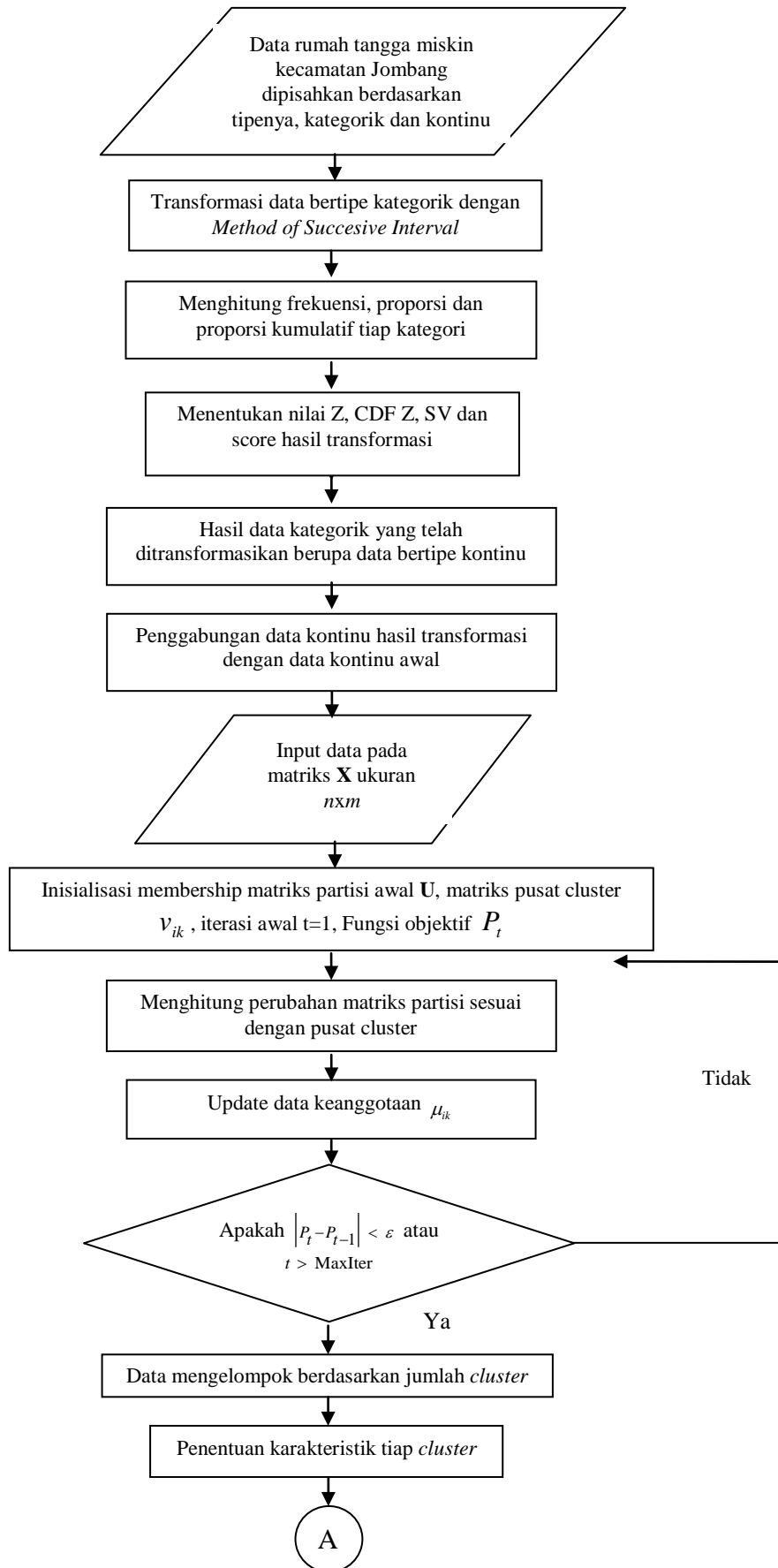
- Menguji kondisi berhenti, dimana :

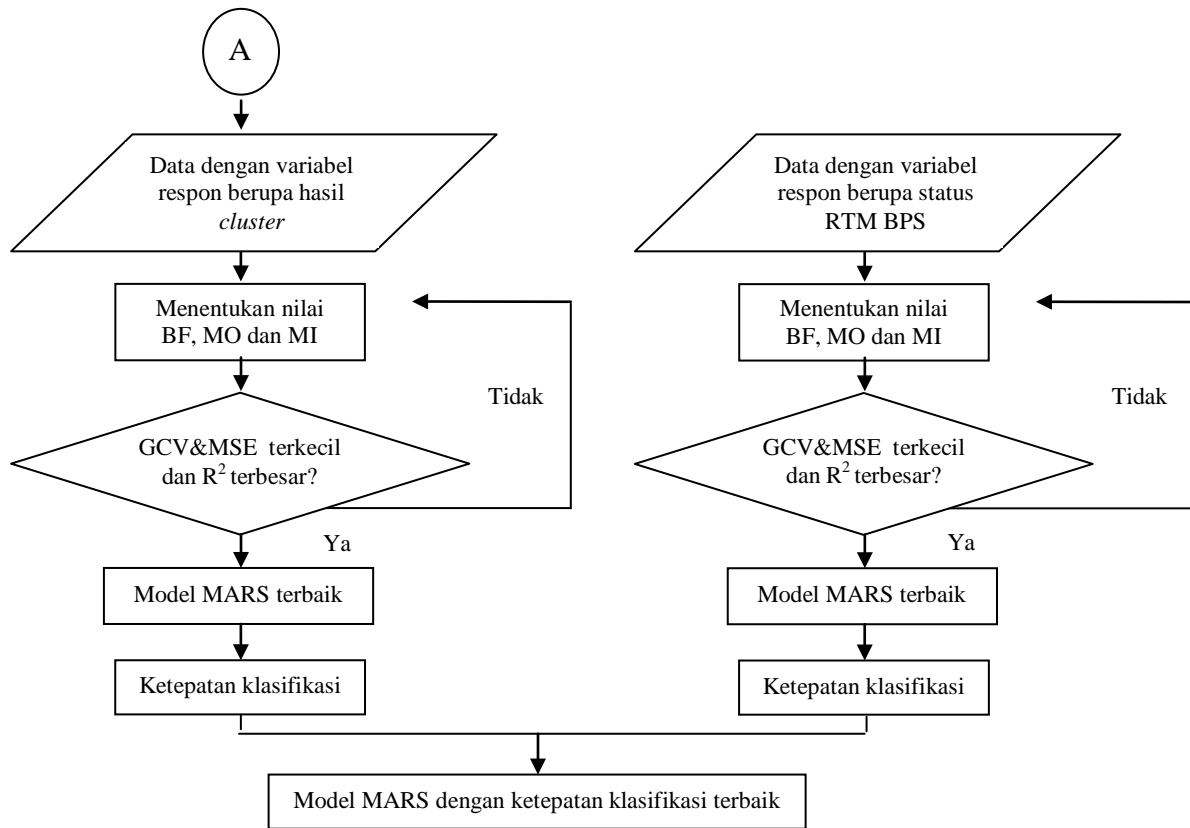
Jika $|P_t - P_{t-1}| < \varepsilon$ atau $t > \text{MaxIter}$, maka berhenti

Jika tidak $t = t + 1$, mengulangi langkah ke-4.

- Menentukan cluster optimum berdasarkan indeks *Xie-Beni* minimum.

4. Membagi data menjadi dua yakni data *training* yang digunakan untuk membentuk model dan data *testing* yang digunakan untuk menghitung ketepatan klasifikasi. Pembagian data *training* dan data *testing* ini menggunakan perbandingan 90:10, 85:15, 80:20, 75:25 dan 70:30
5. Membentuk model terbaik menggunakan data *training* baik pada data dengan respon dari hasil FCM *clustering* maupun pada data dengan respon status rumah tangga miskin yang telah ditetapkan oleh BPS, respon ini dibentuk menjadi dua kategori yakni status rumah tangga miskin non prioritas pemerintah (diberi kode 0) dan status rumah tangga miskin prioritas pemerintah (diberi kode 1). Kemudian dimodelkan menggunakan metode MARS dengan tahapan sebagai berikut:
 - Mengkombinasikan nilai BF, MI dan MO masing-masing:
Maksimum fungsi basis (Max-BF) bernilai 2 - 3 kali jumlah variabel prediktor yang diteliti, maksimum interaksi (MI) bernilai 1 – 3, dan minimal jumlah pengamatan setiap knots (MO) bernilai 1, 2 dan 3.
 - Menentukan model terbaik dengan nilai GCV minimum, MSE terkecil dan R^2 terbesar.
6. Menentukan ketepatan klasifikasi pada data *testing* dengan variabel respon dari hasil *cluster* dan juga pada data dengan respon hasil klasifikasi status kemiskinan BPS, kemudian membandingkan ketepatan klasifikasi keduanya.
7. Menginterpretasi hasil.





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

BAB 4

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab 4 ini dibahas analisis dan pembahasan dari ketiga tujuan penelitian, yakni mengelompokkan sampel wilayah pada rumah tangga miskin Kabupaten Jombang berdasarkan variabel prediktor yang bertipe gabungan (kategorik dan kontinu) menggunakan pendekatan *Fuzzy C-Means* (FCM) *clustering*, kemudian mendapatkan model terbaik menggunakan pendekatan *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS) dengan respon berupa karakteristik dari hasil FCM *clustering* tersebut, dan selanjutnya membandingkan ketepatan klasifikasi model ini dengan ketepatan klasifikasi dari model sampel wilayah rumah tangga miskin Kabupaten Jombang dengan respon status rumah tangga miskin yang telah ditetapkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) yang juga dimodelkan menggunakan pendekatan MARS.

4.1 Pengelompokkan Rumah Tangga Miskin Kabupaten Jombang Menggunakan *Fuzzy C-Means* (FCM) untuk Variabel Bertipe Gabungan (Kategorik dan Kontinu)

Kabupaten Jombang terletak di perlintasan jalur selatan jaringan jalan Jakarta-Surabaya dengan luas wilayah 1.159,5 km² dan jumlah penduduk sebesar 1.201.557 jiwa yang terdiri dari 597.219 laki-laki dan 604.338 perempuan (BPS, 2010). Kabupaten Jombang terbagi menjadi 21 kecamatan yang terdiri dari 302 desa dan 4 kelurahan serta 1.258 dusun. Berdasarkan data BAPEDDA kabupaten Jombang tahun 2011, rumah tangga miskin kabupaten ini adalah sebesar 74.301 rumah tangga. Penyebaran rumah tangga miskin pada 21 kecamatan di Kabupaten Jombang dapat dilihat dalam tabel berikut.

Tabel 4.1 Penyebaran Rumah Tangga Miskin Kabupaten Jombang dilihat dari Status Kemiskinan pada 21 Kecamatan

Kecamatan	Hampir Miskin	Miskin	Sangat Miskin	Total
Bandarkedungmulyo	1.830	638	85	2.553
Perak	1.551	718	329	2.598
Gudo	837	738	500	2.075
Diwek	1.915	2.304	906	5.125
Ngoro	2.663	1.877	804	5.344
Mojowarno	2.279	2.925	1.046	6.250
Bareng	2.296	2.054	651	5.001
Wonosalam	680	990	450	2.120
Mojoagung	2.131	1.806	475	4.412
Sumobito	2.292	1.479	335	4.106
Jogoroto	933	1.129	647	2.709
Peterongan	1.868	1.548	799	4.215
Jombang	1.531	2.282	921	4.734
Megaluh	1.151	682	431	2.264
Tembelang	2.634	863	120	3.617
Kesamben	1.999	772	320	3.091
Kudu	628	947	318	1.893
Ngusikan	639	1.007	645	2.291
Ploso	970	1.203	385	2.558
Kabuh	1.428	1.961	476	3.865
Plandaan	865	1.495	1.120	3.480
Total	33.120	29.418	11.763	74.301

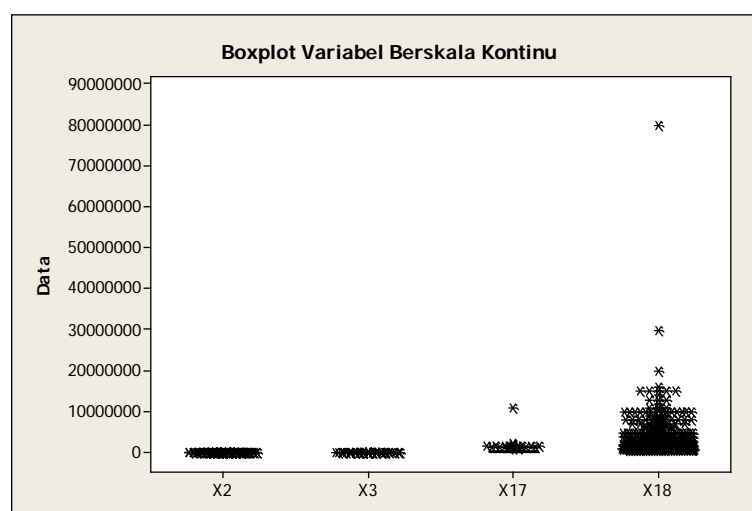
Sumber : Hasil olahan BAPPEDA 2011

Dari Tabel 4.1 terlihat bahwa jumlah rumah tangga miskin terbesar berada pada Kecamatan Mojowarno dan jumlah rumah tangga terkecil berada pada Kecamatan Kudu. Kebanyakan rumah tangga miskin dilihat dari status kemiskinannya pada kabupaten ini berstatus hampir miskin, yang kedua terbesar adalah status miskin dan status sangat miskin memiliki persentasi terkecil. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar rumah tangga miskin di kabupaten ini tergolong berstatus hampir miskin sehingga dapat dikatakan penduduknya masih memiliki kehidupan yang cukup layak dan perlu dilakukan analisis lebih lanjut untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kemiskinan kabupaten ini. Langkah pertama adalah melakukan pengambilan sampel berdasarkan wilayah

kecamatan. Dengan memilih satu kecamatan dari 21 kecamatan pada Kabupaten Jombang, maka terpilih Kecamatan Jombang sebagai sampel wilayah.

Sebelum mengolah data menggunakan FCM, dilakukan pemeriksaan kemungkinan ada data yang hilang (*missing data*). Dari 4.734 rumah tangga diketahui bahwa terjadi *missing data* karena informasi untuk beberapa data tidak tersedia atau terdapat 579 sel kosong pada satu atau beberapa variabel sehingga tersisa 4.155 rumah tangga miskin yang datanya dapat diolah.

Langkah selanjutnya adalah mendeteksi adanya data *outlier*. Hal ini diperlukan karena *outlier* sangat mempengaruhi hasil kelompok yang dianalisis. *Outlier* ini dapat diidentifikasi menggunakan *boxplot* berikut.



Gambar 4.1 *Boxplot* Variabel Prediktor Bertipe Kontinu

Gambar 4.1 memperlihatkan bahwa pada variabel X_{17} dan X_{18} memiliki *outlier*. Variabel X_{17} memiliki 1 (satu) rumah tangga yang terdeteksi *outlier* karena penghasilan total anggota rumah tangganya adalah Rp 11.000.000,-. Sedangkan variabel X_{18} memiliki 3 (tiga) rumah tangga yang terdeteksi *outlier* karena memiliki total kepemilikan aset masing-masing sebesar Rp 20.000.000,-, Rp 30.000.000,- dan Rp 80.000.000,-. Jadi, dapat disimpulkan bahwa 4 (empat) rumah tangga miskin tersebut tidak disertakan dalam pengelompokkan sehingga tersisa 4.151 data rumah tangga miskin.

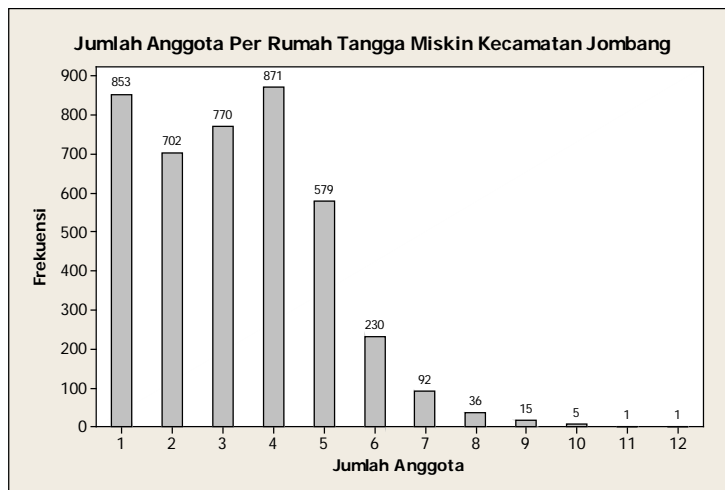
Setelah beberapa data yang bersifat *outlier* dikeluarkan, statistik deskriptif pada tabel 4.2 memperlihatkan bahwa 4 (empat) variabel penelitian yang bertipe kontinu masih memiliki range data yang tergolong besar.

Tabel 4.2 Statistik Deskriptif Variabel Penelitian Berskala Kontinu

Variabel	Minimum	Maksimum	Mean	Standar Deviasi
X ₂ (luas kavling tanah)	0	6.500	99,231	173,749
X ₃ (luas lantai)	0	900	36,495	39,297
X ₁₇ (penghasilan)	0	2.250.000	248.941	248.943
X ₁₈ (total kepemilikan aset)	0	16.000.000	443.294	1.381.979

Sumber : Hasil olahan data BAPPEDA 2011

Namun, pada Gambar 4.2 memperlihatkan bahwa banyak rumah tangga miskin kecamatan Jombang yang memiliki jumlah anggota lebih dari 3 (tiga) orang dalam satu rumah tangga.



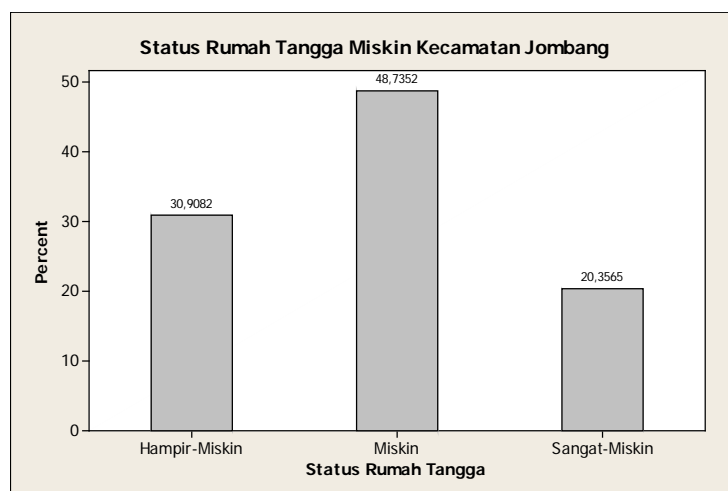
Gambar 4.2 Jumlah Anggota Per Rumah Tangga Miskin Kecamatan Jombang (Sumber : Hasil olahan data BAPPEDA 2011)

Hal ini menyebabkan variabel X₂, X₃, X₁₇ dan X₁₈ menjadi variabel yang memiliki range tergolong cukup besar karena variabel tersebut merupakan hasil keseluruhan anggota rumah tangga. Jadi disimpulkan bahwa pada dasarnya, data yang tergolong ekstrem pada keempat variabel tersebut diperoleh bukan kesalahan pendataan maupun *inputing* data sehingga tetap dimasukkan dalam analisis *clustering* menggunakan FCM.

Selain itu pula, telah diketahui bahwa permasalahan utama terdapat pada 18 variabel prediktornya yang bertipe gabungan, yakni 14 variabel bertipe kategorik dan 4 variabel bertipe kontinu. Dalam FCM disyaratkan bahwa data yang dikelompokkan harus bertipe kontinu. Oleh karena itu, 4.151 data rumah tangga miskin dari 14 variabel yang bertipe kategorik harus ditransformasikan terlebih dahulu ke dalam variabel bertipe kontinu. Dalam penelitian ini data bertipe

kategorik tersebut ditransformasikan ke bentuk distribusi normal standar $N(0,1)$ dan metode ini sering disebut dengan *Methods of Succesive Interval*. Paket pemrograman yang digunakan adalah Matlab (R2011b) dan disusun dalam aplikasi GUI FCM untuk Data Gabungan Kategorik dan Kontinu. Adapun *syntax* MATLAB pada program aplikasi GUI untuk *Methods of Succesive Interval* dalam bentuk *m-files* secara lengkap disajikan dalam Lampiran 2.

Berdasarkan status kemiskinan rumah tangganya terlihat bahwa kebanyakan rumah tangga miskin di Kecamatan Jombang tergolong berstatus miskin atau sekitar 48,7352% dari rumah tangga miskin di Kecamatan ini. Sedangkan persentase rumah tangga yang berstatus sangat miskin sebesar 20,3565% dan persentase rumah tangga yang berstatus hampir miskin sebesar 30,9082%. Hal ini terlihat pada Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 Persentasi Rumah Tangga Miskin Kecamatan Jombang dilihat dari Status Kemiskinan
(Sumber : Hasil olahan data BAPPEDA 2011)

Hasil olahan data BAPPEDA 2011 pada status kemiskinan rumah tangga di kecamatan ini merupakan data sekunder dari Publikasi Badan Pusat Statistik (BPS) 2009 mengenai PPLS08 yang kemudian karakteristik kemiskinan tiap rumah tangganya diverifikasi kembali oleh BAPPEDA Kabupaten Jombang. Dalam survei verifikasi ini, BAPPEDA Kabupaten Jombang menggunakan 7 indikator yang terdiri atas 25 variabel untuk melihat karakteristik dari rumah tangga miskin tersebut. Indikator yang dipergunakan diantaranya adalah indikator kepemilikan rumah, indikator fisik, indikator penerangan/air minum/bahan bakar,

indikator konsumsi, indikator layanan dasar, indikator pendapatan/kepemilikan dan indikator lingkungan. Adapun dalam penelitian ini hanya menggunakan 6 indikator kemiskinan yang terdiri atas 18 variabel.

Sebelum proses pengelompokan menggunakan FCM, terlebih dahulu dilakukan pengujian asumsi terhadap 18 variabel prediktor tersebut. Pengujian asumsi yang pertama adalah uji kecukupan sampel menggunakan uji *Bartlett Sphericity*. Dengan bantuan MINITAB diperoleh nilai *p-value* dari statistik uji *Bartlett Sphericity* lebih kecil dari α (5%) sehingga diputuskan menolak H_0 dan dapat disimpulkan bahwa matriks korelasi antar variabel berbeda dengan matriks identitas. Jika matriks korelasi bukan merupakan matriks identitas maka tidak perlu dilakukan penambahan sampel sehingga analisis statistika menggunakan FCM bisa digunakan. Macro MINITAB untuk pengujian *Bartlett Sphericity* dapat dilihat pada Lampiran 1.

Selanjutnya, dilakukan deteksi ada tidaknya multikolinearitas. Hal ini perlu dilakukan karena dalam formula FCM yang menggunakan jarak *euclidian* mengharuskan bebas dari multikolinearitas. Hubungan antara variabel penelitian dapat dijelaskan melalui tabel pada Lampiran 2. Dari hasil pada Lampiran 2 tersebut terlihat bahwa terdapat korelasi tertinggi antara variabel jamban (X_7) dan tempat pembuangan air tinja (X_8) sebesar 0,506. Walaupun secara logika dapat dikatakan bahwa kepemilikan jamban dalam suatu rumah tangga berhubungan dengan jenis tempat pembuangan air tinja namun nilai korelasi sebesar 0,506 ini menunjukkan bahwa hubungan kedua variabel tidak terlalu kuat sehingga pengelompokan menggunakan FCM dapat dilanjutkan.

Pada tahapan berikutnya dilakukan pengelompokan dengan menggunakan metode FCM. Dalam pengujian kinerja metode FCM ini, langkah awal yang harus dilakukan adalah penentuan jumlah kelompok. Jumlah *cluster* (c) yang dipilih dalam penelitian ini adalah 2-7 kelompok. Parameter lain yang digunakan adalah *weighting exponent* (m) sebesar 2, 3 dan 4, dengan menggunakan batas toleransi/error terkecil (ε) sebesar 0,001 dan iterasi maksimum sebesar 1000.

Pada jumlah kelompok sebesar 2-7 kelompok ini, dilakukan beberapa kali pengulangan. Hasil iterasi yang diperoleh berbeda pada setiap pengulangan,

namun dipilih nilai iterasi saat fungsi objektif stabil dalam kekonvergenan. Ukuran hasil pengelompokkan dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Ukuran Hasil Pengelompokkan dengan Algoritma FCM *Clustering*

Jumlah Cluster (<i>c</i>)	Weighting Exponent (<i>m</i>)	Jumlah Iterasi	Fungsi Objektif	Rasio S_W/S_B
2	2	54	1044802026243,213	0,26605
3		126	950638398945,3826	0,23708
4		182	343023426368,6386	0,17928
5		276	103487442747,7694	0,16080
6		444	66302827913,0731	0,15146
7		221	10513807817,794	0,14337
2		3	74	890313156928,8275
3	220		243550427399,5265	0,23862
4	129		64689632606,2339	0,17324
5	150		8058667149,005	0,16288
6	105		1419775288,934	0,15006
7	146		292964536,5327	0,14366
2	4		97	650811569551,7242
3		138	70314010958,2531	0,19531
4		144	11511707718,7368	0,17094
5		180	363048768,6556	0,15335
6		94	55283231,3815	0,09949
7		104	13292958,673	0,09343

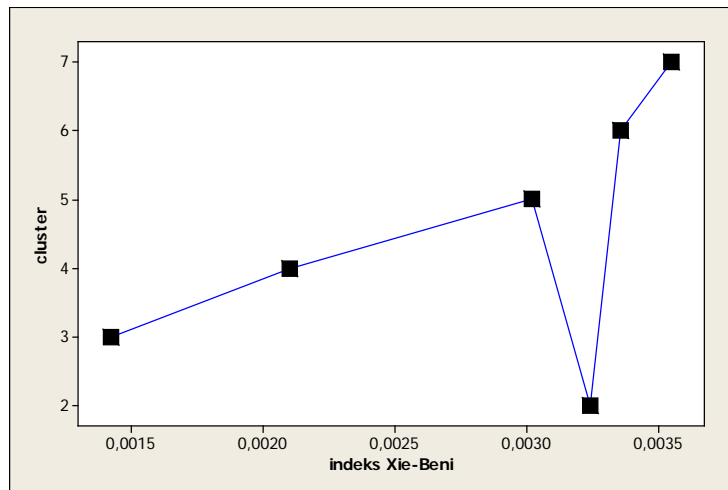
Menurut Zimmermann dalam Naik (2004), hingga saat ini tidak ada ketentuan yang jelas jangkauan nilai m optimal, namun nilai m memiliki jangkauan $m > 1$. Oleh karena variabel ini dapat mengubah besaran pengaruh dari *membership function* dalam proses *clustering* dengan metode FCM maka dalam penelitian ini dilakukan penentuan 3 (buah) nilai m , yakni 2, 3 dan 4. Dari Tabel 4.3 terlihat bahwa FCM memberikan fungsi objektif yang minimum pada saat nilai m sebesar 4 untuk semua penentuan jumlah *cluster* dari 2 sampai dengan 7. Bunkers dan Miller (1996) menyatakan bahwa kriteria S_W yang minimum dan S_B yang maksimum dapat digunakan untuk mendapatkan kesamaan di dalam *cluster* dan perbedaan dengan *cluster* yang lain sehingga melalui kriteria ini rasio S_W/S_B yang kecil menghasilkan ketepatan hasil *cluster* yang lebih baik. Nilai rasio S_W/S_B yang kecil pada Tabel 4.3 tersebut juga terlihat pada saat nilai m sebesar 4 untuk semua penentuan jumlah *cluster* dari 2 sampai dengan 7. Jadi, dapat

direkomendasikan penggunaan nilai m sebesar 4 dalam penggunaan algoritma FCM dalam mengelompokkan rumah tangga miskin Kecamatan Jombang.

Tabel 4.4 Nilai Indeks Validitas Xie-Beni dengan Algoritma FCM *Clustering*

Jumlah <i>Cluster</i> (c)	Indeks Xie-Beni
2	0,0032420
3	0,0014292
4	0,0021041
5	0,0030191
6	0,0033565
7	0,0035474

Jumlah *cluster* optimal umumnya ditunjukkan pada saat indeks validitas *cluster* mencapai kondisi nilai minimum pertama di lembah pertama dari hasil yang diperoleh. Berdasarkan hasil pada Tabel 4.4, terlihat bahwa nilai minimum pertama di lembah pertama indeks Xie-Beni sebesar 0,0014292 sehingga *cluster* yang dipilih adalah 3 buah (Gambar 4.4).



Gambar 4.4 Grafik Indeks Validitas Xie-Beni menurut Jumlah *Cluster* dengan Algoritma FCM *Clustering*

Jumlah *cluster* tersebut dirasa sudah cukup untuk menjelaskan keragaman dan karakteristik kelompok data. Selain itu, jumlah kelompok yang dipilih tersebut dapat dijadikan bahan pertimbangan 3 kriteria status kemiskinan rumah tangga yang telah ditentukan oleh BPS pada data yang diverifikasi oleh

BAPEDDA 2011, yakni status hampir miskin, status miskin dan status sangat miskin.

Tahapan selanjutnya adalah melakukan pengujian perbedaan rata-rata kelompok untuk *cluster* yang terbentuk dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

H_1 : paling sedikit ada satu μ_i ($i = 1,2,3$) yang berbeda

Hasil pengujian menggunakan uji Wilk's Lambda untuk mengetahui perbedaan rata-rata kelompok dapat dilihat pada Lampiran 3. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dengan jumlah *cluster* yang terbentuk sebanyak 3 *cluster* diperoleh bahwa luas kavling tanah (X_2), luas lantai (X_3), jenis lantai terluas (X_6), jamban (X_7), tempat pembuangan air tinja (X_8), sumber penerangan utama (X_9), sumber air minum (X_{10}), bahan bakar memasak (X_{11}), konsumsi daging/susu/ayam (X_{12}), konsumsi pakaian baru (X_{13}), konsumsi makan (X_{14}), ijazah terakhir kepala rumah tangga (X_{16}), penghasilan seluruh anggota rumah tangga (X_{17}) dan kepemilikan aset dalam rumah (X_{18}) karena memiliki nilai *p-value* yang bernilai kurang dari alpha 5% sehingga diputuskan menolak H_0 yang disimpulkan bahwa nilai variabel-variabel prediktor tersebut signifikan memiliki pengaruh yang berbeda di antara *cluster* yang terbentuk. Variabel yang bernilai lebih dari alpha 5% adalah status penguasaan bangunan tempat tinggal (X_1), jenis atap terluas (X_4), jenis dinding terluas (X_5) dan pengobatan (X_{16}). Hal ini menunjukkan bahwa 4 (empat) variabel prediktor tersebut tidak memiliki perbedaan antar *cluster* yang terbentuk.

Karakteristik tiap variabel prediktor yang berbeda secara signifikan dari ketiga *cluster* yang terbentuk dapat dilihat pada Lampiran 4 dan dijabarkan sebagai berikut.

1. *Cluster* Pertama

Cluster ini merupakan cluster dengan jumlah rumah tangga paling sedikit diantara *cluster* yang lain yakni hanya 102 rumah tangga miskin. *Cluster* ini memuat rumah tangga dengan luas kavling tanah (X_2) rata-rata sebesar 121,6 m². Luas lantai (X_3) rata-rata sebesar adalah 45,76 m² menunjukkan kelayakan tempat tinggal Kecamatan Jombang termasuk di atas rata-rata mengingat

kebanyakan jumlah anggota rumah tangga lebih dari 3 orang per rumah tangga, jenis lantai terluas (X_6) yang digunakan kebanyakan rumah tangga pada *cluster* ini adalah semen, serta telah memiliki jamban (X_7) sendiri dan tempat pembuangan air tinja (X_8) adalah septictank. Kebanyakan rumah tangga telah menggunakan listrik PLN sebagai sumber penerangan utama (X_9) dan sumber air minum (X_{10}) yang digunakan adalah air sumur, serta bahan bakar memasak (X_{11}) menggunakan gas/elpiji. Konsumsi daging/susu/ayam (X_{12}) masih kurang dari 2 kali seminggu dan konsumsi pakaian baru (X_{13}) juga masih kurang dari sekali setahun. Namun, konsumsi makan (X_{14}) sudah mampu lebih dari 3 kali sehari. Hal yang paling menonjol dari *cluster* ini adalah kebanyakan kepala rumah tangga memiliki ijazah SD (X_{16}) yang berarti tingkat pendidikan rumah tangga dalam *cluster* ini masih sangat rendah. Penghasilan seluruh anggota rumah tangga (X_{17}) rata-rata Rp 563.999,- dengan nilai minimum Rp 0,- dan maksimum Rp 2.2250.000,- dan kepemilikan aset dalam rumah (X_{18}) rata-rata Rp 7.971.569,- dengan nilai minimum Rp 0,- dan maksimum Rp 16.000.000,-. Jadi, dapat disimpulkan bahwa *cluster* pertama memiliki karakteristik rumah tangga dengan tingkat kesejahteraan paling tinggi dibandingkan 2 *cluster* lainnya. Namun, kebanyakan rumah tangga masih perlu meningkatkan kesejahteraan dalam bidang pendidikan.

2. *Cluster* Kedua

Cluster ini merupakan cluster dengan jumlah rumah tangga terbanyak dibandingkan dua *cluster* lainnya karena terdiri atas 2.610 rumah tangga miskin. Luas kavling tanah (X_2) rata-rata rumah tangganya adalah 94,27 m² dengan luas lantai (X_3) rata-rata 33,999 m². Karena kebanyakan anggota rumah tangga dalam *cluster* ini berjumlah lebih dari 3 orang per rumah tangga, kelayakan tempat tinggal dilihat dari bangunan tempat tinggal termasuk paling rendah dibandingkan dua *cluster* lainnya. Namun, jenis lantai terluas (X_6) yang digunakan kebanyakan rumah tangga adalah semen, sudah memiliki jamban (X_7) sendiri dan tempat pembuangan air tinja (X_8) pada septictank. Sumber penerangan utama (X_9) kebanyakan rumah tangga dalam *cluster* ini masih menumpang dengan pengguna lain, sumber air minum (X_{10}) menggunakan air

sumur dan bahan bakar memasak (X_{11}) sudah menggunakan gas/elpiji. Konsumsi daging/susu/ayam (X_{12}) masih kurang dari 2 kali seminggu, konsumsi pakaian baru (X_{13}) kurang dari sekali setahun, namun konsumsi makan (X_{14}) sudah lebih dari 3 kali sehari. Kebanyakan kepala rumah tangga tidak memiliki ijazah (X_{16}), dengan penghasilan seluruh anggota rumah tangga (X_{17}) rata-rata Rp 129.603,- dengan nilai minimum Rp 0,- dan maksimum Rp 520.000,- serta kepemilikan aset dalam rumah (X_{18}) rata-rata Rp 40.696,- dengan nilai minimum Rp 0,- dan maksimum Rp 400.000,-. Jadi, dapat disimpulkan bahwa *cluster* kedua memiliki karakteristik rumah tangga dengan tingkat kesejahteraan paling rendah dibandingkan 2 *cluster* lainnya sehingga hal yang perlu diperhatikan pemerintah dalam penentuan kesejahteraan *cluster* ini adalah penggunaan listrik, mutu pendidikan dan pendapatan rumah tangga.

3. *Cluster* Ketiga

Cluster ini terdiri atas 1.439 rumah tangga miskin ini memiliki karakteristik rumah tangga dengan luas kavling tanah (X_2) rata-rata sebesar 106,64 m², luas lantai (X_3) rata-rata sebesar 40,36 m², jenis lantai terluas (X_6) yang digunakan kebanyakan rumah tangga pada *cluster* ini adalah semen, serta telah memiliki jamban (X_7) sendiri dan tempat pembuangan air tinja (X_8) adalah septictank. Mengingat kebanyakan anggota rumah tangga lebih dari 3 orang per rumah tangga, maka kelayakan tempat tinggal termasuk kategori sejahtera. Kebanyakan rumah tangga masih menumpang listrik PLN dengan pengguna lain sebagai sumber penerangan utama (X_9) dan sumber air minum (X_{10}) yang digunakan adalah air sumur, serta bahan bakar memasak (X_{11}) menggunakan gas/elpiji. Konsumsi daging/susu/ayam (X_{12}) masih kurang dari 2 kali seminggu dan konsumsi pakaian baru (X_{13}) juga masih kurang dari sekali setahun. Namun, konsumsi makan (X_{14}) sudah mampu lebih dari 3 kali sehari. Hal yang paling menonjol dari *cluster* ini adalah kebanyakan kepala rumah tangga hanya memiliki ijazah terakhir (X_{16}) berupa ijazah SD yang berarti tingkat pendidikan rumah tangga dalam *cluster* ini masih sangat rendah. Penghasilan seluruh anggota rumah tangga (X_{17}) rata-rata Rp 443.107,- perbulan dengan nilai minimum Rp 0,- dan maksimum Rp 1.800.000,- dan

kepemilikan aset dalam rumah (X_{18}) rata-rata Rp 639.889,- dengan nilai minimum Rp 0,- dan maksimum Rp 4.200.000,-. Jadi, dapat disimpulkan bahwa *cluster* ketiga memiliki karakteristik rumah tangga dengan tingkat kesejahteraan berada diantara 2 *cluster* lainnya. Namun, kebanyakan rumah tangga masih perlu meningkatkan kesejahteraan dalam bidang pendidikan dan pendapatan.

4.2 Model *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS) pada Sampel Wilayah Rumah Tangga Miskin Kabupaten Jombang Hasil Pengelompokkan *Fuzzy C-Means* (FCM)

Sebelum melakukan pembentukan model rumah tangga miskin kecamatan Jombang berdasarkan data yang telah diolah dengan *Fuzzy C-Means* (FCM), perlu dilakukan identifikasi variabel respon dan prediktor terlebih dahulu. Adapun, variabel responnya adalah tingkat kesejahteraan rumah tangga miskin yang terbentuk dalam *cluster*. *Cluster* pertama merupakan *cluster* yang berisi rumah tangga miskin dengan tingkat kesejahteraan paling tinggi dibanding 2 *cluster* lainnya diberi kode 0 dan dilabelkan sebagai status kemiskinan non prioritas pemerintah. Kemudian, gabungan *cluster* kedua yang berisi rumah tangga miskin dengan tingkat kesejahteraan paling rendah dan *cluster* ketiga yang berisi rumah tangga miskin dengan tingkat kesejahteraan berada diantara 2 *cluster* lainnya diberi kode 1 dan dilabelkan sebagai status kemiskinan prioritas pemerintah. Sampel dari 4.151 data rumah tangga miskin dibagi menjadi dua yaitu data *training* untuk membentuk model dan data *testing* untuk pengecekan ketepatan klasifikasi. Perbandingan data *training* dan data *testing* pertama adalah sebesar 90:10 dengan data *training* sebanyak 3.735 data rumah tangga miskin dan data *testing* sebanyak 416 data rumah tangga miskin. Hasil pembentukan model terbaik dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Pemodelan MARS untuk Kecamatan Jombang yang telah dikelompokkan dengan FCM Menggunakan Perbandingan Data *Training* dan Data *Testing* sebesar 90 : 10

Model	BF	MI	MO	GCV	MSE	R ²
1	36	1	1	6,81x10 ⁻⁵	6,73x10 ⁻⁵	0,995
2	36	1	2	6,82x10 ⁻⁵	6,74x10 ⁻⁵	0,995
3	36	1	3	0,000149	0,000147	0,989
4	36	2	1	6,73x10⁻¹¹	0	1,000
5	36	2	2	6,74x10 ⁻¹¹	0	1,000
6	36	2	3	9,15x10 ⁻⁵	8,87x10 ⁻⁵	0,993
7	36	3	1	6,73x10 ⁻¹¹	0	1,000
8	36	3	2	6,73x10 ⁻¹¹	0	1,000
9	36	3	3	7,97x10 ⁻⁵	7,73x10 ⁻⁵	0,994
10	54	1	1	6,81x10 ⁻⁵	6,71x10 ⁻⁵	0,995
11	54	1	2	6,82x10 ⁻⁵	6,71x10 ⁻⁵	0,995
12	54	1	3	0,000148	0,000146	0,989
13	54	2	1	6,73x10 ⁻¹¹	0	1,000
14	54	2	2	6,73x10 ⁻¹¹	0	1,000
15	54	2	3	7,19x10 ⁻⁵	6,90x10 ⁻⁵	0,995
16	54	3	1	6,73x10 ⁻¹¹	0	1,000
17	54	3	2	6,73x10 ⁻¹¹	0	1,000
18	54	3	3	4,76x10 ⁻⁵	4,56x10 ⁻⁵	0,997
19	72	1	1	6,81x10 ⁻⁵	6,71x10 ⁻⁵	0,995
20	72	1	2	6,82x10 ⁻⁵	6,69x10 ⁻⁵	0,995
21	72	1	3	0,000148	0,000146	0,989
22	72	2	1	6,73x10 ⁻¹¹	0	1,000
23	72	2	2	6,73x10 ⁻¹¹	0	1,000
24	72	2	3	5,93x10 ⁻⁵	5,55x10 ⁻⁵	0,996
25	72	3	1	6,73x10 ⁻¹¹	0	1,000
26	72	3	2	6,72x10 ⁻¹¹	0	1,000
27	72	3	3	1,81x10 ⁻⁶	1,63x10 ⁻⁶	1,000

Kriteria pemilihan model terbaik adalah dengan membandingkan GCV minimum, jika memiliki nilai yang sama dapat dilihat dengan pertimbangan nilai MSE terkecil. Namun, jika masih memiliki nilai yang sama maka nilai R² dari model yang memiliki nilai lebih tinggi menjadi pertimbangan. Namun, jika beberapa model tersebut memiliki R² yang sama maka pertimbangan selanjutnya pada ketepatan klasifikasi terbesar. Akan tetapi, jika model masih belum bisa dipilih maka pertimbangan selanjutnya adalah dengan melihat kombinasi model yang terkecil. Berdasarkan kriteria pemilihan pada Tabel 4.5, model MARS yang terbaik adalah model dengan BF = 36, MI = 2 dan MO = 1.

Pada kombinasi ini, variabel yang masuk ke dalam model hanya 2 (dua) variabel, yang berarti ada 16 (enam belas) variabel yang tidak masuk ke dalam model. Kedua variabel ini adalah kepemilikan aset dalam rumah (X_{18}) dan sumber air minum (X_{10}). Sedangkan variabel yang tidak masuk dalam model adalah bahan bakar memasak (X_{11}), tempat pembuangan air tinja (X_8), penghasilan seluruh anggota rumah tangga perbulan (X_{17}), pengobatan (X_{15}), ijazah terakhir kepala rumah tangga (X_{16}), jenis dinding terluas (X_5), jamban (X_7), luas kavling tanah (X_2), status penguasaan bangunan tempat tinggal (X_1), jenis atap terluas (X_4), pembelian pakaian selama setahun (X_{13}), luas lantai dari bangunan tempat tinggal (X_3), jenis lantai terluas (X_6), konsumsi daging/susu/ayam (X_{12}), listrik (X_9) dan makan sehari-hari (X_{14}).

Adapun bentuk model untuk model MARS terbaik adalah sebagai berikut:

$$\hat{Y} = 1,000 - 1,99994 \times 10^{-6} \text{BF9} + 1,99993 \times 10^{-6} \text{BF11} - 0,399 \text{BF15} \\ - 1,99881 \times 10^{-6} \text{BF17} - 4,99338 \times 10^{-7} \text{BF18} + 1,99873 \times 10^{-6} \text{BF19} \\ + 4,99335 \times 10^{-7} \text{BF21}$$

dengan basis fungsi :

$$\begin{aligned} \text{BF9} &= \max(0, X_{18} - 4.000.000); \\ \text{BF11} &= \max(0, X_{18} - 4.500.000); \\ \text{BF14} &= \max(0, 5.000.000 - X_{18}); \\ \text{BF15} &= (X_{10} = 2); \\ \text{BF17} &= \max(0, X_{18} - 4.200.000) \text{BF15}; \\ \text{BF18} &= \max(0, 4.200.000 - X_{18}) \text{BF15}; \\ \text{BF19} &= (X_{10} = 2) \text{BF9}; \\ \text{BF21} &= (X_{10} = 2) \text{BF14}; \end{aligned}$$

Hasil klasifikasi status kemiskinan rumah tangga kecamatan Jombang yang menjadi prioritas pemerintah dan non prioritas pemerintah untuk ditingkatkan kesejahteraannya dengan perbandingan data *training* dan data *testing* sebesar 90 : 10 dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut.

Tabel 4.6 Hasil Klasifikasi MARS untuk Kecamatan Jombang yang telah dikelompokkan dengan FCM Menggunakan Perbandingan Data *Training* dan Data *Tesing* sebesar 90 : 10

Observasi	Prediksi		Total
	Non Prioritas Pemerintah (0)	Prioritas Pemerintah (1)	
Non Prioritas Pemerintah (0)	53	0	53
Prioritas Pemerintah (1)	0	363	363
Total	53	363	416

Dari tabel 4.6 dapat dihitung nilai *sensitivity* sebesar 100% dan *specificity* sebesar 100%. Nilai *accuracy* sebesar 100% berarti tingkat kesalahan pengklasifikasian sebesar 0%.

Selanjutnya, dilakukan pembentukan model lagi menggunakan perbandingan data *training* dan data *testing* sebesar 85 : 15. Perbandingan data *training* dan data *testing* pertama adalah sebesar 85 : 15 dengan data *training* sebanyak 3.528 data rumah tangga miskin dan data *testing* sebanyak 623 data rumah tangga miskin. Hasil pembentukan model terbaik dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Pemodelan MARS untuk Kecamatan Jombang yang telah dikelompokkan dengan FCM Menggunakan Perbandingan Data *Training* dan Data *Tesing* sebesar 85:15

Model	BF	MI	MO	GCV	MSE	R ²
1	36	1	1	$8,68 \times 10^{-12}$	0	1,000
2	36	1	2	$8,68 \times 10^{-12}$	0	1,000
3	36	1	3	0,000131	0,000129	0,991
4	36	2	1	$8,68 \times 10^{-12}$	0	1,000
5	36	2	2	$8,68 \times 10^{-12}$	0	1,000
6	36	2	3	$8,65 \times 10^{-5}$	$8,35 \times 10^{-5}$	0,994
7	36	3	1	$8,68 \times 10^{-12}$	0	1,000
8	36	3	2	$8,68 \times 10^{-12}$	0	1,000
9	36	3	3	$7,34 \times 10^{-5}$	$7,18 \times 10^{-5}$	0,995
10	54	1	1	$8,68 \times 10^{-12}$	0	1,000
11	54	1	2	$8,68 \times 10^{-12}$	0	1,000
12	54	1	3	0,000131	0,000129	0,991
13	54	2	1	$8,69 \times 10^{-12}$	0	1,000
14	54	2	2	$8,69 \times 10^{-12}$	0	1,000
15	54	2	3	$5,21 \times 10^{-5}$	$4,96 \times 10^{-5}$	0,996

Tabel 4.7 Hasil Pemodelan MARS untuk Kecamatan Jombang yang telah dikelompokkan dengan FCM Menggunakan Perbandingan Data *Training* dan Data *Tesing* sebesar 85:15 (*lanjutan*)

Model	BF	MI	MO	GCV	MSE	R ²
16	54	3	1	8,69x10 ⁻¹²	0	1,000
17	54	3	2	8,69x10 ⁻¹²	0	1,000
18	54	3	3	3,49x10 ⁻⁵	3,33x10 ⁻⁵	0,998
19	72	1	1	8,68x10 ⁻¹²	0	1,000
20	72	1	2	8,68x10 ⁻¹²	0	1,000
21	72	1	3	0,000131	0,000129	0,991
22	72	2	1	8,69x10 ⁻¹²	0	1,000
23	72	2	2	8,69x10 ⁻¹²	0	1,000
24	72	2	3	2,70x10 ⁻⁵	2,51x10 ⁻⁵	0,998
25	72	3	1	8,69x10 ⁻¹²	0	1,000
26	72	3	2	8,69x10 ⁻¹²	0	1,000
27	72	3	3	1,00x10 ⁻⁵	9,38x10 ⁻⁶	0,999

Berdasarkan kriteria pemilihan pada tabel 4.7, model MARS yang terbaik adalah model dengan BF = 36, MI = 1 dan MO = 1. Pada kombinasi ini, variabel yang masuk ke dalam model hanya kepemilikan aset dalam rumah (X₁₈). Sedangkan variabel yang tidak masuk dalam model adalah sumber air minum (X₁₀), bahan bakar memasak (X₁₁), tempat pembuangan air tinja (X₈), penghasilan seluruh anggota rumah tangga perbulan (X₁₇), pengobatan (X₁₅), ijazah terakhir kepala rumah tangga (X₁₆), jenis dinding terluas (X₅), jamban (X₇), luas kavling tanah (X₂), status penguasaan bangunan tempat tinggal (X₁), jenis atap terluas (X₄), pembelian pakaian selama setahun (X₁₃), luas lantai dari bangunan tempat tinggal (X₃), jenis lantai terluas (X₆), konsumsi daging/susu/ayam (X₁₂), listrik (X₉) dan makan sehari-hari (X₁₄).

Adapun bentuk model untuk model MARS terbaik adalah sebagai berikut:

$$\hat{Y} = 1,000 - 1,99993 \times 10^{-6} \text{BF9} + 1,99992 \times 10^{-6} \text{BF11}$$

dengan basis fungsi :

$$\text{BF9} = \max(0, X_{18} - 4.000.000);$$

$$\text{BF11} = \max(0, X_{18} - 4.500.000);$$

Hasil klasifikasi status kemiskinan rumah tangga Kecamatan Jombang dengan perbandingan data *training* dan data *testing* sebesar 85 : 15 dapat dilihat pada tabel 4.8 berikut.

Tabel 4.8 Hasil Klasifikasi MARS untuk Kecamatan Jombang yang telah dikelompokkan dengan FCM Menggunakan Perbandingan Data *Training* dan Data *Testing* sebesar 85 : 15

Observasi	Prediksi		Total
	Non Prioritas Pemerintah (0)	Prioritas Pemerintah (1)	
Non Prioritas Pemerintah (0)	52	0	52
Prioritas Pemerintah (1)	0	571	571
Total	52	571	623

Dari tabel 4.8 juga dapat dihitung nilai *accuracy* sebesar 100%, *sensitivity* sebesar 100% dan *specificity* sebesar 100%.

Kemudian sampel dari 4.151 data rumah tangga miskin dibagi lagi menjadi dua yaitu data *training* dan data *testing* dengan perbandingan sebesar 80 : 20. Data *training* sebesar 3.320 rumah tangga miskin dan data *testing* sebesar 831 rumah tangga miskin. Hasil pembentukan model terbaik dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil Pemodelan MARS untuk Kecamatan Jombang yang telah dikelompokkan dengan FCM Menggunakan Perbandingan Data *Training* dan Data *Testing* sebesar 80 : 20

Model	BF	MI	MO	GCV	MSE	R ²
1	36	1	1	0,000113	0,000111	0,987
2	36	1	2	0,000113	0,000111	0,987
3	36	1	3	0,000229	0,000226	0,974
4	36	2	1	5,05x10 ⁻⁶	4,89x10 ⁻⁶	0,999
5	36	2	2	1,79x10 ⁻¹⁰	0	1,000
6	36	2	3	0,000111	0,000107	0,988
7	36	3	1	3,29x10⁻¹¹	0	1,000
8	36	3	2	3,72x10 ⁻⁹	3,54x10 ⁻⁹	1,000
9	36	3	3	2,76x10 ⁻⁶	2,53x10 ⁻⁶	1,000
10	54	1	1	0,000113	0,000110	0,987
11	54	1	2	0,000113	0,000111	0,987
12	54	1	3	0,000230	0,000227	0,974
13	54	2	1	3,35x10 ⁻¹¹	0	1,000
14	54	2	2	1,79x10 ⁻¹⁰	0	1,000
15	54	2	3	3,39x10 ⁻⁵	3,21x10 ⁻⁵	0,996
16	54	3	1	3,29x10 ⁻¹¹	0	1,000
17	54	3	2	4,06x10 ⁻¹¹	0	1,000
18	54	3	3	1,85x10 ⁻⁷	7,71x10 ⁻⁸	1,000
19	72	1	1	0,000113	0,000110	0,987
20	72	1	2	0,000113	0,000111	0,987

Tabel 4.9 Hasil Pemodelan MARS untuk Kecamatan Jombang yang telah dikelompokkan dengan FCM Menggunakan Perbandingan Data *Training* dan Data *Tesing* sebesar 80 : 20 (*lanjutan*)

Model	BF	MI	MO	GCV	MSE	R ²
21	72	1	3	0,000230	0,000226	0,974
22	72	2	1	3,35x10 ⁻¹¹	0	1,000
23	72	2	2	1,79x10 ⁻¹⁰	0	1,000
24	72	2	3	9,65x10 ⁻⁶	8,91x10 ⁻⁶	0,999
25	72	3	1	3,29x10 ⁻¹¹	0	1,000
26	72	3	2	4,06x10 ⁻¹¹	0	1,000
27	72	3	3	1,11x10 ⁻⁷	8,45x10 ⁻⁸	1,000

Berdasarkan kriteria pemilihan pada tabel 4.9, model MARS yang terbaik adalah model dengan BF = 36, MI = 3 dan MO = 1. Pada kombinasi ini, variabel yang masuk ke dalam model hanya 3 (dua) variabel, yakni kepemilikan aset dalam rumah (X₁₈), sumber air minum (X₁₀) dan penghasilan seluruh anggota rumah tangga perbulan (X₁₇). Sedangkan variabel yang tidak masuk dalam model adalah bahan bakar memasak (X₁₁), tempat pembuangan air tinja (X₈), pengobatan (X₁₅), ijazah terakhir kepala rumah tangga (X₁₆), jenis dinding terluas (X₅), jamban (X₇), luas kavling tanah (X₂), status penguasaan bangunan tempat tinggal (X₁), jenis atap terluas (X₄), pembelian pakaian selama setahun (X₁₃), luas lantai dari bangunan tempat tinggal (X₃), jenis lantai terluas (X₆), konsumsi daging/susu/ayam (X₁₂), listrik (X₉) dan makan sehari-hari (X₁₄).

Adapun bentuk model untuk model MARS terbaik adalah sebagai berikut:

$$\hat{Y} = 1,000 - 2,49976 \times 10^{-6} \text{BF9} + 2,49975 \times 10^{-6} \text{BF11} + 8,33255 \times 10^{-13} \text{BF19}$$

dengan basis fungsi :

$$\text{BF1} = \max(0, X_{18} - 2.200.000);$$

$$\text{BF9} = \max(0, X_{18} - 4.000.000);$$

$$\text{BF11} = \max(0, X_{18} - 4.400.000);$$

$$\text{BF17} = (X_{10} = 2) \text{BF1};$$

$$\text{BF19} = \max(0, X_{17} - 600.000) \text{BF17};$$

Hasil klasifikasi status kemiskinan rumah tangga Kecamatan Jombang dengan perbandingan data *training* dan data *testing* sebesar 80 : 20 dapat dilihat pada tabel 4.10 berikut.

Tabel 4.10 Hasil Klasifikasi MARS untuk Kecamatan Jombang yang telah dikelompokkan dengan FCM Menggunakan Perbandingan Data *Training* dan Data *Testing* sebesar 80:20

Observasi	Prediksi		Total
	Non Prioritas Pemerintah (0)	Prioritas Pemerintah (1)	
Non Prioritas Pemerintah (0)	72	1	73
Prioritas Pemerintah (1)	758	0	758
Total	830	1	831

Dari tabel 4.10 dapat dihitung nilai *accuracy* sebesar 8,66%, *sensitivity* sebesar 98,6% dan *specificity* sebesar 0%.

Lalu, dilakukan lagi pembagian data menjadi dua, yakni data *testing* dan data *training* dengan perbandingan 75:25. Data *training* sebesar 3.113 rumah tangga miskin dan data *testing* sebesar 1.038 rumah tangga miskin. Hasil pembentukan model terbaik dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Hasil Pemodelan MARS untuk Kecamatan Jombang yang telah dikelompokkan dengan FCM Menggunakan Perbandingan Data *Training* dan Data *Tesing* sebesar 75:25

Model	BF	MI	MO	GCV	MSE	R ²
1	36	1	1	0,000101	9,93x10 ⁻⁵	0,976
2	36	1	2	0,000108	0,000106	0,975
3	36	1	3	0,000192	0,000189	0,955
4	36	2	1	2,31x10⁻¹¹	0	1,000
5	36	2	2	9,91x10 ⁻¹⁰	2,60x10 ⁻¹⁰	1,000
6	36	2	3	1,32x10 ⁻⁵	1,26x10 ⁻⁵	0,997
7	36	3	1	2,31x10 ⁻¹¹	0	1,000
8	36	3	2	1,20x10 ⁻⁸	1,14x10 ⁻⁸	1,000
9	36	3	3	4,32x10 ⁻⁶	4,14x10 ⁻⁶	0,999
10	54	1	1	0,000101	9,93x10 ⁻⁵	0,976
11	54	1	2	0,000108	0,000105	0,975
12	54	1	3	0,000193	0,000189	0,955
13	54	2	1	2,31x10 ⁻¹¹	0	1,000
14	54	2	2	9,93x10 ⁻¹⁰	2,60x10 ⁻¹⁰	1,000
15	54	2	3	5,34x10 ⁻⁷	5,00x10 ⁻⁷	1,000

Tabel 4.11 Hasil Pemodelan MARS untuk Kecamatan Jombang yang telah dikelompokkan dengan FCM Menggunakan Perbandingan Data *Training* dan Data *Tesing* sebesar 75:25 (*lanjutan*)

Model	BF	MI	MO	GCV	MSE	R ²
16	54	3	1	2,31x10 ⁻¹¹	0	1,000
17	54	3	2	6,09x10 ⁻¹¹	0	1,000
18	54	3	3	2,70x10 ⁻⁸	2,20x10 ⁻⁸	1,000
19	72	1	1	0,000101	9,88x10 ⁻⁵	0,976
20	72	1	2	0,000108	0,000105	0,975
21	72	1	3	0,000192	0,000188	1,000
22	72	2	1	2,31x10 ⁻¹¹	0	1,000
23	72	2	2	9,95x10 ⁻¹⁰	2,60x10 ⁻¹⁰	1,000
24	72	2	3	7,53x10 ⁻⁹	4,18x10 ⁻⁹	1,000
25	72	3	1	2,31x10 ⁻¹¹	0	1,000
26	72	3	2	6,11x10 ⁻¹¹	0	1,000
27	72	3	3	8,14x10 ⁻¹⁰	1,24x10 ⁻¹⁰	1,000

Berdasarkan kriteria pemilihan pada Tabel 4.11, model MARS yang terbaik adalah model dengan BF = 36, MI = 2 dan MO = 1. Pada kombinasi ini, variabel yang masuk ke dalam model hanya 3 (tiga) variabel, yakni kepemilikan aset dalam rumah (X₁₈), luas kavling tanah (X₂) dan sumber air minum (X₁₀). Sedangkan variabel yang tidak masuk dalam model adalah bahan bakar memasak (X₁₁), tempat pembuangan air tinja (X₈), penghasilan seluruh anggota rumah tangga perbulan (X₁₇), pengobatan (X₁₅), ijazah terakhir kepala rumah tangga (X₁₆), jenis dinding terluas (X₅), jamban (X₇), status penguasaan bangunan tempat tinggal (X₁), jenis atap terluas (X₄), pembelian pakaian selama setahun (X₁₃), luas lantai dari bangunan tempat tinggal (X₃), jenis lantai terluas (X₆), konsumsi daging/susu/ayam (X₁₂), listrik (X₉) dan makan sehari-hari (X₁₄).

Adapun bentuk model untuk model MARS terbaik adalah sebagai berikut:

$$\hat{Y} = 1,000 - 2,49968 \times 10^{-6} \text{BF9} + 2,49967 \times 10^{-6} \text{BF11} + 2,49965 \times 10^{-6} \text{BF13} - 1,11098 \times 10^{-8} \text{BF19} + 2,77740 \times 10^{-9} \text{BF21}$$

dengan basis fungsi :

$$\text{BF1} = \max(0, X_{18} - 2.799.999,750);$$

$$\text{BF5} = \max(0, X_{18} - 3.700.000,250);$$

$$\text{BF9} = \max(0, X_{18} - 4.000.000);$$

$$\text{BF11} = \max(0, X_{18} - 4.400.000);$$

$$\text{BF13} = (X_{10} = 2) \text{BF9};$$

$$\text{BF19} = \max(0, X_2 - 450) \text{BF5};$$

$$\text{BF21} = \max(0, X_2 - 450) \text{BF1};$$

Hasil klasifikasi status kemiskinan rumah tangga Kecamatan Jombang dengan perbandingan data *training* dan data *testing* sebesar 75 : 25 dapat dilihat pada tabel 4.12 berikut.

Tabel 4.12 Hasil Klasifikasi MARS untuk Kecamatan Jombang yang telah dikelompokkan dengan FCM Menggunakan Perbandingan Data *Training* dan Data *Tesing* sebesar 75 : 25

Observasi	Prediksi		Total
	Non Prioritas Pemerintah (0)	Prioritas Pemerintah (1)	
Non Prioritas Pemerintah (0)	3	86	89
Prioritas Pemerintah (1)	0	949	949
Total	3	1.035	1.038

Dari tabel 4.12 dapat dihitung nilai *accuracy* sebesar 91,71%, *sensitivity* sebesar 3,4% dan *specificity* sebesar 100%.

Sampel dari 4.151 data rumah tangga miskin dibagi lagi menjadi dua yaitu data *training* dan data *testing* dengan perbandingan 70:30. Adapun data *training* sebesar 2.905 rumah tangga miskin dan data *testing* sebesar 1.246 rumah tangga miskin. Hasil pembentukan model terbaik dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Hasil Pemodelan MARS untuk Kecamatan Jombang yang telah dikelompokkan dengan FCM Menggunakan Perbandingan Data *Training* dan Data *Tesing* sebesar 70 : 30

Model	BF	MI	MO	GCV	MSE	R ²
1	36	1	1	0,000108	0,000105	0,984
2	36	1	2	0,000147	0,000145	0,978
3	36	1	3	0,000147	0,000145	0,978
4	36	2	1	4,73x10 ⁻⁶	4,54x10 ⁻⁶	0,999
5	36	2	2	2,11x10 ⁻⁵	2,03x10 ⁻⁵	0,997
6	36	2	3	3,31x10 ⁻⁵	3,17x10 ⁻⁵	0,995
7	36	3	1	3,36x10 ⁻¹²	0	1,000
8	36	3	2	5,80x10 ⁻⁶	5,55x10 ⁻⁶	0,999
9	36	3	3	4,47x10 ⁻⁶	4,28x10 ⁻⁶	0,999
10	54	1	1	0,000108	0,000105	0,984
11	54	1	2	0,000147	0,000145	0,978
12	54	1	3	0,000147	0,000145	0,978
13	54	2	1	2,31x10 ⁻¹¹	0	1,000
14	54	2	2	3,94x10 ⁻⁶	3,68x10 ⁻⁶	0,999
15	54	2	3	1,27x10 ⁻⁵	1,19x10 ⁻⁵	0,998

Tabel 4.13 Hasil Pemodelan MARS untuk Kecamatan Jombang yang telah dikelompokkan dengan FCM Menggunakan Perbandingan Data *Training* dan Data *Tesing* sebesar 70 : 30 (*lanjutan*)

Model	BF	MI	MO	GCV	MSE	R ²
16	54	3	1	3,36x10 ⁻¹²	0	1,000
17	54	3	2	9,31x10 ⁻⁸	8,68x10 ⁻⁸	1,000
18	54	3	3	1,38x10 ⁻⁷	1,28x10 ⁻⁷	1,000
19	72	1	1	0,000108	0,000105	0,984
20	72	1	2	0,000146	0,000143	0,978
21	72	1	3	0,000146	0,000143	0,978
22	72	2	1	2,31x10 ⁻¹¹	0	1,000
23	72	2	2	7,48x10 ⁻⁷	6,85x10 ⁻⁷	1,000
24	72	2	3	3,98x10 ⁻⁶	3,64x10 ⁻⁶	0,999
25	72	3	1	3,36x10 ⁻¹²	0	1,000
26	72	3	2	1,16x10⁻¹²	0	1,000
27	72	3	3	1,75x10 ⁻⁸	1,58x10 ⁻⁸	1,000

Berdasarkan kriteria pemilihan pada Tabel 4.13, model MARS yang terbaik adalah model dengan BF = 72, MI = 3 dan MO = 2. Pada kombinasi ini, variabel yang masuk ke dalam model adalah 8 (delapan) variabel, yakni kepemilikan aset dalam rumah (X₁₈), ijazah terakhir kepala rumah tangga (X₁₆), sumber air minum (X₁₀), penghasilan seluruh anggota rumah tangga perbulan (X₁₇), luas kavling tanah (X₂), jenis lantai terluas (X₆), tempat pembuangan air tinja (X₈) dan luas lantai dari bangunan tempat tinggal (X₃). Sedangkan variabel yang tidak masuk dalam model adalah bahan bakar memasak (X₁₁), pengobatan (X₁₅), jenis dinding terluas (X₅), jamban (X₇), status penguasaan bangunan tempat tinggal (X₁), jenis atap terluas (X₄), pembelian pakaian selama setahun (X₁₃), konsumsi daging/susu/ayam (X₁₂), listrik (X₉) dan makan sehari-hari (X₁₄).

Adapun bentuk model untuk model MARS terbaik adalah sebagai berikut:

$$\hat{Y} = 1,000 + 9,99976x10^{-7} BF7 - 9,99979x10^{-7} BF9 + 5,33362x10^{-9} BF11 - 8,80382x10^{-9} BF13 - 5,66475x10^{-9} BF14 + 1,99488x10^{-12} BF15 - 4,03107x10^{-13} BF16 + 1,65419x10^{-7} BF17 + 2,41302x10^{-8} BF19 + 2,44599x10^{-7} BF21 - 2,44597x10^{-7} BF23 + 8,04029x10^{-10} BF26 + 9,19400x10^{-10} BF27 - 1,92839x10^{-9} BF29 + 1,92838x10^{-9} BF31 - 1,55046x10^{-12} BF33 - 1,45613x10^{-7} BF43 + 1,45610x10^{-7} BF45 - 1,17642x10^{-12} BF52 + 1,17643x10^{-12} BF58 + 1,23108x10^{-12} BF60$$

dengan basis fungsi :

$$BF1 = \max(0, X_{18} - 2.500.000);$$

$$BF7 = \max(0, X_{18} - 5.000.000);$$

$BF9 = \max(0, X18 - 4.000.000);$
 $BF11 = (X16 = 1) BF1;$
 $BF12 = (X16 = 2 \text{ OR } X16 = 3 \text{ OR } X16 = 4 \text{ OR } X16 = 5 \text{ OR } X16 = 6) BF1;$
 $BF13 = \max(0, X3 - 40) BF11;$
 $BF14 = \max(0, 40 - X3) BF11;$
 $BF15 = \max(0, X17 - 450.000) BF11;$
 $BF16 = \max(0, 450.000 - X17) BF11;$
 $BF17 = (X8 = 1) BF11;$
 $BF19 = \max(0, X3 - 45) BF11;$
 $BF21 = (X10 = 2) BF12;$
 $BF23 = (X10 = 2) BF1;$
 $BF24 = (X10 = 1 \text{ OR } X10 = 3 \text{ OR } X10 = 4 \text{ OR } X10 = 5 \text{ OR } X10 = 6$
 $\text{ OR } X10 = 7) BF1;$
 $BF26 = \max(0, X2 - 140) BF11;$
 $BF27 = \max(0, 140 - X2) BF11;$
 $BF29 = \max(0, X2 - 350) BF1;$
 $BF31 = \max(0, X2 - 350) BF12;$
 $BF33 = \max(0, X17 - 360.000) BF11;$
 $BF43 = (X6 = 1) BF1;$
 $BF44 = (X6 = 2 \text{ OR } X6 = 3 \text{ OR } X6 = 4 \text{ OR } X6 = 5 \text{ OR } X6 = 6$
 $\text{ OR } X6 = 7) BF1;$
 $BF45 = (X6 = 1) BF12;$
 $BF52 = \max(0, X17 - 800.000) BF24;$
 $BF58 = \max(0, X17 - 800.000) BF12;$
 $BF60 = \max(0, X17 - 900.000) BF44;$

Hasil klasifikasi status kemiskinan rumah tangga Kecamatan Jombang dengan perbandingan data *training* dan data *testing* sebesar 70 : 30 dapat dilihat pada tabel 4.14 berikut.

Tabel 4.14 Hasil Klasifikasi MARS untuk Kecamatan Jombang yang telah dikelompokkan dengan FCM Menggunakan Perbandingan Data *Training* dan Data *Tesing* sebesar 70 : 30

Observasi	Prediksi		Total
	Non Prioritas Pemerintah (0)	Prioritas Pemerintah (1)	
Non Prioritas Pemerintah (0)	80	3	83
Prioritas Pemerintah (1)	1.163	0	1.163
Total	1.243	3	1.246

Dari Tabel 4.14 juga dapat dihitung nilai *accuracy* sebesar 64,2%, *sensitivity* sebesar 96,4% dan *specificity* sebesar 0%.

4.3 Model *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS) pada Sampel Wilayah Rumah Tangga Miskin Kabupaten Jombang

Sebelum melakukan pembentukan model rumah tangga miskin kecamatan Jombang berdasarkan data sekunder BAPPEDA 2011, perlu dilakukan identifikasi variabel respon dan prediktor terlebih dahulu. Adapun, variabel responnya adalah tingkat kesejahteraan rumah tangga miskin yang menjadi prioritas pemerintah. Rumah tangga miskin dengan status hampir miskin diberi kode 0 dan dilabelkan sebagai status kemiskinan non prioritas pemerintah. Kemudian, gabungan rumah tangga miskin dengan status miskin dan sangat miskin diberi kode 1 dan dilabelkan sebagai status kemiskinan prioritas pemerintah. Seperti halnya pada pemodelan rumah tangga miskin Kecamatan Jombang dengan respon berupa karakteristik hasil FCM *clustering* pada subbab 4.2, sampel dari 4.151 data rumah tangga miskin dibagi menjadi dua yaitu data *training* untuk pembentukan model dan data *testing* untuk pengecekan ketepatan klasifikasi. Pembentukan model dilakukan menggunakan perbandingan data *training* dan data *testing* sebesar 90 : 10. Hasil pembentukan model terbaik dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Hasil Pemodelan MARS untuk Kecamatan Jombang Berdasarkan Status Rumah Tangga yang telah ditetapkan BPS Menggunakan Perbandingan Data *Training* dan Data *Tesing* sebesar 90 : 10

Model	BF	MI	MO	GCV	MSE	R ²
1	36	1	1	0,215	0,212	0,055
2	36	1	2	0,215	0,212	0,055
3	36	1	3	0,215	0,212	0,055
4	36	2	1	0,213	0,207	0,078
5	36	2	2	0,213	0,207	0,078
6	36	2	3	0,213	0,207	0,078
7	36	3	1	0,214	0,207	0,082
8	36	3	2	0,214	0,207	0,082
9	36	3	3	0,214	0,207	0,082
10	54	1	1	0,215	0,213	0,052
11	54	1	2	0,215	0,213	0,052
12	54	1	3	0,215	0,213	0,052
13	54	2	1	0,213	0,207	0,080
14	54	2	2	0,212	0,205	0,087
15	54	2	3	0,212	0,206	0,085
16	54	3	1	0,212	0,204	0,093
17	54	3	2	0,213	0,205	0,089

Tabel 4.15 Hasil Pemodelan MARS untuk Kecamatan Jombang Berdasarkan Status Rumah Tangga yang telah ditetapkan BPS Menggunakan Perbandingan Data *Training* dan Data *Tesing* sebesar 90 : 10 (lanjutan)

Model	BF	MI	MO	GCV	MSE	R ²
18	54	3	3	0,212	0,204	0,093
19	72	1	1	0,215	0,213	0,052
20	72	1	2	0,215	0,213	0,052
21	72	1	3	0,215	0,213	0,052
22	72	2	1	0,212	0,204	0,093
23	72	2	2	0,212	0,205	0,090
24	72	2	3	0,212	0,206	0,082
25	72	3	1	0,212	0,204	0,093
26	72	3	2	0,213	0,205	0,088
27	72	3	3	0,212	0,203	0,097

Berdasarkan kriteria pemilihan model MARS yang terbaik adalah model dengan BF = 72, MI = 3 dan MO = 3. Pada kombinasi ini, variabel yang masuk ke dalam model sebanyak 14 variabel, yaitu listrik (X₉), ijazah terakhir kepala rumah tangga (X₁₆), sumber air minum (X₁₀), bahan bakar memasak (X₁₁), kepemilikan aset dalam rumah (X₁₈), tempat pembuangan air tinja (X₈), jenis atap terluas (X₄), status penguasaan bangunan tempat tinggal (X₁), jenis lantai terluas (X₆), penghasilan kepala rumah tangga perbulan (X₁₇), pengobatan (X₁₅), luas kavling tanah (X₂), jamban (X₇) dan luas lantai dari bangunan tempat tinggal (X₃). Adapun membeli pakaian selama setahun (X₁₃), jenis dinding terluas (X₅), konsumsi daging/susu/ayam (X₁₂) dan makan sehari-hari (X₁₄) merupakan variabel yang tidak masuk dalam model. Bentuk model MARS terbaik adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \hat{Y} = & 0,709 + 3,66447 \times 10^{-8} \text{BF1} - 3,55250 \times 10^{-7} \text{BF2} + 0,142 \text{BF3} \\ & + 0,131 \text{BF5} - 0,237 \text{BF7} + 1,47298 \times 10^{-7} \text{BF11} \\ & + 0,305 \text{BF12} - 0,236 \text{BF14} - 2,01038 \times 10^{-4} \text{BF17} \\ & - 0,144 \text{BF18} + 0,180 \text{BF24} - 0,017 \text{BF26} \\ & - 0,005 \text{BF27} + 0,001 \text{BF29} + 0,016 \text{BF30} \\ & - 0,585 \text{BF32} + 0,700 \text{BF34} + 0,229 \text{BF42} \\ & + 0,191 \text{BF46} + 0,074 \text{BF48} - 0,318 \text{BF50} \\ & - 0,470 \text{BF54} - 0,482 \text{BF56} + 0,028 \text{BF63} \\ & - 0,350 \text{BF70}; \end{aligned}$$

dengan fungsi basis

BF1 = $\max(0, X18 - 150.000)$;
BF2 = $\max(0, 150.000 - X18)$;
BF3 = (X9 = 2 OR X9 = 3);
BF4 = (X9 = 1 OR X9 = 4);
BF5 = (X8 = 2 OR X8 = 4 OR X8 = 5);
BF6 = (X8 = 1 OR X8 = 3 OR X8 = 6);
BF7 = (X11 = 3 OR X11 = 6);
BF9 = (X16 = 4 OR X16 = 6);
BF10 = (X16 = 1 OR X16 = 2 OR X16 = 3 OR X16 = 5);
BF11 = $\max(0, X17 + 0,003)$ BF10;
BF12 = (X15 = 1 OR X15 = 3) * BF7;
BF14 = (X10 = 4) BF7;
BF15 = (X10 = 1 OR X10 = 2 OR X10 = 3 OR X10 = 5 OR X10 = 6
OR X10 = 7) BF7;
BF17 = $\max(0, 1.004 - X2)$ BF10;
BF18 = (X1 = 2 OR X1 = 3 OR X1 = 4 OR X1 = 7) BF5;
BF24 = (X1 = 2 OR X1 = 4 OR X1 = 6) BF14;
BF26 = $\max(0, X3 - 30.000)$ BF5;
BF27 = $\max(0, 30 - X3)$ BF5;
BF29 = $\max(0, 80 - X3)$ BF4;
BF30 = (X10 = 3 OR X10 = 4 OR X10 = 6) BF26;
BF32 = (X6 = 5 OR X6 = 6) BF4;
BF34 = (X10 = 1 OR X10 = 2 OR X10 = 3 OR X10 = 4 OR X10 = 5) BF32;
BF39 = (X8 = 1 OR X8 = 2 OR X8 = 5 OR X8 = 6) BF9;
BF42 = (X11 = 1 OR X11 = 4 OR X11 = 5) BF39;
BF46 = (X10 = 2 OR X10 = 5) BF3;
BF47 = (X10 = 1 OR X10 = 3 OR X10 = 4 OR X10 = 6 OR X10 = 7) BF3;
BF48 = (X7 = 3 OR X7 = 4) BF47;
BF50 = (X4 = 1 OR X4 = 2 OR X4 = 6) BF9;
BF52 = (X1 = 4 OR X1 = 5 OR X1 = 7) BF3;
BF54 = (X8 = 3) BF52;
BF56 = (X15 = 3) BF15;
BF61 = (X15 = 2 OR X15 = 3 OR X15 = 4) BF6;
BF63 = $\max(0, 10 - X2)$ BF61;
BF68 = (X6 = 1 OR X6 = 4 OR X6 = 5) BF10;
BF70 = (X1 = 2 OR X1 = 4) BF68;

Hasil klasifikasi status kemiskinan rumah tangga Kecamatan Jombang berdasarkan status rumah tangga miskin yang telah ditetapkan BPS dapat dilihat pada Tabel 4.16 berikut.

Tabel 4.16 Hasil Klasifikasi MARS untuk Kecamatan Jombang Berdasarkan Status Rumah Tangga yang telah ditetapkan BPS Menggunakan Perbandingan Data *Training* dan Data *Tesing* sebesar 90 : 10

Observasi	Prediksi		Total
	Non Prioritas Pemerintah (0)	Prioritas Pemerintah (1)	
Non Prioritas Pemerintah (0)	2	20	22
Prioritas Pemerintah (1)	269	125	394
Total	271	145	416

Dari tabel 4.16 dapat dihitung *sensitivity*, *specificity* dan *accuracy* sehingga dapat disimpulkan nilai *accuracy* sebesar 30,53%, *sensitivity* sebesar 9,1% dan *specificity* sebesar 31,7%.

Selanjutnya, pembentukan model dilakukan menggunakan perbandingan data *training* dan data *testing* sebesar 85 : 15. Hasil pembentukan model terbaik dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Hasil Pemodelan MARS untuk Kecamatan Jombang Berdasarkan Status Rumah Tangga yang telah ditetapkan BPS Menggunakan Perbandingan Data *Training* dan Data *Tesing* sebesar 85 : 15

Model	BF	MI	MO	GCV	MSE	R ²
1	36	1	1	0,216	0,212	0,082
2	36	1	2	0,216	0,212	0,082
3	36	1	3	0,216	0,212	0,082
4	36	2	1	0,215	0,209	0,097
5	36	2	2	0,215	0,209	0,097
6	36	2	3	0,215	0,209	0,097
7	36	3	1	0,213	0,208	0,098
8	36	3	2	0,213	0,208	0,100
9	36	3	3	0,213	0,208	0,100
10	54	1	1	0,216	0,212	0,082
11	54	1	2	0,216	0,212	0,082
12	54	1	3	0,216	0,212	0,082
13	54	2	1	0,215	0,208	0,101
14	54	2	2	0,215	0,208	0,101
15	54	2	3	0,215	0,208	0,101
16	54	3	1	0,213	0,206	0,107
17	54	3	2	0,213	0,206	0,109
18	54	3	3	0,213	0,206	0,109
19	72	1	1	0,216	0,212	0,082
20	72	1	2	0,216	0,212	0,082

Tabel 4.17 Hasil Pemodelan MARS untuk Kecamatan Jombang Berdasarkan Status Rumah Tangga yang telah ditetapkan BPS Menggunakan Perbandingan Data *Training* dan Data *Tesing* sebesar 85 : 15 (lanjutan)

Model	BF	MI	MO	GCV	MSE	R ²
21	72	1	3	0,216	0,212	0,082
22	72	2	1	0,215	0,207	0,103
23	72	2	2	0,215	0,210	0,092
24	72	2	3	0,215	0,210	0,092
25	72	3	1	0,212	0,204	0,116
26	72	3	2	0,213	0,204	0,117
27	72	3	3	0,212	0,206	0,109

Berdasarkan kriteria pemilihan model MARS yang terbaik adalah model dengan BF = 72, MI = 3 dan MO = 1. Pada kombinasi ini, variabel yang masuk ke dalam model sebanyak 16 variabel, yakni tempat pembuangan air tinja (X₈), luas lantai dari bangunan tempat tinggal (X₃), sumber air minum (X₁₀), bahan bakar memasak (X₁₁), kepemilikan aset dalam rumah (X₁₈), listrik (X₉), ijazah terakhir kepala rumah tangga (X₁₆), luas kavling tanah (X₂), status penguasaan bangunan tempat tinggal (X₁), penghasilan seluruh anggota rumah tangga perbulan (X₁₇), jenis lantai terluas (X₆), pengobatan (X₁₅), jenis atap terluas (X₄), konsumsi daging/susu/ayam (X₁₂), jamban (X₇) dan makan sehari-hari (X₁₄). Adapun membeli pakaian selama setahun (X₁₃) dan jenis dinding terluas (X₅) merupakan variabel yang tidak masuk dalam model. Bentuk model MARS terbaik adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \hat{Y} = & 0,787 - 0,004 \text{ BF1} - 0,028 \text{ BF2} + 4,03828 \times 10^{-8} \text{ BF3} \\ & + 0,101 \text{ BF5} - 0,511 \text{ BF9} + 0,327 \text{ BF13} + 1,57880 \times 10^{-7} \text{ BF15} \\ & - 0,175 \text{ BF16} - 0,327 \text{ BF18} - 6,10541 \times 10^{-11} \text{ BF21} \\ & + 0,674 \text{ BF22} - 0,388 \text{ BF24} - 0,438 \text{ BF26} \\ & + 0,004 \text{ BF28} - 0,002 \text{ BF30} + 0,225 \text{ BF32} \\ & - 0,458 \text{ BF36} - 5,11913 \times 10^{-4} \text{ BF39} - 0,326 \text{ BF50} \\ & - 3,59707 \times 10^{-7} \text{ BF56} - 0,080 \text{ BF58} + 0,073 \text{ BF66} \end{aligned}$$

dengan fungsi basis

$$\begin{aligned} \text{BF1} &= \max(0, X_3 - 5); \\ \text{BF2} &= \max(0, 5 - X_3); \\ \text{BF3} &= \max(0, X_{18} - 150.000); \\ \text{BF4} &= \max(0, 150.000 - X_{18}); \\ \text{BF5} &= (X_9 = 2 \text{ OR } X_9 = 3); \end{aligned}$$

$BF8 = \max(0, 692.000 - X2) BF4;$
 $BF9 = (X8 = 2 \text{ OR } X8 = 5);$
 $BF10 = (X8 = 1 \text{ OR } X8 = 3 \text{ OR } X8 = 4 \text{ OR } X8 = 6);$
 $BF11 = (X11 = 3 \text{ OR } X11 = 6);$
 $BF12 = (X11 = 1 \text{ OR } X11 = 2 \text{ OR } X11 = 4 \text{ OR } X11 = 5);$
 $BF13 = (X16 = 4 \text{ OR } X16 = 6) BF10;$
 $BF14 = (X16 = 1 \text{ OR } X16 = 2 \text{ OR } X16 = 3 \text{ OR } X16 = 5) BF10;$
 $BF15 = \max(0, X17 - 0,012) BF14;$
 $BF16 = (X10 = 4) BF11;$
 $BF17 = (X10 = 1 \text{ OR } X10 = 2 \text{ OR } X10 = 3 \text{ OR } X10 = 5 \text{ OR } X10 = 6$
 $\text{OR } X10 = 7) BF11;$
 $BF18 = (X15 = 2 \text{ OR } X15 = 4 \text{ OR } X15 = 5) BF16;$
 $BF21 = \max(0, 28 - X3) BF8;$
 $BF22 = (X12 = 1) BF9;$
 $BF24 = (X1 = 2 \text{ OR } X1 = 3 \text{ OR } X1 = 4) BF9;$
 $BF26 = (X4 = 1 \text{ OR } X4 = 2 \text{ OR } X4 = 6) BF13;$
 $BF28 = \max(0, X3 - 72) BF10;$
 $BF29 = \max(0, 72 - X3) BF10;$
 $BF30 = (X10 = 4 \text{ OR } X10 = 6 \text{ OR } X10 = 7) BF29;$
 $BF32 = (X7 = 3) BF16;$
 $BF34 = (X1 = 4 \text{ OR } X1 = 5 \text{ OR } X1 = 7) BF5;$
 $BF36 = (X8 = 3) BF34;$
 $BF39 = \max(0, 200 - X2) BF12;$
 $BF44 = (X6 = 3 \text{ OR } X6 = 4 \text{ OR } X6 = 6 \text{ OR } X6 = 7) BF12;$
 $BF50 = (X15 = 3 \text{ OR } X15 = 4 \text{ OR } X15 = 5) BF17;$
 $BF54 = \max(0, X17 - 50.000) BF2;$
 $BF56 = (X1 = 3) BF54;$
 $BF58 = (X5 = 2) BF2;$
 $BF66 = (X10 = 2 \text{ OR } X10 = 4 \text{ OR } X10 = 5) BF44;$

Hasil klasifikasi status kemiskinan rumah tangga Kecamatan Jombang berdasarkan status rumah tangga miskin yang telah ditetapkan BPS dapat dilihat pada Tabel 4.18 berikut.

Tabel 4.18 Hasil Klasifikasi MARS untuk Kecamatan Jombang Berdasarkan Status Rumah Tangga yang telah ditetapkan BPS Menggunakan Perbandingan Data *Training* dan Data *Tesing* sebesar 85 : 15

Observasi	Prediksi		Total
	Non Prioritas Pemerintah (0)	Prioritas Pemerintah (1)	
Non Prioritas Pemerintah (0)	0	22	22
Prioritas Pemerintah (1)	82	519	601
Total	82	541	623

Dari Tabel 4.18 dapat dihitung *sensitivity*, *specificity* dan *accuracy* sehingga dapat disimpulkan nilai *accuracy* sebesar 83,31%, *sensitivity* sebesar 0% dan *specificity* sebesar 86,4%.

Selanjutnya, pembentukan model dilakukan menggunakan perbandingan data *training* dan data *testing* sebesar 80 : 20. Hasil pembentukan model terbaik dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Hasil Pemodelan MARS untuk Kecamatan Jombang Berdasarkan Status Rumah Tangga yang telah ditetapkan BPS Menggunakan Perbandingan Data *Training* dan Data *Testing* sebesar 80 : 20

Model	BF	MI	MO	GCV	MSE	R ²
1	36	1	1	0,107	0,105	0,213
2	36	1	2	0,107	0,105	0,212
3	36	1	3	0,107	0,105	0,213
4	36	2	1	0,106	0,103	0,235
5	36	2	2	0,106	0,103	0,230
6	36	2	3	0,106	0,103	0,230
7	36	3	1	0,106	0,103	0,234
8	36	3	2	0,105	0,102	0,240
9	36	3	3	0,106	0,102	0,238
10	54	1	1	0,107	0,105	0,212
11	54	1	2	0,107	0,105	0,212
12	54	1	3	0,107	0,105	0,211
13	54	2	1	0,106	0,101	0,247
14	54	2	2	0,106	0,101	0,249
15	54	2	3	0,106	0,101	0,249
16	54	3	1	0,105	0,101	0,246
17	54	3	2	0,105	0,101	0,247
18	54	3	3	0,105	0,101	0,247
19	72	1	1	0,107	0,105	0,218
20	72	1	2	0,107	0,105	0,211
21	72	1	3	0,107	0,105	0,211
22	72	2	1	0,106	0,101	0,247
23	72	2	2	0,106	0,101	0,250
24	72	2	3	0,106	0,101	0,251
25	72	3	1	0,105	0,101	0,246
26	72	3	2	0,104	0,100	0,255
27	72	3	3	0,105	0,099	0,261

Berdasarkan kriteria pemilihan model MARS yang terbaik adalah model dengan BF = 72, MI = 3 dan MO = 2. Pada kombinasi ini, variabel yang masuk ke dalam model sebanyak 14 variabel, yaitu luas lantai dari bangunan tempat tinggal (X₃), kepemilikan aset dalam rumah (X₁₈), listrik (X₉), konsumsi

daging/susu/ayam (X_{12}), jenis lantai terluas (X_6), bahan bakar memasak (X_{11}), ijazah terakhir kepala rumah tangga (X_{16}), jamban (X_7), luas kavling tanah (X_2), pengobatan (X_{15}), penghasilan seluruh anggota rumah tangga perbulan (X_{17}), status penguasaan bangunan tempat tinggal (X_1), jenis atap terluas (X_4) dan tempat pembuangan air tinja (X_8). Adapun membeli pakaian selama setahun (X_{13}), makan sehari-hari (X_{14}), sumber air minum (X_{10}) dan jenis dinding terluas (X_5) merupakan variabel yang tidak masuk dalam model. Bentuk model MARS terbaik adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \hat{Y} = & 0,901 + 0,005 \text{ BF1} + 0,004 \text{ BF2} - 4,88616 \times 10^{-8} \text{ BF3} \\ & + 6,34398 \times 10^{-8} \text{ BF7} - 2,17380 \times 10^{-8} \text{ BF11} - 4,20468 \times 10^{-8} \text{ BF13} \\ & - 2,00869 \times 10^{-15} \text{ BF20} + 0,124 \text{ BF21} - 0,311 \text{ BF23} \\ & - 0,003 \text{ BF25} - 0,004 \text{ BF26} + 0,187 \text{ BF27} \\ & - 2,53681 \times 10^{-10} \text{ BF29} - 9,46546 \times 10^{-9} \text{ BF30} - 0,147 \text{ BF36} \\ & - 0,321 \text{ BF38} - 0,014 \text{ BF40} + 9,22923 \times 10^{-10} \text{ BF46} \\ & - 0,370 \text{ BF50} - 0,147 \text{ BF56} - 2,97414 \times 10^{-9} \text{ BF58} \\ & - 0,002 \text{ BF62} + 0,078 \text{ BF63} + 1,79937 \times 10^{-7} \text{ BF68} \end{aligned}$$

dengan fungsi basis

$$\begin{aligned} \text{BF1} &= \max(0, X_3 - 68); \\ \text{BF2} &= \max(0, 68 - X_3); \\ \text{BF3} &= \max(0, X_{18} - 1.750.000); \\ \text{BF4} &= \max(0, 1.750.000 - X_{18}); \\ \text{BF5} &= \max(0, X_3 - 21) \text{ BF4}; \\ \text{BF7} &= \max(0, X_3 - 44) \text{ BF4}; \\ \text{BF11} &= \max(0, X_3 - 34) \text{ BF4}; \\ \text{BF13} &= \max(0, X_3 - 46) \text{ BF4}; \\ \text{BF20} &= \max(0, 400.000 - X_{17}) \text{ BF5}; \\ \text{BF21} &= (X_{12} = 1); \\ \text{BF22} &= (X_{12} = 2); \\ \text{BF23} &= (X_{11} = 3) \text{ BF21}; \\ \text{BF24} &= (X_{11} = 1 \text{ OR } X_{11} = 2 \text{ OR } X_{11} = 4 \text{ OR } X_{11} = 5 \text{ OR } X_{11} = 6) \text{ BF21}; \\ \text{BF25} &= \max(0, X_3 - 65) \text{ BF24}; \\ \text{BF26} &= \max(0, 65 - X_3) \text{ BF24}; \\ \text{BF27} &= (X_7 = 3 \text{ OR } X_7 = 4) \text{ BF23}; \\ \text{BF29} &= \max(0, X_2 - 0,665103 \times 10^6) \text{ BF3}; \\ \text{BF30} &= (X_{11} = 6) \text{ BF13}; \\ \text{BF33} &= (X_6 = 1 \text{ OR } X_6 = 2 \text{ OR } X_6 = 3 \text{ OR } X_6 = 4 \text{ OR } X_6 = 7); \\ \text{BF36} &= (X_{16} = 4); \\ \text{BF38} &= (X_{15} = 2 \text{ OR } X_{15} = 3) \text{ BF36}; \\ \text{BF40} &= (X_1 = 2) \text{ BF1}; \\ \text{BF46} &= (X_{16} = 3 \text{ OR } X_{16} = 6) \text{ BF5}; \\ \text{BF49} &= (X_{15} = 1 \text{ OR } X_{15} = 2 \text{ OR } X_{15} = 4) \text{ BF22}; \end{aligned}$$

$BF50 = (X4 = 1) BF49;$
 $BF56 = (X11 = 2 \text{ OR } X11 = 6) BF49;$
 $BF58 = (X9 = 4) BF13;$
 $BF60 = (X9 = 1) BF33;$
 $BF62 = \max(0, X3 + 0,251554 \times 10^{-5}) BF60;$
 $BF63 = (X8 = 2 \text{ OR } X8 = 4) BF60;$
 $BF68 = \max(0, 900.000 - X18) BF36;$

Hasil klasifikasi status kemiskinan rumah tangga Kecamatan Jombang berdasarkan status rumah tangga miskin yang telah ditetapkan BPS dapat dilihat pada Tabel 4.20 berikut.

Tabel 4.20 Hasil Klasifikasi MARS untuk Kecamatan Jombang Berdasarkan Status Rumah Tangga yang telah ditetapkan BPS Menggunakan Perbandingan Data *Training* dan Data *Tesing* sebesar 80 : 20

Observasi	Prediksi		Total
	Non Prioritas Pemerintah (0)	Prioritas Pemerintah (1)	
Non Prioritas Pemerintah (0)	0	758	758
Prioritas Pemerintah (1)	7	66	73
Total	7	824	831

Dari tabel 4.20 dapat dihitung *sensitivity*, *specificity* dan *accuracy* sehingga dapat disimpulkan nilai *accuracy* sebesar 7,94%, *sensitivity* sebesar 0% dan *specificity* sebesar 90,4%.

Selanjutnya, pembentukan model dilakukan menggunakan perbandingan data *training* dan data *testing* sebesar 75 : 25. Hasil pembentukan model terbaik dapat dilihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Hasil Pemodelan MARS untuk Kecamatan Jombang Berdasarkan Status Rumah Tangga yang telah ditetapkan BPS Menggunakan Perbandingan Data *Training* dan Data *Tesing* sebesar 75 : 25

Model	BF	MI	MO	GCV	MSE	R ²
1	36	1	1	0,070	0,068	0,275
2	36	1	2	0,070	0,068	0,273
3	36	1	3	0,070	0,068	0,272
4	36	2	1	0,068	0,067	0,292
5	36	2	2	0,068	0,066	0,299
6	36	2	3	0,068	0,066	0,294
7	36	3	1	0,068	0,066	0,298
8	36	3	2	0,068	0,066	0,301
9	36	3	3	0,068	0,066	0,302

Tabel 4.21 Hasil Pemodelan MARS untuk Kecamatan Jombang Berdasarkan Status Rumah Tangga yang telah ditetapkan BPS Menggunakan Perbandingan Data *Training* dan Data *Tesing* sebesar 75 : 25 (lanjutan)

Model	BF	MI	MO	GCV	MSE	R ²
10	54	1	1	0,070	0,068	0,275
11	54	1	2	0,070	0,068	0,273
12	54	1	3	0,070	0,068	0,272
13	54	2	1	0,067	0,064	0,320
14	54	2	2	0,066	0,064	0,323
15	54	2	3	0,066	0,064	0,319
16	54	3	1	0,067	0,063	0,329
17	54	3	2	0,066	0,063	0,335
18	54	3	3	0,065	0,063	0,335
19	72	1	1	0,069	0,068	0,282
20	72	1	2	0,069	0,068	0,281
21	72	1	3	0,069	0,068	0,280
22	72	2	1	0,067	0,063	0,330
23	72	2	2	0,066	0,063	0,335
24	72	2	3	0,066	0,063	0,333
25	72	3	1	0,065	0,061	0,357
26	72	3	2	0,066	0,061	0,350
27	72	3	3	0,065	0,061	0,353

Berdasarkan kriteria pemilihan model MARS yang terbaik adalah model dengan BF = 72, MI = 3 dan MO = 1. Pada kombinasi ini, variabel yang masuk ke dalam model sebanyak 14 variabel, yaitu luas lantai dari bangunan tempat tinggal (X₃), kepemilikan aset dalam rumah (X₁₈), jamban (X₇), luas kavling tanah (X₂), bahan bakar memasak (X₁₁), jenis lantai terluas (X₆), sumber air minum (X₁₀), pengobatan (X₁₅), status penguasaan bangunan tempat tinggal (X₁), jenis dinding terluas (X₅), ijazah terakhir kepala rumah tangga (X₁₆), tempat pembuangan air tinja (X₈), penghasilan seluruh anggota rumah tangga perbulan (X₁₇) dan jenis atap terluas (X₄). Adapun listrik (X₉), membeli pakaian selama setahun (X₁₃), konsumsi daging/susu/ayam (X₁₂) dan makan sehari-hari (X₁₄) merupakan variabel yang tidak masuk dalam model. Bentuk model MARS terbaik adalah sebagai berikut:

$$\hat{Y} = 1,000 + 0,007 BF3 - 0,411545 \times 10^{-8} BF5 - 0,004 BF9 + 0,003 BF11 - 0,002 BF13 - 0,006 BF15 - 0,717239 \times 10^{-4} BF19 - 0,134985 \times 10^{-6} BF21 - 0,501672 \times 10^{-8} BF22 + 0,627883 \times 10^{-8} BF23 + 0,003 BF25 - 0,012 BF27$$

$$\begin{aligned}
& + 0,007 \text{ BF29} - 0,007 \text{ BF31} - 0,006 \text{ BF33} \\
& - 0,503189 \times 10^{-8} \text{ BF35} + 0,012 \text{ BF36} - 0,001 \text{ BF39} \\
& + 0,153453 \times 10^{-3} \text{ BF41} - 0,008 \text{ BF42} - 0,828897 \times 10^{-5} \text{ BF46} \\
& + 0,011 \text{ BF48} + 0,016 \text{ BF50} - 0,005 \text{ BF52} \\
& + 0,036 \text{ BF54} - 0,139843 \times 10^{-4} \text{ BF56} - 0,422336 \times 10^{-3} \text{ BF57} \\
& + 0,005 \text{ BF58} + 0,171202 \times 10^{-9} \text{ BF61} - 0,035 \text{ BF62} \\
& - 0,046 \text{ BF66} + 0,024 \text{ BF68} + 0,034 \text{ BF70} \\
& - 0,006 \text{ BF72}
\end{aligned}$$

dengan fungsi basis

$$\begin{aligned}
\text{BF1} &= \max(0, X3 - 81); \\
\text{BF2} &= \max(0, 81 - X3); \\
\text{BF3} &= \max(0, X3 - 35); \\
\text{BF5} &= \max(0, X18 - 2.799.999,750) \text{ BF2}; \\
\text{BF7} &= \max(0, X3 - 67); \\
\text{BF8} &= \max(0, 67 - X3); \\
\text{BF9} &= (X7 = 1) \text{ BF3}; \\
\text{BF10} &= (X7 = 0 \text{ OR } X7 = 2 \text{ OR } X7 = 3 \text{ OR } X7 = 4) \text{ BF3}; \\
\text{BF11} &= (X5 = 3) \text{ BF9}; \\
\text{BF13} &= (X1 = 1 \text{ OR } X1 = 2 \text{ OR } X1 = 4 \text{ OR } X1 = 7) \text{ BF9}; \\
\text{BF15} &= (X15 = 2) \text{ BF9}; \\
\text{BF17} &= \max(0, X3 - 41); \\
\text{BF19} &= \max(0, X2 - 969) \text{ BF17}; \\
\text{BF20} &= \max(0, 969 - X2) \text{ BF17}; \\
\text{BF21} &= \max(0, X17 - 1.499.999,875) \text{ BF3}; \\
\text{BF22} &= \max(0, 1.499.999,875 - X17) \text{ BF3}; \\
\text{BF23} &= \max(0, X18 - 8.500.000) \text{ BF8}; \\
\text{BF25} &= (X8 = 1 \text{ OR } X8 = 2) \text{ BF9}; \\
\text{BF27} &= (X1 = 2) \text{ BF7}; \\
\text{BF29} &= (X8 = 2 \text{ OR } X8 = 5) \text{ BF10}; \\
\text{BF31} &= (X16 = 4) \text{ BF10}; \\
\text{BF33} &= (X1 = 3 \text{ OR } X1 = 4 \text{ OR } X1 = 7) \text{ BF10}; \\
\text{BF35} &= \max(0, X17 - 0,004) \text{ BF1}; \\
\text{BF36} &= (X10 = 7) \text{ BF17}; \\
\text{BF37} &= (X10 = 1 \text{ OR } X10 = 2 \text{ OR } X10 = 3 \text{ OR } X10 = 4 \text{ OR } X10 = 5 \\
& \text{OR } X10 = 6) \text{ BF17}; \\
\text{BF39} &= \max(0, 45 - X2) \text{ BF36}; \\
\text{BF41} &= \max(0, 63 - X2) \text{ BF10}; \\
\text{BF42} &= (X11 = 6) \text{ BF37}; \\
\text{BF46} &= (X11 = 1 \text{ OR } X11 = 3) \text{ BF20}; \\
\text{BF48} &= (X11 = 1 \text{ OR } X11 = 3) \text{ BF7}; \\
\text{BF50} &= (X6 = 1 \text{ OR } X6 = 5) \text{ BF7}; \\
\text{BF52} &= (X11 = 3 \text{ OR } X11 = 6) \text{ BF9}; \\
\text{BF54} &= \max(0, X3 - 54); \\
\text{BF56} &= \max(0, X2 - 130) \text{ BF50}; \\
\text{BF57} &= \max(0, 130 - X2) \text{ BF50};
\end{aligned}$$

$BF58 = (X7 = 1 \text{ OR } X7 = 4) BF50;$
 $BF61 = \max(0, 24 - X2) BF5;$
 $BF62 = \max(0, X3 - 46);$
 $BF66 = (X6 = 1 \text{ OR } X6 = 4) BF62;$
 $BF68 = (X15 = 3 \text{ OR } X15 = 5) BF66;$
 $BF70 = (X4 = 1 \text{ OR } X4 = 2) BF66;$
 $BF72 = (X10 = 1 \text{ OR } X10 = 2 \text{ OR } X10 = 5 \text{ OR } X10 = 7) BF10;$

Hasil klasifikasi status kemiskinan rumah tangga kecamatan Jombang berdasarkan status rumah tangga miskin yang telah ditetapkan BPS dapat dilihat pada Tabel 4.22 berikut.

Tabel 4.22 Hasil Klasifikasi MARS untuk Kecamatan Jombang Berdasarkan Status Rumah Tangga yang telah ditetapkan BPS Menggunakan Perbandingan Data *Training* dan Data *Tesing* sebesar 75 : 25

Observasi	Prediksi		Total
	Non Prioritas Pemerintah (0)	Prioritas Pemerintah (1)	
Non Prioritas Pemerintah (0)	958	0	958
Prioritas Pemerintah (1)	78	2	80
Total	1.036	2	1.038

Dari Tabel 4.22 dapat dihitung *sensitivity*, *specificity* dan *accuracy* sehingga dapat disimpulkan nilai *accuracy* sebesar 92,49%, *sensitivity* sebesar 100% dan *specificity* sebesar 2,5%.

Selanjutnya, pembentukan model dilakukan kembali menggunakan perbandingan data *training* dan data *testing* sebesar 70 : 30. Hasil pembentukan model terbaik dapat dilihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Hasil Pemodelan MARS untuk Kecamatan Jombang Berdasarkan Status Rumah Tangga yang telah ditetapkan BPS Menggunakan Perbandingan Data *Training* dan Data *Tesing* sebesar 70 : 30

Model	BF	MI	MO	GCV	MSE	R ²
1	36	1	1	0,022	0,021	0,452
2	36	1	2	0,022	0,021	0,447
3	36	1	3	0,022	0,021	0,452
4	36	2	1	0,022	0,021	0,462
5	36	2	2	0,022	0,021	0,461
6	36	2	3	0,022	0,021	0,466
7	36	3	1	0,020	0,019	0,504
8	36	3	2	0,020	0,019	0,505

Tabel 4.23 Hasil Pemodelan MARS untuk Kecamatan Jombang Berdasarkan Status Rumah Tangga yang telah ditetapkan BPS Menggunakan Perbandingan Data *Training* dan Data *Tesing* sebesar 70 : 30 (lanjutan)

Model	BF	MI	MO	GCV	MSE	R ²
9	36	3	3	0,020	0,019	0,500
10	54	1	1	0,022	0,021	0,459
11	54	1	2	0,022	0,021	0,458
12	54	1	3	0,022	0,021	0,458
13	54	2	1	0,021	0,020	0,496
14	54	2	2	0,021	0,020	0,488
15	54	2	3	0,021	0,020	0,489
16	54	3	1	0,019	0,018	0,545
17	54	3	2	0,019	0,018	0,542
18	54	3	3	0,019	0,017	0,555
19	72	1	1	0,022	0,021	0,460
20	72	1	2	0,022	0,021	0,456
21	72	1	3	0,022	0,021	0,458
22	72	2	1	0,020	0,019	0,509
23	72	2	2	0,020	0,019	0,510
24	72	2	3	0,020	0,019	0,513
25	72	3	1	0,018	0,017	0,573
26	72	3	2	0,017	0,016	0,586
27	72	3	3	0,017	0,016	0,589

Berdasarkan kriteria pemilihan model MARS yang terbaik adalah model dengan BF = 72, MI = 3 dan MO = 3. Pada kombinasi ini, variabel yang masuk ke dalam model sebanyak 13 variabel, yaitu luas lantai dari bangunan tempat tinggal (X₃), kepemilikan aset dalam rumah (X₁₈), penghasilan kepala rumah tangga perbulan (X₁₇), listrik (X₉), jenis lantai terluas (X₆), status penguasaan bangunan tempat tinggal (X₁), ijazah terakhir kepala rumah tangga (X₁₆), pengobatan (X₁₅), makan sehari (X₁₄), luas kavling tanah (X₂), bahan bakar memasak (X₁₁), sumber air minum (X₁₀) dan pembelian pakaian setahun (X₁₃). Adapun tempat pembuangan air tinja (X₈), jenis atap terluas (X₄), jamban (X₇), jenis dinding terluas (X₅) dan konsumsi daging/susu/ayam seminggu (X₁₂) merupakan variabel yang tidak masuk dalam model. Bentuk model MARS terbaik adalah sebagai berikut:

$$\hat{Y} = 1,007 + 0,016 \text{ BF1} + 0,007 \text{ BF2} - 1,42029 \times 10^{-7} \text{ BF3} \\ + 1,17077 \times 10^{-7} \text{ BF4} + 1,55224 \times 10^{-9} \text{ BF6} - 1,53180 \times 10^{-8} \text{ BF7} \\ - 1,97857 \times 10^{-8} \text{ BF9} + 8,61491 \times 10^{-10} \text{ BF11} - 1,48242 \times 10^{-9} \text{ BF16}$$

$$\begin{aligned}
& + 1,94560 \times 10^{-8} \text{BF19} - 1,55184 \times 10^{-8} \text{BF21} + 2,41956 \times 10^{-9} \text{BF23} \\
& - 2,62339 \times 10^{-9} \text{BF25} - 3,11048 \times 10^{-9} \text{BF29} - 8,35224 \times 10^{-15} \text{BF31} \\
& - 5,69911 \times 10^{-15} \text{BF32} + 1,34784 \times 10^{-8} \text{BF33} - 1,21416 \times 10^{-8} \text{BF35} \\
& + 4,23061 \times 10^{-9} \text{BF37} - 1,83901 \times 10^{-9} \text{BF39} + 7,34624 \times 10^{-10} \text{BF41} \\
& + 2,73363 \times 10^{-14} \text{BF43} + 0,008 \text{BF45} - 7,49336 \times 10^{-9} \text{BF47} \\
& - 0,012 \text{BF49} - 0,021 \text{BF51} + 2,98569 \times 10^{-9} \text{BF53} \\
& + 8,53067 \times 10^{-10} \text{BF55} + 1,50553 \times 10^{-8} \text{BF57} + 5,81581 \times 10^{-9} \text{BF59} \\
& + 1,10134 \times 10^{-8} \text{BF61} + 1,99821 \times 10^{-12} \text{BF63} + 1,81520 \times 10^{-8} \text{BF64} \\
& - 4,76047 \times 10^{-9} \text{BF67} - 0,007 \text{BF69} - 1,27760 \times 10^{-8} \text{BF71} \\
& + 2,73861 \times 10^{-8} \text{BF72}
\end{aligned}$$

dengan fungsi basis :

$$\begin{aligned}
\text{BF1} &= \max(0, X3 - 130); \\
\text{BF2} &= \max(0, 130 - X3); \\
\text{BF3} &= \max(0, X18 - 2.500.000); \\
\text{BF4} &= \max(0, 2.500.000 - X18); \\
\text{BF5} &= \max(0, X3 - 51) \text{BF4}; \\
\text{BF6} &= \max(0, 51 - X3) \text{BF4}; \\
\text{BF7} &= \max(0, X3 - 84) \text{BF4}; \\
\text{BF9} &= \max(0, X3 - 68) \text{BF4}; \\
\text{BF11} &= (X9 = 2 \text{ OR } X9 = 3) \text{BF5}; \\
\text{BF16} &= \max(0, 7.000.000 - X18) \text{BF2}; \\
\text{BF19} &= \max(0, X3 - 80) \text{BF4}; \\
\text{BF21} &= (X15 = 2) \text{BF19}; \\
\text{BF23} &= (X16 = 1 \text{ OR } X16 = 3 \text{ OR } X16 = 5 \text{ OR } X16 = 6) \text{BF5}; \\
\text{BF25} &= (X16 = 1 \text{ OR } X16 = 3) \text{BF7}; \\
\text{BF29} &= (X6 = 1 \text{ OR } X6 = 2) \text{BF5}; \\
\text{BF31} &= \max(0, X17 - 450.000) \text{BF5}; \\
\text{BF32} &= \max(0, 450.000 - X17) \text{BF5}; \\
\text{BF33} &= \max(0, X18 - 5.000.000) \text{BF2}; \\
\text{BF35} &= \max(0, X18 - 4.000.000) \text{BF2}; \\
\text{BF37} &= (X6 = 1 \text{ OR } X6 = 2 \text{ OR } X6 = 5) \text{BF19}; \\
\text{BF39} &= (X15 = 1 \text{ OR } X15 = 3) \text{BF9}; \\
\text{BF41} &= (X1 = 2 \text{ OR } X1 = 4 \text{ OR } X1 = 7) \text{BF9}; \\
\text{BF43} &= \max(0, X17 - 600.000) \text{BF9}; \\
\text{BF45} &= (X1 = 1 \text{ OR } X1 = 4) \text{BF1}; \\
\text{BF46} &= (X1 = 2 \text{ OR } X1 = 3 \text{ OR } X1 = 5 \text{ OR } X1 = 6 \text{ OR } X1 = 7) \text{BF1}; \\
\text{BF47} &= (X11 = 6) \text{BF5}; \\
\text{BF49} &= (X6 = 3) \text{BF46}; \\
\text{BF51} &= \max(0, X3 - 150); \\
\text{BF53} &= (X10 = 7) \text{BF5}; \\
\text{BF55} &= (X14 = 1) \text{BF5}; \\
\text{BF57} &= (X1 = 3 \text{ OR } X1 = 5 \text{ OR } X1 = 6) \text{BF7}; \\
\text{BF59} &= (X13 = 1) \text{BF9}; \\
\text{BF61} &= (X1 = 1 \text{ OR } X1 = 3 \text{ OR } X1 = 4) \text{BF7}; \\
\text{BF63} &= \max(0, X2 - 0,294169 \times 10^{-5}) \text{BF9};
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BF64} &= \max(0, X17 + 0,002) \text{BF51}; \\ \text{BF66} &= \max(0, 1.000.000 - X18) \text{BF1}; \\ \text{BF67} &= (X9 = 1) \text{BF66}; \\ \text{BF69} &= \max(0, X3 - 90); \\ \text{BF71} &= \max(0, X17 - 200.000) \text{BF69}; \\ \text{BF72} &= \max(0, 200.000 - X17) \text{BF69}; \end{aligned}$$

Hasil klasifikasi status kemiskinan rumah tangga Kecamatan Jombang berdasarkan status rumah tangga miskin yang telah ditetapkan BPS dapat dilihat pada Tabel 4.24 berikut.

Tabel 4.24 Hasil Klasifikasi MARS untuk Kecamatan Jombang Berdasarkan Status Rumah Tangga yang telah ditetapkan BPS Menggunakan Perbandingan Data *Training* dan Data *Tesing* sebesar 70 : 30

Observasi	Prediksi		Total
	Non Prioritas Pemerintah (0)	Prioritas Pemerintah (1)	
Non Prioritas Pemerintah (0)	2	1.164	1.166
Prioritas Pemerintah (1)	17	63	80
Total	19	1.227	1.246

Dari Tabel 4.24 dapat dihitung *sensitivity*, *specificity* dan *accuracy* sehingga dapat disimpulkan nilai *accuracy* sebesar 5,22%, *sensitivity* sebesar 0,2% dan *specificity* sebesar 78,7%.

Secara deskriptif, karakteristik rumah tangga dengan status hampir miskin sama dengan karakteristik cluster pertama yang merupakan *cluster* dengan karakteristik kesejahteraan paling tinggi dibandingkan *cluster* lainnya. Sedangkan karakteristik rumah tangga dengan status miskin sama dengan karakteristik *cluster* ketiga dan karakteristik rumah tangga dengan status sangat miskin sama dengan karakteristik *cluster* kedua. Namun, hasil ketepatan klasifikasi status kemiskinan rumah tangga berdasarkan tingkat prioritas pemerintah yang dikelompokkan dengan FCM terlebih dahulu memiliki hasil yang berbeda dengan hasil ketepatan klasifikasi rumah tangga miskin yang menggunakan status kemiskinan rumah tangga ketetapan BPS. Hal ini dapat dilihat pada perbandingan nilai *accuracy*, *sensitifity* dan *specificity* dari kedua model menggunakan perbandingan data *training* dan data *testing* yang berbeda-beda pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25 Nilai *Accuracy*, *Sensitivity* dan *Specificity* dari 5 kali Perbandingan Data *Training* dan Data *Testing*

Metode	Perbandingan Data <i>Testing</i> dan Data <i>Training</i>	<i>Accuracy</i>	<i>Sensitivity</i>	<i>Specificity</i>
FCM – MARS	90:10	100%	100%	100%
	85:15	100%	100%	100%
	80:20	8,66%	98,6%	0%
	75:25	91,71%	3,4%	100%
	70:30	64,2%	96,4%	0%
Rata-rata		72,914%	79,68%	60%
BPS – MARS	90:10	30,53%	9,1%	31,7%
	85:15	83,31%	0%	86,4%
	80:20	7,94%	0%	90,4%
	75:25	92,49%	100%	2,5%
	70:30	5,22%	0,2%	78,7%
Rata-rata		43,898%	21,86%	57,94%

Perbandingan data *training* dan data *testing* sebesar 90:10 dan 85:15 menghasilkan nilai *accuracy*, *sensitifity* dan *specificity* yang lebih baik pada pemodelan dengan respon hasil pembentukan *cluster* FCM. Namun, saat perbandingan data *training* dan data *testing* sebesar 80:20 dan 70:30, pemodelan dengan respon berupa status kemiskinan rumah tangga ketetapan BPS memiliki nilai *specificity* yang lebih baik, namun tidak pada nilai *accuracy* dan *sensitivity*. Sedangkan pada perbandingan data *training* dan data *testing* sebesar 75:25, pemodelan menggunakan respon hasil *cluster* FCM yang memiliki nilai *accuracy* dan *specificity* yang lebih baik, tetapi tidak pada nilai *sensitivity*. Data *training* dan data *testing* yang diolah dalam 5 (lima) kali perbandingan ini diambil secara acak, namun ternyata menghasilkan nilai *accuracy*, *sensitivity* dan *specificity* yang tidak stabil seiring berkurangnya data *training* dan bertambahnya data *testing* dalam klasifikasi MARS. Dari Tabel 4.25 tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar persentase data *training* dan semakin kecil persentase data *testing* dalam mengaplikasikan penggabungan dua metode yakni pendekatan FCM dan MARS dalam kasus rumah tangga miskin Kecamatan Jombang dapat meningkatkan ketepatan klasifikasi yang lebih baik dibandingkan hanya menggunakan metode dengan pendekatan MARS.

Berdasarkan nilai rata-rata *accuracy*, *sensitivity* dan *specificity* yang ditunjukkan pada Tabel 4.25 untuk klasifikasi pada model MARS dengan respon hasil pembentukan *cluster* FCM memiliki nilai yang lebih baik dibandingkan klasifikasi pada model MARS dengan respon berupa status miskin hasil ketetapan BPS. Jadi, rekomendasi model MARS terbaik berdasarkan 5 (lima) buah perbandingan data *training* dan data *testing* adalah model MARS dengan respon hasil pembentukan *cluster* FCM pada perbandingan 90:10.

Variabel-variabel yang memiliki kontribusi penting terhadap model status kemiskinan rumah tangga di Kecamatan Jombang dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Kepemilikan aset dalam rumah (X_{18}) merupakan variabel yang berkontribusi sangat besar dalam model, yakni 100% pada model MARS dengan respon berupa hasil FCM. Sedangkan pada model MARS berupa ketetapan BPS, variabel ini berkontribusi sebesar 64,084%. Pada penelitian ini, besar aset kepemilikan dalam rumah memiliki nilai rata-rata Rp 474.228,- dengan nilai minimum Rp 0,- dan maksimum sebesar Rp 16.000.000,-. Ini berarti sebelum pemerintah daerah mengikutsertakan suatu rumah tangga yang terkategori miskin ke dalam program pengentasan kemiskinan, perlu dilakukan pengumpulan informasi yang benar agar keikutsertaan rumah tangga miskin dalam program tersebut lebih tepat sasaran. Hal ini perlu dilakukan karena tingkat kesejahteraan rumah tangga dapat dilihat dari aset atau barang yang dimiliki. Semakin besar kepemilikan aset dalam rumah yang dimiliki suatu rumah tangga maka semakin tinggi pula tingkat kesejahteraannya. Selain itu, berdasarkan model yang terbentuk dengan pendekatan MARS, berarti pengaruh kepemilikan aset memiliki kontribusi yang sangat besar terhadap kemiskinan di kecamatan Jombang.
2. Penghasilan total seluruh anggota rumah tangga perbulan (X_{17}) merupakan salah satu karakteristik yang dapat menggambarkan perbedaan antara rumah tangga miskin dan tidak miskin. Namun, variabel ini hanya berkontribusi dalam model MARS berupa respon rumah tangga miskin hasil ketetapan BPS. Penghasilan total anggota rumah tangga miskin kecamatan Jombang memiliki nilai rata-rata Rp 251.589,- dengan nilai minimum Rp 0,- dan maksimum sebesar Rp 2.250.000,-. Berdasarkan karakteristik *cluster* yang

terbentuk, penghasilan total seluruh anggota rumah tangga juga perlu dijadikan dasar penilaian rumah tangga miskin untuk diikutsertakan dalam program pengentasan kemiskinan karena mempengaruhi standar kehidupan minimum dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari yang diperlukan, baik makanan maupun non makanan (kesehatan, perumahan, dan pendidikan) mengingat kebanyakan jumlah anggota di tiap rumah tangga di kecamatan ini lebih dari 3 orang. Pemerintah daerah dapat memprioritaskan program pengentasan kemiskinan pada sektor lapangan kerja mengingat karakteristik pada *cluster* kedua yang memuat rumah tangga dengan tingkat kesejahteraan paling rendah dan *cluster* ketiga yang memuat rumah tangga dengan tingkat kesejahteraan berada diantara dua *cluster* lainnya juga memiliki tingkat pendapatan yang rendah.

3. Luas kavling tanah (X_2) dan luas lantai (X_3) dapat menunjukkan kelayakan sebuah tempat tinggal mengingat kebanyakan jumlah anggota di tiap rumah tangga di kecamatan ini lebih dari 3 orang. Variabel ini juga hanya berkontribusi dalam model MARS dengan respon hasil ketetapan BPS. Padahal semakin luas kavling tanah memungkinkan suatu rumah tangga untuk membangun bangunan tempat tinggal yang cukup luas dan layak untuk tiap anggota di dalamnya. Berdasarkan hasil publikasi BPS tahun 2010, Kabupaten Jombang merupakan kabupaten dengan luas wilayah 1.159,5 km² dan jumlah penduduk sebesar 1.201.557 jiwa. Namun kecamatan Jombang memperlihatkan karakteristik bahwa kebanyakan rumah tangga miskin memiliki luas kavling tanah kurang dari 100 m², dengan nilai rata-rata tiap rumah tangga miskin kecamatan Jombang memiliki luas kavling tanah sebesar 99,26 m² dan kebanyakan rumah tangga miskin memiliki luas lantai kurang dari 37 m². Ini berarti ada kemungkinan banyak penduduk yang terpusat pada satu titik yang memiliki banyak fasilitas umum. Oleh karena itu, pemerintah daerah perlu mempertimbangkan penambahan fasilitas umum yang mudah dijangkau oleh tiap rumah tangga sehingga penyebaran penduduk di kecamatan ini menjadi lebih merata karena biasanya penduduk akan membangun tempat tinggal di wilayah yang dekat dengan banyak

tersedianya fasilitas umum sehingga suatu wilayah memiliki tingkat kepadatan penduduk yang tinggi.

4. Sumber air minum (X_{10}) merupakan variabel yang menggambarkan tingkat kesejahteraan di bidang kesehatan. Oleh sebab itu, air minum yang dipergunakan haruslah air bersih. Variabel ini berkontribusi baik pada model MARS berupa respon hasil FCM dan model MARS berupa respon hasil ketetapan BPS. Dalam penelitian ini sumber air minum yang digunakan rumah tangga miskin terkategori dalam 7 kategori, yakni air kemasan, ledeng, pompa, sumur, mata air, air sungai, dan lainnya. Kebanyakan rumah tangga miskin kecamatan ini lebih banyak menggunakan air sumur sebagai sumber air minum sehari-harinya sehingga pemerintah daerah perlu melakukan kajian lebih lanjut mengenai kelayakan dan kebersihan air sumur tersebut, seperti berasal dari sumur bor atau sumur terlindung.
5. Ijazah terakhir kepala rumah tangga (X_{16}) adalah karakteristik yang penting karena pendidikan sangat mempengaruhi kemiskinan. Akan tetapi, variabel ini hanya berkontribusi pada model MARS dengan respon hasil ketetapan BPS. Padahal orang yang berpendidikan tinggi akan memiliki peluang yang lebih kecil menjadi miskin. Namun, jika dilihat dari hasil pembentukan *cluster* menggunakan pendekatan FCM terlihat bahwa kebanyakan kepala rumah tangga di Kecamatan Jombang tidak memiliki ijazah terutama yang berada pada *cluster* kedua dan *cluster* ketiga sehingga pemerintah perlu meningkatkan program pengentasan pada sektor pendidikan.
6. Status penguasaan bangunan tempat tinggal (X_1) merupakan variabel yang juga hanya berkontribusi dalam model MARS dengan respon berupa hasil ketetapan BPS. Pada hasil FCM, karakteristik tiap *cluster* yang terbentuk juga sudah cukup baik karena kebanyakan rumah tangga miskin sudah memiliki rumah milik sendiri. Namun, perlu dipertimbangkan persentase rumah tangga yang masih belum memiliki rumah milik sendiri untuk diberikan kemudahan memperoleh fasilitas kepemilikan rumah agar kesejahteraannya meningkat.
7. Sumber penerangan utama (X_9) dan bahan bakar memasak (X_{11}) sangat diperlukan oleh setiap rumah tangga. Variabel ini juga hanya berkontribusi pada model MARS dengan respon berupa hasil ketetapan BPS. Akan tetapi,

perlu dipertimbangkan kebijakan bagi rumah tangga miskin yang belum menggunakan listrik untuk diberikan sosialisasi mengenai kebijakan Listrik (listrik untuk rakyat miskin) agar mereka lebih mudah melakukan kegiatan di rumah tangga, seperti, untuk peralatan memasak, setrika, mencuci atau yang lainnya sehingga kesejahteraannya lebih meningkat. Sedangkan pada rumah tangga miskin yang masih memasak dengan kayu bakar bisa disosialisasikan untuk menggunakan gas/elpiji.

8. Pengobatan (X_{15}) perlu dijadikan indikator dalam penentuan kesejahteraan rumah tangga dalam bidang kesehatan. Oleh karena itu, pemerintah daerah perlu meningkatkan akses dan mutu pelayanan kesehatan terhadap seluruh masyarakat miskin dan tidak mampu agar tercapai derajat kesehatan masyarakat yang optimal secara efektif.
9. Jenis lantai terluas (X_6), jenis atap terluas (X_4), tempat pembuangan air tinja (X_8) dan jamban (X_7) merupakan salah satu syarat kelayakan bangunan sebagai tempat tinggal. Semakin bagus kualitas dari lantai dan memiliki sanitasi yang baik mencerminkan kondisi sosial ekonomi yang tinggi. Ini menunjukkan semakin tinggi tingkat kesejahteraan suatu rumah tangga akan semakin tinggi kualitas dari jenis lantai dan sanitasi lingkungannya. Oleh sebab itu, pemerintah perlu mempertimbangkan pemberian bantuan untuk membangun rumah yang layak dihuni untuk warga miskin.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan pada Bab 4 maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Kabupaten Jombang yang diolah dengan pendekatan FCM memiliki jumlah *cluster* terbaik sebanyak 3 *cluster* dengan *cluster* pertama memiliki karakteristik rumah tangga dengan tingkat kesejahteraan paling tinggi dibandingkan 2 *cluster* lainnya, kemudian diurutkan kedua adalah *cluster* ketiga, sedangkan *cluster* kedua merupakan *cluster* yang berisi rumah tangga dengan tingkat kesejahteraan paling rendah dibandingkan 2 *cluster* lainnya.
2. Hasil klasifikasi rumah tangga miskin Kabupaten Jombang pada model MARS dengan respon berupa status kemiskinan rumah tangga hasil *cluster* FCM menghasilkan nilai rata-rata *accuracy* sebesar 72,914%, *sensitivity* sebesar 79,68% dan *specificity* sebesar 60%.
3. Hasil klasifikasi rumah tangga miskin Kabupaten Jombang pada model MARS dengan respon berupa status kemiskinan rumah tangga ketetapan BPS menghasilkan nilai rata-rata *accuracy* sebesar 43,898%, *sensitivity* sebesar 21,86% dan *specificity* sebesar 57,94%. Ini berarti pengklasifikasian rumah tangga miskin menggunakan pendekatan MARS yang dikelompokkan terlebih dahulu dengan FCM lebih baik daripada pengklasifikasian rumah tangga miskin tanpa dikelompokkan dengan FCM dilihat dari nilai ketepatan *accuracy*, *sensitivity* dan *specificity*.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini dapat disarankan hal-hal sebagai berikut.

1. *Clustering* dengan pendekatan FCM memiliki kelemahan, yakni hanya bisa diterapkan pada data bertipe kontinu sehingga dapat dilakukan penelitian lebih lanjut metode *clustering* yang bisa menangani data bertipe gabungan (kategorik dan kontinu) tanpa melakukan transformasi data.

2. Perlu dilakukan kajian lebih lanjut dengan mempertimbangkan variabel lain yang relevan sehingga hasil yang didapat menjadi lebih baik, terutama pada model MARS dengan kriteria status rumah tangga miskin yang telah diolah BPS.
3. Berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi kemiskinan rumah tangga di Kabupaten Jombang maka pemerintah daerah diharapkan dapat menentukan program pengentasan kemiskinan yang tepat, melaksanakan program tersebut dan mengevaluasinya demi kepentingan perbaikan program pada masa yang akan datang.
4. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi variabel yang mempengaruhi kemiskinan di Kabupaten Jombang sehingga melalui informasi ini, pemerintah perlu mempertimbangkan faktor lokal karena variabel-variabel yang mempengaruhi kemiskinan tersebut berbeda-beda antar daerah/Propinsi, tergantung dari keadaan wilayah dan geografisnya sehingga jika program pengentasan tersebut diterapkan pada masing-masing daerah/Propinsi bisa tepat pada sasaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusta, Y. (2007). *C-Means – Penerapan, Permasalahan dan Metode Terkait*, *Jurnal Sistem dan Informatika*, Vol. 3 (Februari 2007), pp. 47-60.
- Alif, Y. K. (2010). *Bagging MARS untuk Pengembangan Model Ramalan Anomali Luas Panen Padi Terhadap Curah Hujan Terboboti di Kabupaten Ngawi (Tesis)*. Surabaya : ITS.
- Andres, De Javier, et al. (2011). *Bankruptcy forecasting: A Hybrid Approach Using Fuzzy C-Means Clustering and Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS)*. *Expert Systems with Applications*, 38, 1866–1875.
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2008). *Analisis dan Perhitungan Tingkat Kemiskinan tahun 2008*. Jakarta : BPS.
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2011). *Berita Resmi Statistik: Profil Kemiskinan di Indonesia Maret 2011*. Jakarta : BPS.
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2012). *Analisis Data Kemiskinan Berdasarkan Data Pendataan Program Perlindungan Sosial (PPLS) 2011*. Jakarta : BPS.
- Bappeprov jatim-Bank Dunia. (2012). *Analisis Keuangan Publik Jawa Timur 2011 : Mengoptimalkan Pengelolaan Keuangan Daerah untuk Pertumbuhan yang Inklusif*. Jakarta : Bank Dunia.
- Bezdek, J. C. et al. (1984). *FCM : The Fuzzy C-Means Clustering Algorithm*. *Computers & Geosciences* Vol. 10, No. 2-3, 191-203.
- Bezdek, J.C. dan Pal, N.R. (1992). *On cluster validity for the fuzzy c-means model*, *IEEE Trans. on Fuzzy Systems* 3 (3) pp. 370–379.
- Budiantara, I. N., Suryadi, F., Otok, B.W, & dan Guritno, S. (2006). *Pemodelan B-Spline dan MARS pada Nilai Ujian Masuk terhadap IPK Mahasiswa Jurusan Desain Komunikasi Visual UK.Petra Surabaya*. *Jurnal Teknik Industri Pusat Penelitian Universitas Kristen Petra*, Jun 2006/vol 8/No1, hal 1-13.
- Bunkers, W., Miller, J., dan De Gaetano, A., (1996). *Definition of Climate Regions in the Northern Plains Using an Objective Cluster Modification Technique*, *Journal of Climate* 9 , hal. 130-146.
- Casella, G. dan Berger, R.L. (2002). *Statistical Inference*, Second Edition. Duxbury.

- Chatzis, S. P. (2011). *A Fuzzy C-Means-Type Algorithm for Clustering of Data With Mixed Numeric and Categorical Attributes Employing A Probabilistic Dissimilarity Functional*. *Experts System with Applications*, 38, 8684-8689.
- Cox, Earl. (1994). *The Fuzzy Systems Handbook (A Practitioner's Guide to Building, Using and Maintaining Fuzzy Systems)*. Massachusetts : Academic Press, Inc.
- Cox, DR & Snell, EJ. (1989). *Analysis of Binary Data (2nd Edition)*. London : Chapman and Hall.
- Dewangan, R.R., Sharma, L.K, dan Akasapu, A.K. (2010). "Fuzzy Clustering Technique for Numerical and Categorical Dataset", *International Journal on Computer Science and Engineering*, 75-80.
- Dewi, Angsoka. (2012). *Metode Cluster Ensemble Untuk Pengelompokan Desa Perdesaan Di Provinsi Riau (Tesis)*. Surabaya : ITS.
- Doring, et al. (2006). *Data Analysis with Fuzzy Clustering Methods*. *Computational Statistics & Data Analysis*, 51, 192-214.
- Duo, C., Xue, L., & Du-Wu, C. (2007). "An Adaptive Cluster Validity Index for the Fuzzy C-Means", *International Journal of Computer Science and Network Security*, Vol 7 No. 2 , 146-156.
- Eubank, R.L. (1988). *Spline Smoothing and Nonparametric Regression*. New York : Mercel Dekker.
- Friedman, J.H. (1990). *Multivariate Adaptive Regression Splines*. *The Annal of Statistics*, 19, 1-141.
- Friedman, J.H. (1991). *Estimating Functions of Mixed Ordinal and Categorical Variables using Adaptive Splines, Tech Report 108*. California : Department of Statistics Stanford University Stanford.
- Gath dan A. B Geva. (1989). *Unsupervised Optimal Fuzzy Clustering*. *Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* Vol. 11, No. 7, 773-781.
- Johnson, R.A. and Wichern, D.W. (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis - Sixth Edition*. New Jersey : Prentice Hall International Inc.
- Kusumadewi, Sri. (2002). *Analisis & Desain Sistem Fuzzy Menggunakan TOOLBOX MATLAB*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Kusumadewi, Sri. (2003). *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta : Graha Ilmu.

- Kusumadewi, Sri dan Hari Purnomo. (2004). *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Leszczynski, K., et al. (1985). *Sugeno's Fuzzy Measure and Fuzzy Clustering*. *Fuzzy sets and Systems*, 15, 147-158.
- Lee, S.Y. (2007). *Structural Equation Modelling Bayesian Approach*, John Wiley & Sons, Ltd, West Sussex, England.
- Nash, M.S. dan Bradford, D.F. (2001). *Parametric and Non Parametric Logistic Regression for Prediction of Precense/ Absence of an Amphibian*. Las Vegas: Nevada.
- Naik, C.V. (2004). *Fuzzy C-Means Clustering Aproach to Design a Warehouse Layout, Master Thesis, Univesity of South Florida*.
- Otok, B.W, Guritno, S., Subanar., & Haryatmi, S. (2006). Bootstrap dalam MARS untuk Klasifikasi Perbankan, *Inferensi Jurnal Statistik FMIPA ITS Surabaya*, Volume 2, No.1, Januari 2006.
- Rencher, A.C. (2002), *Methods of Multivariate Analysis*, Second Edition. New York : John Wiley & Sons, Inc.
- Saha, Indrajit dan Anirban Mukhopadhyay. (2008). *Improved Crisp and Fuzzy Clustering Techniques for Categorical Data*. *International Journal of Computer Science*, 35, 1-13.
- Spiegel, M. R. & Larry J. S. (2007). *Schaum's Outlines Teori dan Soal-soal Statistik*. Edisi Ketiga. Jakarta : Erlangga.
- Sukim. (2011). *Studi Tentang Metode C-Means Cluster dan Fuzzy C-Means Cluster serta Aplikasinya pada Kasus Pengelompokkan Desa/Keluarahan Berdasarkan Status Keteringgalan (Tesis)*. Surabaya : ITS.
- Sutikno dan Rizaldi Boer. (2004). *Model Prediksi Curah Hujan dengan Regresi Splines Adaptif Berganda*. *J. Agromet*, 18 (1), 36-52.
- Xie, X.L. and Beni, G., (1991), "A validity measure for fuzzy clustering", *IEEE Trans, Pattern Anal, Mach. Intell*.
- Yan Jun, Michael dan James Power. (1994). *Using Fuzzy Logic (Toward Intelligent Systems)*. New York : Prentice-Hall.
- Zadeh, L. A. (1999). *Fuzzy Logic and the Calculi of Fuzzy Rules, Fuzzy Graphs, and Fuzzy Probabilities*. *Computers and Mathematics with Aplications*, 37, 35.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

RIWAYAT HIDUP



Yuana Sukmawaty dilahirkan di Banjarmasin pada tanggal 15 Oktober 1988. Anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Drs. Mohammad Yusran dan Yulika Yasmini, S.Pd ini menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SDN Pasar Lama 8 Banjarmasin pada tahun 2000 kemudian melanjutkan di SMPN 2 Banjarmasin hingga lulus pada tahun 2003. Pendidikan selanjutnya di SMAN 1 Banjarmasin hingga lulus pada tahun 2006. Lulus SMAN 1 Banjarmasin, diterima di Universitas Lambung Mangkurat pada jurusan Matematika melalui jalur SPMB dan menyelesaikan studi pada tahun 2010.

Pada saat kuliah S1 penulis aktif di Himpunan Mahasiswa Matematika (Himatika) FMIPA UNLAM sebagai Kepala Bidang Sains dan Teknologi Himatika FMIPA UNLAM dan Alumni Penerima Beasiswa Supersemar dan Beasiswa PPA. Penulis akhirnya melanjutkan studi S2 pada Jurusan Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2012 melalui program Beasiswa Unggulan DIKTI. Penulis menekuni Statistika pada bidang Analisis Multivariat khususnya *Fuzzy C-Means Clustering* dan *Multivariate Adaptive Regression Spline*. (yuanasukmawaty@ymail.com)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
1	Macro Minitab Uji <i>Bartlett Sphercity</i>	89
2	Tabel Nilai Korelasi Antar Variabel	90
3	Uji Wilks's Lambda untuk Mengetahui Perbedaan Antar <i>Cluster</i>	91
4	Karakteristik Rumah Tangga Miskin Kecamatan Jombang	92
5	M File Algoritma Program Aplikasi GUI Matlab untuk <i>Methods of Succesive Interval</i>	97
6	M File Transformasi Data	99
7	M File Algoritma Program Aplikasi GUI Matlab FCM untuk Data Gabungan Kategorik dan Kontinu	100
8	Hasil Pengolahan MARS dengan Respon Hasil FCM <i>Clustering</i> Perbandingan Data Training dan Data <i>Testing</i> 90:10 Kombinasi Nilai BF = 36, MI = 2, dan MO = 1	106
9	Hasil Pengolahan MARS dengan Respon Kriteria BPS Perbandingan Data Training dan Data <i>Testing</i> 90:10 Kombinasi Nilai BF = 72, MI = 3, dan MO = 3	113
10	Penggunaan Program Aplikasi GUI Matlab untuk FCM Data Bertipe Gabungan	123

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran 1 - Macro Minitab Uji Bartlett Sphericity

```
macro
bart x.1-x.p
mconstant i n p d chis pp pvalue v
mcolumn x.1-x.p eigen
mmatrix r
let n=count(x.1)
corr x.1-x.p r
eigenvalues r eigen
let d=0
do i=1:p
  let d=d+loge(eigen(i))
enddo
let chis=-(n-1-(2*p+5)/6)*d
let v=p*(p-1)/2
cdf chis pp;
  chis v.
let pvalue=1-pp
print chis pvalue
endmacro
```

```
MTB > %D:\\Uji_Bartlett_sphericity.txt C1-C18
Executing from file: D:\\Uji_Bartlett_sphericity.txt
```

Data Display

```
chis      6817,67
pvalue    0
```

Lampiran 2 - Tabel Nilai Korelasi Antar Variabel

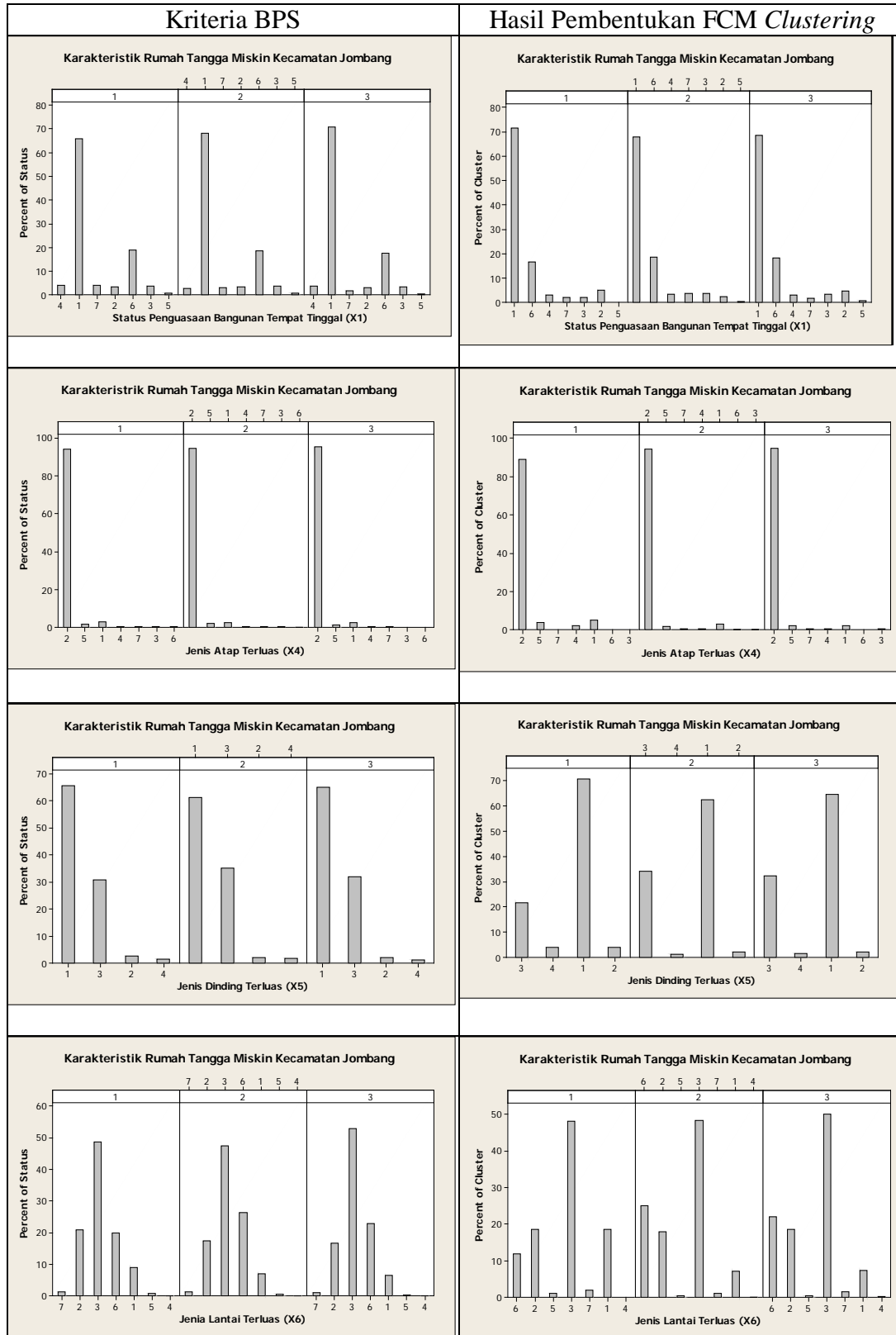
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇	X ₁₈
X ₁	1	0,054	0,013	0,049	0,002	-0,060	0,039	-0,036	0,014	0,026	-0,087	0,030	0,044	-0,044	-0,004	0,137	0,012	0,007
X ₂	0,054	1	0,182	0,036	-0,010	-0,036	0,063	-0,045	0,086	0,027	-0,053	-0,018	0,055	-0,021	-0,039	-0,008	0,011	0,025
X ₃	0,013	0,182	1	0,027	0,104	0,067	0,109	0,087	0,153	0,040	0,029	-0,018	-0,009	0,031	-0,024	-0,043	0,054	0,067
X ₄	0,049	0,036	0,027	1	-0,005	0,009	0,002	0,008	0,029	-0,005	0	0,005	-0,003	-0,023	0,020	0,028	-0,025	-0,008
X ₅	0,002	-0,010	0,104	-0,005	1	0,423	0,266	0,260	0,312	0,081	0,177	-0,061	-0,031	-0,016	0,004	-0,055	-0,022	0,025
X ₆	-0,060	-0,036	0,067	0,009	0,423	1	0,253	0,257	0,258	0,124	0,251	-0,067	-0,037	-0,011	0,022	-0,109	0,008	0,067
X ₇	0,039	0,063	0,109	0,002	0,266	0,253	1	0,506	0,346	0,147	0,148	-0,080	-0,032	-0,018	-0,005	-0,089	-0,027	0,046
X ₈	-0,036	-0,045	0,087	0,008	0,260	0,257	0,506	1	0,223	0,113	0,184	-0,071	-0,039	0,029	0,009	0,101	-0,002	0,035
X ₉	0,014	0,086	0,153	0,029	0,312	0,258	0,346	0,223	1	0,097	0,154	-0,070	-0,007	-0,045	0,030	-0,035	-0,028	0,079
X ₁₀	0,026	0,027	0,040	-0,005	0,081	0,124	0,147	0,113	0,097	1	0,122	-0,002	-0,071	-0,006	-0,002	-0,094	0,096	0,065
X ₁₁	-0,087	-0,053	0,029	0	0,177	0,251	0,148	0,184	0,154	0,122	1	-0,055	-0,070	-0,059	0,079	-0,236	0,165	0,079
X ₁₂	0,030	-0,018	-0,018	0,005	-0,061	-0,067	-0,080	-0,071	-0,070	-0,002	-0,055	1	0,100	0,053	0,020	0,078	-0,139	-0,109
X ₁₃	0,044	0,005	-0,009	-0,003	-0,031	-0,037	-0,032	-0,039	-0,007	-0,071	-0,070	0,100	1	-0,047	0,036	0,089	-0,063	-0,086
X ₁₄	0,044	-0,021	0,031	-0,023	-0,016	-0,011	-0,018	0,029	-0,045	-0,006	-0,059	0,053	-0,047	1	-0,093	0,035	-0,104	-0,060
X ₁₅	-0,004	-0,039	-0,024	0,020	0,004	0,022	-0,005	0,009	0,030	-0,002	0,079	0,020	0,036	-0,093	1	-0,044	0,057	0,025
X ₁₆	0,137	-0,008	-0,043	0,028	-0,055	-0,109	-0,089	-0,101	-0,035	-0,094	-0,236	0,078	0,089	0,035	-0,044	1	-0,305	-0,130
X ₁₇	0,012	0,011	0,054	-0,025	-0,022	0,008	-0,027	-0,002	-0,028	0,096	0,165	-0,139	-0,063	-0,104	0,057	-0,305	1	0,290
X ₁₈	0,007	0,025	0,067	-0,008	0,025	0,067	0,046	0,035	0,079	0,065	0,079	-0,109	-0,086	-0,060	0,025	-0,130	0,290	1

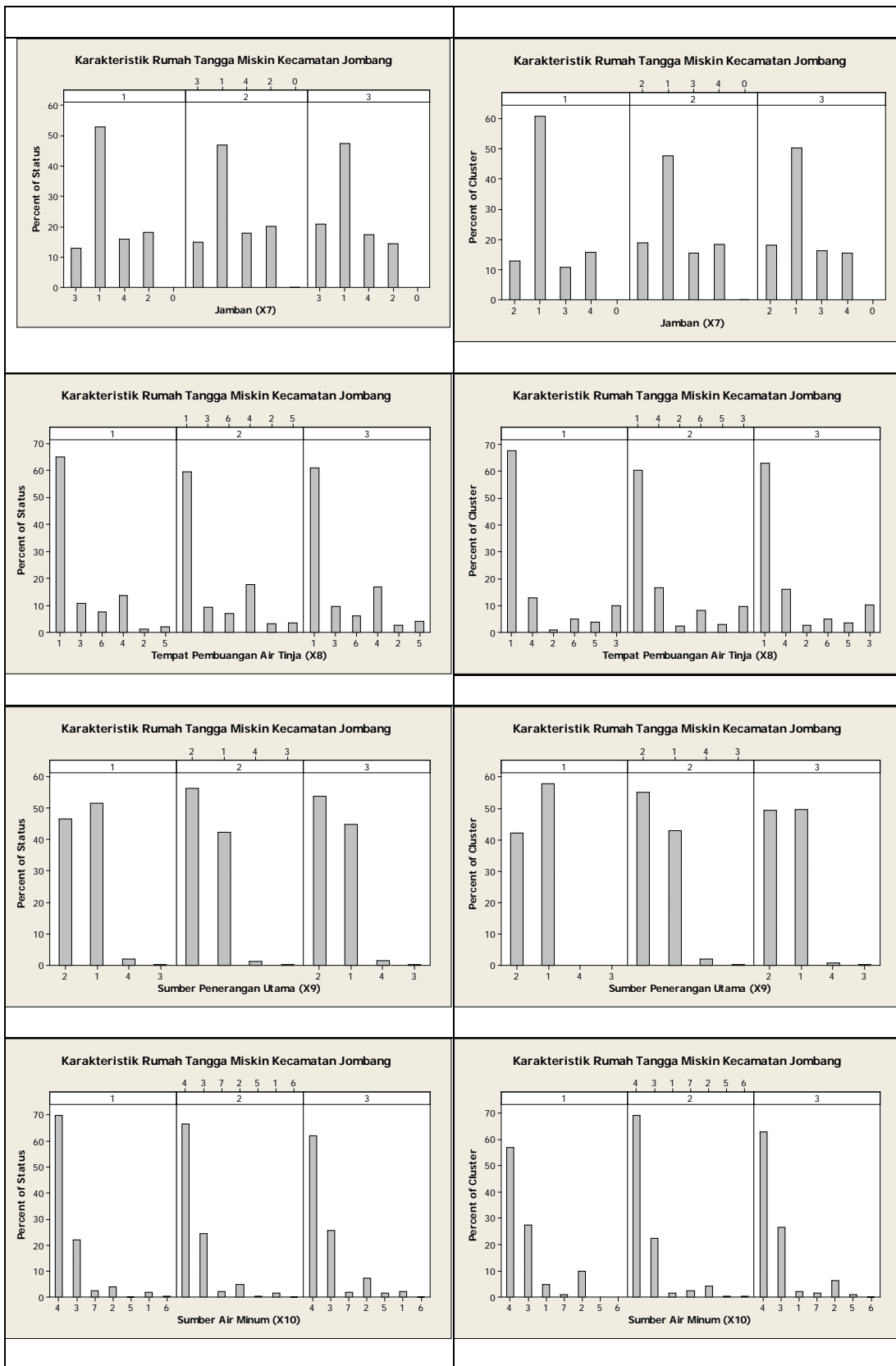
Lampiran 3 - Uji Wilk's Lambda untuk Mengetahui Perbedaan Antar Cluster

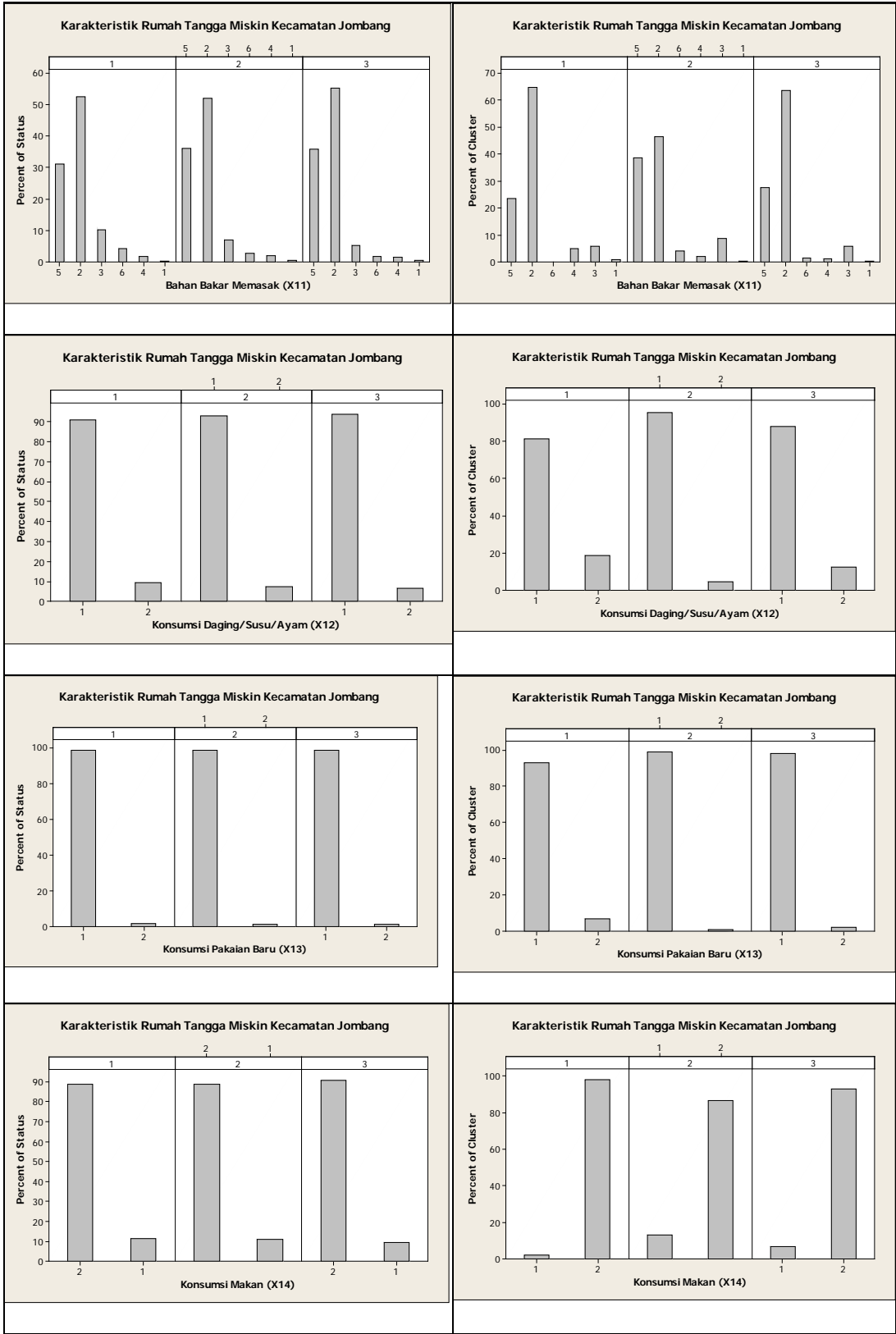
Tests of Equality of Group Means					
	Wilks' Lambda	F	df1	df2	Sig.
X1	.999	2.000	2	4148	.135
X2	.998	3.221	2	4148	.040
X3	.993	15.177	2	4148	.000
X4	1.000	.532	2	4148	.587
X5	.999	1.220	2	4148	.295
X6	.997	7.122	2	4148	.001
X7	.998	4.193	2	4148	.015
X8	.998	4.438	2	4148	.012
X9	.993	14.439	2	4148	.000
X10	.992	16.436	2	4148	.000
X11	.973	56.635	2	4148	.000
X12	.977	49.849	2	4148	.000
X13	.994	12.933	2	4148	.000
X14	.989	23.650	2	4148	.000
X15	.999	2.031	2	4148	.131
X16	.931	154.741	2	4148	.000
X17	.605	1352.228	2	4148	.000
X18	.210	7790.367	2	4148	.000

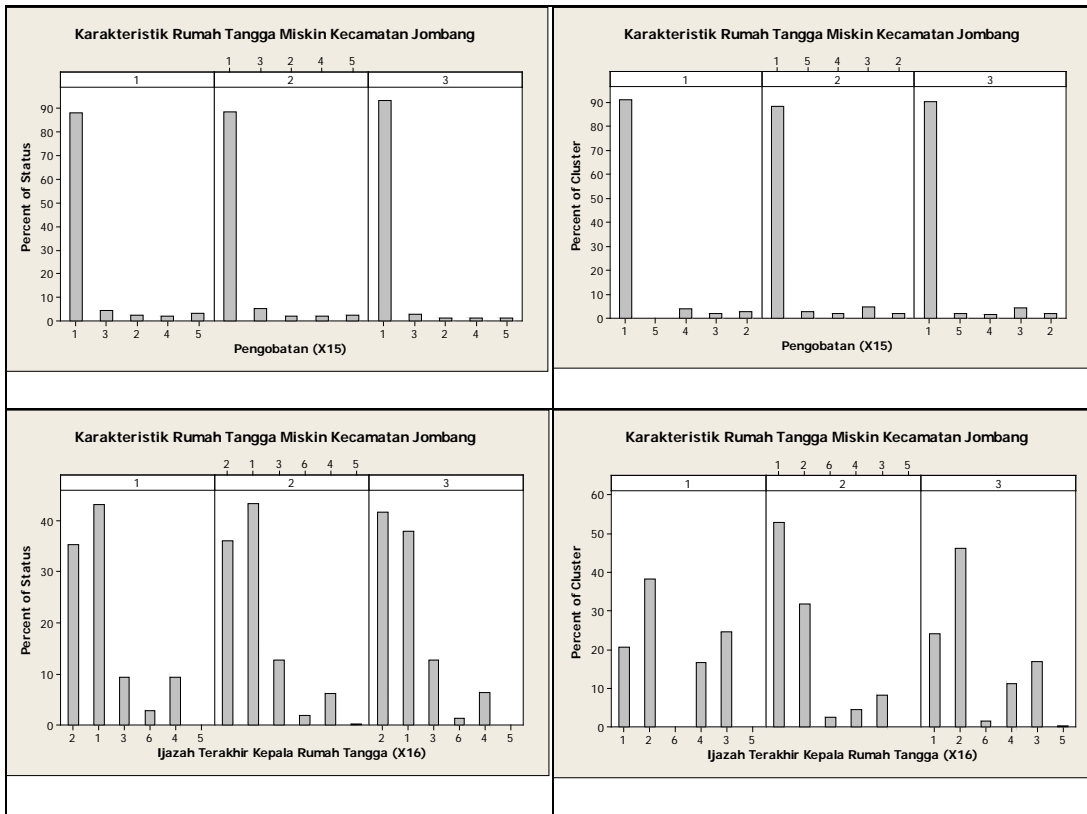
Lampiran 4 - Karakteristik Rumah Tangga Miskin Kecamatan Jombang

a. Variabel Tipe Kategorik









b. Variabel Tipe Kontinu

Descriptive Statistics Status Hampir Miskin: X2; X3; X17; X18

Variable	Total Count	Mean	StDev	Minimum	Maximum
X2	1283	95,41	221,86	0	6500
X3	1283	36,00	43,42	0	900
X17	1283	207171	229314	0	1800000
X18	1283	333016	1271843	0	15000000

Descriptive Statistics Status Miskin: X2; X3; X17; X18

Variable	Total Count	Mean	StDev	Minimum	Maximum
X2	2023	103,67	158,85	0	4000
X3	2023	36,453	38,731	0	600
X17	2023	249469	250013	0	1600000
X18	2023	467699	1384015	0	16000000

Descriptive Statistics Status Sangat Miskin: X2; X3; X17; X18

Variable	Total Count	Mean	StDev	Minimum	Maximum
X2	845	94,42	114,59	0	1004
X3	845	37,35	33,68	0	480
X17	845	311098	261875	0	2250000
X18	845	552308	1520872	0	15000000

Descriptive Statistics Cluster Pertama: X2; X3; X17; X18

Variable	Total Count	Mean	StDev	Minimum	Maximum
X2	102	121,6	167,4	0	1004
X3	102	45,76	38,90	0	300
X17	102	563333	57029	0	2250000
X18	102	7971569	2948263	4400000	16000000

Descriptive Statistics Cluster Kedua: X2; X3; X17; X18

Variable	Total Count	Mean	StDev	Minimum	Maximum
X2	2610	94,27	178,26	0	6500
X3	2610	33,999	37,769	0	900
X17	2610	129603	153999	0	520000
X18	2610	40696	84443	0	400000

Descriptive Statistics Cluster Ketiga: X2; X3; X17; X18

Variable	Total Count	Mean	StDev	Minimum	Maximum
X2	1439	106,64	165,43	0	4000
X3	1439	40,36	41,59	0	600
X17	1439	443107	237238	0	1800000
X18	1439	639889	731719	0	4200000

Lampiran 5 - M File Algoritma Program Aplikasi GUI MATLAB untuk *Methods of Successive Interval*

```

function varargout = Gui_Transformasi_Data(varargin)

% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                  'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @Gui_Transformasi_Data_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn',  @Gui_Transformasi_Data_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn',  [], ...
                  'gui_Callback',   []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargin
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT

function Gui_Transformasi_Data_OpeningFcn(hObject, eventdata,
handles, varargin)
handles.output = hObject;
guidata(hObject, handles);

handles.gambar=imread('ITS.jpg');
axes(handles.axes1);
imshow(handles.gambar);

function varargout = Gui_Transformasi_Data_OutputFcn(hObject,
eventdata, handles)
varargout{1} = handles.output;

% Load Data Bertipe Kategorik
function Load_Data_Kategorik_pushbutton_Callback(hObject,
eventdata, handles)
FileName,PathName] = uigetfile('*.xls','Pilih File .xls');
if FileName==0
    return;
end
str=[PathName,FileName];
[data1 text]=xlsread(str);

data1=data1(:,1:length(data1(1,:)));
[a1 b1] = size(data1);
[a b] = size(text);
coln=text(1,10:b,1);
set(handles.Data_Kategorik_uitable, 'Data',data1(:,6:b1), 'ColumnNam
e',coln);
handles.data1=data1;

```

```

handles.text=text;
guidata(hObject, handles);

function Keluar_pushbutton_Callback(hObject, eventdata, handles)
close

function Reset_pushbutton_Callback(hObject, eventdata, handles)
set(handles.Data_Kategorik_uitable, 'data', '', 'ColumnName', '');
set(handles.Data_Kontinu_uitable, 'data', '', 'ColumnName', '');
set(handles.Data_Transformasi_uitable, 'data', '', 'ColumnName', '');

function Hasil_Proses_pushbutton_Callback(hObject, eventdata,
handles)
Data_Hasil_Transformasi

% Load Data Bertipe Kontinu
function Load_Data_Kontinu_pushbutton_Callback(hObject, eventdata,
handles)
[FileName,PathName] = uigetfile('*.xls','Pilih File .xls');
if FileName==0
    return;
end
str=[PathName,FileName];
[data2 text2]=xlsread(str);

data2=data2(:,1:length(data2(1,:)));
[a1 b1] = size(data2);
[a b] = size(text2);
coln=text2(1,10:b,1);
set(handles.Data_Kontinu_uitable, 'Data', data2(:,6:b1), 'ColumnName'
,coln);

handles.data2=data2;
handles.text2=text2;
guidata(hObject, handles);

% Proses Menggabungkan Data Kontinu dan Data Kategorik yang telah
ditransformasi
function Proses_pushbutton_Callback(hObject, eventdata, handles)
data1=handles.data1;
data2=handles.data2;
[a1 b1] = size(data1);
[a2 b2] = size(data2);
text=handles.text;
[a b] = size(text);
A = data1(:,6:b1);
A2 = data2(:,6:b2);
A_new = transformasi_data_new(A);
coln=text(1,10:b,1);
set(handles.Data_Transformasi_uitable, 'Data', A_new, 'ColumnName', co
ln);
xlswrite('data kategorik perhitungan.xls',A);
xlswrite('data transformasi.xls',A_new);
xlswrite('data kontinu perhitungan.xls',A2);

```

Lampiran 6 - M File Transformasi Data

```
function A_new = transformasi_data_new(A)

[a b] = size(A);

% kategorik
k = max(A);

% menghitung frekuensi
j=1;
while j<=b
    h=1; t=1;
    while h<=k(j)
        f = 0;
        for i=1:a
            if A(i,j)==h
                f = f + t;
            end
        end
        frekuensi(h) = f;
        h=h+1;
    end

    Proporsi = frekuensi./a;
    h=1;
    while h<=k(j)
        h1=1;
        Proporsi_Kumulatif = 0;
        while h1<=h
            Proporsi_Kumulatif = Proporsi_Kumulatif + Proporsi(h1);
            h1 = h1+1;
        end
        pk(h) = Proporsi_Kumulatif;
        h=h+1;
    end

    % Menghitung CDF(A), PDF(A), dan invers CDF(A)
    Z = icdf('Normal',pk(1:(h-2)),0,1);
    delta = pdf('Normal',Z,0,1);

    % Menghitung SV dan Score
    for i=1:h-1
        if i==1
            SV(i) = delta(i)/pk(i);
        elseif i==(h-1)
            SV(i) = -delta(i-1)/(pk(i)-pk(i-1));
        else
            SV(i) = (delta(i)-delta(i-1))/(pk(i)-pk(i-1));
        end
    end

    for i=1:h-1
        Score(i) = SV(i) + abs(min(SV)) + 1;
    end

    % Hasil transformasi data
    h2=1;
    while h2<=h-1
        for i=1:a
            if A(i,j)==h2
                A_new(i,j) = Score(h2);
            end
        end
        h2=h2+1;
    end
    j=j+1;
end
```

Lampiran 7 - M File Algoritma Program Aplikasi GUI MATLAB FCM untuk Data Gabungan Kategorik dan Kontinu

```

function varargout = FCM_Mixed_Data(varargin)

% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                  'gui_Singleton',   gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn',  @FCM_Mixed_Data_OpeningFcn,
                  ...
                  'gui_OutputFcn',  @FCM_Mixed_Data_OutputFcn,
                  ...
                  'gui_LayoutFcn',   [] , ...
                  'gui_Callback',    []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargin
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT

% --- Executes just before FCM_Mixed_Data is made visible.

function FCM_Mixed_Data_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles,
varargin)
handles.output = hObject;
guidata(hObject, handles);

handles.gambar=imread('ITS.jpg');
axes(handles.axes3);
imshow(handles.gambar);

function varargout = FCM_Mixed_Data_OutputFcn(hObject, eventdata,
handles)
varargout{1} = handles.output;

function Jumlah_Iterasi_edit_Callback(hObject, eventdata, handles)
function Jumlah_Iterasi_edit_CreateFcn(hObject, eventdata,
handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function Fungsi_Objektif_edit_Callback(hObject, eventdata,
handles)
function Fungsi_Objektif_edit_CreateFcn(hObject, eventdata,
handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))

```



```

    set(hObject, 'BackgroundColor', 'white');
end

function Rasio_edit_Callback(hObject, eventdata, handles)
function Rasio_edit_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject, 'BackgroundColor'),
get(0, 'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject, 'BackgroundColor', 'white');
end

function XB_edit_Callback(hObject, eventdata, handles)
function XB_edit_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject, 'BackgroundColor'),
get(0, 'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject, 'BackgroundColor', 'white');
end

function Keluar_pushbutton_Callback(hObject, eventdata, handles)
close

function Reset_pushbutton_Callback(hObject, eventdata, handles)
set(handles.Hasil_Pengelompokan_uitable, 'data', '', 'ColumnName', '')
;
set(handles.Derajat_Keanggotaan_uitable, 'data', '', 'ColumnName', '')
;
set(handles.c_edit, 'String', '');
set(handles.epsilon_edit, 'String', '');
set(handles.Fungsi_Objektif_edit, 'String', '');
set(handles.Jumlah_Iterasi_edit, 'String', '');
set(handles.Rasio_edit, 'String', '');
set(handles.XB_edit, 'String', '');
set(handles.Jumlah_Iterasi_Maksimum_edit, 'String', '');
set(handles.m_edit, 'String', '');

axes(handles.axes1);
plot(0);
grid off;
hold off;

axes(handles.axes2);
plot(0);
grid off;
hold off;

% Memasukkan jumlah kelompok
function c_edit_Callback(hObject, eventdata, handles)
function c_edit_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject, 'BackgroundColor'),
get(0, 'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject, 'BackgroundColor', 'white');
end

% Memasukkan weighting exponent
function m_edit_Callback(hObject, eventdata, handles)
function m_edit_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)

```

```

if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% Memasukkan batas toleransi
function epsilon_edit_Callback(hObject, eventdata, handles)
function epsilon_edit_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% Memasukkan iterasi maksimum
function Jumlah_Iterasi_Maksimum_edit_Callback(hObject, eventdata,
handles)
function Jumlah_Iterasi_Maksimum_edit_CreateFcn(hObject,
eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% Memulai Algoritma FCM
function Running_Procces_pushbutton_Callback(hObject, eventdata,
handles)
% Load Data
X = xlsread('data hasil gabungan.xls');
[n m2] = size(X);
% Weighting Exponent
m = str2double(get(handles.m_edit,'String'));
% Jumlah Kelompok
c = str2double(get(handles.c_edit,'String'));
% Batas toleransi
error_toleransi = str2double(get(handles.epsilon_edit,'String'));
% Iterasi Maksimum
Jumlah_Iterasi_Maksimum =
str2double(get(handles.Jumlah_Iterasi_Maksimum_edit,'String'));

J = 1; J0 = 0;
Error(1) = abs(J - J0);

% Membangkitkan elemen matriks partisi awal
for z=1:c
    r(z)= rand(1,1);
    g(z)= rand(1,1);
    b(z)= rand(1,1);
    k(z)= rand(1,1);
end

for i=1:c
    for j=1:n
        if i<c
            u(i,j,1) = rand(1)./(c-1);
        else
            u(i,j,1) = 1 - sum(u(1:(c-1),j,1));
        end
    end
end

```

```

        end
    end
end

% Menghitung fungsi objektif iterasi pertama
t=1; t1=1; Fungsi_Objektif_Old = 0;
while t<=Jumlah_Iterasi_Maksimum
    t=t+1;
    J0 = J;

% Menghitung pusat cluster ke-i
i=1; C1 = zeros(1,m2);
while i<=c
    Jumlah = zeros(1,m2);
    Jumlah2 = 0;
    for j=1:n
        Jumlah = Jumlah + (u(i,j,t-1).^m).*X(j,:);
        Jumlah2 = Jumlah2 + u(i,j,t-1).^m;
    end
    C = Jumlah./Jumlah2;
    C1 = [C1; C];
    i = i+1;
end

for i=1:c
    for j=1:m2
        Ci(i,j,t) = C1(i+1,j);
    end
end

% Menghitung fungsi objektif iterasi ke-t
for i=1:c
    for j=1:n
        Jumlah = 0;
        for k=1:m2
            Jumlah = Jumlah + (abs(Ci(i,k,t) - X(j,k))).^m2;
        end
        d(i,j) = Jumlah.^(1/m2);
    end
end

J = 0;
for i=1:c
    for j=1:m2
        J = J + (u(i,j,t-1).^m)*d(i,j)^2;
    end
end
Fungsi_Objektif_Old = [Fungsi_Objektif_Old J];

% Menghitung perubahan matriks partisi
for i=1:c
    for j=1:n
        Jumlah = 0;
        for k=1:c
            Jumlah = Jumlah + (d(i,j)/d(k,j))^(2/(m-1));
        end
    end
end

```

```

        end
        u(i,j,t) = 1/Jumlah;
    end
end

% Iterasi untuk mendapatkan fungsi objektif minimum
Error(t1)= abs(J - J0);
if Error(t1)>=error_toleransi
    t1=t1+1;
    J_new = J;
end
end

if t1>t-1
    t1=t1-1;
end

if Error(t1)<error_toleransi
    set(handles.Ukuran_Hasil_text, 'String', 'Hasil sudah
optimal. ');
else
    set(handles.Ukuran_Hasil_text, 'String', 'Hasil belum
optimal. ');
end

% Kelompok
h = Kelas(d);

% Rasio SW/SB
%hitung SW
stdg = grpstats(X,h, 'std');
SW = (1/c)*(sum(stdg));
%hitung SB
rata = mean(X);
ratag = grpstats(X,h, 'mean');
SB=sqrt((1/(c-1))*(sum((ratag-((ones(size(ratag, 1),
1))*rata)).^2)));
%hitung rasio_edit SW/SB
Rasio = SW/SB;

% Indeks XB
N = size(u,2);
XB = J./(N*min(d.^2));

% Fungsi Objektif
Fungsi_Objektif = Fungsi_Objektif_Old(1,2:t-1);
axes(handles.axes1);
plot(Fungsi_Objektif);
title('Grafik Fungsi Objektif');

% Ukuran Hasil
set(handles.Jumlah_Iterasi_edit, 'String', num2str(t1));
set(handles.Fungsi_Objektif_edit, 'String', num2str(J_new));
set(handles.Rasio_edit, 'String', num2str(Rasio));
set(handles.XB_edit, 'String', num2str(XB(1)));

```

```

% Menampilkan Hasil Pengelompokan
Columnname = {'Kelompok'};
for i=1:n
    Rowname(i) = {sprintf('Data %d',i)};
end
set(handles.Hasil_Pengelompokan_uitable,'Data',h','RowName',...
    Rowname,'ColumnName',Columnname);

% Menampilkan Derajat Keanggotaan
for i=1:n
    Rowname(i) = {sprintf('Data %d',i)};
end
for i=1:c
    Columnname(i) = {sprintf('Cluster %d',i)};
end
set(handles.Derajat_Keanggotaan_uitable,'Data',u(:, :, t) ','RowName '
',...
    Rowname,'ColumnName',Columnname);
A = xlsread('data kategorik perhitungan.xls');
A2 = xlsread('data kontinu perhitungan.xls');
A_Gabung = Penggabungan_Hasil_FCM_dan_Data_Awal(h,A,A2);
xlswrite('data Gabungan Cluster.xls',A_Gabung);

```

Lampiran 8 - Hasil Pengolahan MARS dengan Respon Hasil FCM *Clustering* Perbandingan Data *Training* dan Data *Testing* 90 : 10 Kombinasi Nilai BF = 36, MI = 2, dan MO = 1

a. DATA TRAINING

VARIABLES IN RECT FILE ARE:

Y	X1	X2	X3	X4
X5	X6	X7	X8	X9
X10	X11	X12	X13	X14
X15	X16	X17	X18	

D:\MARS-CART\MARS 2.0\Data Training FCM-MARS (90-10).SAV[spsswin]: 3735 RECORDS

MARS VERSION 2.0.0.19

READING DATA, UP TO 945635 RECORDS.

RECORDS READ: 3735

RECORDS KEPT IN LEARNING SAMPLE: 3735

LEARNING SAMPLE STATISTICS

=====

VARIABLE	MEAN	SD	N	SUM
Y	0.987	0.114	3735.000	3686.000
X1	2.333	2.120	3735.000	8712.000
X2	96.091	177.685	3735.000	358901.000
X3	34.232	38.858	3735.000	127858.000
X4	2.066	0.586	3735.000	7715.000
X5	1.742	0.978	3735.000	6508.000
X6	3.442	1.628	3735.000	12856.000
X7	2.015	1.154	3735.000	7525.000
X8	2.196	1.661	3735.000	8202.000
X9	1.586	0.578	3735.000	5925.000
X10	3.695	0.822	3735.000	13799.000
X11	3.265	1.464	3735.000	12195.000
X12	1.079	0.270	3735.000	4030.000
X13	1.015	0.120	3735.000	3790.000
X14	1.892	0.311	3735.000	7065.000
X15	1.271	0.843	3735.000	4747.000
X16	1.912	1.073	3735.000	7142.000
X17	240725.033	244895.210	3735.000	.899108E+09
X18	343135.207	1046431.509	3735.000	.128161E+10

AUTOMATIC LEVEL SETTINGS

NAME	LEVELS	MINIMUM
X1	7	1
X4	7	1
X5	4	1
X6	7	1
X7	4	1
X8	6	1
X9	4	1
X10	7	1
X11	6	1
X12	2	1
X13	2	1
X14	2	1
X15	5	1
X16	6	1

Ordinal Response

	min	Q25	Q50	Q75	max
Y	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Ordinal Predictor Variables: 4

	min	Q25	Q50	Q75	max
X2	0.000	28.000	56.000	112.000	6500.000
X3	0.000	12.000	30.000	45.000	900.000
X17	0.000	0.000	200000.000	400000.000	2250000.000
X18	0.000	0.000	0.000	300000.000	.160000E+08

Categorical Predictor Variables: 14

	Variable	NLEV	Actual	Internal	Counts	
1	X1	7	1.	1	2527	
			2.	2	126	
			3.	3	133	
			4.	4	126	
			5.	5	21	
			6.	6	689	
			7.	7	113	
4	X4	7	1.	1	101	
			2.	2	3523	
			3.	3	8	
			4.	4	12	
			5.	5	68	
			6.	6	5	
			7.	7	18	
5	X5	4	1.	1	2337	
			2.	2	78	
			3.	3	1265	
			4.	4	55	
6	X6	7	1.	1	277	
			2.	2	687	
			3.	3	1815	
			4.	4	3	
			5.	5	19	
			6.	6	885	
			7.	7	49	
7	X7	4	1.	1	1810	
			2.	2	710	
			3.	3	565	
			4.	4	650	
8	X8	6	1.	1	2282	
			2.	2	89	
			3.	3	369	
			4.	4	610	
			5.	5	115	
			6.	6	270	
9	X9	4	1.	1	1661	
			2.	2	2013	
			3.	3	6	
			4.	4	55	
10	X10	7	1.	1	60	
			2.	2	173	
			3.	3	885	
			4.	4	2511	
			5.	5	21	
			6.	6	6	
			7.	7	79	
11	X11	6	1.	1	14	
			2.	2	1962	
			3.	3	295	
			4.	4	65	
			5.	5	1282	
			6.	6	117	
12	X12	2	1.	2	3440	295
13	X13	2	1.	2	3680	55
14	X14	2	1.	2	405	3330
15	X15	5	1.	1	3322	
			2.	2	78	
			3.	3	165	
			4.	4	76	
			5.	5	94	
16	X16	6	1.	1	1595	

2.	2	1371
3.	3	429
4.	4	260
5.	5	2
6.	6	78

Forward Stepwise Knot Placement

=====

BasFn(s)	GCV	IndBsFns	EfPrms	Variable	Knot	Parent	BsF
0	0.013	0.0	1.0				
2 1	0.003	2.0	6.0	X18	1799999.875		
4 3	0.002	3.0	10.0	X18	7000000.000		
6 5	0.001	4.0	14.0	X18	3300000.000		
8 7	.718169E-03	5.0	18.0	X18	5350000.500		
10 9	.223077E-03	6.0	22.0	X18	4000000.000		
12 11	.754197E-04	7.0	26.0	X18	4500000.000		
14 13	.728633E-04	8.0	30.0	X18	5000000.000		
16 15	.723632E-04	9.0	34.0	X10	0100000		
18 17	.581400E-04	11.0	39.0	X18	4200000.000	X10	15
20 19	.257132E-04	12.0	43.0	X10	0100000	X18	9
22 21	-.115528E-14	13.0	47.0	X10	0100000	X18	14
24 23	-.163632E-14	14.0	51.0	X10	1010001	X18	1
26 25	-.191745E-14	15.0	55.0	X18	200000.016	X10	15
28 27	-.206349E-14	16.0	59.0	X18	.140000E+08	X10	16
30 29	-.230391E-14	17.0	63.0	X18	.107000E+08	X10	16
32 31	-.247980E-14	19.0	68.0	X3	5.000	X18	3
34 33	-.250661E-14	21.0	73.0	X17	150000.000	X18	3
36 35	-.252722E-14	22.0	77.0	X18	300000.000	X10	15

- Model 1 of 22
- Model 2 of 22
- Model 3 of 22
- Model 4 of 22
- Model 5 of 22
- Model 6 of 22
- Model 7 of 22
- Model 8 of 22
- Model 9 of 22
- Model 10 of 22
- Model 11 of 22
- Model 12 of 22
- Model 13 of 22
- Model 14 of 22
- Model 15 of 22
- Model 16 of 22
- Model 17 of 22
- Model 18 of 22
- Model 19 of 22
- Model 20 of 22
- Model 21 of 22
- Model 22 of 22

Piecewise Linear GCV = 0.005, #efprms = 4.455

Final Model (After Backward Stepwise Elimination)

=====

Basis Fun	Coefficient	Variable	Parent	Knot
0	1.000			
9	-.199994E-05	X18		4000000.000
11	.199993E-05	X18		4500000.000
15	-0.399	X10		
17	-.199881E-05	X18	X10	4200000.000
18	-.499338E-06	X18	X10	4200000.000
19	.199873E-05	X10	X18	
21	.499335E-06	X10	X18	

Piecewise Linear GCV = .672889E-10, #efprms = 25.182

ANOVA Decomposition on 7 Basis Functions

=====

fun	std. dev.	-gcv	#bsfns	#efprms	variable	
1	0.114	0.012	2	6.909	X18	
2	0.084	.279408E-04	1	3.455	X10	
3	0.085	.841340E-04	4	13.818	X10	X18

Piecewise Cubic Fit on 7 Basis Functions, GCV = .632302E-03

Relative Variable Importance

=====

Variable	Importance	-gcv
18 X18	100.000	0.013
10 X10	8.062	.848944E-04
1 X1	0.000	.582477E-06
2 X2	0.000	.582477E-06
3 X3	0.000	.582477E-06
4 X4	0.000	.582477E-06
5 X5	0.000	.582477E-06
6 X6	0.000	.582477E-06
7 X7	0.000	.582477E-06
8 X8	0.000	.582477E-06
9 X9	0.000	.582477E-06
11 X11	0.000	.582477E-06
12 X12	0.000	.582477E-06
13 X13	0.000	.582477E-06
14 X14	0.000	.582477E-06
15 X15	0.000	.582477E-06
16 X16	0.000	.582477E-06
17 X17	0.000	.582477E-06

ORDINARY LEAST SQUARES RESULTS

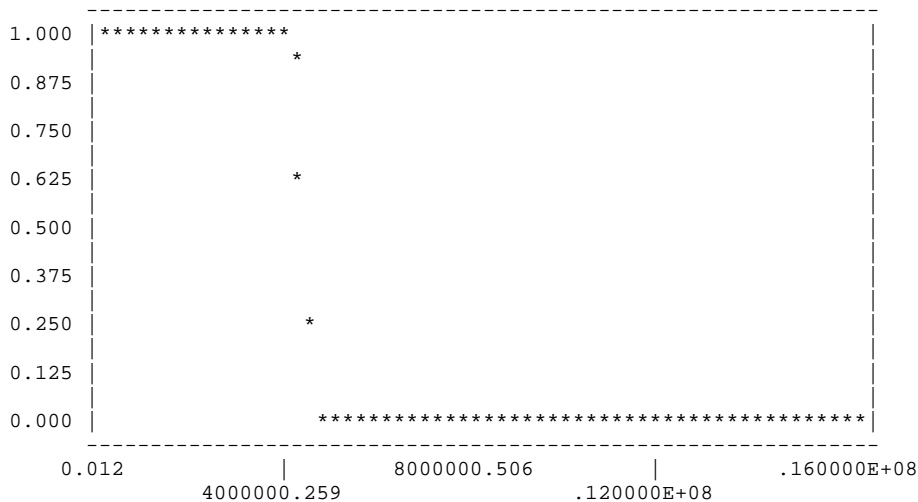
=====

N: 3735.000 R-SQUARED: 1.000
 MEAN DEP VAR: 0.987 ADJ R-SQUARED: 1.000
 UNCENTERED R-SQUARED = R-0 SQUARED: 1.000

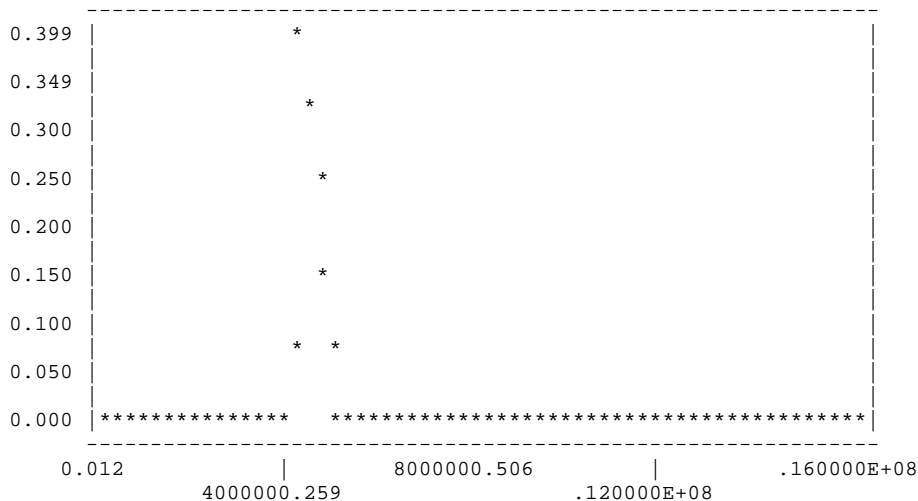
PARAMETER	ESTIMATE	S.E.	T-RATIO	P-VALUE
Constant	1.000	.165899E-08	.602776E+09	.999201E-15
Basis Function 9	-.200000E-05	.441993E-13	-.452496E+08	.999201E-15
Basis Function 11	.200000E-05	.480391E-13	.416328E+08	.999201E-15
Basis Function 15	-0.400	.122754E-06	-3258555.971	.999201E-15
Basis Function 17	-.200000E-05	.411420E-12	-4861212.065	.999201E-15
Basis Function 18	-.500000E-06	.144370E-12	-3463314.361	.999201E-15
Basis Function 19	.200000E-05	.409974E-12	4878353.192	.999201E-15
Basis Function 21	.500000E-06	.143961E-12	3473162.526	.999201E-15

The Following Graphics Are Piecewise Linear

PURE ORDINAL CONTRIBUTION:
 CURVE 1: X18 , max = 1.0000



CATEGORICAL - ORDINAL INTERACTION:
 X10 = 0 1 0 0 0 0
 CURVE 2: X18 , max = 0.39941



2 curves and 0 surfaces.

Basis Functions
 =====

```
BF9 = max(0, X18 - 4000000.000);
BF11 = max(0, X18 - 4500000.000);
BF14 = max(0, 5000000.000 - X18 );
BF15 = ( X10 = 2);
BF17 = max(0, X18 - 4200000.000) * BF15;
BF18 = max(0, 4200000.000 - X18 ) * BF15;
BF19 = ( X10 = 2) * BF9;
BF21 = ( X10 = 2) * BF14;

Y = 1.000 - .199994E-05 * BF9 + .199993E-05 * BF11 - 0.399 * BF15
    - .199881E-05 * BF17 - .499338E-06 * BF18 + .199873E-05 * BF19
    + .499335E-06 * BF21;
```

model Y = BF9 BF11 BF15 BF17 BF18 BF19 BF21;

=====

LEARNING SAMPLE CLASSIFICATION TABLE

=====

Actual Class	Predicted Class		Actual Total
	0	1	
0	49.000	0.000	49.000
1	0.000	3686.000	3686.000
Pred. Tot.	49.000	3686.000	3735.000
Correct	1.000	1.000	
Success Ind.	0.987	0.013	
Tot. Correct	1.000		
Sensitivity:	1.000	Specificity:	1.000
False Reference:	0.000	False Response:	0.000
Reference = Class 0, Response = Class 1			

b. DATA TESTING

VARIABLES IN RECT FILE ARE:

Y	X1	X2	X3	X4
X5	X6	X7	X8	X9
X10	X11	X12	X13	X14
X15	X16	X17	X18	

D:\MARS-CART\MARS 2.0\Data Testing FCM-MARS (90-10).SAV[spsswin]: 416 RECORDS.

READING DATA, UP TO 945635 RECORDS.

RECORDS READ: 416

RECORDS KEPT IN LEARNING SAMPLE: 416

LEARNING SAMPLE STATISTICS

=====

VARIABLE	MEAN	SD	N	SUM
Y	0.873	0.334	416.000	363.000
X1	2.243	2.113	416.000	933.000
X2	127.529	130.095	416.000	53052.000
X3	56.781	37.399	416.000	23621.000
X4	2.058	0.548	416.000	856.000
X5	1.582	0.907	416.000	658.000
X6	3.380	1.575	416.000	1406.000
X7	1.974	1.160	416.000	821.000
X8	2.070	1.567	416.000	861.000
X9	1.483	0.613	416.000	617.000
X10	3.548	0.871	416.000	1476.000
X11	3.228	1.459	416.000	1343.000
X12	1.048	0.214	416.000	436.000
X13	1.017	0.129	416.000	423.000
X14	1.897	0.305	416.000	789.000
X15	1.214	0.748	416.000	505.000
X16	1.990	1.050	416.000	828.000
X17	323305.288	272115.232	416.000	.134495E+09
X18	1342560.096	2888809.109	416.000	.558505E+09

=====
 TEST SAMPLE CLASSIFICATION TABLE
 =====

Actual Class	Predicted Class		Actual Total
	0	1	
0	53.000	0.000	53.000
1	0.000	363.000	363.000
Pred. Tot.	53.000	363.000	416.000
Correct	1.000	1.000	
Success Ind.	0.873	0.127	
Tot. Correct	1.000		
Sensitivity:	1.000	Specificity:	1.000
False Reference:	0.000	False Response:	0.000
Reference = Class 0, Response = Class 1			

 SAVE FILE CREATED.
 416 RECORDS WRITTEN TO SAVE FILE.

PREDICTION STATISTICS
 =====

Minimum: -.176929E-03
 Maximum: 1.000
 Mean: 0.874
 Standard Deviation: 0.332

**Lampiran 9 - Hasil Pengolahan MARS dengan Respon Kriteria BPS
Perbandingan Data *Training* dan Data *Testing* 90 : 10
Kombinasi Nilai BF = 72, MI = 3, dan MO = 3**

a. DATA TRAINING

VARIABLES IN RECT FILE ARE:

Y	X1	X2	X3	X4
X5	X6	X7	X8	X9
X10	X11	X12	X13	X14
X15	X16	X17	X18	

D:\MARS-CART\MARS 2.0\Data Training BPS-MARS (90-10).SAV[spsswin]: 3735 RECORDS

MARS VERSION 2.0.0.19

READING DATA, UP TO 945635 RECORDS.

RECORDS READ: 3735

RECORDS KEPT IN LEARNING SAMPLE: 3735

LEARNING SAMPLE STATISTICS

=====

VARIABLE	MEAN	SD	N	SUM
Y	0.662	0.473	3735.000	2473.000
X1	2.333	2.120	3735.000	8712.000
X2	96.091	177.685	3735.000	358901.000
X3	34.232	38.858	3735.000	127858.000
X4	2.066	0.586	3735.000	7715.000
X5	1.742	0.978	3735.000	6508.000
X6	3.442	1.628	3735.000	12856.000
X7	2.015	1.154	3735.000	7525.000
X8	2.196	1.661	3735.000	8202.000
X9	1.586	0.578	3735.000	5925.000
X10	3.695	0.822	3735.000	13799.000
X11	3.265	1.464	3735.000	12195.000
X12	1.079	0.270	3735.000	4030.000
X13	1.015	0.120	3735.000	3790.000
X14	1.892	0.311	3735.000	7065.000
X15	1.271	0.843	3735.000	4747.000
X16	1.912	1.073	3735.000	7142.000
X17	240725.033	244895.210	3735.000	.899108E+09
X18	343135.207	1046431.509	3735.000	.128161E+10

AUTOMATIC LEVEL SETTINGS

NAME	LEVELS	MINIMUM
X1	7	1
X4	7	1
X5	4	1
X6	7	1
X7	4	1
X8	6	1
X9	4	1
X10	7	1
X11	6	1
X12	2	1
X13	2	1
X14	2	1
X15	5	1
X16	6	1

Ordinal Response					
	min	Q25	Q50	Q75	max
Y	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000

Ordinal Predictor Variables: 4					
	min	Q25	Q50	Q75	max
X2	0.000	28.000	56.000	112.000	6500.000
X3	0.000	12.000	30.000	45.000	900.000
X17	0.000	0.000	200000.000	400000.000	2250000.000
X18	0.000	0.000	0.000	300000.000	.160000E+08

Categorical Predictor Variables: 14

Variable NLEV			Actual	Internal	Counts			
1	X1	7	1.	1	2527			
			2.	2	126			
			3.	3	133			
			4.	4	126			
			5.	5	21			
			6.	6	689			
			7.	7	113			
4	X4	7	1.	1	101			
			2.	2	3523			
			3.	3	8			
			4.	4	12			
			5.	5	68			
			6.	6	5			
			7.	7	18			
5	X5	4	1.	1	2337			
			2.	2	78			
			3.	3	1265			
			4.	4	55			
6	X6	7	1.	1	277			
			2.	2	687			
			3.	3	1815			
			4.	4	3			
			5.	5	19			
			6.	6	885			
			7.	7	49			
7	X7	4	1.	1	1810			
			2.	2	710			
			3.	3	565			
			4.	4	650			
8	X8	6	1.	1	2282			
			2.	2	89			
			3.	3	369			
			4.	4	610			
			5.	5	115			
			6.	6	270			
9	X9	4	1.	1	1661			
			2.	2	2013			
			3.	3	6			
			4.	4	55			
10	X10	7	1.	1	60			
			2.	2	173			
			3.	3	885			
			4.	4	2511			
			5.	5	21			
			6.	6	6			
			7.	7	79			
11	X11	6	1.	1	14			
			2.	2	1962			
			3.	3	295			
			4.	4	65			
			5.	5	1282			
			6.	6	117			
12	X12	2	1.	2.	1	2	3440	295
13	X13	2	1.	2.	1	2	3680	55
14	X14	2	1.	2.	1	2	405	3330

15	X15	5	1.	1	3322
			2.	2	78
			3.	3	165
			4.	4	76
			5.	5	94
16	X16	6	1.	1	1595
			2.	2	1371
			3.	3	429
			4.	4	260
			5.	5	2
			6.	6	78

Forward Stepwise Knot Placement

=====

BasFn(s)	GCV	IndBsFns	EfPrms	Variable	Knot	Parent	BsF
0	0.224	0.0	1.0				
2 1	0.221	2.0	6.0	X18	150000.016		
4 3	0.218	3.0	10.0	X9	0110		
6 5	0.217	4.0	14.0	X8	010110		
8 7	0.217	5.0	18.0	X11	001001		
10 9	0.216	6.0	22.0	X16	000101		
11	0.215	7.0	26.0	X17	-0.003	X16	10
13 12	0.215	8.0	30.0	X15	10100	X11	7
15 14	0.215	9.0	34.0	X10	0001000	X11	7
17 16	0.215	11.0	39.0	X2	1004.000	X16	10
19 18	0.215	12.0	43.0	X1	0111001	X8	5
21 20	0.215	13.0	47.0	X7	0010	X10	14
23 22	0.215	14.0	51.0	X8	001000	X15	12
25 24	0.215	15.0	55.0	X1	0101010	X10	14
27 26	0.215	17.0	60.0	X3	30.000	X8	5
29 28	0.215	19.0	65.0	X3	80.000	X9	4
31 30	0.215	20.0	69.0	X10	0011010	X3	26
33 32	0.215	21.0	73.0	X6	0000110	X9	4
35 34	0.214	22.0	77.0	X10	1111100	X6	32
37 36	0.214	24.0	82.0	X17	50000.004	X6	33
39 38	0.214	25.0	86.0	X8	001100	X16	9
41 40	0.214	26.0	90.0	X15	01100	X8	39
43 42	0.214	27.0	94.0	X11	100110	X8	39
45 44	0.214	28.0	98.0	X7	0011	X3	26
47 46	0.214	29.0	102.0	X10	0100100	X9	3
49 48	0.214	30.0	106.0	X7	0011	X10	47
51 50	0.214	31.0	110.0	X4	1100010	X16	9
53 52	0.214	32.0	114.0	X1	0001101	X9	3
55 54	0.214	33.0	118.0	X8	001000	X1	52
57 56	0.214	34.0	122.0	X15	00100	X10	15
59 58	0.214	35.0	126.0	X8	000101	X2	17
61 60	0.214	36.0	130.0	X15	10001	X8	6
63 62	0.215	38.0	135.0	X2	10.000	X15	61
65 64	0.215	39.0	139.0	X12	10	X2	17
67 66	0.215	40.0	143.0	X10	1010001	X3	28
69 68	0.215	41.0	147.0	X6	1001100	X16	10
71 70	0.215	42.0	151.0	X1	0101000	X6	68
72	0.215	43.0	155.0	X15	01100	X6	68

- Model 1 of 43
- Model 2 of 43
- Model 3 of 43
- Model 4 of 43
- Model 5 of 43
- Model 6 of 43
- Model 7 of 43
- Model 8 of 43
- Model 9 of 43
- Model 10 of 43
- Model 11 of 43
- Model 12 of 43
- Model 13 of 43
- Model 14 of 43
- Model 15 of 43

Model 16 of 43
 Model 17 of 43
 Model 18 of 43
 Model 19 of 43
 Model 20 of 43
 Model 21 of 43
 Model 22 of 43
 Model 23 of 43
 Model 24 of 43
 Model 25 of 43
 Model 26 of 43
 Model 27 of 43
 Model 28 of 43
 Model 29 of 43
 Model 30 of 43
 Model 31 of 43
 Model 32 of 43
 Model 33 of 43
 Model 34 of 43
 Model 35 of 43
 Model 36 of 43
 Model 37 of 43
 Model 38 of 43
 Model 39 of 43
 Model 40 of 43
 Model 41 of 43
 Model 42 of 43
 Model 43 of 43

Piecewise Linear GCV = 0.220, #efprms = 4.581

Final Model (After Backward Stepwise Elimination)

=====

Basis	Fun	Coefficient	Variable	Parent	Knot
0		0.709			
1		.366447E-07	X18		150000.016
2		-.355250E-06	X18		150000.016
3		0.142	X9		
5		0.131	X8		
7		-0.237	X11		
11		.147298E-06	X17	X16	-0.003
12		0.305	X15	X11	
14		-0.236	X10	X11	
17		-.201038E-03	X2	X16	1004.000
18		-0.144	X1	X8	
24		0.180	X1	X10	
26		-0.017	X3	X8	30.000
27		-0.005	X3	X8	30.000
29		0.001	X3	X9	80.000
30		0.016	X10	X3	
32		-0.585	X6	X9	
34		0.700	X10	X6	
42		0.229	X11	X8	
46		0.191	X10	X9	
48		0.074	X7	X10	
50		-0.318	X4	X16	
54		-0.470	X8	X1	
56		-0.482	X15	X10	
63		0.028	X2	X15	10.000
70		-0.350	X1	X6	

Piecewise Linear GCV = 0.212, #efprms = 90.535

ANOVA Decomposition on 25 Basis Functions

=====

fun	std. dev.	-gcv	#bsfns	#efprms	variable	
1	0.052	0.214	2	7.163	X18	
2	0.071	0.213	1	3.581	X9	
3	0.054	0.213	1	3.581	X8	
4	0.074	0.212	1	3.581	X11	
5	0.035	0.213	1	3.581	X16	X17
6	0.091	0.213	1	3.581	X11	X15
7	0.061	0.213	1	3.581	X10	X11
8	0.058	0.212	1	3.581	X2	X16
9	0.023	0.212	1	3.581	X1	X8
10	0.185	0.213	2	7.163	X3	X8
11	0.040	0.212	1	3.581	X3	X9
12	0.133	0.212	1	3.581	X6	X9
13	0.032	0.213	1	3.581	X9	X10
14	0.089	0.213	1	3.581	X4	X16
15	0.025	0.212	1	3.581	X1	X10
					X11	
16	0.173	0.213	1	3.581	X3	X8
					X10	
17	0.158	0.212	1	3.581	X6	X9
					X10	
18	0.027	0.212	1	3.581	X8	X11
					X16	
19	0.031	0.212	1	3.581	X7	X9
					X10	
20	0.033	0.213	1	3.581	X1	X8
					X9	
21	0.022	0.212	1	3.581	X10	X11
					X15	
22	0.023	0.212	1	3.581	X2	X8
					X15	
23	0.023	0.212	1	3.581	X1	X6
					X16	

Piecewise Cubic Fit on 25 Basis Functions, GCV = 0.213

Relative Variable Importance

=====

	Variable	Importance	-gcv
9	X9	100.000	0.216
16	X16	74.572	0.214
10	X10	66.224	0.214
11	X11	65.594	0.214
18	X18	64.084	0.214
8	X8	62.480	0.214
4	X4	55.396	0.213
1	X1	50.748	0.213
6	X6	37.789	0.213
17	X17	37.575	0.213
15	X15	37.386	0.213
2	X2	29.110	0.212
7	X7	28.005	0.212
3	X3	24.463	0.212
5	X5	0.000	0.212
12	X12	0.000	0.212
13	X13	0.000	0.212
14	X14	0.000	0.212

ORDINARY LEAST SQUARES RESULTS
 =====

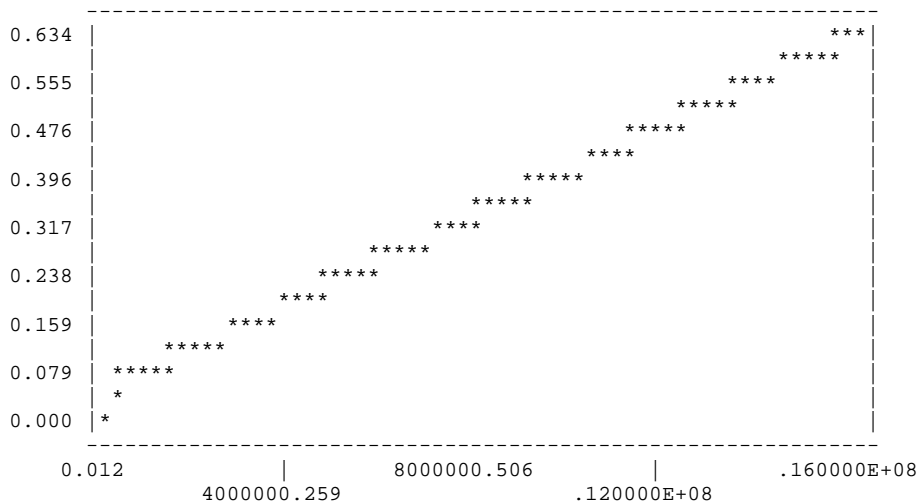
N: 3735.000 R-SQUARED: 0.097
 MEAN DEP VAR: 0.662 ADJ R-SQUARED: 0.091
 UNCENTERED R-SQUARED = R-0 SQUARED: 0.695

PARAMETER	ESTIMATE	S.E.	T-RATIO	P-VALUE
Constant	0.709	0.056	12.636	.999201E-15
Basis Function 1	.366447E-07	.765528E-08	4.787	.176028E-05
Basis Function 2	-.355250E-06	.115241E-06	-3.083	0.002
Basis Function 3	0.142	0.027	5.250	.160961E-06
Basis Function 5	0.131	0.025	5.252	.158710E-06
Basis Function 7	-0.237	0.074	-3.196	0.001
Basis Function 11	.147298E-06	.360651E-07	4.084	.451571E-04
Basis Function 12	0.305	0.072	4.243	.225760E-04
Basis Function 14	-0.236	0.051	-4.626	.384843E-05
Basis Function 17	-.201038E-03	.583765E-04	-3.444	.579912E-03
Basis Function 18	-0.144	0.049	-2.909	0.004
Basis Function 24	0.180	0.061	2.929	0.003
Basis Function 26	-0.017	0.004	-4.086	.448457E-04
Basis Function 27	-0.005	0.002	-3.287	0.001
Basis Function 29	0.001	.452475E-03	3.177	0.002
Basis Function 30	0.016	0.004	3.891	.101500E-03
Basis Function 32	-0.585	0.185	-3.165	0.002
Basis Function 34	0.700	0.187	3.740	.187109E-03
Basis Function 42	0.229	0.068	3.363	.779907E-03
Basis Function 46	0.191	0.046	4.111	.402076E-04
Basis Function 48	0.074	0.021	3.537	.410230E-03
Basis Function 50	-0.318	0.060	-5.263	.149909E-06
Basis Function 54	-0.470	0.104	-4.505	.685686E-05
Basis Function 56	-0.482	0.165	-2.920	0.004
Basis Function 63	0.028	0.009	3.051	0.002
Basis Function 70	-0.350	0.113	-3.092	0.002

F-STATISTIC = 16.022 S.E. OF REGRESSION = 0.451
 P-VALUE = .999201E-15 RESIDUAL SUM OF SQUARES = 754.146
 [MDF,NDF] = [25, 3709] REGRESSION SUM OF SQUARES = 81.444

The Following Graphics Are Piecewise Linear

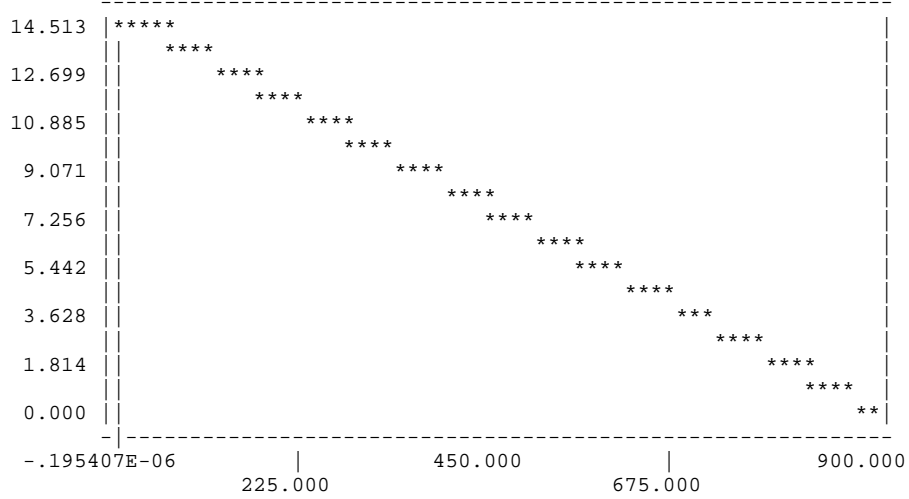
PURE ORDINAL CONTRIBUTION:
 CURVE 1: X18 , max = 0.63411



CATEGORICAL - ORDINAL INTERACTION:

X8 = 0 1 0 1 1 0

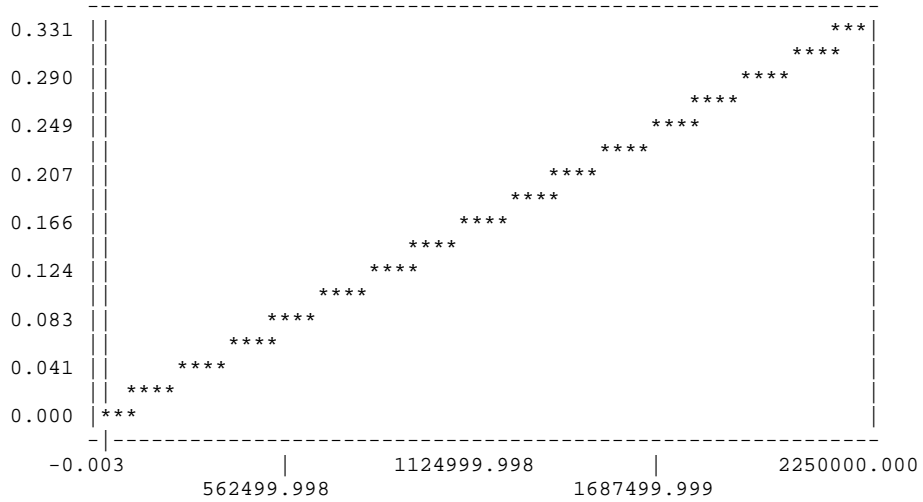
CURVE 2: X3 , max = 14.513



CATEGORICAL - ORDINAL INTERACTION:

X16 = 1 1 1 0 1 0

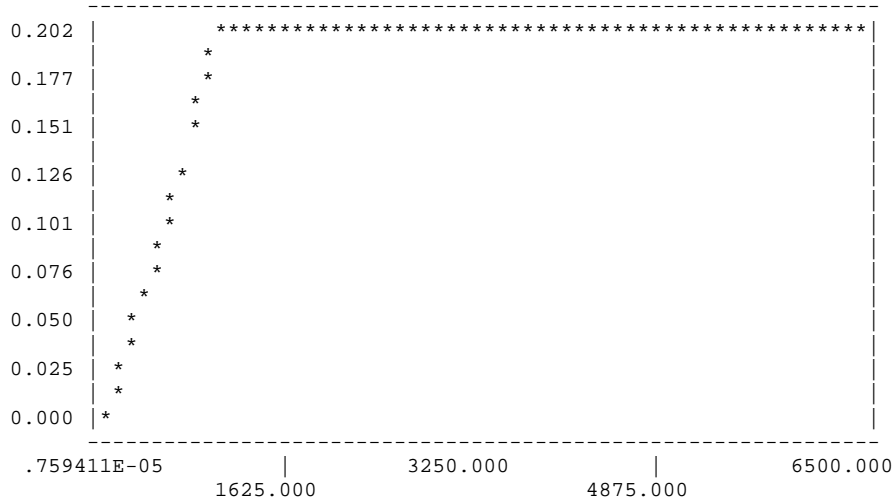
CURVE 3: X17 , max = 0.33142



CATEGORICAL - ORDINAL INTERACTION:

X16 = 1 1 1 0 1 0

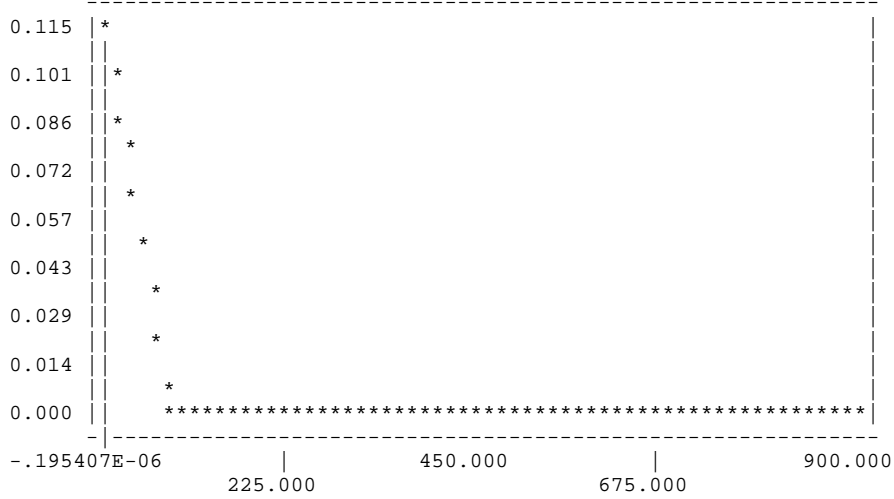
CURVE 4: X2 , max = 0.20184



CATEGORICAL - ORDINAL INTERACTION:

X9 = 1 0 0 1

CURVE 5: X3 , max = 0.11499

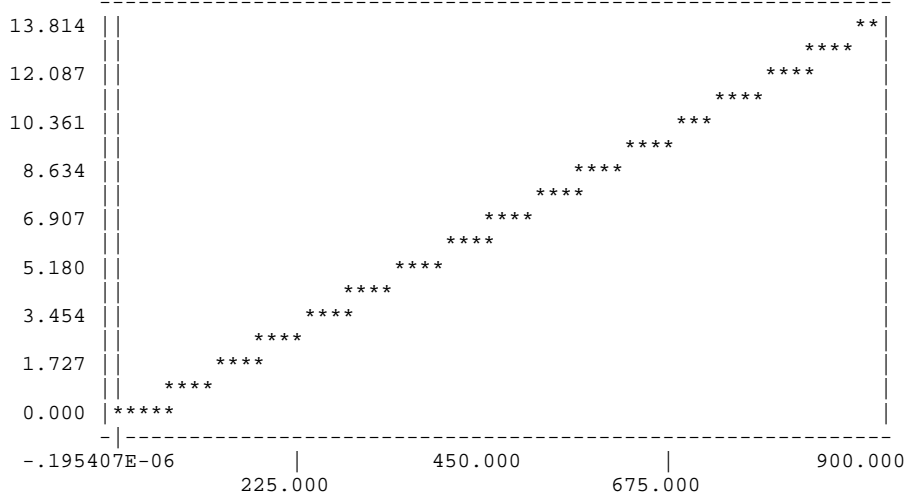


CATEGORICAL - ORDINAL INTERACTION:

X8 = 0 1 0 1 1 0

X10 = 0 0 1 1 0 1 0

CURVE 6: X3 , max = 13.814

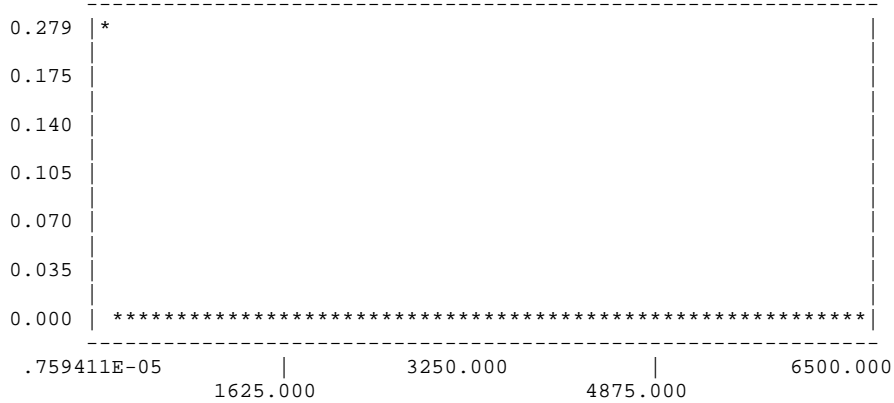


CATEGORICAL - ORDINAL INTERACTION:

X8 = 1 0 1 0 0 1

X15 = 0 1 1 1 0

CURVE 7: X2 , max = 0.27923



7 curves and 0 surfaces.

Basis Functions

=====

```

BF1 = max(0, X18 - 150000.016);
BF2 = max(0, 150000.016 - X18 );
BF3 = ( X9 = 2 OR X9 = 3);
BF4 = ( X9 = 1 OR X9 = 4);
BF5 = ( X8 = 2 OR X8 = 4 OR X8 = 5);
BF6 = ( X8 = 1 OR X8 = 3 OR X8 = 6);
BF7 = ( X11 = 3 OR X11 = 6);
BF9 = ( X16 = 4 OR X16 = 6);
BF10 = ( X16 = 1 OR X16 = 2 OR X16 = 3 OR X16 = 5);
BF11 = max(0, X17 + 0.003) * BF10;
BF12 = ( X15 = 1 OR X15 = 3) * BF7;
BF14 = ( X10 = 4) * BF7;
BF15 = ( X10 = 1 OR X10 = 2 OR X10 = 3 OR X10 = 5 OR X10 = 6
OR X10 = 7) * BF7;
BF17 = max(0, 1004.000 - X2 ) * BF10;
BF18 = ( X1 = 2 OR X1 = 3 OR X1 = 4 OR X1 = 7) * BF5;
BF24 = ( X1 = 2 OR X1 = 4 OR X1 = 6) * BF14;
BF26 = max(0, X3 - 30.000) * BF5;
BF27 = max(0, 30.000 - X3 ) * BF5;
BF29 = max(0, 80.000 - X3 ) * BF4;
BF30 = ( X10 = 3 OR X10 = 4 OR X10 = 6) * BF26;
BF32 = ( X6 = 5 OR X6 = 6) * BF4;
BF34 = ( X10 = 1 OR X10 = 2 OR X10 = 3 OR X10 = 4 OR X10 = 5) * BF32;
BF39 = ( X8 = 1 OR X8 = 2 OR X8 = 5 OR X8 = 6) * BF9;
BF42 = ( X11 = 1 OR X11 = 4 OR X11 = 5) * BF39;
BF46 = ( X10 = 2 OR X10 = 5) * BF3;
BF47 = ( X10 = 1 OR X10 = 3 OR X10 = 4 OR X10 = 6 OR X10 = 7) * BF3;
BF48 = ( X7 = 3 OR X7 = 4) * BF47;
BF50 = ( X4 = 1 OR X4 = 2 OR X4 = 6) * BF9;
BF52 = ( X1 = 4 OR X1 = 5 OR X1 = 7) * BF3;
BF54 = ( X8 = 3) * BF52;
BF56 = ( X15 = 3) * BF15;
BF61 = ( X15 = 2 OR X15 = 3 OR X15 = 4) * BF6;
BF63 = max(0, 10.000 - X2 ) * BF61;
BF68 = ( X6 = 1 OR X6 = 4 OR X6 = 5) * BF10;
BF70 = ( X1 = 2 OR X1 = 4) * BF68;

```

```

Y = 0.709 + .366447E-07 * BF1 - .355250E-06 * BF2 + 0.142 * BF3
+ 0.131 * BF5 - 0.237 * BF7 + .147298E-06 * BF11
+ 0.305 * BF12 - 0.236 * BF14 - .201038E-03 * BF17
- 0.144 * BF18 + 0.180 * BF24 - 0.017 * BF26
- 0.005 * BF27 + 0.001 * BF29 + 0.016 * BF30
- 0.585 * BF32 + 0.700 * BF34 + 0.229 * BF42
+ 0.191 * BF46 + 0.074 * BF48 - 0.318 * BF50
- 0.470 * BF54 - 0.482 * BF56 + 0.028 * BF63
- 0.350 * BF70;

```

```

model Y = BF1 BF2 BF3 BF5 BF7 BF11 BF12 BF14 BF17 BF18 BF24 BF26 BF27 BF29
BF30 BF32 BF34 BF42 BF46 BF48 BF50 BF54 BF56 BF63 BF70;

```

LEARNING SAMPLE CLASSIFICATION TABLE

=====

Actual Class	Predicted Class		Actual Total
	0	1	
0	726.000	536.000	1262.000
1	792.000	1681.000	2473.000
Pred. Tot.	1518.000	2217.000	3735.000
Correct	0.575	0.680	
Success Ind.	0.237	0.018	
Tot. Correct	0.644		
Sensitivity:	0.575	Specificity:	0.680
False Reference:	0.522	False Response:	0.242
Reference = Class 0, Response = Class 1			

b. DATA TESTING

READING DATA, UP TO 945635 RECORDS.

RECORDS READ: 416

RECORDS KEPT IN LEARNING SAMPLE: 416

LEARNING SAMPLE STATISTICS

=====

VARIABLE	MEAN	SD	N	SUM
Y	0.947	0.224	416.000	394.000
X1	2.243	2.113	416.000	933.000
X2	127.529	130.095	416.000	53052.000
X3	56.781	37.399	416.000	23621.000
X4	2.058	0.548	416.000	856.000
X5	1.582	0.907	416.000	658.000
X6	3.380	1.575	416.000	1406.000
X7	1.974	1.160	416.000	821.000
X8	2.070	1.567	416.000	861.000
X9	1.483	0.613	416.000	617.000
X10	3.548	0.871	416.000	1476.000
X11	3.228	1.459	416.000	1343.000
X12	1.048	0.214	416.000	436.000
X13	1.017	0.129	416.000	423.000
X14	1.897	0.305	416.000	789.000
X15	1.214	0.748	416.000	505.000
X16	1.990	1.050	416.000	828.000
X17	323305.288	272115.232	416.000	.134495E+09
X18	1342560.096	2888809.109	416.000	.558505E+09

TEST SAMPLE CLASSIFICATION TABLE

=====

Actual Class	Predicted Class		Actual Total
	0	1	
0	2.000	20.000	22.000
1	269.000	125.000	394.000
Pred. Tot.	271.000	145.000	416.000
Correct	0.091	0.317	
Success Ind.	0.038	-0.630	
Tot. Correct	0.305		

Sensitivity: 0.091 Specificity: 0.317
 False Reference: 0.993 False Response: 0.138
 Reference = Class 0, Response = Class 1

SAVE FILE CREATED.
 416 RECORDS WRITTEN TO SAVE FILE.

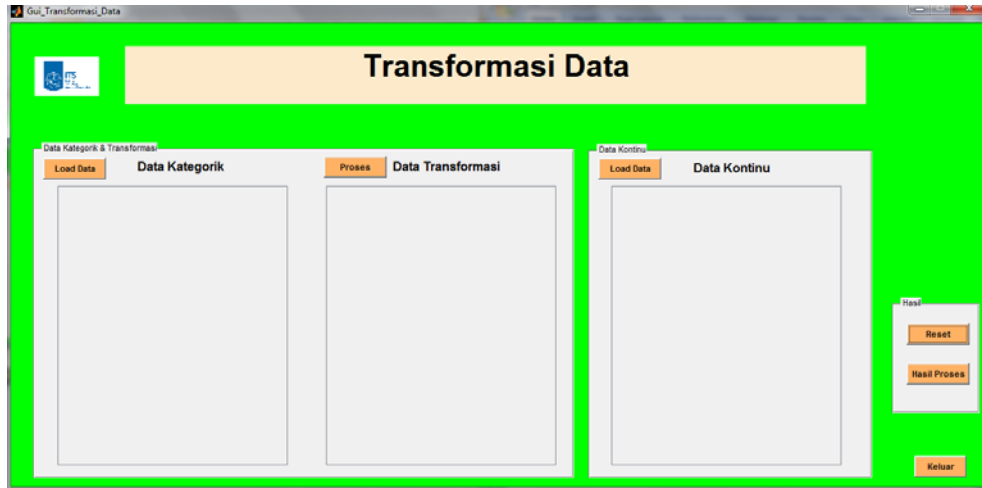
PREDICTION STATISTICS

=====

Minimum: 0.197
 Maximum: 1.333
 Mean: 0.713
 Standard Deviation: 0.184

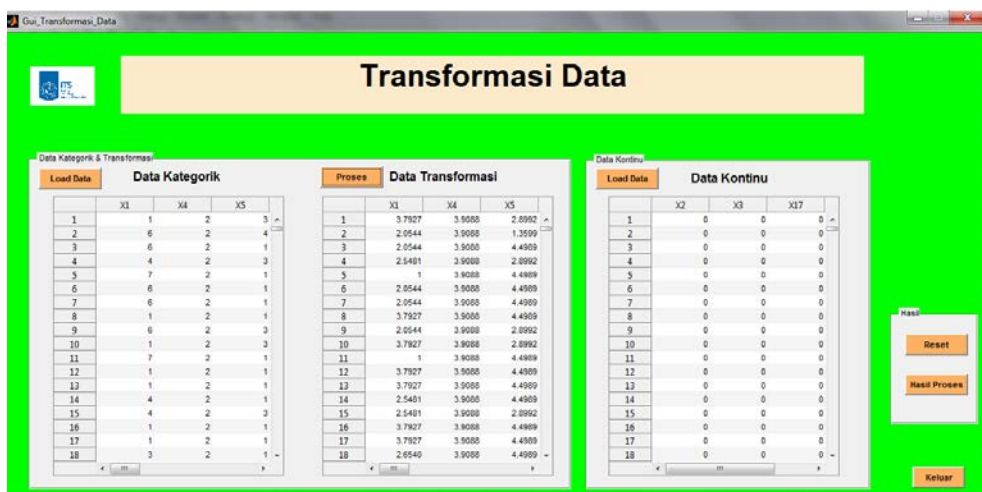
Lampiran 10 – Penggunaan Program Aplikasi GUI Matlab untuk FCM Data Bertipe Gabungan

Tampilan awal dari program aplikasi GUI untuk *Methods of Successive Interval* disajikan pada Gambar berikut.



Cara kerja program aplikasi GUI pada gambar di atas adalah :

1. Pertama, melakukan pengambilan data bertipe kategorik dengan mengklik tombol **Load Data**. Setelah itu akan tampil *window* untuk melakukan pencarian data. Ekstensi data yang didukung oleh aplikasi ini adalah *.xls. Jika *load data* berhasil, data akan tampil pada tabel **Data Kategorik**.
2. Kemudian klik tombol **Proses**. Hasil yang diperoleh seperti yang ditunjukkan gambar berikut.



- Data kategorik yang telah ditransformasikan digabungkan dengan 4 variabel penelitian yang memiliki data bertipe kontinu dengan mengklik tombol **Hasil Proses**. Hasil penggabungan terlihat pada gambar berikut.

Gabungan Data Kategorik yang sudah ditransformasi dan data kontinu

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
1	3.7927	0	0	3.9088	2.8992	2.3829	3.3835
2	2.0544	0	0	3.9088	1.3599	2.3829	4.4045
3	2.0544	0	0	3.9088	4.4989	4.5832	4.4045
4	2.5481	0	0	3.9088	2.8992	2.9166	2.9074
5	1	0	0	3.9088	4.4989	3.5850	4.4045
6	2.0544	0	0	3.9088	4.4989	3.5850	4.4045
7	2.0544	0	0	3.9088	4.4989	4.5832	2.9074
8	3.7927	0	0	3.9088	4.4989	2.3829	4.4045
9	2.0544	0	0	3.9088	2.8992	2.3829	3.3835
10	3.7927	0	0	3.9088	2.8992	2.3829	2.1077
11	1	0	0	3.9088	4.4989	3.5850	4.4045
12	3.7927	0	0	3.9088	4.4989	3.5850	2.9074
13	3.7927	0	0	3.9088	4.4989	2.3829	4.4045
14	2.5481	0	0	3.9088	4.4989	1	2.9074
15	2.5481	0	0	3.9088	2.8992	2.3829	2.1077
16	3.7927	0	0	3.9088	4.4989	3.5850	2.9074
17	3.7927	0	0	3.9088	4.4989	3.5850	4.4045
18	2.6540	0	0	3.9088	4.4989	2.3829	4.4045
19	3.7927	0	0	3.9088	2.8992	2.3829	4.4045

Next FCM

- Selanjutnya, klik tombol **Next FCM** dan akan muncul tampilan GUI FCM untuk Data Bertipe Gabungan Kategorik dan Kontinu.

Pada proses pengelompokkan dengan metode FCM digunakan paket pemrograman Matlab (R2011b) dan disusun dalam aplikasi GUI FCM untuk Data Gabungan Kategorik dan Kontinu. Tampilan awal aplikasi program ini dapat dilihat pada gambar berikut.

FCM_Mixed_Data

FCM untuk Data Gabungan Kategorik dan Kontinu

Input FCM

Jumlah Kelompok (c)

Weighting Exponent (m)

Datas Toleransi (epsilon)

Jumlah Iterasi Maksimum

Running Process

Ukuran Hasil

Jumlah Iterasi

Fungsi Objektif

Hasil Pengelompokan

	1	2
1		
2		
3		
4		

Derajat Keanggotaan

	1	2
1		
2		
3		
4		

Reset

Keluar

Rasio SW/SB

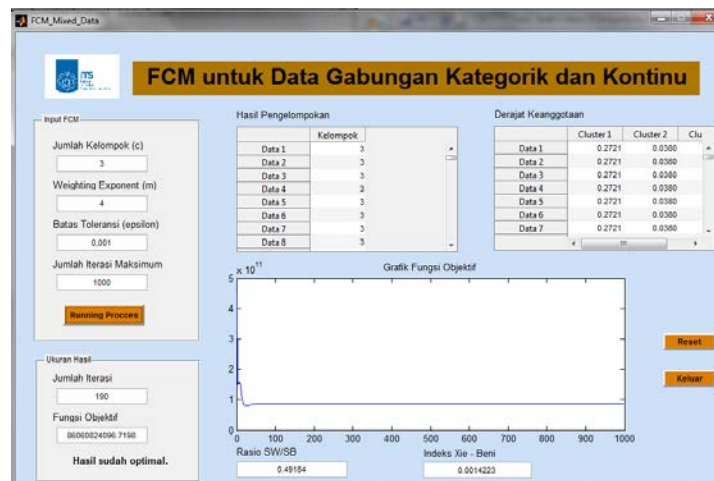
Indeks Xie - Beni

Aplikasi GUI ini terdiri dari beberapa objek, yaitu *panel*, *uitable*, *axes* dan *pushbutton*. Secara rinci dapat dijabarkan sebagai berikut:

- *Panel* Input, yang terdiri dari fungsi untuk menentukan jumlah kelompok (c), *weighting exponent* (m), batas toleransi (ϵ) dan jumlah iterasi maksimum. Dalam *panel* ini tidak ada fungsi untuk mengambil data (*load data*) karena data otomatis dipanggil setelah data telah diolah menggunakan program aplikasi GUI untuk *Methods of Successive Interval*.
- *Panel* Output untuk menampilkan ukuran hasil kelompok.
- *Panel* Output untuk menampilkan jumlah iterasi, nilai fungsi objektif, Rasio S_W/S_B dan indeks Xie-Beni saat proses FCM berhenti.
- *Uitable* yang berguna untuk menampilkan tabel matriks derajat keanggotaan dan tabel hasil pengelompokan.
- *Axes* yang berfungsi untuk menampilkan grafik fungsi objektif.
- *Pushbutton* keluar, yang berguna untuk keluar dan mengakhiri program dan reset untuk mengulang proses pengelompokan.

Cara kerja program aplikasi ini adalah sebagai berikut.

1. Saat muncul tampilan awal, masukkan jumlah kelompok (c), *weighting exponent* (m), batas toleransi (ϵ) dan jumlah iterasi maksimum.
2. Setelah itu, klik “Running Process” dan kemudian akan muncul tabel hasil pengelompokan, tabel derajat keanggotaan, grafik fungsi objektif, panel ukuran hasil dan panel rasio S_W/S_B dan indeks Xie-Beni. Tampilan akhir program ini terlihat pada gambar berikut dan hasilnya dapat dianalisa lebih lanjut.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”