



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**TUGAS AKHIR - IS184853**

**PERAMALAN JUMLAH KASUS PENYAKIT DIFTERI  
MENGUNAKAN METODE *TYPE-2 FUZZY LOGIC  
SYSTEMS***

***FORECASTING THE NUMBER OF DIPHTHERIA  
INCIDENCE USING TYPE-2 FUZZY LOGIC SYSTEMS  
METHOD***

MARIA FIRDAUSIAH  
05211540000095

Dosen Pembimbing  
Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom.

DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI  
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019



**TUGAS AKHIR - IS184853**

**PERAMALAN JUMLAH KASUS PENYAKIT  
DIFTERI MENGGUNAKAN METODE TYPE-2  
FUZZY LOGIC SYSTEMS**

**MARIA FIRDAUSIAH  
0521154000095**

**Dosen Pembimbing  
Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom**

**DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI  
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019**



**UNDERGRADUATE THESIS - IS184853**

**FORECASTING THE NUMBER OF DIPHTHERIA  
INCIDENCE USING TYPE-2 FUZZY LOGIC  
SYSTEMS METHOD**

**MARIA FIRDAUSIAH  
0521154000095**

**Supervisor  
Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom**

**INFORMATION SYSTEM DEPARTMENT  
Information Technology and Communication Faculty  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2019**



## LEMBAR PENGESAHAN

### PERAMALAN JUMLAH KASUS PENYAKIT DIFTERI MENGUNAKAN METODE *TYPE-2 FUZZY LOGIC* *SYSTEMS*

#### TUGAS AKHIR

Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer  
pada  
Departemen Sistem Informasi  
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**MARIA FIRDAUSIAH**

**NRP. 0521154000095**

Surabaya, Juli 2019

**KEPALA  
DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI**

**Mahendrawathi ER, S.T., M.Sc., Ph.D**

**NIP. 19761011 200604 2 001**



**LEMBAR PERSETUJUAN**

**PERAMALAN JUMLAH KASUS PENYAKIT DIFTERI  
MENGUNAKAN METODE *TYPE-2 FUZZY LOGIC*  
*SYSTEMS***

**TUGAS AKHIR**

Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer  
pada

Departemen Sistem Informasi  
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**MARIA FIRDAUSIAH**  
NRP. 0521154000095

Disetujui Tim Penguji : Tanggal Ujian : 10 Juli 2019  
Periode Wisuda : September 2019

**Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom.**

  
(Pembimbing I)

**Edwin Riksakomara, S.Kom., M.T.**

  
(Penguji I)

**Retno Aulia Vinarti, S.Kom., M.Kom., Ph.D** (Penguji II)







# PERAMALAN JUMLAH KASUS PENYAKIT DIFTERI MENGUNAKAN METODE *TYPE-2 FUZZY LOGIC SYSTEMS*

Nama Mahasiswa : Maria Firdausiah  
NRP : 0521154000095  
Departemen : Sistem Informasi FTIK-ITS  
Pembimbing I : Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom.

## ABSTRAK

*Difteri merupakan penyakit yang disebabkan oleh bakteri Corynebacterium Diphtheriae. Penyakit difteri merupakan penyakit menular sekaligus dapat menyebabkan kematian. Di Indonesia, kasus difteri banyak terjadi di Provinsi Jawa Timur bahkan hingga tergolong sebagai kejadian luar biasa. Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur melaporkan bahwa jumlah penderita difteri di Jawa Timur terus mengalami peningkatan sejak tahun 2015. Tercatat terdapat 265 kasus pada 2015 yang kemudian meningkat menjadi 345 kasus pada 2016. Puncaknya pada 2017 kasus difteri mencapai angka 489 kasus. Melihat fenomena ini maka diperlukan upaya pencegahan dan penanggulangan difteri di Jawa Timur. Salah satu upayanya adalah melakukan peramalan jumlah kasus difteri yang hasilnya diharapkan dapat digunakan dalam perencanaan dan pengambilan keputusan terkait pencegahan dan penanggulangan difteri.*

*Penelitian ini bertujuan melakukan peramalan kasus difteri menggunakan metode type-2 fuzzy logic systems. Metode type-2 fuzzy logic systems merupakan pengembangan dari metode type-1 fuzzy logic systems. Pada penelitian ini peramalan dilakukan dengan melibatkan beberapa variabel bebas seperti jumlah penderita difteri, persentase jumlah cakupan imunisasi, dan kepadatan penduduk. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data bulanan dari periode 2013 hingga 2018. Diharapkan melalui penelitian ini dapat dihasilkan model*

*peramalan terbaik dengan tingkat kesalahan yang rendah sehingga dapat bermanfaat untuk dinas terkait.*

*Hasil dari penelitian ini berupa peramalan kasus penyakit difteri untuk periode 2019 hingga 2020. Hasil dari evaluasi model yang dilakukan menunjukkan bahwa model terbaik yang dapat digunakan untuk meramalakan kasus difteri adalah model yang hanya melibatkan faktor jumlah penderita difteri. Hasil peramalan menggunakan metode type-2 fuzzy logic systems cukup baik dengan nilai akurasi pada Kabupaten Malang menunjukkan MSE sebesar 8.785 dan SMAPE sebesar 54.91%. Pada Kota Surabaya hasil akurasi peramalan memiliki nilai MSE sebesar 14.940 dan SMAPE sebesar 35.51%. Pada Kabupaten Sumenep hasil akurasi peramalan menunjukkan nilai MSE sebesar 2.188 dan SMAPE sebesar 67.63%.*

***Kata kunci: Difteri, Peramalan, Type-2 Fuzzy Logic System***

# FORECASTING THE NUMBER OF DIPHTHERIA INCIDENCE USING TYPE-2 FUZZY LOGIC SYSTEMS METHOD

**Name** : Maria Firdausiah  
**NRP** : 0521154000095  
**Department** : Information System FTIK-ITS  
**Supervisor** : Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom.

## ABSTRACT

*Diphtheria is a disease caused by Corynebacterium Diphtheriae. Diphtheria is an infectious disease that can cause death. In Indonesia, many cases of diphtheria occur in the province of East Java, even cause an outbreak. Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur reports that the number of diphtheria cases in East Java has continued to increase since 2015. It recorded 265 cases in 2015 which then increased to 345 cases in 2016. The peak was in 2017 when diphtheria cases reach 489 cases. Seeing this phenomenon requires a handling and prevention of diphtheria in East Java. One of the way is to forecast the number of diphtheria cases that can be expected to be used in planning and making related decisions for handling diphtheria. This research aim to forecast the case of diphtheria using type-2 fuzzy logic system. Type-2 fuzzy logic system is the development of the type-1 of fuzzy logic system. In this study forecasting was carried out by involving several independent variables such as the number of diphtheria sufferers, the percentage of immunization coverage, and population density. The data used in this study are monthly data from 2013 to 2018. It is expected that through this research the best forecasting model can be make with a low level of error that can be useful for related agencies. The results of this study are forecasting cases of diphtheria from 2019 to 2020. The results of the model evaluation conducted is that the best model that can be used to forecast diphtheria cases are models that only used one variable which is the number of diphtheria cases. The forecasting result using type-2 fuzzy logic*

*systems is quite good with accuracy value for Malang showed 8.785 for MSE and 54.91% for SMAPE. In Surabaya the results of the model accuracy has a MSE value of 14.940 and a SMAPE value of 35.51%. In Sumenep the results of model accuracy has a MSE value of 2.188 and SMAPE value of 67.63%.*

**Key Words:** *Diphtheria, Forecasting, Type-2 Fuzzy Logic System*

## KATA PENGANTAR

Syukur Allhamdulillah penulis panjatkan kepada Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang karena atas izin Allah SWT penulis dapat menyelesaikan buku Tugas Akhir yang sederhana ini dengan judul **‘PERAMALAN JUMLAH KASUS PENYAKIT DIFTERI MENGGUNAKAN METODE *TYPE-2 FUZZY LOGIC SYSTEMS*’** sebagai salah satu syarat kelulusan Departemen Sistem Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini, penulis mendapatkan banyak sekali arahan, bantuan, dukungan, semangat, serta doa dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis secara khusus ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT, yang selalu membimbing, memberi petunjuk serta pertolongan untuk penulis dalam segala aspek kehidupan. Hanya atas izin Allah SWT lah penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Karisudin dan Ibu Supiyati selaku orang tua penulis yang tak pernah putus mendoakan dan mendukung penulis. Ahmad Habib Hudzaifah dan Ummi Nadhira Zulfa selaku adik-adik penulis yang selalu menghibur penulis.
3. Ibu Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, mengajari, memberi arahan, motivasi dan dukungan untuk penulis dari awal hingga akhir pengerjaan tugas akhir ini.
4. Bapak Edwin Riksakomara, S.Kom., M.T. dan Ibu Retno Aulia Vinarti S.Kom, M.Kom. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan guna meningkatkan kualitas Tugas Akhir ini.
5. Bapak Hugeng selaku narasumber Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur yang telah memberikan banyak informasi berkaitan dengan penelitian pada Tugas Akhir ini.

6. Bapak Radityo Prasetyanto Wibowo S.Kom., M.Kom. selaku dosen wali penulis yang telah memberikan arahan selama masa perkuliahan penulis.
7. Bapak Andre Parvian Aristio selaku dosen yang selalu memberikan motivasi, dukungan, dan menghibur penulis serta telah mengajarkan banyak hal pada penulis melalui SESINDO.
8. Teman-teman seperjuangan Geng Sambat (Dina dan Yeyen) yang kebersamaan penulis dari awal hingga akhir untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Serta teman-teman seperjuangan RDIB lainnya.
9. Dhania Pratita, Dea Ayu O., dan Yeyen Sudiarti yang telah menemani masa-masa perkuliahan penulis, mendengarkan keluh kesah penulis dan selalu ada untuk penulis.
10. Teman-teman Sosmas Kolaborasi dan Socdev Evolve yang telah memberikan kesempatan penulis menjadi bagian dari keluarga kecil yang hangat yang selalu memberikan semangat pada penulis.
11. Teman-teman Kabinet HMSI Evolve yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk mengembangkan diri dalam organisasi.
12. Teman-teman LANNISTER (SI 2015) yang telah menjadi keluarga penulis dan selalu memberikan motivasi dan semangat pada penulis saat masa perkuliahan hingga penyelesaian Tugas Akhir. Terima kasih pula untuk segala kenangan yang tak terlupakan bagi penulis.
13. Seluruh dosen pengajar, staff dan civitas akademika Departemen Sistem Informasi, ITS yang telah memberikan banyak ilmu dan membantu penulis dalam bidang akademik.
14. Pihak lainnya yang berkontribusi dalam tugas akhir yang belum dapat penulis sebutkan satu per satu.

Terima kasih penulis haturkan sekali lagi atas segala bentuk dukungan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis. Semoga Allah SWT membalas semua dengan ganjaran yang lebih baik.

Penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis menerima segala kritik dan saran yang membangun sebagai upaya menjadi lebih baik lagi ke depannya. Penulis berharap semoga buku tugas akhir ini dapat memberikan manfaat untuk pembaca.

Surabaya, 5 Juli 2019

Maria Firdausiah

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
LEMBAR PERSETUJUAN....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
DAFTAR TABEL .....	xxi
DAFTAR KODE PROGRAM .....	xxiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.5.1 Bagi Instansi .....	4
1.5.2 Bagi Akademis .....	5
1.6 Relevansi .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 Penelitian Sebelumnya .....	7
2.2 Dasar Teori .....	10
2.2.1 Diferi .....	10
2.2.2 Peramalan .....	12
2.2.3 Analisis Korelasi .....	13
2.2.4 <i>Type-2 Fuzzy Logic Systems</i> .....	16
2.2.5 Perbedaan <i>Type-1 Fuzzy Logic Systems</i> dan <i>Type-2 Fuzzy Logic Systems</i> .....	21
2.2.6 <i>Table Lookup Scheme</i> .....	22
2.2.7 Evaluasi Hasil Peramalan .....	24
BAB III METODOLOGI .....	27
3.1 Tahapan Pelaksanaan .....	27
3.1.1 Identifikasi Masalah .....	28
3.1.2 Studi Literatur .....	28
3.1.3 Pengumpulan dan Pra Proses Data .....	28
3.1.4 Pembuatan Model .....	28
3.1.5 Pemilihan Model Terbaik .....	30
3.1.6 Validasi Model .....	30

3.1.7 Peramalan Periode Mendatang.....	30
3.1.8 Analisis Hasil dan Penarikan Kesimpulan .....	30
3.1.9 Penyusunan Buku Laporan Tugas Akhir .....	31
BAB IV PERANCANGAN .....	33
4.1 Pengumpulan Data .....	33
4.2 Pra-proses Data .....	33
4.2.1 Pengelompokan Data .....	33
4.2.2 Pembagian Data .....	33
4.3 Uji korelasi .....	34
4.4 Pembuatan Model .....	34
4.4.1 Penentuan Variable <i>Input</i> dan <i>Output</i> .....	34
4.4.2 Pembagian Kategori Linguistik.....	36
4.4.3 Pembuatan Aturan Dasar.....	37
4.5 Peramalan Aktual.....	37
4.6 Pemilihan Model Terbaik.....	37
4.7 Validasi Model.....	37
4.8 Analisis Hasil dan Peramalan Masa Mendatang .....	38
BAB V IMPLEMENTASI .....	39
5.1 Pengumpulan Data .....	39
5.2 Pra-Proses Data.....	40
5.2.1 Pengelompokan Data Penderita .....	40
5.2.2 Pengolahan Data Kepadatan Penduduk.....	40
5.2.3 Pembagian Data .....	43
5.3 Memuat Data Input .....	43
5.4 Uji Korelasi .....	45
5.5 Pembuatan Model .....	45
5.5.1 Penentuan Kategori Linguistik.....	45
5.5.2 Menentukan Variabel Input dan Output.....	48
5.5.3 Penentuan Rentang Variabel .....	51
5.5.4 Desain Membership Fuction .....	51
5.5.5 Pembuatan Aturan Dasar.....	53
5.5.6 <i>Type Reduction</i> dan <i>Defuzzyfication</i> .....	57
5.5.7 Pengambilan Hasil Output Model.....	57
5.6 Pemilihan Model Terbaik.....	60
5.7 Validasi Model.....	60
5.8 Peramalan Periode Mendatang.....	61
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN.....	63
6.1 Hasil Pra-Proses Data.....	63

6.1.1 Hasil Pengelompokan Data Penderita.....	63
6.1.2 Hasil Pengolahan Data Kepadatan Penduduk.....	66
6.1.3 Hasil Pembagian Data.....	67
6.2 Hasil Uji Korelasi .....	68
6.3 Hasil Pembuatan Model.....	71
6.3.1 Hasil Penentuan Rentang Variabel .....	71
6.3.2 Hasil Desain Membership Function.....	73
6.3.3 Hasil Pembuatan Aturan Dasar .....	81
6.4 Hasil Peramalan Aktual .....	84
6.4.1 Pengukuran Akurasi Model Kabupaten Malang.	84
6.4.2 Pengukuran Akurasi Model Kota Surabaya.....	86
6.4.3 Pengukuran Akurasi Model Kabupaten Sumenep .....	89
6.5 Pemilihan Model Terbaik .....	91
6.6 Model Pilihan.....	93
6.6.1 Model Kabupaten Malang.....	93
6.6.2 Model Kota Surabaya .....	95
6.6.3 Model Kabupaten Sumenep.....	96
6.7 Hasil Validasi Model .....	97
6.7.1 Hasil Validasi Model Kabupaten Malang.....	98
6.7.2 Hasil Validasi Model Kota Surabaya.....	101
6.7.3 Hasil Validasi Model Kabupaten Sumenep .....	103
6.8 Hasil Peramalan Periode Mendatang .....	105
<b>BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>109</b>
7.1 Kesimpulan .....	109
7.2 Saran.....	110
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>111</b>
<b>BIODATA PENULIS .....</b>	<b>115</b>
<b>LAMPIRAN A. HASIL PENGELOMPOKAN DATA PENDERITA.....</b>	<b>117</b>
<b>LAMPIRAN B. DATA INPUT .....</b>	<b>119</b>
<b>LAMPIRAN C. DESAIN MEMBERSHIP FUNCTION.....</b>	<b>127</b>
<b>LAMPIRAN D. PARAMETER MODEL.....</b>	<b>155</b>
<b>LAMPIRAN E. ATURAN DASAR .....</b>	<b>167</b>
<b>LAMPIRAN F. HASIL PERAMALAN .....</b>	<b>197</b>

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Grafik Korelasi Positif.....	14
Gambar 2.2. Grafik Korelasi Negatif .....	15
Gambar 2.3. Grafik Hubungan Tidak Berkorelasi .....	15
Gambar 2.4. Struktur Proses Type-2 Fuzzy Logic Systems...	16
Gambar 2.5. <i>Membership function</i> Interval Type-2 Fuzzy ....	18
Gambar 2.6. Membagi Menjadi Lima Bagian.....	24
Gambar 3.1. Tahap Pengerjaan Tugas Akhir .....	27
Gambar 5.1. Tampilan Data pada MATLAB.....	44
Gambar 5.2. Struktur Model dengan Input Penderita .....	48
Gambar 5.3. Struktur Model dengan Input Penderita dan Kepadatan Penduduk.....	49
Gambar 5.4. Struktur Model dengan Input Penderita dan Cakupan Imunisasi .....	49
Gambar 5.5. Struktur Model dengan Input Penderita Kepadatan Penduduk, dan Cakupan Imunisasi .....	50
Gambar 5.6. Desain <i>Membership Function</i> Input .....	52
Gambar 5.7. Desain <i>Membership Function</i> Output .....	53
Gambar 5.8. Rule Editor Model dengan Dua Variabel .....	57
Gambar 5.9. Menu <i>Type Reduction</i> and <i>Defuzzyfication</i> .....	57
Gambar 6.1. Grafik Data Penderita Kabupaten Malang .....	65
Gambar 6.2. Grafik Data Penderita Kota Surabaya .....	65
Gambar 6.3. Grafik Data Penderita Kabupaten Sumenep.....	66
Gambar 6.4. Tiga <i>Membership Function</i> Jumlah Penderita Kabupaten Sumenep.....	75
Gambar 6.5. Tiga <i>Membership Function</i> Cakupan Imunisasi DPT 1 Kabupaten Sumenep .....	75
Gambar 6.6. Tiga <i>Membership Function</i> Cakupan Imunisasi DPT 2 Kabupaten Sumenep .....	76
Gambar 6.7. Tiga <i>Membership Function</i> Cakupan Imunisasi DPT 3 Kabupaten Sumenep .....	76
Gambar 6.8. Tiga <i>Membership Function</i> Cakupan Imunisasi DPT 4 Kabupaten Sumenep .....	77
Gambar 6.9. Tiga <i>Membership Function</i> Output Kabupaten Sumenep.....	77
Gambar 6.10. Lima <i>Membership Function</i> Jumlah Penderita Kabupaten Malang .....	79

Gambar 6.11. Lima <i>Membership Function</i> Kepadatan Penduduk Kabupaten Malang .....	79
Gambar 6.12. Lima <i>Membership Function</i> Output Kabupaten Malang.....	80
Gambar 6.13. Tujuh <i>Membership Function</i> Jumlah Penderita Kota Surabaya .....	81
Gambar 6.14. Grafik Nilai Akurasi Model Kabupaten Malang .....	85
Gambar 6.15. Grafik Perbandingan Aktual dan Forecast Model Kabupaten Malang dengan Akurasi Terbaik.....	86
Gambar 6.16. Grafik Nilai Akurasi Model Kota Surabaya ....	88
Gambar 6.17. Grafik Perbandingan Aktual dan Forecast Model Kota Surabaya dengan Akurasi Terbaik.....	88
Gambar 6.18. Grafik Nilai Akurasi Model Kabupaten Sumenep .....	90
Gambar 6.19. Grafik Perbandingan Aktual dan Forecast Model Kabupaten Sumenep dengan Akurasi Terbaik .....	90
Gambar 6.20. Grafik Perbandingan Aktual dan Forecast Model Kabupaten Malang dengan Pola Terbaik .....	92
Gambar 6.21. Grafik Perbandingan Aktual dan Forecast Model Kota Surabaya dengan Pola Terbaik .....	92
Gambar 6.22. Grafik Perbandingan Aktual dan Forecast Model Kabupaten Surabaya dengan Pola Terbaik.....	93
Gambar 6.23. <i>Membership Function</i> Variabel Jumlah Penderita Model Kabupaten Malang Skenario A.3 .....	94
Gambar 6.24. <i>Membership Function</i> Variabel Jumlah Penderita Model Kota Surabaya Skenario A.3 .....	95
Gambar 6.25. <i>Membership Function</i> Variabel Jumlah Penderita Model Kabupaten Sumenep Skenario A.3 .....	96
Gambar 6.26. <i>Membership Function</i> Output Model Pilihan..	97
Gambar 6.27. Hasil Uji Coba pada Data Kota Batu.....	99
Gambar 6.28. Hasil Uji Coba pada Data Kabupaten Sidoarjo .....	100
Gambar 6.29. Hasil Uji Coba pada Data Kabupaten Tuban. 100	
Gambar 6.30. Hasil Uji Coba pada Data Kabupaten Blitar..	101
Gambar 6.31. Hasil Uji Coba pada Data Kabupaten Bangkalan .....	102

Gambar 6.32. Hasil Uji Coba pada Data Kabupaten Tulungagung .....	103
Gambar 6.33. Hasil Uji Coba pada Data Kabupaten Bojonegoro .....	104
Gambar 6.34. Hasil Uji Coba pada Data Kabupaten Magetan .....	104
Gambar 6.35. Hasil Uji Coba pada Data Kabupaten Tranggalek .....	105
Gambar 6.36. Hasil Peramalan pada Kabupaten Malang.....	106
Gambar 6.37. Hasil Peramalan pada Kota Surabaya.....	106
Gambar 6.38. Hasil Peramalan pada Kabupaten Sumenep ..	107

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Literatur 1.....	7
Tabel 2.2 Literatur 2.....	8
Tabel 2.3 Literatur 3.....	8
Tabel 2.4 Literatur 4.....	9
Tabel 2.5. Kreteria Koefisien Korelasi.....	15
Tabel 4.1. Variabel Input dan Output.....	35
Tabel 4.2. Kombinasi Variabel Input.....	35
Tabel 4.3. Skenario Kombinasi Variabel Berserta Pembagian Kategori Linguistik.....	36
Tabel 5.1. Hasil Pengumpulan Data.....	39
Tabel 5.2. Kategori Linguistik 3 <i>Membership Function</i> .....	45
Tabel 5.3. Kategori Linguistik 5 <i>Membership Function</i> .....	46
Tabel 5.4. Kategori Linguistik 7 <i>Membership Function</i> .....	47
Tabel 5.5. Pemberian Label Data Penderita.....	55
Tabel 5.6. Pemberian Label Data Kepdatan Penduduk.....	56
Tabel 5.7. Kombinasi Aturan Dasar.....	56
Tabel 6.1. Hasil Pengelompokan Data Penderita.....	63
Tabel 6.2. Kota/Kabupaten untuk Membuat Model.....	64
Tabel 6.3. Data Kepadatan Penduduk Kabupaten Malang 18 Periode.....	66
Tabel 6.4. Data <i>Train</i> Kabupaten Malang.....	67
Tabel 6.5. Data <i>Test</i> Kabupaten Malang.....	68
Tabel 6.6. Hasil Uji Korelasi Data Kabupaten Malang.....	69
Tabel 6.7. Hasil Uji Korelasi Data Kota Surabaya.....	69
Tabel 6.8. Hasil Uji Korelasi Data Kabupaten Sumenep.....	70
Tabel 6.9. Rentang Variabel Kabupaten Malang.....	71
Tabel 6.10. Rentang Variabel Kota Surabaya.....	72
Tabel 6.11. Rentang Variabel Kabupaten Sumenep.....	72
Tabel 6.12. Parameter Model C.3 Kabupaten Sumenep.....	74
Tabel 6.13. Parameter Model B.5 Kabupaten Malang.....	78
Tabel 6.14. Parameter Model A.7 Kota Surabaya.....	80
Tabel 6.15. Aturan Dasar Skenario C.3 Model Kabupaten Sumenep.....	82
Tabel 6.16. Aturan Dasar Skenario B.5 Model Kabupaten Malang.....	83

Tabel 6.17. Aturan Dasar Skenario A.7 Model Kota Surabaya .....	84
Tabel 6.18. Hasil Pengujian Akurasi Model Kabupaten Malang .....	85
Tabel 6.19. Hasil Pengujian Akurasi Model Kota Surabaya..	87
Tabel 6.20. Hasil Pengujian Akurasi Model Kabupaten Sumenep .....	89
Tabel 6.21. Parameter Model Kabupaten Malang Skenario A.3 .....	94
Tabel 6.22. Aturan Dasar Model Kabupaten Malang Skenario A.3 .....	94
Tabel 6.23. Parameter Model Kota Surabaya Skenario A.3...	95
Tabel 6.24. Aturan Dasar Model Kota Surabaya Skenario A.3 .....	96
Tabel 6.25. Parameter Model Kabupaten Sumenep Skenario A.3 .....	96
Tabel 6.26. Aturan Dasar Model Kabupaten Sumenep Skenario A.3 .....	97
Tabel 6.27. Kota/Kabupaten untuk Validasi Model .....	98
Tabel 6.28. Akurasi Validasi Model Kabupaten Malang .....	98
Tabel 6.29. Akurasi Validasi Model Kota Surabaya .....	101
Tabel 6.30. Akurasi Validasi Model Kabupaten Sumenep ..	103

## DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 5.1. Membaca Data dari Microsoft Excel .....	44
Kode Program 5.2. Uji Korelasi.....	45
Kode Program 5.3. Mengambil Nilai <i>Membership Degree</i> Data Penderita Kabupaten Malang .....	55
Kode Program 5.4. Pengambilan Output dari Model Kabupaten Malang dengan 3MF .....	59
Kode Program 5.5. Pengambilan Output Validasi dari Model Kabupaten Malang dengan 3MF.....	61
Kode Program 5.6. Pengambilan Output Peramalan Periode Mendatang.....	61

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

Bab ini akan membahas mengenai latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan relevansi terhadap pengerjaan tugas akhir.

### **1.1 Latar Belakang**

Difteri merupakan penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Corynebacterium Diphtheriae*. Penyakit ini ditandai dengan gejala panas tinggi pada tubuh dan adanya selaput tipis berwarna putih keabuan pada tenggorokan.[1] Penyakit ini tergolong penyakit yang dapat menular serta dapat menyebabkan kematian pada penderitanya. Difteri dapat ditularkan secara langsung melalui kontak fisik dengan penderita atau melalui cairan aerosol penderita.[2]

Menurut WHO, Indonesia termasuk ke dalam 10 negara teratas dengan kasus difteri terbanyak. Indonesia berada di posisi ketiga setelah India dan Nepal. [3]Di Indonesia memang jumlah kasus difteri termasuk tinggi bahkan sampai menimbulkan kejadian luar biasa (KLB). Menurut Kementerian Kesehatan Indonesia, pada tahun 2017, sebanyak 170 kota/kabupaten di 30 provinsi di Indonesia tercatat mengalami KLB difteri. Total jumlah kasus difteri pada yang terjadi pada tahun 2017 mencapai 954 kasus, dengan kasus yang menimbulkan kematian sebanyak 44 kasus. Pada awal tahun 2018, terdapat 14 kasus yang tersebar di 11 kota/kabupaten namun tidak ada kasus difteri yang sampai menyebabkan kematian.[4]

Jawa Timur merupakan penyumbang kasus difteri terbesar di Indonesia. Sebanyak 74% kasus difteri di Indonesia terjadi di Jawa Timur pada tahun 2012. Pada tahun 2012 tercatat sebanyak 955 kasus difteri dengan 37 kematian dan sudah tersebar di 38 kota/kabupaten di Jawa Timur.[5] Selanjutnya pada tahun 2015, kasus difteri di Jawa Timur mengalami penurunan menjadi 265 kasus dengan 11 kasus pasien

meninggal. Kota Surabaya memiliki kasus terbanyak, yakni 27 kasus, diikuti Kabupaten Sidoarjo sebanyak 24 kasus, dan Kabupaten Bangkalan sebanyak 19 kasus. Jumlah kasus difteri yang terjadi di Jawa Timur mengalami peningkatan dari tahun ke tahun sejak tahun 2015. Tercatat sebanyak 265 kasus terjadi pada tahun 2015 kemudian meningkat menjadi 345 kasus pada tahun 2016 dengan 6 kasus pasien meninggal. Terakhir pada tahun 2017 dilaporkan terdapat 489 kasus difteri dengan 16 kasus kematian.[6]

Melihat tingginya kasus difteri di Indonesia khususnya Jawa Timur maka diperlukan upaya pencegahan dan penanggulangan difteri untuk menekan angka kasus difteri. Untuk dapat melakukan perencanaan yang baik dalam upaya pencegahan dan penanggulangan difteri maka dilakukan peramalan. Hasil dari peramalan ini nantinya dapat dijadikan sebagai dasar pengambilan keputusan terkait upaya pencegahan dan penanggulangan difteri.

Selama ini upaya pencegahan yang telah dilakukan oleh Dinas Kesehatan adalah dengan memberikan imunisasi untuk meminimalisir jumlah terjadinya penyakit difteri. Imunisasi yang diberikan adalah imunisasi difteri, pertussis, tetanus (DPT). Imunisasi DPT diberikan secara bertahap pada bayi usia 2 hingga 18 bulan.

Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa faktor risiko yang mempengaruhi terjadinya kasus difteri adalah yaitu kelembaban ruangan dan pencahayaan.[7] Belum ada peramalan kasus difteri yang menggunakan metode *time series* atau deret waktu sehingga pada tugas akhir ini peramalan kasus difteri yang akan dilakukan merupakan peramalan deret waktu.

Pembuatan model peramalan akan dilakukan menggunakan data kasus difteri Kota Surabaya, Kabupaten Malang, dan Kabupaten Sumenep. Faktor yang dilibatkan sebagai variabel dalam peramalan ini adalah cakupan imunisasi DPT. Semakin rendah cakupan imunisasi DPT pada suatu daerah, maka jumlah kasus difteri yang terjadi semakin tinggi. [8]

Metode yang akan digunakan dalam melakukan peramalan adalah metode *type-2 fuzzy logic systems*. Metode ini dinilai baik dalam mengatasi ketidakpastian seperti ketidakpastian linguistik.[9] Metode ini juga dinilai baik dalam mengatasi noise dalam data. [10] Ketika dibandingkan dengan model *artificial neural network* dan *type-1 fuzzy logic systems* dalam peramalan kapasitas produksi, model *type-2 fuzzy logic systems* dinilai lebih baik dalam hal stabilitas dan konsistensi. [11] Studi lainnya menunjukkan tingkat kesalahan atau error yang rendah saat melakukan peramalan dengan menggunakan metode *type-2 fuzzy*. [12][13].

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang ingin diselesaikan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana model terbaik sesuai dengan metode *type-2 fuzzy logic systems* untuk melakukan peramalan jumlah kasus difteri?
2. Bagaimana hasil peramalan jumlah kasus difteri menggunakan metode *type-2 fuzzy logic systems*?
3. Bagaimana tingkat akurasi dari model yang digunakan meramalkan jumlah kasus difteri menggunakan metode *type-2 fuzzy logic systems*?
4. Bagaimana pengaruh variabel bebas terhadap hasil peramalan menggunakan metode *type-2 fuzzy logic systems*?
5. Bagaimana hubungan tipe data dengan performa *type-2 fuzzy logic systems*?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Data yang digunakan merupakan data jumlah kasus difteri di kota/kabupaten di Provinsi Jawa Timur periode bulanan dari tahun 2013 hingga tahun 2018 yang bersumber dari Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur.

2. Peramalan dilakukan untuk memprediksi jumlah kasus difteri dengan periode bulanan pada periode Januari 2019 – Desember 2020 di Kota Surabaya, Kabupaten Malang dan Kabupaten Sumenep.
3. Variabel bebas yang digunakan adalah kepadatan penduduk, dan persentase cakupan imunisasi DPT.
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah MATLABR2018b dan *Microsoft Excel*.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dari pengerjaan tugas akhir ini adalah:

1. Menghasilkan model terbaik untuk meramalkan jumlah kasus difteri sesuai dengan metode *type-2 fuzzy logic systems*.
2. Mengetahui hasil dari peramalan berupa jumlah kasus difteri menggunakan *metode type-2 fuzzy logic systems*.
3. Mengetahui tingkat akurasi model yang digunakan untuk meramalkan jumlah kasus difteri menggunakan metode *type-2 fuzzy logic systems*.
4. Mengetahui pengaruh variabel bebas terhadap hasil peramalan menggunakan metode *type-2 fuzzy logic systems*.
5. Mengetahui hubungan tipe data dengan performa *type-2 fuzzy logic systems*

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari tugas akhir ini adalah:

##### **1.5.1 Bagi Instansi**

1. Membantu Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur dalam merencanakan program pencegahan dan penanggulangan penyakit difteri
2. Membantu Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur dalam perencanaan alokasi kebutuhan obat-obatan serta fasilitas kesehatan bagi penderita difteri yang akan datang.

### **1.5.2 Bagi Akademis**

Memberikan kontribusi dalam pengetahuan khususnya dalam penerapan *type-2 fuzzy logic systems* sebagai metode peramalan kasus difteri sehingga dapat digunakan sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya.

## **1.6 Relevansi**

Penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini memiliki karakteristik penyelesaian permasalahan di masyarakat. Permasalahan tersebut adalah tentang jumlah kasus difteri yang muncul pada tahun yang akan datang. Dengan adanya hasil peramalan dari penelitian ini diharapkan dapat membantu Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur mengambil keputusan dalam perencanaan pencegahan dan penanggulangan penyakit difteri. Teknik pengolahan data yang akan digunakan pada tugas akhir ini memiliki relevansi dengan mata kuliah wajib Departemen Sistem Informasi yaitu statistika. Metode yang digunakan pada tugas akhir ini yaitu *type-2 fuzzy logic systems* memiliki relevansi terhadap mata kuliah wajib yaitu sistem cerdas. Selain itu, tugas akhir ini juga memiliki relevansi terhadap mata kuliah pilihan laboratorium Rekasaya Data dan Intelegensia Bisnis yaitu teknik peramalan.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan membahas tinjauan pustaka yang berisikan mengenai penjelasan teori-teori yang digunakan dalam tugas akhir serta penelitian terkait yang telah dilakukan sebelumnya sebagai acuan dalam pengerjaan tugas akhir.

### 2.1 Penelitian Sebelumnya

Pada sub bab ini akan dijelaskan tentang penelitian terkait yang digunakan sebagai acuan dalam pengerjaan tugas akhir ini:

**Tabel 2.1 Literatur 1**

<b>Judul</b>	<i>Type-2 Fuzzy Logic Approach for Short-Term Traffic Forecasting</i> [12]
<b>Penulis, Tahun</b>	L. Li, W.H. Lin dan H. Liu: 2006
<b>Deskripsi Umum Penelitian</b>	Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan lalu lintas dalam jangka pendek. Metode yang digunakan dalam peramalan adalah <i>type-2 fuzzy logic systems</i> . Data yang digunakan merupakan data harian mengenai arus lalu lintas. Dari hasil peramalan didapatkan hasil dengan nilai MRE sekitar 12% untuk penempatan lalu lintas dan 5% untuk arus lalu lintas.
<b>Keterkaitan Penelitian</b>	Metode yang digunakan dalam penelitian ini sama dengan metode yang akan digunakan pada tugas akhir. Namun output dari penelitian ini merupakan peramalan jangka pendek yaitu periode harian. Pada tugas akhir output yang diharapkan adalah output dari peramalan jangka panjang dengan periode bulanan.

Tabel 2.2 Literatur 2

<b>Judul</b>	Peramalan Beban Jangka Pendek Hari Libur Nasional dengan <i>Interval Type-2 Fuzzy Inference System</i> pada Sistem Jawa-Bali [13]
<b>Penulis, Tahun</b>	Hidayatul Nurohmah, Dwi Ajiatmo, Dwi Lastomo, dan Imam Robandi, 2015
<b>Deskripsi Umum Penelitian</b>	Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan beban listrik saat hari libur Nasional di Jawa-Bali. Metode yang digunakan adalah type-1 fuzzy dan type-2 fuzzy. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode type-2 fuzzy inference system (T2FIS) lebih baik dibandingkan dengan type-1 fuzzy inference system (T1FIS). Hal tersebut dibuktikan dengan nilai MAPE pada T2FIS yang lebih kecil dibandingkan nilai MAPE T1FIS yaitu sebesar 2,0406.
<b>Keterkaitan Penelitian</b>	Penggunaan metode yang sama yaitu type-2 fuzzy. Metode yang dipilih dalam penelitian ini adalah jenis <i>Interval Type-2 Fuzzy Inference System</i> .

Tabel 2.3 Literatur 3

<b>Judul</b>	Pengaruh Imunisasi Dan Kepadatan Penduduk Terhadap Prevalensi Penyakit Difteri di Jawa Timur [14]
<b>Penulis, Tahun</b>	Dwi Elsa Mardiana, 2018
<b>Deskripsi Umum Penelitian</b>	Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh imunisasi dasar lengkap dan kepadatan penduduk terhadap prevalensi difteri di provinsi Jawa Timur. Penelitian dilakukan berdasarkan daya penderita difteri dari 29 kabupaten dan 9 kota di Jawa Timur pada tahun

	2016. Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa variabel yang berpengaruh terhadap prevalensi penyakit difteri di Jawa Timur tahun 2016 adalah imunisasi dasar lengkap ( $p = 0,01$ ) dan kepadatan penduduk ( $p = 0,01$ ).
<b>Keterkaitan Penelitian</b>	Variabel imunisasi dan kepadatan penduduk digunakan dalam melakukan peramalan jumlah penderita difteri dalam tugas akhir ini.

Tabel 2.4 Literatur 4

<b>Judul</b>	Analisis Data Spasial Penyakit Difteri di Provinsi Jawa Timur Tahun 2010 dan 2011 [8]
<b>Penulis, Tahun</b>	Nailul Izza dan Soenarnatalina, 2015
<b>Deskripsi Umum Penelitian</b>	Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyakit difteri beserta faktor risikonya. Pada penelitian ini diungkapkan bahwa pada tahun 2010-2011 terdapat dominansi kasus difteri pada Kota Surabaya, Kabupaten Malang, Kota Malang, serta sekitar Pulau Madura. Pada penelitian ini diungkapkan bahwa salah satu faktor yang mendukung terjadinya penyakit difteri adalah imunisasi DPT3 dan DT
<b>Keterkaitan Penelitian</b>	Variabel imunisasi DPT3 pada penelitian ini dikatakan mendukung terjadinya penyakit difteri. Pada penelitian akan digunakan juga variabel cakupan imunisasi DPT. Selain itu daerah yang digunakan pada penelitian ini untuk membuat model adalah Kabupaten Malang, Kota Surabaya, dan kabupaten Sumenep.

## 2.2 Dasar Teori

Sub bab ini berisi dasar teori yang mendukung serta berkaitan dengan pengerjaan tugas akhir.

### 2.2.1 Difteri

Difteri adalah penyakit menular yang disebabkan oleh bakteri *Corynebacterium Diphtheriae*. Penyakit ini umumnya ditandai oleh pertumbuhan bakteri di *faring* dengan pembentukan *pseudomembran*. [15] Penyakit juga ini ditandai dengan gejala panas tinggi pada tubuh dan adanya selaput tipis berwarna putih keabuan pada tenggorokan. [1] Penyakit ini tergolong penyakit yang dapat menular serta dapat menyebabkan kematian pada penderitanya. *Corynebacterium Diphtheriae* biasanya ditularkan melalui kontak langsung atau melalui bersin atau batuk. [6]

#### 2.2.1.1 Jenis-Jenis Difteri

Terdapat beberapa jenis difteri yang dapat dijumpai. Berikut merupakan jenis-jenis difteri yang dapat menyerang penderitanya [16]:

##### a. Difteri Saluran Napas

Pada difteri jenis ini biasanya terjadi infeksi pada tonsil atau laring, hidung dan faring. Pada difteria yang menyerang tonsil atau faring, gejala yang muncul pertama kali biasanya adalah sakit tenggorokan. Gejala lain yang dialami pasien diantaranya seperti demam, disfagia, suara serak, malaise atau sakit kepala.

##### b. Difteri Hidung

Difteri hidung pada awalnya menyerupai gejala flu pada umumnya dengan gejala pilek ringan tanpa atau disertai gejala sistemik ringan. Biasanya saat diperiksa terdapat membran putih pada daerah septum nasi.

##### c. Difteri Tonsil dan Faring

Difteri tonsil-faring biasa ditandai dengan gejala seperti anoreksia, malaise, demam ringan, dan nyeri ketika menelan.

Kemudian dalam jangka waktu 1-2 hari, akan muncul membran yang mudah berdarah, melekat, dan berwarna putih-kelabu. Membran tersebut dapat menutup tonsil dan dinding faring, kemudian dapat menjalar ke uvula dan palatum molle atau ke bawah ke laring dan trakea. Pada kasus berat, dapat terjadi kegagalan pernafasan kesukaran menelan. Pasien bisa mengalami koma hingga kematian dalam jangka waktu 7-10 hari. Sedangkan pada kasus tingkat sedang pasien bias berangsur pulih. Terakhir pada kasus ringan membran yang ada akan terlepas dalam waktu 7-10 hari dan akan terjadi penyembuhan secara sempurna.

#### **d. Difteri Laring**

Difteri laring biasanya merupakan perluasan difteri yang terjadi di faring. Gejala difteri laring diantaranya seperti seperti nafas berbunyi, suara parau dan batuk kering. Kematian mendadak dapat terjadi apabila ada pelepasan membran yang menutup jalan napas.

#### **e. Difteri Kulit**

Difteri kulit merupakan infeksi nonprogresif yang ditandai dengan ulkus superfisial atau luka pada permukaan kulit, ektima atau borok, indolent dengan membran coklat kelabu di atasnya. Infeksi difteri kulit ini kebanyakan merupakan infeksi sekunder pada dermatosis, laserasi, luka bakar, tersengat atau impetigo.

#### **f. Difteri pada Tempat Lain**

*Corynebacterium Diphtheriae* juga dapat menyebabkan infeksi *mukokutaneus* pada tempat lain, seperti di telinga, mata dan *traktus genitalis*. Gejala yang membedakan difteri dari infeksi yang disebabkan bakteri dan virus lain adalah adanya ulserasi, pembentukan membran dan perdarahan submukosa. [15]

### **2.2.1.2 Pencegahan Difteri**

Upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah seseorang terserang penyakit difteri salah satunya adlah degan melakukan imunisasi DPT. Imunisasi DPT merupakan pemberian

imunisasi atau vaksin Difteri, Tetanus Pertusis. Menurut Dinas Kesehatan Jawa Timur imunisasi diberikan 3 kali yaitu pada saat usia 2 bulan, 3 bulan dan 4 bulan. Imunisasi tambahan Tetanus Difteri (TD) diberikan pada anak Sekolah Dasar dan sederajat Sekolah Menengah Pertama.[6]

### **2.2.1.3 Vaksinasi DPT**

Salah satu pencegahan penyakit difteri yang utama adalah dengan pemberian vaksin. Vaksin yang digunakan untuk mencegah difteri adalah vaksin DPT yang merupakan singkatan dari Difteri, Pertusis, Tetanus. Vaksin ini diberikan pada bayi hingga usia 18 bulan.[6] Berdasarkan jadwal pemberian imunisasi yang tertera pada Keputusan Menteri Kesehatan 1059/MENKES/SK/IX/2004 vaksin DPT diberikan secara bertahap pada saat bayi berusia 2, 3, dan 4 bulan. Kemudian pada usia 18 bulan, bayi diberi vaksin DPT lanjutan atau *booster*.

Pada daerah yang memiliki kasus tinggi, maka dilakukan ORI untuk mencegah penyebaran difteri yang dapat menimbulkan KLB. ORI (*Outbreak Response Immunization*) merupakan program untuk mencapai kekebalan individu dan komunitas sebesar 90-95% dengan pemberian vaksin. [6]

### **2.2.2 Peramalan**

Peramalan adalah sebuah prediksi tentang kejadian dimasa mendatang.[17] Hasil dari peramalan nantinya dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam proses pengambilan keputusan. Setiap pengambilan keputusan mengenai keadaan di masa mendatang, maka pasti ada peramalan yang melandasi pengambilan keputusan tersebut. [18]

Berdasarkan jangka waktunya peramalan dibedakan menjadi tiga jenis[19]

#### **a. Peramalan Jangka Panjang**

Peramalan jangka panjang merupakan peramalan yang hasilnya mencakup waktu lebih dari 18 bulan.

b. Peramalan Jangka Menengah

Peramalan jangka menengah merupakan peramalan yang hasilnya mencakup waktu antara 3 hingga 18 bulan.

c. Peramalan Jangka Pendek

Peramalan jangka pendek biasanya hanya melibatkan periode waktu seperti hari, minggu, atau bulan dimasa mendatang.[17] Peramalan jangka pendek merupakan peramalan yang hasilnya mencakup waktu kurang dari 3 bulan.

Selain berdasarkan jangka waktu, peramalan juga dibedakan berdasarkan teknik atau metode yang digunakan. Terdapat dua teknik dalam peramalan. [17]

a. Peramalan Kualitatif

Teknik ini digunakan apabila data historis masa lalu hanya tersedia sedikit atau bahkan tidak ada. Peramalan menggunakan teknik ini didasarkan pada pengetahuan penyusunnya. Oleh karenanya teknik peramalan ini biasanya bersifat subjektif dan memerlukan penilaian dari para ahli dalam bidang atau subjek yang diramalkan.

b. Peramalan Kuantitatif

Peramalan kuantitatif merupakan peramalan yang didasarkan pada data kuantitatif atau data historis masa lalu. Peramalan dengan teknik ini dilakukan dengan menggunakan suatu model peramalan yang merangkum pola data masa kini dan memproyeksikan pola data di masa mendatang.

### 2.2.3 Analisis Korelasi

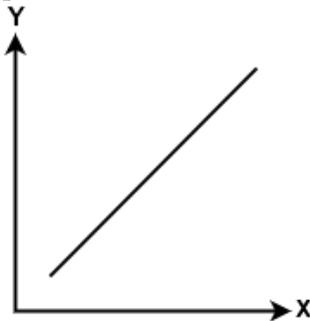
Analisis korelasi merupakan salah satu metode statistik yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara dua variabel atau lebih. [20] Variabel yang dianalisis adalah variabel bebas (*independent variable*) dan variabel terikat (*dependent variable*). Nilai hasil analisis korelasi akan dinyatakan dalam

koefisien korelasi. Nilai koefisien korelasi berkisar antara -1 hingga 1 sehingga nilai koefisien korelasi (CC) dapat dinyatakan sebagai  $-1 < CC < 1$  [21]

Terdapat beberapa jenis hubungan korelasi antar variabel diantaranya adalah:

a. Korelasi Positif

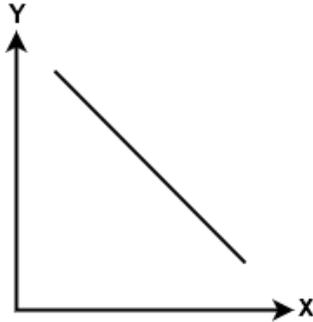
Dua atau lebih variabel dinyatakan memiliki korelasi positif apabila nilai koefisien korelasinya bernilai positif. Korelasi positif menyatakan hubungan variabel yang berbanding lurus. Dikatakan berbanding lurus karena perubahan nilai pada variabel bebas dapat berbanding lurus dengan perubahan nilai pada variabel terikat. Apabila nilai korelasi semakin mendekati 1 maka korelasi positif semakin kuat. Korelasi positif digambarkan dalam grafik dengan garis dari kiri bawah menuju kanan atas seperti pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1. Grafik Korelasi Positif**

b. Korelasi Negatif

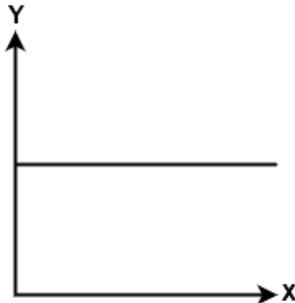
Hubungan variabel dikatakan memiliki korelasi negatif apabila koefisien korelasi bernilai negative. Apabila koefisien korelasi semakin mendekati -1 maka korelasi negatif akan semakin kuat. Korelasi negatif menggambarkan hubungan antar variabel yang berbanding terbalik. Hubungan variabel yang berbanding terbalik berarti apabila terjadi perubahan pada variabel bebas akan mempengaruhi variabel terikat secara terbalik. Korelasi negatif digambarkan dengan grafik garis yang dimulai dari kiri atas ke kanan bawah seperti pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.2. Grafik Korelasi Negatif**

c. Tidak Berkorelasi

Dua atau lebih variabel dinyatakan tidak berkorelasi apabila perubahan nilai pada variabel bebas tidak mempengaruhi variabel terikat. Nilai koefisien korelasi saat dua atau lebih variabel tidak berkorelasi adalah 0. Hubungan ini digambarkan dalam grafik seperti pada Gambar 2.6.



**Gambar 2.3. Grafik Hubungan Tidak Berkorelasi**

Menurut Jonatan Sarwono kriterian hubungan antara dua variabel menurut nilai koefisien korelasinya adalah sebagai berikut: [22]

**Tabel 2.5. Kreteria Koefisien Korelasi**

<b>Koefisien Korelasi</b>	<b>Kriteria Hubungan</b>
0	Tidak ada korelasi
0 – 0.25	Korelasi sangat lemah

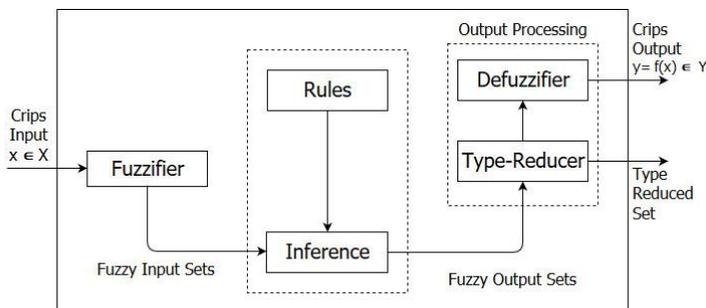
Koefisien Korelasi	Kriteria Hubungan
0.25 – 0.5	Korelasi cukup
0.5 – 0.75	Korelasi kuat
0.75 – 0.99	Korelasi sangat kuat
1	Korelasi sempurna

### 2.2.4 Type-2 Fuzzy Logic Systems

*Type-2 fuzzy logic systems* (T2FLS) merupakan pengembangan dari *type-1 fuzzy logic systems* (T1FLS). Konsep *type-2 fuzzy* ini pertama kali diperkenalkan oleh Zadeh [23]

Dalam *fuzzy logic system* dapat terjadi ketidakpastian linguistik maupun numerik yang terjadi saat pembuatan aturan. [24] Permasalahan ketidakpastian linguistik dapat diatasi menggunakan *Type-2 fuzzy sets*. [9]

Struktur T2FLS tak jauh berbeda dengan T1FLS yang terdiri dari *fuzzifier*, *rules*, *inference*, dan *output processing*. Perbedaan mendasar antara T1FLS dengan T2FLS terletak pada struktur proses dimana pada T1FLS *output processing* hanyalah *defuzzifier* sedangkan pada T2FLS blok *output processing* terdiri dari *type-reducer* dan *defuzzifier*.



Gambar 2.4. Struktur Proses Type-2 Fuzzy Logic Systems

Karakteristik yang dimiliki oleh *type-2 fuzzy* terletak pada *membership function*. [24] Pada himpunan *type-2*, derajat keanggotaan untuk setiap elemennya merupakan himpunan

*type-1 fuzzy* pada  $[0,1]$ . Berbeda dengan himpunan *type-1* dimana derajat keanggotaan yang berlaku untuk setiap elemennya adalah nilai tegas pada  $[0,1]$ . [24] [9] *Type-2 fuzzy logic* memiliki dua derajat keanggotaan, yaitu derajat keanggotaan primer dan sekunder. [10]

Notasi  $\mu_A(x)$  merupakan derajat keanggotaan dari  $x \in X$  dalam  $A$  dimana  $A$  merupakan himpunan *type-1 fuzzy*. Sedangkan himpunan *type-2 fuzzy* dilambangkan sebagai  $\tilde{A}$  sehingga derajat keanggotaan dari  $x \in X$  dalam  $\tilde{A}$  adalah  $\mu_{\tilde{A}}(x)$ .

#### **2.2.4.1 Fuzzifier**

Bagian *Fuzzifier* pada struktur T2FLS berguna untuk memetakan masukan nilai tegas (*crisp*) ke menjadi nilai keanggotaan pada himpunan fuzzy. Proses pemetaan ini dilakukan menggunakan *membership function*.

#### **2.2.4.2 Membership Function**

Komputasi dari *type-2 fuzzy logic systems* sangat intensif. Beberapa hal dapat menjadi sederhana ketika *membership function* sekunder merupakan interval. Ketika *membership function* sekunder merupakan interval maka dapat disebut sebagai *interval type-2 fuzzy logic systems*. [10]

Pada *interval type-2 fuzzy* terdapat batas-batas pada *membership function* yaitu *upper membership function* (UMF) dan *lower membership function* (LMF). Kedua *membership function* tersebut membatasi daerah yang dikenal dengan istilah *footprint of uncertainty* (FOU). FOU (*footprint of uncertainty*) merepresentasikan ketidakpastian dalam *membership function type-2 fuzzy*. FOU merupakan union (gabungan) dari semua derajat keanggotaan utama (*primary membership grades*). [9]

UMF merupakan himpunan yang memiliki derajat keanggotaan tertinggi dari FOU sedangkan LMF merupakan himpunan yang memiliki derajat keanggotaan terendah dari FOU. *Membership function* yang umumnya digunakan adalah tipe gaussian. Dengan menggunakan *membership function* primer Gaussian dimana  $k = (1, \dots, p)$  adalah *antecedent* dan

$l = (1, \dots, M)$  adalah jumlah aturan makan *membership function* dinyatakan sebagai berikut

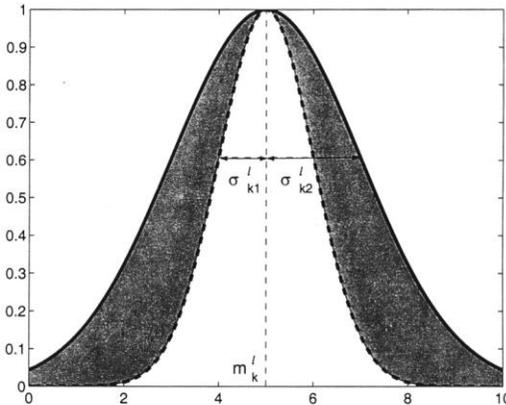
$$\mu_k^l(x) = \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{x_k - m_k^l}{\sigma_k^l} \right)^2 \right] \quad \sigma_k^l \in [\sigma_{k1}^l, \sigma_{k2}^l] \quad (2.1)$$

*Upper membership function* didefinisikan sebagai:

$$\bar{\mu}_k^l(x_k) = N(m_k^l, \sigma_{k2}^l; x_k) \quad (2.2)$$

Sedangkan *lower membership function* adalah sebagai berikut

$$\underline{\mu}_k^l(x_k) = N(m_k^l, \sigma_{k1}^l; x_k) \quad (2.3)$$



**Gambar 2.5. Membership function Interval Type-2 Fuzzy**

Pada Gambar 2.5. garis tebal menyatakan *upper membership function* dan garis putus-putus menyatakan *lower membership function* dan daerah berarsir diantaranya merupakan FOU.

### 2.2.4.3 Aturan Dasar

Aturan pada T2FLS sama dengan yang ada pada T1FLS yaitu menggunakan IF-THEN. Perbedaannya hanyalah pada *antecedent* dan *consequent* yang merupakan himpunan *type-2*. Dalam aturan T2FLS ketika memiliki  $p$  input yaitu  $x_1 \in X_1$ ,  $x_2 \in X_2, \dots$ ,  $x_p \in X_p$  dan menghasilkan *output*  $y \in Y$ ,

asumsikan bahwa terdapat aturan sebanyak  $M$  maka aturan ke- $l$  dapat dinotaskan sebagai:

$$R^l: \text{IF } x_1 \text{ is } \tilde{F}_1^l \text{ and } x_2 \text{ is } \tilde{F}_2^l \text{ and } \dots \text{ and } x_p \text{ is } \tilde{F}_p^l \text{ THEN } y \text{ is } G^l$$

#### 2.2.4.4 Inference

Pada tahap inference aturan digabungkan dan dilakukan pemetaan dari input himpunan type-2 fuzzy ke output himpunan *type-2 fuzzy*. Berdasarkan input dan *antecedent* dari setiap aturan, dilakukan penghitungan ‘*firing level*’ untuk setiap aturan kemudian hasilnya diaplikasikan pada himpunan fuzzy *consequent*.

Apabila menggunakan *interval type-2 fuzzy* maka  $F^l$  merupakan himpunan *type-1*

$$F^l = [\underline{f}^l, \bar{f}^l] \quad (2.4)$$

dimana

$$\underline{f}^l = \sup \int_{x \in X_1} \dots \int_{x_p \in X_p} [\underline{\mu}_{\tilde{X}_1}(x_1) \star \underline{\mu}_{\tilde{F}_1^l}(x_1)] \star \dots \star [\underline{\mu}_{\tilde{X}_p}(x_p) \star \underline{\mu}_{\tilde{F}_k^l}(x_p)] / x \quad (2.5)$$

dan

$$\bar{f}^l = \sup \int_{x \in X_1} \dots \int_{x_p \in X_p} [\bar{\mu}_{\tilde{X}_1}(x_1) \star \bar{\mu}_{\tilde{F}_1^l}(x_1)] \star \dots \star [\bar{\mu}_{\tilde{X}_p}(x_p) \star \bar{\mu}_{\tilde{F}_k^l}(x_p)] / x \quad (2.6)$$

#### 2.2.4.5 Type-reduction

*Type-reduction* mengubah himpunan *type-2* yang merupakan output tahap *inference* menjadi himpunan *type-1*. Terdapat beberapa metode dalam melakukan *type-reduction* diantaranya seperti *centroid type-reduction*, *height type-reduction*, dan *center-of-sets type-reduction*.

Secara umum untuk *interval type-2 FLS type reduction* dapat dituliskan

$$Y(Z_1, \dots, Z_M, W_1, \dots, W_M) = \int_{z_1} \dots \int_{z_M} \int_{w_1} \dots \int_{w_M} 1 / \frac{\sum_{l=1}^M w_l z_l}{\sum_{l=1}^M w_l} \quad (2.7)$$

dimana setiap  $Z_l$  ( $l = 1, \dots, M$ ) dan  $W_l$  ( $l = 1, \dots, M$ ) adalah himpunan *interval type-1*. Setiap  $Z_l$  memiliki *centroid* atau pusat  $c_l$  dan *spread* atau lebar  $s_l$  ( $s_l \geq 0$ ). Selain itu setiap  $W_l$  juga memiliki pusat yaitu  $h_l$  *spread* atau lebar  $\Delta_l$  ( $\Delta_l \geq 0$ ) dengan asumsi  $h_l \geq \Delta_l$  sehingga untuk  $w_l \geq 0$ . Hasilnya adalah himpunan *interval type-1* yaitu  $Y$ , sehingga penghitungan dilakukan pada  $y_l$  yang merupakan titik paling kiri dan  $y_r$  yang merupakan titik paling kanan. Nilai dari  $y_l$  memiliki ketergantungan terhadap selisih centroid dan spread yaitu  $c_l - s_l$  dan salah satu titik batas  $W_i$ . Sedangkan nilai  $y_r$  memiliki ketergantungan terhadap nilai  $c_l + s_l$  dan salah satu titik batas  $W_i$ . Untuk menghitung nilai  $y_l$  dan  $y_r$  dilakukan secara iteratif dengan persamaan

$$S(w_1, \dots, w_M) \cong \frac{\sum_{l=1}^M w_l z_l}{\sum_{l=1}^M w_l} \quad (2.8)$$

dimana  $w_l \in [h_l - \Delta_l, h_l + \Delta_l]$  dan  $h_l \geq \Delta_l$  untuk  $l=1, \dots, M$  dan  $z_l \in [c_l - s_l, c_l + s_l]$ . Untuk menghitung nilai maksimum  $S$  pada  $y_r$  digunakan  $z_l = c_l + s_l$  untuk ( $l=1, \dots, M$ ) dengan tanpa menghilangkanan asas umum,  $z_l$  dianggap telah tersusun secara berurutan dari nilai terkecil hingga terbesar. Yaitu  $z_1 \leq z_2 \leq \dots \leq z_M$ . Langkah selanjutnya adalah:

1. Dengan  $w_l = h_l$  untuk  $l = 1, \dots, M$ ; hitung  $S' = S(h_1, \dots, h_M)$  dengan persamaan (9)
2. Mencari  $k$  ( $1 \leq k \leq M-1$ ) demikian sehingga  $z_k \leq S' \leq z_{k+1}$ ;
3. Dengan  $w_l = h_l - \Delta_l$  untuk  $l \leq k$  dan  $w_l = h_l + \Delta_l$  untuk  $l \geq k+1$  hitung  $S'' = S(h_1 - \Delta_1, \dots, h_k - \Delta_k, h_{k+1} + \Delta_{k+1}, \dots, h_M + \Delta_M)$  menggunakan persamaan (9);

4. Periksa apakah  $S'' = S'$ , jika ya maka iterasi berhenti; jika tidak, selanjutnya ke langkah 5.  $S''$  merupakan nilai maksimum dari  $S(w_1, \dots, w_M)$ ;
5. Ganti nilai  $S'$  sama dengan  $S''$ , kemudian kembali ke langkah 2.

Nilai minimum  $S(w_1, \dots, w_M)$  yaitu  $y_l$ , dapat dihitung menggunakan prosedur yang sama seperti prosedur di atas. Hanya ada dua perubahan yang dibutuhkan yaitu menggunakan  $z_l = c_l - s_l$  untuk  $(l=1, \dots, M)$ . Kemudian pada langkah 3, gunakan  $w_l = h_l + \Delta_l$  untuk  $l \leq k$  dan  $w_l = h_l - \Delta_l$  untuk  $l \geq k+1$  untuk menghitung  $S'' = S(h_1 + \Delta_1, \dots, h_k + \Delta_k, h_{k+1} - \Delta_{k+1}, \dots, h_M - \Delta_M)$

#### 2.2.4.6 Defuzzification

Tahap ini menggunakan *defuzzifier* untuk mendapatkan luaran berupa nilai tegas atau *crisp* output dari himpunan *type-reduced*. Himpunan *type-1* diubah menjadi nilai tegas untuk menghasilkan output terakhir. Untuk memperoleh nilai tegas dari himpunan interval *type-1* melalui *defuzzifier* dapat dilakukan dengan mencari nilai rata-rata

$$y(x) = \frac{y_l + y_r}{2} \quad (2.9)$$

dimana:

$y_l$  = titik paling kiri

$y_r$  = titik paling kanan

#### 2.2.5 Perbedaan *Type-1 Fuzzy Logic Systems* dan *Type-2 Fuzzy Logic Systems*

Perbedaan *Type-1 Fuzzy Logic Systems* dan *Type-2 Fuzzy Logic Systems* dapat dilihat pada Tabel 2.6

Tabel 2.6 Perbedaan T1FLS dan T2FLS

Aspek	<i>Type-1 Fuzzy Logic Systems</i>	<i>Type-2 Fuzzy Logic Systems</i>
<i>Membership Function</i>	Pada <i>antecedent</i> dan <i>consequent</i> , <i>membership function</i> yang digunakan adalah himpunan <i>type-1 fuzzy</i>	Pada <i>antecedent</i> dan <i>consequent</i> , <i>membership function</i> yang digunakan adalah himpunan <i>type-2 fuzzy</i>
<i>Membership Grade</i>	Hanya memiliki satu <i>membership grade</i>	Memiliki dua <i>membership grade</i> yaitu <i>primary membership</i> dan <i>secondary membership</i>
<i>Output Processing Block</i>	<i>Output processing</i> hanya <i>defuzzification</i>	<i>Output processing</i> terdiri dari <i>type-reduction</i> dan <i>defuzzification</i>
Ketidakpasian Linguistik	Tidak dapat mengatasi ketidakpastian linguistik	Dapat mengatasi ketidakpastian linguistik

### 2.2.6 Table Lookup Scheme

*Table lookup scheme* merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menghasilkan aturan fuzzy. Metode ini menghasilkan aturan fuzzy dari pasangan input-output, menjadikannya sebagai aturan dasar fuzzy dan membangun sistem logika fuzzy berdasarkan pada aturan dasar fuzzy yang dihasilkan.[25]

Misalkan diberikan pasangan input-output data

$$(x_1^{(1)}, x_2^{(1)}; y^{(1)}), (x_1^{(2)}, x_2^{(2)}; y^{(2)}), (x_1^{(3)}, x_2^{(3)}; y^{(3)}) \quad (2.10)$$

dimana  $x_1$  dan  $x_2$  adalah input sedangkan  $y$  adalah output. Pasangan input-output tersebut terdiri dari dua input dan satu output yang akan digunakan untuk membuat aturan fuzzy *if-then*.

Langkah-langkah dalam membuat rule dengan metode *table lookup scheme* adalah [25]

### **Langkah 1: Membagi Input dan Output Menjadi Beberapa Bagian Fuzzy**

Variable input dan output dibagi menjadi  $2N + 1$  bagian. Kemudian setiap bagian digambarkan dengan *membership fuction*.

### **Langkah 2: Membuat Aturan Dasar Fuzzy dari Pasangan Data yang Sudah Ada**

Sebelum membuat aturan, hitung nilai derajat keanggotaan untuk  $x_1^{(i)}, x_2^{(i)}$  dan  $y^{(i)}$  untuk setiap bagian. Kemudian tetapkan  $x_1^{(i)}, x_2^{(i)}$  dan  $y^{(i)}$  sebagai anggota dari bagian yang memiliki derajat keanggotaan paling tinggi.

Sebagai contoh  $x_1^{(1)}$  pada Gambar 2.6. memiliki derajat 0.8 pada bagian S2 dan 0.2 pada bagian S1 sehingga  $x_1^{(1)}$  dikategorikan sebagai S2. Begitu juga dengan  $x_2^{(1)}$  dan  $y^{(1)}$ .

Apabila setiap variable sudah dimasukkan pada satu bagian seperti

$(x_1^{(1)}, x_2^{(1)}; y^{(1)}) \Rightarrow ([x_1^{(1)} \text{ 0.8 pada S2}], [x_2^{(1)} \text{ 0.7 pada CE}]; [y^{(1)} \text{ 0.5 pada B1}]$

maka aturan *if-then* yang didapatkan adalah

IF  $x_1$  is S2 AND  $x_2$  is CE THEN  $y$  is B1

### **Langkah 3: Memberikan Derajat Untuk Setiap Aturan**

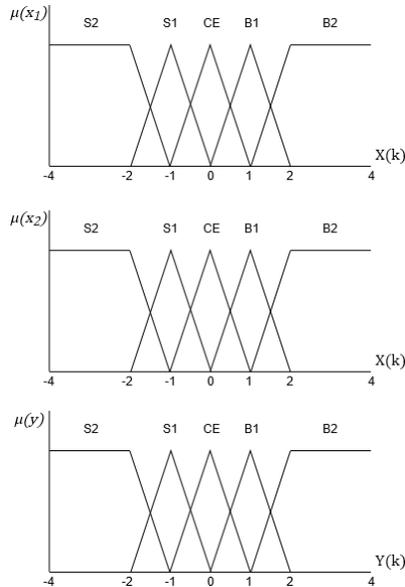
Pemberian derajat pada aturan yang telah dibuat bertujuan untuk mengatasi adanya aturan yang salaing konflik seperti aturan yang memiliki *antecedent* yang sama namun memiliki *consequent* yang berbeda.

Perhitungan derajat masing-masing aturan adalah dengan mengkalikan setiap derajat keanggotaan aturan

$$D(\text{rule}) = \mu_A(x_1) \times \mu_B(x_2) \times \mu_C(y) \quad (2.11)$$

### Langkah 4: Membuat Kombinasi Aturan Dasar Fuzzy

Setelah terbentuk aturan dari semua pasangan data input-output selanjutnya adalah membuat kombinasi aturan dasar fuzzy. Untuk aturan-aturan yang memiliki *antecedent* yang sama namun berbeda *consequent* maka yang dipilih adalah aturan yang memiliki derajat paling tinggi.



Gambar 2.6. Membagi Menjadi Lima Bagian

### 2.2.7 Evaluasi Hasil Peramalan

Hasil peramalan yang telah diperoleh perlu dievaluasi untuk mengetahui tingkat akurasi suatu model. Beberapa metode yang digunakan untuk mengevaluasi hasil peramalan diantaranya MSE dan SMAPE

#### 2.2.7.1 MSE

*Mean square error* (MSE) merupakan cara menghitung galat dari hasil peramalan. MSE menyatakan kuadrat rata-rata kesalahan dari suatu metode peramalan.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [X_i - F_i]^2 \quad (2.12)$$

dimana:

$MSE = \text{Mean Squared Error}$

$n = \text{jumlah periode}$

$X_i = \text{nilai aktual pada period ke-}i$

$F_i = \text{nilai prediksi pada period ke-}i$

### 2.2.7.2 SMAPE

*Symmetric mean absolute percentage error* (SMAPE) merupakan penghitungan persentase kesalahan dengan membandingkan selisih absolut nilai aktual dan prediksi dengan jumlah nilai actual ditambah dengan nilai prediksi periode ke- $i$ . SMAPE biasa digunakan sebagai alternative dari MAPE karena nilai MAPE tidak dapat dihitung apabila nilai aktual sama dengan 0. Sehingga SMAPE digunakan untuk menghitung nilai kesalahan pada prediksi yang memiliki banyak nilai aktual sama dengan 0.

$$SMAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|X_i - F_i|}{|X_i| + |F_i|} \quad (2.13)$$

dimana:

$SMAPE = \text{Symmetric Mean Absolute Percentage Error}$

$n = \text{jumlah periode}$

$X_i = \text{nilai aktual pada period ke-}i$

$F_i = \text{nilai prediksi pada period ke-}i$

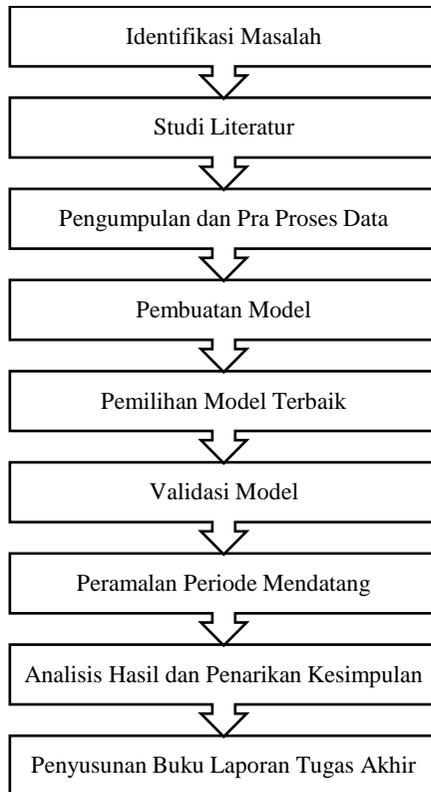
*Halaman ini sengaja dikosongkan.*

## BAB III METODOLOGI

Bab ini akan membahas langkah-langkah pengerjaan tugas akhir sesuai dengan metode yang digunakan.

### 3.1 Tahapan Pelaksanaan

Pada bagian ini dijelaskan metodologi yang akan digunakan sebagai panduan untuk menyelesaikan penelitian tugas akhir ini. Alur pengerjaan penelitian tugas akhir ditunjukkan pada Gambar 3.1.



**Gambar 3.1. Tahap Pengerjaan Tugas Akhir**

Berdasarkan gambar di atas, berikut adalah penjelasan dari tiap-tiap proses yang dilakukan dalam menyelesaikan penelitian tugas akhir ini.

### **3.1.1 Identifikasi Masalah**

Pada tahap ini dilakukan identifikasi permasalahan terkait kasus difteri yang terjadi di Provinsi Jawa Timur. Setelah permasalahan ditemukan langkah selanjutnya adalah mencari solusi untuk permasalahan tersebut. Solusi yang diusulkan kemudian akan diangkat menjadi topik dalam tugas akhir ini.

### **3.1.2 Studi Literatur**

Setelah permasalahan beserta dengan solusinya berhasil diidentifikasi, selanjutnya dilakukan studi literatur. Studi literatur ini bertujuan untuk mencari informasi dan teori mengenai permasalahan serta metode penyelesaiannya. Sumber studi literatur ini dapat berupa buku, jurnal, artikel ilmiah, dan paper penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

### **3.1.3 Pengumpulan dan Pra Proses Data**

Tahap selanjutnya adalah pengumpulan data yang akan digunakan untuk meramalkan kasus difteri sebagai solusi dari permasalahan. Data yang dikumpulkan adalah data kasus difteri pada periode Januari 2013 hingga Desember 2018. Selain data kasus difteri data lain yang dikumpulkan adalah data cakupan imunisasi dan data kepadatan penduduk. Data tersebut bersumber dari Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur dan Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. Data yang telah dikumpulkan kemudian diolah pada tahap pra-proses. Tahap pra proses dilakukan dengan mengelompokkan data penderita dan membagi data menjadi dua bagian yaitu data *training* dan data *testing* dengan persentase pembagian sebesar 75%: 25%.

### **3.1.4 Pembuatan Model**

Pembuatan model peramalan mengacu pada proses yang dimiliki oleh *type-2 fuzzy logic* seperti yang tertera pada Gambar 2.1. yang ada pada sub bab 2.2.4. Pembuatan model dilakukan

dengan menggunakan data salah satu kota/kabupaten sesuai pengelompokan data.

### **Langkah 1. Menentukan variabel**

Langkah pertama adalah menentukan variabel fuzzy yang akan digunakan dalam peramalan. Variabel yang akan digunakan dalam peramalan ini adalah jumlah kasus difteri, kepadatan penduduk, dan persentase cakupan imunisasi DPT.

### **Langkah 2. Analisis Korelasi**

Analisis korelasi dilakukan dengan mengacu pada sub bab 2.2.3. analisis korelasi dilakukan untuk menguji korelasi atau hubungan antara variabel bebas yaitu kepadatan penduduk, cakupan imunisasi DPT, variabel terikat yaitu jumlah kasus difteri.

### **Langkah 3. Menentukan nilai linguistik**

Dari variabel yang telah ditentukan sebelumnya maka selanjutnya ditentukan nilai linguistik untuk masing-masing variabel. Satu variabel dibagi menjadi beberapa himpunan fuzzy.

### **Langkah 4. *Fuzzyfication***

Pada tahap ini masukan yang berupa nilai tegas diubah menjadi himpunan fuzzy. Himpunan fuzzy setiap variabel yang dihasilkan disajikan sesuai dengan *membership function* masing-masing variabel. Tahap ini akan menghasilkan himpunan *membership function type-2 fuzzy*.

### **Langkah 5. Membuat rancangan *fuzzy rules***

Setelah himpunan *membership function type-2 fuzzy* dihasilkan maka selanjutnya dibuat aturan-aturan untuk memproses input fuzzy.

### **Langkah 7. *Type-reducer***

Selanjutnya dilakukan reduksi tipe dimana output dari tahap sebelumnya yaitu tahap *inference* yang berupa himpunan *type-2* diubah menjadi himpunan *type-1*.

### **Langkah 8. Defuzzyfication**

Tahap terakhir adalah menentukan nilai output tegas dari himpunan fuzzy. Nilai tegas ini merupakan output akhir dari keseluruhan komputasi fuzzy yang dilakukan.

Pembuatan model dilakukan dengan menggunakan variabel dan tanpa menggunakan variabel untuk mencari model terbaik dan mengetahui pengaruh variabel terhadap model peramalan. Dari hasil pembuatan model akan dipilih model terbaik dengan mengacu pada penghitungan akurasi menggunakan MSE dan MAPE.

### **Langkah 9. Mengambil Output**

Setelah model jadi, maka langkah selanjutnya mengambil output menggunakan model yang telah dibuat. Output yang dimaksud adalah hasil peramalan menggunakan data *training* dan data *testing* sebagai data aktual.

#### **3.1.5 Pemilihan Model Terbaik**

Hasil peramalan dari data training dan data testing selanjutnya diukur nilai akurasinya. Nilai akurasi didapatkan dengan membandingkan nilai data aktual dan nilai data peramalan. Model dengan akurasi terbaik akan dipilih.

#### **3.1.6 Validasi Model**

Model terbaik yang telah dipilih kemudian dicobakan pada data lain. Hal ini dilakukan untuk melihat apakah model dapat diterapkan pada jenis data yang berbeda.

#### **3.1.7 Peramalan Periode Mendatang**

Setelah model terbaik diperoleh selanjutnya dilakukan peramalan. Peramalan dilakukan untuk mengetahui jumlah kasus difteri pada periode dua tahun mendatang yaitu periode Januari 2019 hingga Desember 2020.

#### **3.1.8 Analisis Hasil dan Penarikan Kesimpulan**

Analisa hasil dilakukan dengan membandingkan data hasil peramalan dengan data aktual. Pada tahap ini dilakukan evaluasi

terhadap peramalan yang telah dilakukan untuk mengukur tingkat akurasi peramalan. Evaluasi dilakukan dengan menghitung nilai MSE dan SMAPE sesuai dengan persamaan (2.12) dan (2.13). Penarikan kesimpulan dilakukan berdasarkan hasil dari penghitungan MSE dan SMAPE. Pada tahap ini juga dilakukan penarikan kesimpulan terkait hubungan variabel bebas terhadap hasil dari peramalan. Penarikan kesimpulan dilakukan dengan melihat hasil dari analisis korelasi dan hasil dari beberapa model peramalan yang dibuat.

### **3.1.9 Penyusunan Buku Laporan Tugas Akhir**

Tahapan terakhir dari pelaksanaan tugas akhir ini adalah pembuatan laporan sebagai bentuk dokumentasi dari semua rangkaian tahapan yang telah dilaksanakan. Laporan tugas akhir ini akan memuat dokumentasi, hasil penelitian, serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya. Sistematika penulisan laporan tersebut adalah sebagai berikut:

#### **1. Bab I Pendahuluan**

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang, rumusan permasalahan, batasan, tujuan, dan manfaat pengerjaan tugas akhir.

#### **2. Bab II Tinjauan Pustaka**

Bab ini berisi tentang kajian pustaka dan dasar teori yang menunjang penelitian. Dijabarkan juga penelitian-penelitian sebelumnya yang memiliki keterkaitan dengan tugas akhir ini.

#### **3. Bab III Metodologi**

Pada bab ini dijelaskan mengenai tahapan-tahapan dalam pengerjaan tugas akhir.

#### **4. Bab IV Perancangan**

Bab ini berisi penjelasan mengenai rancangan penelitian yang akan digunakan untuk implementasi metode dalam pengerjaan tugas akhir.

## 5. Bab V Implementasi

Bab ini berisi penjelasan mengenai proses implementasi metode yang digunakan dalam tugas akhir.

## 6. Bab VI Analisis Hasil

Bab ini berisi penjelasan hasil yang diperoleh setelah implementasi metode dilaksanakan. Pembahasan dalam bab ini disertai dengan analisis dari hasil yang diperoleh.

## 7. Bab VII Kesimpulan dan Saran

Bab ini merupakan bab terakhir dalam laporan yang berisi penarikan kesimpulan dari analisis hasil penelitian yang telah dilakukan. Selain itu bab ini juga akan berisi saran untuk penyempurnaan penelitian selanjutnya.

## **BAB IV PERANCANGAN**

Pada bab ini diuraikan cara perancangan model yang akan digunakan untuk peramalan. Bab ini meliputi pengumpulan data, pra-proses data, uji korelasi variable, pembuatan model, validasi model, dan peramalan.

### **4.1 Pengumpulan Data**

Data yang dikumpulkan merupakan data untuk variable terikat serta variabel bebas. Data yang akan dikumpulkan meliputi jumlah penderita difteri, kepadatan penduduk, cakupan imunisasi DPT 1, DPT 2, DPT 3 dan DPT 4. Periode data yang digunakan adalah bulanan dari tahun 2013 hingga 2018. Data penderita difteri Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, data cakupan imunisasi DPT didapatkan dari website imunisasi milik Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, dan data jumlah penduduk diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Timur.

### **4.2 Pra-proses Data**

Data yang diperoleh masih perlu diolah agar menjadi data yang sesuai. Data yang belum dalam format periode bulanan akan dibuat menjadi periode bulanan. Data juga akan dikelompokkan serta dibagi menjadi data *training* dan data *testing*.

#### **4.2.1 Pengelompokan Data**

Data yang diperoleh merupakan data dari semua kota/kabupaten di Jawa Timur. Data penderita yang diperoleh dikelompokkan berdasarkan nilai data tertinggi. Pengelompokkan dilakukan untuk memilih kabupaten/kota yang akan digunakan dalam membuat model peramalan.

#### **4.2.2 Pembagian Data**

Data akan dibagi menjadi data *training* dan data *testing*. Perbandingan yang digunakan dalam membagi data adalah

75:25 sehingga dari 72 baris data yang dimiliki, 54 baris data adalah data *training* dan 18 sisanya adalah data *testing*.

### 4.3 Uji korelasi

Data yang telah diperoleh dan diproses akan diuji korelasinya. Variabel yang digunakan akan diuji apakah memiliki korelasi satu dengan lainnya. Uji korelasi akan dilakukan menggunakan *software* MATLAB R2018b.

### 4.4 Pembuatan Model

Jumlah model yang dibuat akan disesuaikan dengan jumlah kelompok data yang ada sesuai implementasi dari sub bab 4.2.1. Pembuatan model akan dilakukan dengan menggunakan *toolbox interval type-2 fuzzy logic systems*[26] pada *software* MATLAB R2018b. Dalam pembuatan model akan ditentukan variabel apa saja yang dilibatkan. Setiap variabel akan dikelompokkan menjadi beberapa kategori linguistik. Data yang akan digunakan untuk membuat model adalah data *training* dan model akan diuji menggunakan data *testing*.

#### 4.4.1 Penentuan Variable *Input* dan *Output*

Seperti yang telah disebutkan pada sub bab 4.1, variabel yang akan dilibatkan dalam tugas akhir ini diantaranya jumlah penderita difteri, cakupan imunisasi DPT 1, DPT 2, DPT 3, DPT 4, serta variabel kepadatan penduduk. Seluruh variabel tersebut akan menjadi variabel *input*, sedangkan untuk variabel *output* yang akan digunakan adalah jumlah penderita difteri pada periode  $t + 1$ . Output yang dipilih merupakan jumlah penderita difteri pada periode  $t + 1$  karena cakupan imunisasi tidak bisa langsung mempengaruhi jumlah penderita pada periode yang sama sehingga dibuat peramalan jumlah penderita periode  $t + 1$ .

Kombinasi dari variabel input akan digunakan untuk membuat model untuk melihat variabel mana yang dapat menghasilkan model terbaik. *Output* yang dihasilkan untuk setiap kombinasi variabel adalah output yang sama yaitu jumlah penderita periode  $t$ . Terdapat empat kombinasi yang akan digunakan

untuk membuat model sesuai dengan yang tertera pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.1. Variabel Input dan Output**

Variabel Input	Jumlah Penderita Difteri Periode $t$
	Kepadatan Penduduk Periode $t$
	Cakupan Imunisasi DPT 1 Periode $t$
	Cakupan Imunisasi DPT 2 Periode $t$
	Cakupan Imunisasi DPT 3 Periode $t$
	Cakupan Imunisasi DPT 4 Periode $t$
Variabel Output	Jumlah Penderita Difteri Periode $t + 1$

**Tabel 4.2. Kombinasi Variabel Input**

<b>Kombinasi</b>	<b>Variabel Input</b>
A	Jumlah Penderita Difteri Periode $t$
B	Jumlah Penderita Difteri Periode $t$
	Kepadatan Penduduk Periode $t$
C	Jumlah Penderita Difteri Periode $t$
	Cakupan Imunisasi DPT 1 Periode $t$
	Cakupan Imunisasi DPT 2 Periode $t$
	Cakupan Imunisasi DPT 3 Periode $t$
D	Cakupan Imunisasi DPT 4 Periode $t$
	Jumlah Penderita Difteri Periode $t$
	Kepadatan Penduduk Periode $t$
	Cakupan Imunisasi DPT 1 Periode $t$
	Cakupan Imunisasi DPT 2 Periode $t$
	Cakupan Imunisasi DPT 3 Periode $t$
	Cakupan Imunisasi DPT 4 Periode $t$

#### 4.4.2 Pembagian Kategori Linguistik

Setiap variabel akan dibagi menjadi beberapa kategori. Kategori ini nantinya akan digunakan dalam *membership function*. Satu kategori linguistik diwakili oleh satu *membership function*. Pembagian jumlah kategori linguistik dalam masing-masing variabel akan dibuat dalam beberapa skenario. Setiap variabel akan dibagi menjadi beberapa bagian dengan jumlah ganjil. Skenario yang digunakan adalah masing-masing variabel akan dibagi menjadi tiga, lima, dan tujuh kategori linguistik atau *membership function*. Sehingga skenario kombinasi akan menjad seperti pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3. Skenario Kombinasi Variabel Berserta Pembagian Kategori Linguistik**

<b>Kombinasi</b>	<b>MF</b>	<b>Variabel Input</b>
A	3	Jumlah Penderita Difteri Periode $t$
	5	
	7	
B	3	Jumlah Penderita Difteri Periode $t$ Kepadatan Penduduk Periode $t$
	5	
	7	
C	3	Jumlah Penderita Difteri Periode $t$ Cakupan Imunisasi DPT 1 Periode $t$ Cakupan Imunisasi DPT 2 Periode $t$ Cakupan Imunisasi DPT 3 Periode $t$ Cakupan Imunisasi DPT 4 Periode $t$
	5	
	7	
D	3	Jumlah Penderita Difteri Periode $t$ Kepadatan Penduduk Periode $t$ Cakupan Imunisasi DPT 1 Periode $t$ Cakupan Imunisasi DPT 2 Periode $t$ Cakupan Imunisasi DPT 3 Periode $t$ Cakupan Imunisasi DPT 4 Periode $t$
	5	
	7	

#### 4.4.3 Pembuatan Aturan Dasar

Pembuatan aturan dasar dilakukan dengan menggunakan metode *table-lookup scheme*. Langkah-langkah yang dilakukan untuk membuat aturan sesuai dengan langkah-langkah yang telah disebutkan dalam sub bab 2.2.7. Aturan dibuat dengan menggunakan *software* MATLAB R2018b dan *Microsoft Excel*. MATLAB digunakan untuk mendapatkan derajat keanggotaan. Kemudian derajat keanggotaan yang telah diperoleh akan diolah menjadi aturan menggunakan *Microsoft Excel*.

Pembuatan aturan dasar akan dilakukan menggunakan *type-1 fuzzy*. Pada *interval type-2 fuzzy* untuk membuat *footprint of uncertainty* dilakukan dengan menggunakan *upper* dan *lower membership function* yang mana keduanya merupakan *type-1 membership function*. *Upper membership function* memiliki derajat keanggotaan maksimum sehingga dalam membuat aturan dasar dilakukan menggunakan *upper membership function*.

#### 4.5 Peramalan Aktual

Peramalan aktual dilakukan untuk meramalkan *data training* dan *data testing*. Hasil peramalan aktual dapat digunakan untuk menghitung akurasi model.

#### 4.6 Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan terbaik akan dilakukan berdasarkan nilai SMAPE dari hasil *testing*. Penghitungan nilai SMAPE akan dilakukan menggunakan *Microsoft Excel*. Penghitungan akan dilakukan sesuai dengan persamaan (2.13)

#### 4.7 Validasi Model

Pada validasi akan digunakan model terbaik yang telah dipilih untuk dicobakan pada data kota/kabupaten lain. Validasi model akan dilakukan menggunakan data tiga kota/kabupaten yang berada pada kelompok yang sama dengan kota/kabupaten yang digunakan untuk membuat model.

#### **4.8 Analisis Hasil dan Peramalan Masa Mendatang**

Model terbaik yang telah dipilih akan digunakan untuk melakukan peramalan sebanyak 24 periode kedepan yaitu peramalan periode Januari 2019 hingga Desember 2020. Analisis hasil dilakukan dengan membandingkan hasil peramalan dengan data aktual yang dimiliki.

## **BAB V IMPLEMENTASI**

Pada bab ini akan dipaparkan mengenai implementasi dari metode yang digunakan yang meliputi proses pengumpulan data, pembuatan model, hingga validasi model.

### **5.1 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan melalui Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur serta Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. Sebagian besar data yang diperoleh sudah sesuai dengan data yang dibutuhkan dalam hal ini periode yang diharapkan dari data adalah periode bulanan. Namun, untuk data kepadatan penduduk data yang diperoleh adalah data jumlah penduduk tahunan sehingga perlu diolah kembali agar dapat menjadi data kepadatan penduduk bulanan.

**Tabel 5.1. Hasil Pengumpulan Data**

<b>Data</b>	<b>Format data yang didapat</b>		<b>Format data yang dibutuhkan</b>	
	<b>Periode</b>	<b>Satuan</b>	<b>Periode</b>	<b>Satuan</b>
Jumlah Penderita Difteri	Bulanan	Jiwa	Bulanan	Jiwa
Cakupan Imunisasi DPT 1	Bulanan	Persen	Bulanan	Persen
Cakupan Imunisasi DPT 2	Bulanan	Persen	Bulanan	Persen
Cakupan Imunisasi DPT 3	Bulanan	Persen	Bulanan	Persen
Cakupan Imunisasi DPT 4	Bulanan	Persen	Bulanan	Persen

Data	Format data yang didapat		Format data yang dibutuhkan	
	Periode	Satuan	Periode	Satuan
Jumlah Penduduk Kota/Kabupaten	Tahunan	Jiwa	Bulanan	Jiwa/Km <sup>2</sup>

## 5.2 Pra-Proses Data

Data yang telah diperoleh akan diolah kembali untuk dikelompokkan, diolah agar sesuai dengan data yang dibutuhkan, dan dibagi menjadi data *training* dan data *testing*.

### 5.2.1 Pengelompokan Data Penderita

Setiap kota/kabupaten memiliki data penderita yang berbeda-beda. Data penderita kota/kabupaten dikelompokkan menjadi tiga kelompok berdasarkan nilai data tertinggi yang dimiliki.

1. Kelompok pertama merupakan data kota/kabupaten yang memiliki jumlah penderita dengan nilai tertinggi mencapai 6 hingga 10.
2. Kelompok kedua merupakan data kota/kabupaten yang memiliki jumlah penderita dengan nilai tertinggi mencapai >10.
3. Kelompok ketiga merupakan data kota/kabupaten yang memiliki jumlah penderita dengan nilai tertinggi hanya mencapai 5.

Dari ketiga kelompok data kota/kabupaten yang telah dibuat, diambil masing-masing satu kota/kabupaten untuk dijadikan sebagai data acuan dalam pembuatan model. Data variabel yang lain akan mengikuti kelompok data penderita.

### 5.2.2 Pengolahan Data Kepadatan Penduduk

Data jumlah penduduk yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik selanjutnya diolah menjadi data kepadatan penduduk. Data jumlah penduduk yang diperoleh masih berupa data tahunan sehingga perlu dipecah menjadi data dengan periode bulanan. Untuk memecah data jumlah penduduk tahunan menjadi

data jumlah penduduk bulanan maka perlu dicari laju penduduk untuk setiap bulannya. Laju penduduk dapat dihitung dengan persamaan laju penduduk eksponensial [27]

$$r = \frac{1}{t} \ln \left( \frac{P_t}{P_o} \right) \quad (5.1)$$

Dimana

$r$  = laju pertumbuhan penduduk tahunan

$t$  = jangka waktu

$P_t$  = jumlah penduduk tahun ke  $t$

$P_o$  = jumlah penduduk tahun dasar

Laju pertumbuhan yang diperoleh dari persamaan 5.1 merupakan laju pertumbuhan penduduk tahunan sehingga perlu dijadikan laju pertumbuhan penduduk bulanan dengan cara membaginya dengan 12.

$$r(\text{bulanan}) = \frac{r}{12} \quad (5.2)$$

Berikut merupakan contoh proses mengubah jumlah penduduk menjadi laju pertumbuhan penduduk menggunakan data Kabupaten Malang.

Langkah pertama adalah menghitung laju penduduk pada tahun 2013.

$$r(\text{Kab. Malang 2013}) = \frac{1}{1} \ln \left( \frac{P_{2013}}{P_{2012}} \right)$$

$$r(\text{Kab. Malang 2013}) = \frac{1}{1} \ln \left( \frac{2508698}{2490878} \right)$$

$$r(\text{Kab. Malang 2013}) = 0.0071286$$

Hasil diatas kemudian diubah menjadi laju penduduk bulanan.

$$r(\text{Kab. Malang Bulanan 2013}) = \frac{0.0071286}{12}$$

$$r(\text{Kab. Malang Bulanan 2013}) = 0.0005941$$

Laju penduduk bulanan kemudian digunakan untuk mendapatkan jumlah penduduk bulanan. Data jumlah penduduk yang diperoleh dari BPS diasumsikan merupakan akumulasi jumlah penduduk pada akhir tahun atau jumlah penduduk pada bulan Desember. Sehingga untuk mendapatkan nilai jumlah penduduk bulan ke  $i$  adalah dengan menambahkan jumlah penduduk bulan sebelumnya dengan laju penduduk bulan ke  $i$  yang dikalikan dengan jumlah penduduk bulan sebelumnya.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Penduduk Bulan } t_i & \\ &= \text{Jumlah Penduduk Bulan } t_{i-1} \\ &+ (\text{Laju Penduduk Bulan } t_i \\ &\times \text{Jumlah Penduduk Bulan } t_{i-1}) \end{aligned} \quad (5.3)$$

Setelah mendapatkan jumlah penduduk bulanan, selanjutnya adalah menghitung nilai kepadatan penduduk bulanan. Kepadatan penduduk bulanan dapat diperoleh dengan membagi jumlah penduduk dengan luas daerah kota/kabupaten.

$$\begin{aligned} \text{Kepadatan Penduduk Bulan } t_i & \\ &= \frac{\text{Jumlah Penduduk Bulan } t_i}{\text{Luas Wilayah}} \end{aligned}$$

Berikut merupakan contoh bagaimana mendapatkan jumlah penduduk bulanan dan mengubahnya menjadi nilai kepadatan penduduk bulanan.

$$\begin{aligned}
 & \text{Jumlah Penduduk Bulan Januari 2013} \\
 & = \text{Jumlah Penduduk Bulan Desember 2012} \\
 & + (\text{Laju Penduduk Bulan Januari 2013} \\
 & \times \text{Jumlah Penduduk Bulan Desember 2012})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Jumlah Penduduk Bulan Januari 2013} \\
 & = 2490878 + (0.0005941 \times 2490878)
 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah Penduduk Bulan Januari 2013} = 2492358$$

Kemudian hasil diatas dibagi dengan luas wilayah untuk mendapatkan nilai kepadatan penduduk.

$$\begin{aligned}
 & \text{Kepadatan Penduduk Bulan Januari 2013} \\
 & = \frac{\text{Jumlah Penduduk Bulan Januari 2013}}{\text{Luas Wilayah}}
 \end{aligned}$$

$$\text{Kepadatan Penduduk Bulan Januari 2013} = \frac{2492358}{3530.65}$$

$$\text{Kepadatan Penduduk Bulan Januari 2013} = 706$$

### 5.2.3 Pembagian Data

Data dari semua variabel yang telah diolah sehingga menjadi data yang diinginkan kemudian dibagi menjadi dua bagian yaitu data *training* dan data *testing*. Sebanyak 75% data digunakan sebagai data *training* dan sisanya sebanyak 25% data digunakan sebagai data *testing*. Dari total 72 periode data, data *training* merupakan data periode 1 – 54 (Januari 2013 – Juni 2017). Data *testing* berjumlah 18 baris data dari data periode 55 – 72 (Juli 2017 – Desember 2018).

Pembagian data dilakukan pada data dari kota/kabupaten yang akan digunakan untuk membuat model.

### 5.3 Memuat Data Input

Data yang telah selesai melalui pra-proses kemudian dimuat kedalam MATLAB sebagai data input. Untuk memuat data pada

MATLAB, fungsi yang digunakan adalah `xlsread()` dengan penggunaan seperti

```
xlsread('nama_file', nama_sheet);
```

Kode Program 5.1. merupakan kode program untuk membaca data Kabupaten Malang. Beberapa variabel yang digunakan untuk menyimpan data diantaranya

`mlgdata` : menyimpan semua data Kabupaten Malang  
`mlgtrain` : menyimpan data *training* Kabupaten Malang  
`mlgtest` : menyimpan data *testing* Kabupaten Malang

```
mlgdata = xlsread('Data Kab
Malang.xlsx', All);
mlgtrain = xlsread('Data Kab
Malang.xlsx', 'Train');
mlgtest = xlsread('Data Kab
Malang.xlsx', 'Test');
```

**Kode Program 5.1. Membaca Data dari Microsoft Excel**

Gambar 5.1. Menunjukkan data input yang telah dimuat ke dalam MATLAB. Kolom 1 merupakan data jumlah penderita, kolom 2 hingga 5 merupakan data cakupan imunisasi DPT 1, DPT 2, DPT 3, serta DPT 4, dan kolom 6 merupakan data kepadatan penduduk.

	1	2	3	4	5	6
1	1	8.9500	8.6800	9.0100	0	705.9204
2	5	8.7700	8.7100	8.6700	0	706.3397
3	1	8.8800	8.8600	8.7800	0	706.7593
4	0	8.9600	8.9200	8.8900	0	707.1792
5	1	8.8700	8.9300	8.9300	0	707.5993
6	0	9.1400	9.0100	9.0700	0	708.0196
7	1	9.1700	9.0900	8.8000	0	708.4402
8	0	17.1000	16.2900	16.3500	0	708.8611
9	1	9.2900	9.1100	8.9300	0	709.2822
10	3	8.5700	8.4900	8.5600	0	709.7035
11	2	6.9200	6.9700	7.1600	0	710.1251
12	0	8.4200	8.4100	8.4400	0	710.5485

**Gambar 5.1. Tampilan Data pada MATLAB**

## 5.4 Uji Korelasi

Uji korelasi dilakukan dengan menggunakan *software* MATLAB R2018b. Uji korelasi dilakukan dengan menggunakan fungsi dari MATLAB yaitu `corrcoef()` untuk mendapatkan koefisien korelasi yang menyatakan hubungan variabel jumlah penderita difteri, cakupan imunisasi DPT 1, DPT 2, DPT 3, DPT 4, dan kepadatan penduduk terhadap jumlah penderita difteri periode  $t + 1$ . Contoh penggunaan fungsi `corrcoef()` dapat dilihat pada Kode Program 5.1.

```
...
korelasimlg = corrcoef(mlgdata);
korelasisby = corrcoef(sbydata);
korelasisnp = corrcoef(snpdata);
```

**Kode Program 5.2. Uji Korelasi**

## 5.5 Pembuatan Model

Pembuatan modle dilakukan menggunakan *toolbox interval type-2 fuzzy logic systems* pada MATLAB. Dalam *toolbox* ini sistem fuzzy yang buat di desain terlebih dahulu dengan membuat input, output, aturan dasar serta *membership function*.

### 5.5.1 Penentuan Kategori Linguistik

Tabel 5.2, Tabel 5.3, dan Tabel 5.4 secara berurutan menunjukkan laber kategori leinguistik yang akan digunakan pada setiap variabel yang dibagi menjadi tiga, lima, dan tujuh *membership function*.

**Tabel 5.2. Kategori Linguistik 3 Membership Function**

Variabel	Kategori Linguistik
Jumlah Penderita Difteri Periode $t$	Sedikit
	Sedang
	Banyak
Kepadatan Penduduk Periode $t$	Kurang Padat
	Cukup Padat

Variabel	Kategori Linguistik
	Padat
Cakupan Imunisasi DPT 1, DPT 2, DPT 3, dan DPT 4	Kurang Merata
	Cukup Merata
	Merata
Jumlah Penderita Difteri Periode $t + 1$	Sedikit
	Sedang
	Banyak

Tabel 5.3. Kategori Linguistik 5 *Membership Function*

Variabel	Kategori Linguistik
Jumlah Penderita Difteri Periode $t$	Sangat Sedikit
	Sedikit
	Sedang
	Banyak
	Sangat Banyak
Kepadatan Penduduk Periode $t$	Tidak Padat
	Kurang Padat
	Cukup Padat
	Padat
	Sangat Padat
Cakupan Imunisasi DPT 1, DPT 2, DPT 3, dan DPT 4	Tidak Merata
	Kurang Merata
	Cukup Merata
	Merata
	Sangat Merata
Jumlah Penderita Difteri Periode $t + 1$	Sangat Sedikit
	Sedikit

Variabel	Kategori Linguistik
	Sedang
	Banyak
	Sangat Banyak

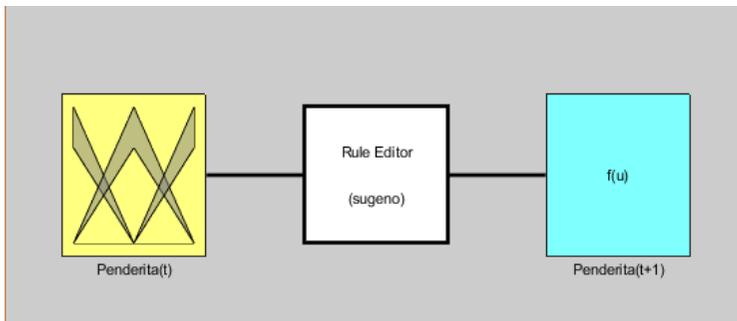
**Tabel 5.4. Kategori Linguistik 7 Membership Function**

Variabel	Kategori Linguistik
Jumlah Penderita Difteri Periode $t$	Sangat Sangat Sedikit
	Sangat Sedikit
	Sedikit
	Sedang
	Banyak
	Sangat Banyak
	Sangat Sangat Banyak
Kepadatan Penduduk Periode $t$	Sangat Tidak Padat
	Tidak Padat
	Kurang Padat
	Cukup Padat
	Padat
	Sangat Padat
	Sangat Sangat Padat
Cakupan Imunisasi DPT 1, DPT 2, DPT 3, dan DPT 4	Sangat Tidak Merata
	Tidak Merata
	Kurang Merata
	Cukup Merata
	Merata
	Sangat Merata
	Sangat Sangat Merata

Variabel	Kategori Linguistik
Jumlah Penderita Difteri Periode $t + 1$	Sangat Sangat Sedikit
	Sangat Sedikit
	Sedikit
	Sedang
	Banyak
	Sangat Banyak
	Sangat Sangat Banyak

### 5.5.2 Menentukan Variabel Input dan Output

Langkah pertama perlu menentukan dahulu jumlah input dan output pada setiap model yang dibuat. Jumlah input yang digunakan dalam pembuatan model beragam sesuai dengan skenario kombinasi variabel pada Tabel 4.2.

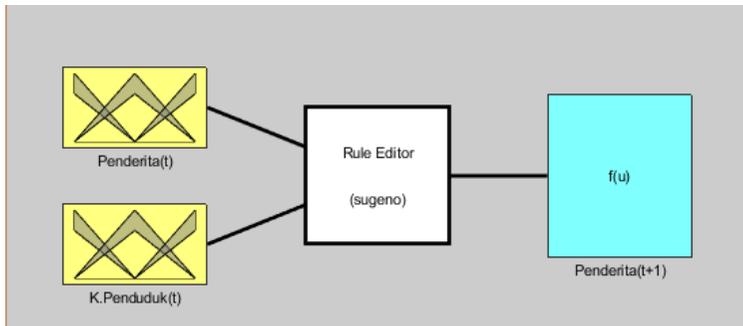


**Gambar 5.2. Struktur Model dengan Input Penderita**

Gambar 5.2. menunjukkan skenario kombinasi A yaitu model dengan satu input dan satu output. Variabel input yang digunakan adalah variabel jumlah penderita periode ke  $t$  dan output dari model adalah jumlah penderita periode ke  $t + 1$ .

Input 1: Jumlah penderita periode ke  $t$

Output: Jumlah penderita periode ke  $t + 1$



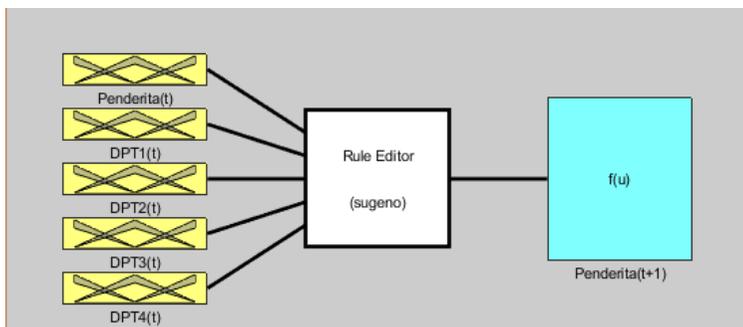
**Gambar 5.3. Struktur Model dengan Input Penderita dan Kepadatan Penduduk**

Input dan output untuk scenario kombinasi B dapat dilihat pada Gambar 5.3. dimana terdapat dua input serta satu output. Variabel input yang dilibatkan dalam model ini adalah variabel jumlah penderita periode ke  $t$  dan kepadatan penduduk periode ke  $t + 1$ . Variabel tersebut diletakkan secara berurutan.

Input 1: Jumlah penderita periode ke  $t$

Input 2: Kepadatan penduduk periode ke  $t$

Output: Jumlah penderita periode ke  $t + 1$



**Gambar 5.4. Struktur Model dengan Input Penderita dan Cakupan Imunisasi**

Model selanjutnya adalah model skenario kombinasi C dengan lima input dan satu output seperti pada Gambar 5.4.. Output dari model sama seperti sebelumnya sedangkan untuk variabel input yang digunakan secara berurutan diantaranya:

Input 1: Jumlah penderita periode ke  $t$

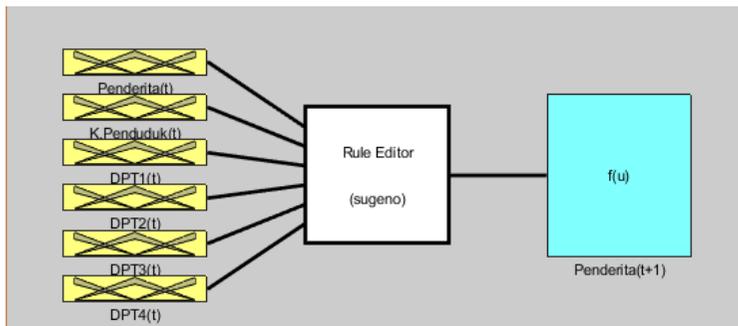
Input 2: Cakupan imunisasi DPT 1 ke  $t$

Input 3: Cakupan imunisasi DPT 2 ke  $t$

Input 4: Cakupan imunisasi DPT 3 ke  $t$

Input 5: Cakupan imunisasi DPT 4 ke  $t$

Output: Jumlah penderita periode ke  $t + 1$



**Gambar 5.5. Struktur Model dengan Input Penderita Kepadatan Penduduk, dan Cakupan Imunisasi**

Skenario model kombinasi D adalah yang terakhir seperti pada yang dapat dilihat pada Gambar 5.5. Model tersebut melibatkan seluruh variabel sehingga model memiliki enam input dan satu output. Secara berurutan input dan output yang dilibatkan adalah:

Input 1: Jumlah penderita periode ke  $t$

Input 2: Kepadatan penduduk periode ke  $t$

Input 3: Cakupan imunisasi DPT 1 ke  $t$

Input 4: Cakupan imunisasi DPT 2 ke  $t$

Input 5: Cakupan imunisasi DPT 3 ke  $t$

Input 6: Cakupan imunisasi DPT 4 ke  $t$

Output: Jumlah penderita periode ke  $t + 1$

### 5.5.3 Penentuan Rentang Variabel

Pembuatan model dilakukan dengan menggunakan data *training* sehingga nilai batas bawah dan batas atas masing-masing variabel diambil dari data *training*. Penentuan nilai batas bawah dan batas atas dari setiap variabel diambil dari nilai terendah dan nilai tertinggi masing-masing dari data *training*.

$$\text{batas bawah} = \min (A)$$

$$\text{batas atas} = \max (A)$$

(5.4)

Dimana

A = himpunan nilai suatu variabel

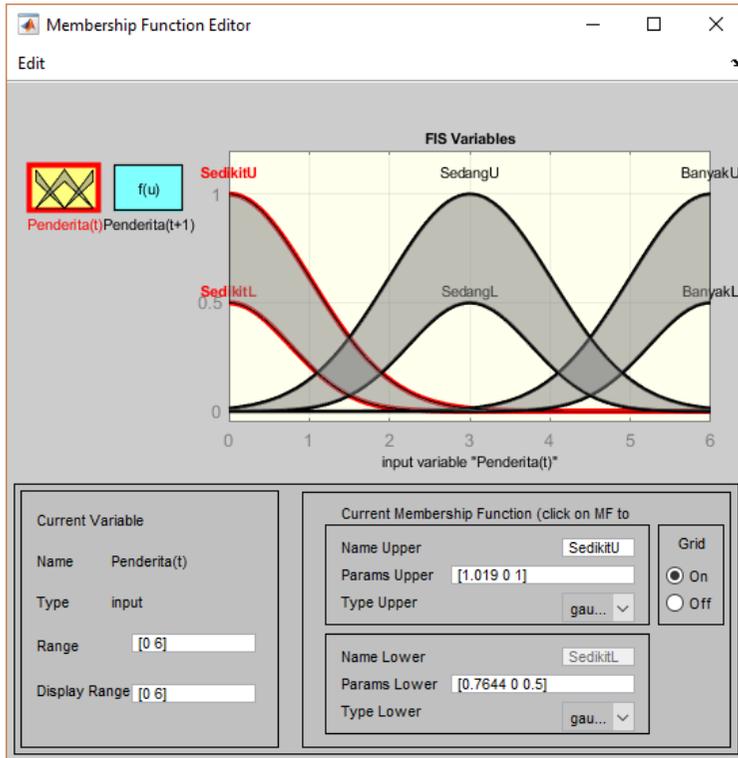
### 5.5.4 Desain Membership Fuction

Membuat desain struktur membership function dilakukan melalui menu *Membership Function Editor* pada *toolbox* seperti pada Gambar 5.6. Untuk membuat *membership function* pada *toolbox*, langkah yang perlu dilakukan

1. Memasukkan rentang variabel.
2. Menentukan jenis membership function dalam hal ini adalah *gaussian membership function*.
3. Membagi variabel menjadi beberapa bagian sesuai jumlah *membership function* yang diinginkan. Dari pembagian tersebut didapatkan nilai rata-rata untuk puncak gaussian dan nilai standar deviasi yang sama untuk setiap *membership*

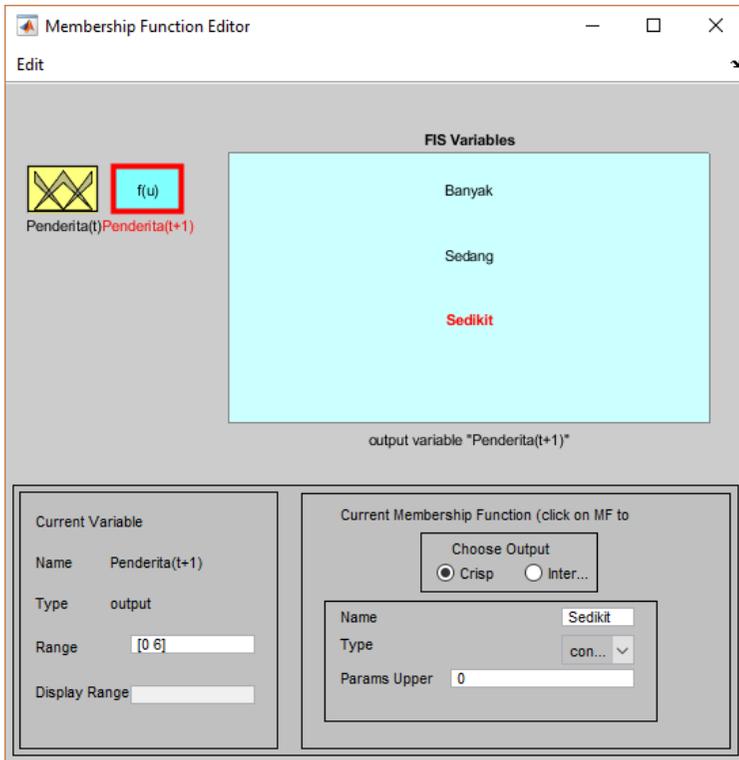
*function* karena variabel akan dibagi menjadi beberapa *membership function* secara merata.

- Memberi nama upper dan lower membership function sesuai nilai linguistik.



**Gambar 5.6. Desain Membership Function Input**

Pada Gambar 5.6 dapat dilihat pada *toolbox* terdapat bagian untuk memasukkan rentang input variabel. Disebelahnya terdapat kotak input nilai standar deviasi serta rata-rata untuk *gaussian membership function*. Untuk input parameter *membership function* dibedakan menjadi dua bagian yaitu parameter *upper* dan parameter *lower membership function*.



**Gambar 5.7. Desain Membership Function Output**

Pada bagian output seperti Gambar 5.7, nilai rentang variabel perlu dimasukkan. Output yang dipilih adalah *crisp* output. Setiap membership function diberi nama sesuai nilai linguistik. Tipe dari output yang dipilih adalah *constant* output. Kemudian untuk parameter yang digunakan setiap *membership function* adalah nilai rata-rata yang merupakan puncak dari *gaussian membership function*.

### 5.5.5 Pembuatan Aturan Dasar

Pembuatan aturan dasar diawali dengan pengambilan nilai *membership degree* atau derajat keanggotaan untuk setiap data. Pembuatan aturan dasar ini menggunakan *type-1 fuzzy* dan *membership function* yang digunakan adalah *gaussian* dengan

parameter yang disesuaikan dengan *upper membership function* variabel dari masing-masing model.

Pengambilan derajat keanggotaan dilakukan sebanyak jumlah kategori atau jumlah *membership function* yang digunakan pada model. Hal tersebut dilakukan agar nantinya dapat diambil nilai derajat keanggotaan tertinggi yang menentukan kategori suatu nilai data.

Karena model yang buat memiliki tiga skenario jumlah *membership function* yaitu tiga, lima, dan tujuh, maka dibuat juga tiga kode program yang berbeda untuk pengambilan nilai derajat keanggotaan. Kode Program 5.3. merupakan contoh kode program untuk mengambil nilai derajat keanggotaan. Pada Kode Program 5.3. ditunjukkan bagaimana pengambilan derajat keanggotaan dari variabel jumlah penderita dengan tiga, lima, dan tujuh *membership function*.

Karena jenis *membership function* yang digunakan adalah gaussian *membership function*, maka untuk mengambil nilai derajat keanggotaan dilakukan dengan menggunakan fungsi `gaussmf()`. Fungsi tersebut memiliki dua parameter yaitu data input dan parameter *membership function*. Pada Kode Program 5.3. penggunaan fungsi `gaussmf()` adalah

`gaussmf(data_input,[standar_deviasi mean])`

```
%3 MEMBERSHIP FUNCTION
%P Range 0-6
train3mfp(:,1) = gaussmf(mlgtrain(:,1), [1.019 0])
train3mfp(:,2) = gaussmf(mlgtrain(:,1), [1.019 3])
train3mfp(:,3) = gaussmf(mlgtrain(:,1), [1.019 6])

%5 MEMBERSHIP FUNCTION
%P Range 0 - 6
train5mfp(:,1) =
gaussmf(mlgtrain(:,1), [0.637 0]);
train5mfp(:,2) =
gaussmf(mlgtrain(:,1), [0.637 1.5]);
train5mfp(:,3) =
gaussmf(mlgtrain(:,1), [0.637 3]);
```

```

train5mfp(:,4) =
gaussmf(mlgtrain(:,1), [0.637 4.5]);
train5mfp(:,5) =
gaussmf(mlgtrain(:,1), [0.637 6]);

%7 MEMBERSHIP FUNCTION
%P Range 0 - 6
train7mfp(:,1) =
gaussmf(mlgtrain(:,1), [0.4247 0]);
train7mfp(:,2) =
gaussmf(mlgtrain(:,1), [0.4247 1]);
train7mfp(:,3) =
gaussmf(mlgtrain(:,1), [0.4247 2]);
train7mfp(:,4) =
gaussmf(mlgtrain(:,1), [0.4247 3]);
train7mfp(:,5) =
gaussmf(mlgtrain(:,1), [0.4247 4]);
train7mfp(:,6) =
gaussmf(mlgtrain(:,1), [0.4247 5]);
train7mfp(:,7) =
gaussmf(mlgtrain(:,1), [0.4247 6]);

```

**Kode Program 5.3. Mengambil Nilai *Membership Degree* Data Penderita Kabupaten Malang**

Setelah mendapatkan nilai derajat keanggotaan, nilai tersebut diolah menggunakan *Microsoft Excel*. Pada satu nilai data diambil nilai derajat keanggotaan tertinggi dari beberapa nilai derajat keanggotaan yang ada. Data kemudian diberi label kategori sesuai dengan asal nilai derajat keanggotaan terbesar.

**Tabel 5.5. Pemberian Label Data Penderita**

<b>P</b>	<b>Sedikit</b>	<b>Sedang</b>	<b>Banyak</b>	<b>Max</b>	<b>Label</b>
1	0.617839	0.145714	5.91E-06	0.617839	S
5	5.91E-06	0.145714	0.617839	0.617839	B
1	0.617839	0.145714	5.91E-06	0.617839	S
0	1	0.013118	2.96E-08	1	S
1	0.617839	0.145714	5.91E-06	0.617839	S

**Tabel 5.6. Pemberian Label Data Keapatan Penduduk**

<b>K</b>	<b>Kurang Padat</b>	<b>Cukup Padat</b>	<b>Padat</b>	<b>Max</b>	<b>Label</b>
706	0.999751	0.012296	2.61E-08	0.999751	KP
706	0.995475	0.017306	5.19E-08	0.995475	KP
707	0.977597	0.024027	1.02E-07	0.977597	KP
707	0.946825	0.032907	1.97E-07	0.946825	KP
708	0.904376	0.044456	3.77E-07	0.904376	KP

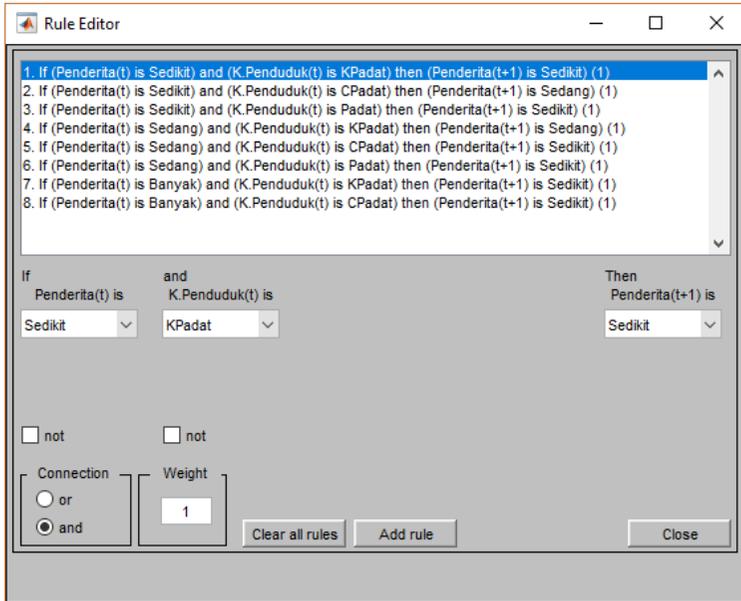
Untuk membuat aturan dasar maka yang dilakukan adalah menggabungkan hasil label yang telah dibuat sebelumnya. Kemudian nilai derajat dari setiap aturan yang terbentuk dihitung.

Aturan yang dipilih adalah aturan dengan kombinasi dari bebrapat label variabel input. Apabila terdapat kombinasi label variabel input yang sama namun memiliki label output yang berbeda maka yang dipilih adalah kombinnasi yang memiliki derajat paling tinggi.

**Tabel 5.7. Kombinasi Aturan Dasar**

<b>Lab P<sub>t</sub></b>	<b>Lab K</b>	<b>Lab Output</b>	<b>Rule Degree</b>	<b>Max P<sub>t</sub></b>	<b>Max K</b>	<b>Max Output</b>
S	KP	B	0.382	0.618	0.9998	0.619
B	KP	S	0.380	0.618	0.9955	0.619
S	KP	S	0.604	0.618	0.9776	1
S	KP	S	0.585	1	0.9468	0.619
S	KP	S	0.559	0.618	0.9044	1

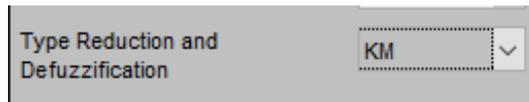
Aturan yang terpilih kemudian dimasukkan kedalam toolbox seperti pada Gambar 5.8.



Gambar 5.8. Rule Editor Model dengan Dua Variabel

### 5.5.6 Type Reduction dan Defuzzyfication

Pada *toolbox* yang digunakan, metode *type reduction* dan *defuzzyfication* yang akan digunakan dapat dipilih. Dalam pembuatan model untuk tugas akhir ini metode *type reduction* dan *defuzzyfication* yang digunakan adalah metode Karnik-Mendel. Lebih spesifik lagi metode *type reduction* adalah *center-of-sets*.



Gambar 5.9. Menu Type Reduction and Defuzzification

### 5.5.7 Pengambilan Hasil Output Model

Pengambilan output dilakukan dengan menggunakan fungsi `evalt2()` yang mana fungsi tersebut memiliki tiga parameter yaitu data input untuk masing masing variabel, model yang digunakan, serta *type reduction* yang akan digunakan.

**Output = evalt2([datainput],model,TRMethod)**

Selain menggunakan fungsi `evalt2()`, fungsi lain yang dilibatkan adalah fungsi `readt2fis()` yang berfungsi untuk membaca file dari model yang telah dibuat. Contoh penerapan kode program untuk mendapatkan output dapat dilihat pada Kode Program 5.4.

```

...
TRMethod = 1;
model_P_3mf = readt2fis('P_mlg_3mf.t2fis');

% train
for i=1:length(mlgtrain)
    outputtrain_P_3mf(i,1) =
    evalt2([mlgtrain(i,1)], model_P_3mf,
    TRMethod);
end

% test
for i=1:length(mlgtest)
    outputtest_P_3mf(i,1) =
    evalt2([mlgtest(i,1)], model_P_3mf,
    TRMethod);
end

model_PK_3mf =
    readt2fis('PK_mlg_3mf.t2fis');

% train
for i=1:length(mlgtrain)
    outputtrain_PK_3mf(i,1) =
    evalt2([mlgtrain(i,1) mlgtrain(i,6)],
    model_PK_3mf, TRMethod);
end

% test
for i=1:length(mlgtest)
    outputtest_PK_3mf(i,1) =
    evalt2([mlgtest(i,1) mlgtest(i,6)],
    model_PK_3mf, TRMethod);

```

```

end

model_PD_3mf =
readt2fis('PD_mlg_3mf.t2fis');

% train
for i=1:length(mlgtrain)
outputtrain_PD_3mf(i,1) =
evalt2([mlgtrain(i,1) mlgtrain(i,2)
mlgtrain(i,3) mlgtrain(i,4) mlgtrain(i,5)],
model_PD_3mf, TRMethod);
end

% test
for i=1:length(mlgtest)
outputtest_PD_3mf(i,1) =
evalt2([mlgtest(i,1) mlgtest(i,2)
mlgtest(i,3) mlgtest(i,4) mlgtest(i,5)],
model_PD_3mf, TRMethod);
end

model_PKD_3mf =
readt2fis('PKD_mlg_3mf.t2fis');
% train
for i=1:length(mlgtrain)
outputtrain_PKD_3mf(i,1) =
evalt2([mlgtrain(i,1) mlgtrain(i,6)
mlgtrain(i,2) mlgtrain(i,3) mlgtrain(i,4)
mlgtrain(i,5)], model_PKD_3mf, TRMethod);
end

% test
for i=1:length(mlgtest)
outputtest_PKD_3mf(i,1) =
evalt2([mlgtest(i,1) mlgtest(i,6)
mlgtest(i,2) mlgtest(i,3) mlgtest(i,4)
mlgtest(i,5)], model_PKD_3mf, TRMethod);
end
...

```

**Kode Program 5.4. Pengambilan Output dari Model Kabupaten  
Malang dengan 3MF**

Kode Program 5.4. merupakan salah satu contoh kode program untuk mengambil output. Pada kode program, hal yang pertama dilakukan adalah deklarasi metode *type reduction* yang digunakan dengan kode 1 yang menyatakan menggunakan Karnik-Mendel *type reduction*. Selanjutnya sebelum mengambil output model harus dibaca terlebih dahulu untuk dimasukkan ke dalam variabel. Pada Kode Program 5.4. semua skenario model digunakan baik yang hanya memiliki satu variabel input maupun yang menggunakan semua variabel input. Output kemudian diambil menggunakan fungsi `evalt2()` dengan parameter data variabel input dimasukkan secara berurutan sesuai dengan urutan variabel input yang dibuat pada model.

## 5.6 Pemilihan Model Terbaik

Setelah mendapatkan hasil output dari model, hasil tersebut kemudian diambil untuk diolah pada *Microsoft Excel*. Pengolahan yang dimaksud adalah pengolahan untuk mengetahui akurasi dari model yang dibuat.

Model terbaik akan dipilih dari model yang memiliki nilai akurasi paling baik.

## 5.7 Validasi Model

Setelah mendapatkan model terbaik, model tersebut kemudian dicobakan pada data kota/kabupaten lain sesuai dengan kelompok masing-masing model. Setiap model terbaik dicobakan pada tiga kota/kabupaten yang diambil dari anggota kelompok model itu sendiri.

Untuk mendapatkan output dari validasi adalah dengan menggunakan fungsi `evalt2()` seperti pada saat mengambil output dalam pembuatan model. Fungsi lain yang digunakan adalah fungsi `readt2fis()` untuk membaca model yang telah dibuat.

```
outputval = evalt2([datainput], model, TRMethod)
```

```

% Read Data
batu = xlsread('Data Kab
Malang.xlsx', 'Batu');
TRMethod = 1;

model_P_3mf = readt2fis('P_mlg_3mf.t2fis');
for i=1:length(batu)
outputval_batu(i,1) = evalt2([batu(i,1)],
model_P_3mf, TRMethod);
end

```

**Kode Program 5.5. Pengambilan Output Validasi dari Model Kabupaten Malang dengan 3MF**

Pada Kode Program 5.5. yang pertama dilakukan adalah membaca data yang akan digunakan sebagai data validasi. Data kemudian disimpan dalam satu variabel. Langkah selanjutnya adalah membaca model yang akan divalidasi. Setelah model dibaca barulah proses pengambilan output dimulai. Tidak seperti saat pengambilan output model dimana dipisahkan antara training dan testing, pada proses validasi pengambilan output dilakukan sekali pada seluruh data yang digunakan.

## 5.8 Peramalan Periode Mendatang

Peramalan periode mendatang dilakukan dengan menggunakan hasil peramalan dari data testing pada periode 73 sebagai data aktual untuk periode Januari 2019. Kemudian hasil peramalan dari data periode tersebut dijadikan data aktual pada periode selanjutnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada implementasi Kode Program 5.6.

```

...
model_P_3mf = readt2fis('P_mlg_3mf.t2fis');
for i=1:24
mlgforecast(i,2) =
evalt2([mlgforecast(i,1)],model_P_3mf,
TRMethod);
mlgforecast(i+1,1) = mlgforecast(i,2);
end

```

**Kode Program 5.6. Pengambilan Output Peramalan Periode Mendatang**

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan memuat hasil dan pembahasan dari implementasi metode yang telah dilaksanakan pada Bab V. Hal yang akan diulas dalam bab ini diantaranya seperti hasil pembuatan model, hasil akurasi model, hingga hasil validasi dan peramalan.

### 6.1 Hasil Pra-Proses Data

Pra-proses yang dilakukan adalah untuk mengelompokkan data jumlah penderita difteri, mengubah data jumlah penduduk menjadi data kepadatan penduduk, serta membagi data menjadi data *training* dan data *testing*.

#### 6.1.1 Hasil Pengelompokan Data Penderita

Tabel 6.1. berisi hasil pengelompokan data penderita. Kelompok 1 beranggotakan 5 kota/kabupaten sedangkan Kelompok 2 dan Kelompok 3 masing-masing beranggotakan 17 kota/kabupaten. Grafik data penderita pada masing-masing kota/kabupaten selengkapnya dapat dilihat pada LAMPIRAN A

**Tabel 6.1. Hasil Pengelompokan Data Penderita**

<b>Kelompok 1</b>	<b>Kelompok 2</b>	<b>Kelompok 3</b>
Kab. Malang	Kota Surabaya	Kab. Sumenep
Kab. Sidoarjo	Kab. Pasuruan	Kab. Lamongan
Kab. Tuban	Kab. Blitar	Kab. Magetan
Kota Batu	Kab. Tulungagung	Kab. Ngawi
Kab. Situbondo	Kab. Jember	Kab. Pacitan
Kab. Madiun	Kab. Bangkalan	Kab. Ponorogo
Kab. Jombang		Kab. Trenggalek
Kab. Kediri		Kota Mojokerto
Kab. Lumajang		Kota Probolinggo
Kab. Sampang		Kab. Nganjuk

<b>Kelompok 1</b>	<b>Kelompok 2</b>	<b>Kelompok 3</b>
Kota Pasuruan		Kab. Probolinggo
Kota Blitar		Kab. Pamekasan
Kab. Gresik		Kota Kediri
Kota Malang		Kab. Bondowoso
Kab. Madiun		Kab. Banyuwangi
		Kab. Bojonegoro
		Kab. Mojokerto

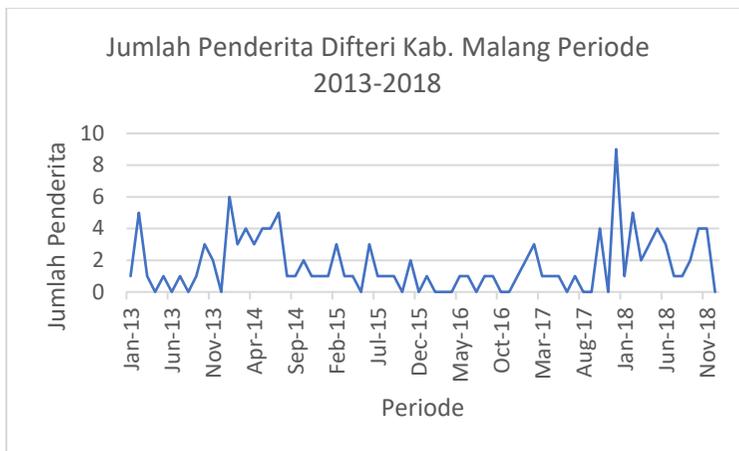
Dari hasil pengelompokkan pada Tabel 6.1., masing-masing kelompok diambil satu kota/kabupaten sebagai perwakilan yang akan digunakan dalam pembuatan model.

**Tabel 6.2. Kota/Kabupaten untuk Membuat Model**

<b>Kelompok</b>	<b>Kota/Kabupaten</b>
Kelompok 1	Kabupaten Malang
Kelompok 2	Kota Surabaya
Kelompok 3	Kabupaten Sumenep

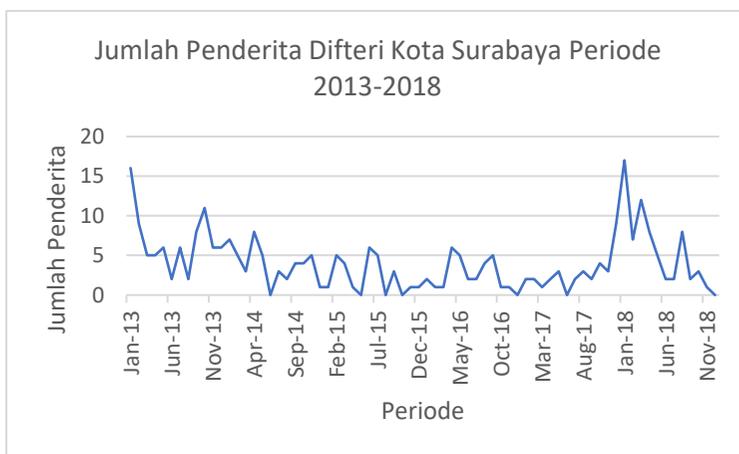
Grafik dari data penderita yang akan digunakan dalam pembuatan model dapat dilihat pada Gambar 6.1., Gambar 6.2., dan Gambar 6.3.

Pada Gambar 6.1. dapat dilihat dari grafik bahwa data penderita pada Kabupaten Malang telah memenuhi kriteria dari kelompok 1 yaitu memiliki nilai tertinggi 6 – 10. Pada data Kabupaten Malang nilai tertinggi yang dimiliki adalah 9.



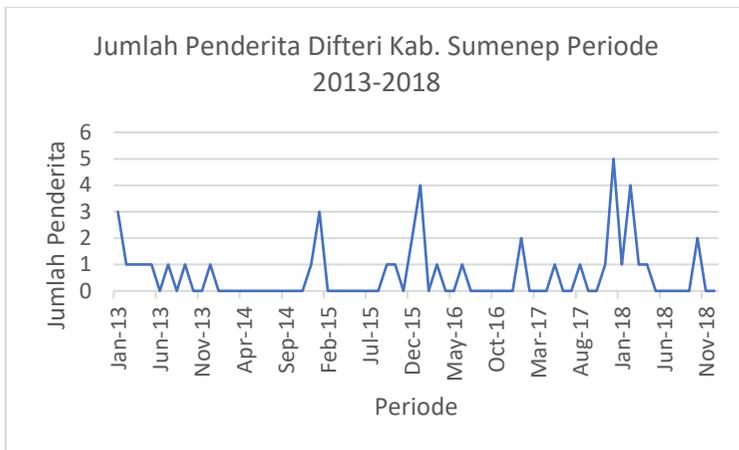
**Gambar 6.1. Grafik Data Penderita Kabupaten Malang**

Gambar 6.2. juga menjelaskan data Kota Surabaya yang masuk pada kelompok 2. Data penderita pada Kota Surabaya masuk pada kelompok 2 karena memiliki nilai data tertinggi sebesar 17.



**Gambar 6.2. Grafik Data Penderita Kota Surabaya**

Data Kota Sumenep masuk pada kelompok 3 karena memiliki nilai data tertinggi hanya mencapai 5. Hal tersebut sesuai dengan deskripsi dari kelompok 3 yaitu kelompok data yang memiliki nilai data tertinggi hanya sampai 5.



**Gambar 6.3. Grafik Data Penderita Kabupaten Sumenep**

### 6.1.2 Hasil Pengolahan Data Kepadatan Penduduk

Tabel 6.3. berisi data jumlah penduduk yang telah diolah menjadi data kepadatan penduduk bulanan. Data yang ditampilkan merupakan data kepadatan penduduk Kabupaten Malang periode Januari 2013 hingga Juni 2018. Data kepadatan penduduk secara lengkap dapat dilihat pada LAMPIRAN B

**Tabel 6.3. Data Kepadatan Penduduk Kabupaten Malang 18 Periode**

Periode	Kepadatan Penduduk Kabupaten Malang
Januari 2013	706
Februari 2013	706
Maret 2013	707
April 2013	707
Mei 2013	708
Juni 2013	708
Juli 2013	708
Agustus 2013	709
September 2013	709
Oktober 2013	710
November 2013	710
Desember 2013	711

Periode	Kepadatan Penduduk Kabupaten Malang
Januari 2014	711
Februari 2014	711
Maret 2014	712
April 2014	712
Mei 2014	713
Juni 2014	713
...	...

### 6.1.3 Hasil Pembagian Data

Data yang telah selesai melalui tahap pra-proses kemudian dibagi menjadi dua bagian yaitu data *training* dan data *testing*. Tabel 6.4. dan Tabel 6.5. menampilkan sebagian data *train* dan data *test* milik Kabupaten Malang. Data *training* merupakan data dari periode Januari 2013 hingga Juni 2017. Sedangkan data *testing* merupakan data dari periode Juli 2017 hingga Desember 2018. Data *training* dan data *testing* yang akan digunakan sebagai data input selengkapanya dapat dilihat pada LAMPIRAN B

Tabel 6.4. Data *Train* Kabupaten Malang

Periode	Jumlah Penderita	Cakupan Imunisasi				Kepadatan Penduduk
		DPT1	DPT2	DPT3	DPT4	
Jan-13	1	8.95	8.68	9.01	0	706
Feb-13	5	8.77	8.71	8.67	0	706
Mar-13	1	8.88	8.86	8.78	0	707
Apr-13	0	8.96	8.92	8.89	0	707
May-13	1	8.87	8.93	8.93	0	708
...	...	...	...	...	...	...
Jun-17	0	8.74	8.25	7.89	7.1	728

Tabel 6.5. Data *Test* Kabupaten Malang

Periode	Jumlah Penderita	Cakupan Imunisasi				Kepadatan Penduduk
		DPT1	DPT2	DPT3	DPT4	
Jul-17	1	8.87	8.85	8.44	6.94	728
Aug-17	0	8.37	8.4	8.55	6.09	728
Sep-17	0	3.13	3.23	3.51	0.97	729
Oct-17	4	10.32	9.4	9.49	6.55	729
Nov-17	0	9.53	9.77	9.03	8.69	729
...	...	...	...	...	...	...
Dec-18	0	8.74	8.42	8.55	25.5	734

## 6.2 Hasil Uji Korelasi

Tabel 6.6, Tabel 6.7, Tabel 6.8 menyatakan nilai koefisien korelasi dari hasil uji korelasi yang dilakukan. Keterangan dari tabel-tabel tersebut diantaranya:

$P_{t+1}$  = Jumlah Penderita Periode  $t + 1$

$P_t$  = Jumlah Penderita Periode  $t$

DPT1 = Cakupan Imunisasi DPT 1

DPT2 = Cakupan Imunisasi DPT 2

DPT3 = Cakupan Imunisasi DPT 3

DPT4 = Cakupan Imunisasi DPT 4

K = Kepadatan Penduduk

Mengacu pada Tabel 2.5. koefisien korelasi yang menunjukkan hubungan variabel-variabel bebas terhadap variabel terikat pada data kabupaten Malang menunjukkan korelasi yang sangat lemah. Pada Tabel 6.6 dapat dilihat bahwa nilai koefisien korelasi berkisar antara -0.023 hingga yang 0.110.

**Tabel 6.6. Hasil Uji Korelasi Data Kabupaten Malang**

MLG	$P_{t+1}$	$P_t$	DPT1	DPT2	DPT3	DPT4	K
$P_{t+1}$	1						
$P_t$	0.110	1					
DPT1	-0.086	-0.114	1				
DPT2	-0.035	-0.063	0.959	1			
DPT3	-0.023	-0.085	0.947	0.962	1		
DPT4	-0.083	-0.140	-0.026	0.028	-0.005	1	
K	0.059	0.026	-0.200	-0.190	-0.196	0.675	1

Pada Tabel 6.6. dapat dilihat bahwa variabel cakupan imunisasi memiliki korelasi negatif, sedangkan variabel kepadatan penduduk dan jumlah penderita periode  $t$  memiliki korelasi positif terhadap variabel terikat. Nilai koefisien korelasi tertinggi adalah 0.110 yang menyatakan hubungan antara variabel jumlah penderita periode  $t$  dengan jumlah penderita periode  $t + 1$ , sehingga dapat dikatakan bahwa dari seluruh variabel bebas, variabel jumlah penderita periode  $t$  adalah variabel yang paling berpengaruh terhadap variabel terikat jumlah penderita periode  $t + 1$ .

**Tabel 6.7. Hasil Uji Korelasi Data Kota Surabaya**

SBY	$P_{t+1}$	$P_t$	DPT1	DPT2	DPT3	DPT4	K
$P_{t+1}$	1						
$P_t$	0.485	1					
DPT1	0.091	0.052	1				
DPT2	0.052	-0.003	0.930	1			
DPT3	0.042	-0.033	0.894	0.944	1		
DPT4	-0.033	-0.080	0.139	0.167	0.150	1	
K	-0.111	-0.165	0.088	0.177	0.148	0.146	1

Untuk variabel-variabel pada kota Surabaya, nilai koefisien korelasinya dapat dilihat pada Tabel 6.7. Nilai koefisien korelasi pada kota Surabaya berkisar antara -0.033 hingga 0.485. Pada data kota Surabaya, variabel yang memiliki korelasi negative

adalah variabel cakupan imunisasi DPT 4 dan variabel kepadatan penduduk, sedangkan variabel sisanya memiliki korelasi positif terhadap variabel terikat. Sama seperti hasil uji korelasi pada data kabupaten Malang, pada data kota Surabaya juga ditemukan bahwa variabel bebas yang paling berpengaruh adalah jumlah penderita periode  $t$  dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0.485 yang mana nilai tersebut masuk kedalam kriteria cukup. Variabel bebas lainnya pada data kota Surabaya memiliki korelasi yang sangat lemah terhadap variabel terikat.

**Tabel 6.8. Hasil Uji Korelasi Data Kabupaten Sumenep**

SNP	$P_{t+1}$	$P_t$	DPT1	DPT2	DPT3	DPT4	K
$P_{t+1}$	1						
$P_t$	0.168	1					
DPT1	-0.039	0.062	1				
DPT2	0.049	0.101	0.877	1			
DPT3	0.072	0.112	0.889	0.908	1		
DPT4	-0.002	-0.028	-0.125	-0.129	-0.141	1	
K	0.117	0.066	-0.328	-0.363	-0.371	0.120	1

Hasil uji korelasi pada data kabupaten Sumenep dapat dilihat pada Tabel 6.8. Pada data kabupaten Sumenep variabel yang memiliki korelasi negatif adalah variabel cakupan imunisasi DPT 1 dan cakupan imunisasi DPT 4, sisanya memiliki korelasi positif terhadap variabel bebas. Seluruh variabel bebas pada data kabupaten Sumenep memiliki korelasi yang sangat lemah. Sama seperti kota/kabupaten sebelumnya pada data kabupaten Sumenep variabel yang paling berpengaruh adalah variabel jumlah penderita periode  $t$  dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0.168.

Dari ketiga hasil uji korelasi yang telah dilakukan, pada setiap kota variabel yang memiliki korelasi positif atau negative berbeda-beda. Seperti variabel kepadatan penduduk yang memiliki korelasi positif pada data Kabupaten Malang dan Kabupaten Sumenep namun memiliki korelasi negative pada data Kota Surabaya. Kesamaan dari ketiga hasil uji korelasi

adalah pada setiap kota/kabupaten variabel yang paling berpengaruh adalah variabel jumlah penderita periode  $t$ .

### 6.3 Hasil Pembuatan Model

Selanjutnya, model dibuat dari data yang telah diolah dan dikelompokkan. Terdapat tiga model yang dibuat sesuai dengan jumlah kelompok data.

#### 6.3.1 Hasil Penentuan Rentang Variabel

Hasil penentuan nilai rentang setiap variabel yang diambil dari nilai terendah dan tertinggi dari data training setiap variabel dapat dilihat pada Tabel 6.9, 6.10, dan 6.11.

**Tabel 6.9. Rentang Variabel Kabupaten Malang**

Variabel	Batas Bawah	Batas Atas
Jumlah Penderita Difteri Periode $t$	0	6
Kepadatan Penduduk Periode $t$	706	728
Cakupan Imunisasi DPT 1 Periode $t$	6.92	17.1
Cakupan Imunisasi DPT 2 Periode $t$	6.97	16.29
Cakupan Imunisasi DPT 3 Periode $t$	7.16	16.35
Cakupan Imunisasi DPT 4 Periode $t$	0	10.54
Jumlah Penderita Difteri Periode $t + 1$	0	6

Pada Tabel 6.10 dapat dilihat bahwa rentang variabel cakupan imunisasi DPT 4 berbeda jauh dari variabel cakupan imunisasi yang lainnya. Dimana pada variabel cakupan imunisasi DPT 4 rentang yang dimiliki sangat besar yaitu dari 0 hingga 100 sedangkan pada cakupan imunisasi DPT 1, DPT 2, dan DPT 3 rentang variabel berada pada kisaran angka enam hingga belasan.

**Tabel 6.10. Rentang Variabel Kota Surabaya**

<b>Variabel</b>	<b>Batas Bawah</b>	<b>Batas Atas</b>
Jumlah Penderita Difteri Periode $t$	0	16
Kepadatan Penduduk Periode $t$	8008	8183
Cakupan Imunisasi DPT 1 Periode $t$	6.48	14.44
Cakupan Imunisasi DPT 2 Periode $t$	6.21	12.17
Cakupan Imunisasi DPT 3 Periode $t$	6.17	13.55
Cakupan Imunisasi DPT 4 Periode $t$	0	100
Jumlah Penderita Difteri Periode $t + 1$	0	16

Hal yang sama juga terjadi pada variabel cakupan imunisasi DPT 4 pada Kabupaten Sumenep. Seperti yang dapat dilihat pada Tabel 6.11, nilai variabel cakupan imunisasi DPT 4 memiliki rentang 0 hingga 127.02. Hal tersebut terjadi karena adanya satu nilai yang menjadi *outlier* pada data cakupan imunisasi DPT 4 sehingga nilai tersebut dianggap sebagai nilai tertinggi dan digunakan untuk pbatas atas pada variabel tersebut.

**Tabel 6.11. Rentang Variabel Kabupaten Sumenep**

<b>Variabel</b>	<b>Batas Bawah</b>	<b>Batas Atas</b>
Jumlah Penderita Difteri Periode $t$	0	4
Kepadatan Penduduk Periode $t$	528	540
Cakupan Imunisasi DPT 1 Periode $t$	6.7	11.07
Cakupan Imunisasi DPT 2 Periode $t$	6.43	11.04
Cakupan Imunisasi DPT 3 Periode $t$	6.89	11.75
Cakupan Imunisasi DPT 4 Periode $t$	0	127.02
Jumlah Penderita Difteri Periode $t + 1$	0	4

Dari Tabel 6.9, Tabel 6.10, dan Tabel 6.11. dapat dilihat jika nilai batas untuk masing-masing variabel pada masing-masing kota/kabupaten memiliki perbedaan. Perbedaan yang paling mencolok ialah pada variabel kepadatan penduduk dimana pada Kabupaten Malang berkisar pada nilai 706 hingga 728, sedangkan pada Kota Surabaya nilai kepadatan penduduk sangat berbeda jauh dimana berkisar antara 8008 hingga 8183, dan pada Kabupaten Sumenep nilai kepadatan penduduknya paling kecil diantara yang lain yaitu berkisar antara 528 hingga 540.

### **6.3.2 Hasil Desain Membership Function**

Hasil implementasi desain *membership function* berupa struktur *membership function* sesuai skenario yang digunakan beserta parameter yang sesuai dengan data yang digunakan. Berikut akan diberikan beberapa hasil implementasi desain *membership function* pada ketiga kota/kabupaten yang digunakan dalam pembuatan model. Desain *membership function* seluruh model secara terdapat pada LAMPIRAN C. Selain itu, parameter yang digunakan dalam *membership function* dapat dilihat pada LAMPIRAN D.

#### **6.3.2.1 Model Kabupaten Sumenep**

Salah satu skenario model yang dibuat menggunakan data Kabupaten Sumenep adalah skenario C.3. Skenario C.3 yaitu penerapan model dengan kombinasi variabel jumlah penderita periode  $t$  dan cakupan imunisasi DPT 1 hingga DPT 4 dengan menggunakan skenario tiga *membership function*.

Standar deviasi dan rata-rata yang digunakan dalam model sebagai parameter dalam *gaussian membership function* terdapat pada Tabel 6.12. Nilai rata-rata yang digunakan sebagai puncak fungsi *gaussian* merupakan nilai batas bawah sebagai nilai puncak untuk *membership function* pertama, nilai tengah dari rentang variabel sebagai puncak *membership function* kedua dan nilai batas atas sebagai *puncak membership function*

ketiga. Hal ini berlaku bagi semua variabel pada semua model yang menggunakan *membership function* sebanyak tiga.

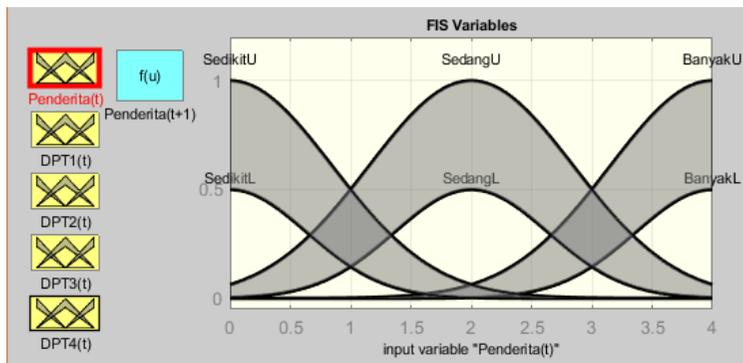
**Tabel 6.12. Parameter Model C.3 Kabupaten Sumenep**

Variabel	Label MF	Standar Deviasi Lower	Standar Deviasi Upper	Rata-Rata
Penderita	Sedikit	0.637	0.8493	0
	Sedang			2
	Banyak			4
Cakupan Imunisasi DPT 1	Kurang Merata	0.6959	0.9279	6.7
	Cukup Merata			8.885
	Merata			11.07
Cakupan Imunisasi DPT 2	Kurang Merata	0.7341	0.9788	6.43
	Cukup Merata			8.735
	Merata			11.04
Cakupan Imunisasi DPT 3	Kurang Merata	0.7739	1.032	6.89
	Cukup Merata			9.32
	Merata			11.75
Cakupan Imunisasi DPT 4	Kurang Merata	20.23	26.97	0
	Cukup Merata			63.51
	Merata			127.02

Gambar 6.4. sampai dengan Gambar 6.8 merupakan struktur *membership function* skenario C.3 pada Kabupaten Sumenep. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa rentang variabel yang digunakan sesuai dengan yang ada pada Tabel 6.11. Label linguistik yang digunakan sesuai dengan yang ada pada Tabel 5.2. namun dalam penerapannya pada model label linguistik dibedakan menjadi label *upper* dan label *lower*. Seperti pada Gambar 6.4. dimana terdapat label ‘SedikitU’ yang berarti mewakili *upper membership function* dari kategori sedikit, sedangkan ‘SedikitL’ mewakili *lower membership function* kategori sedikit.

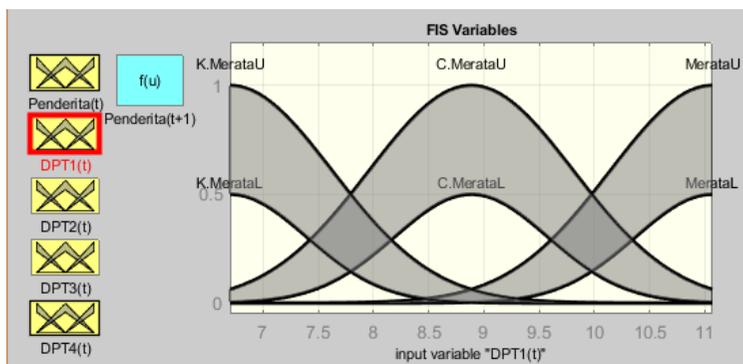
Pada hasil pembuatan *membership function*, daerah dengan warna abu-abu merupakan FOU atau *footprint of uncertainty*

yang diapit oleh *upper membership function* dan *lower membership function*.



**Gambar 6.4. Tiga Membership Function Jumlah Penderita Kabupaten Sumenep**

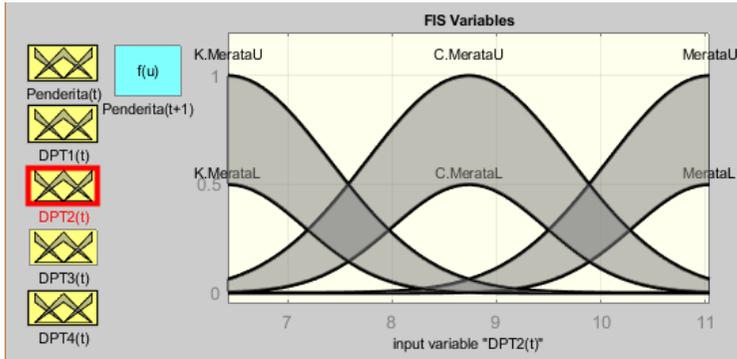
Pada Gambar 6.4. dapat dilihat dalam rentang variabel jumlah penderita, kategori sedikit memiliki rentang dari 0 hingga 2.5, kategori sedang memiliki rentang dari 0 hingga 4, dan kategori banyak memiliki rentang dari 1.5 hingga 4.



**Gambar 6.5. Tiga Membership Function Cakupan Imunisasi DPT 1 Kabupaten Sumenep**

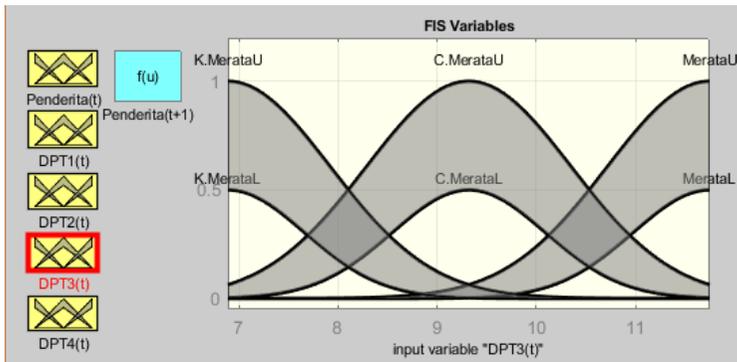
Pada variabel cakupan imunisasi DPT 1, DPT 2 dan DPT3 seperti pada Gambar 6.5. ,Gambar 6.6., dan Gambar 6.7 setiap kategori memiliki rentang yang hampir sama karena batas bawah dan batas atas variabel tersebut tidak jauh berbeda. Jika dilihat

pada Tabel 6.11. cakupan imunisasi DPT 1, DPT 2, DPT 3 memiliki rentang yang mirip satu sama lain yaitu berkisar dari 6 hingga 11.



**Gambar 6.6. Tiga Membership Function Cakupan Imunisasi DPT 2 Kabupaten Sumenep**

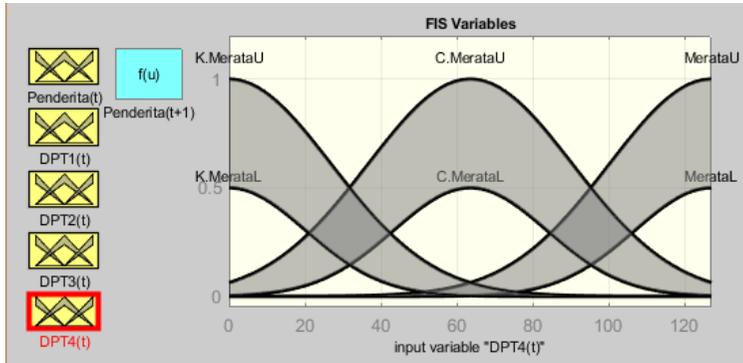
Pada Gambar 6.7. dapat dilihat jika rentang variabel cakupan imunisasi DPT 3 memiliki sedikit perbedaan dimana nilai batas atasnya mendekati nilai 12 yaitu 11.75.



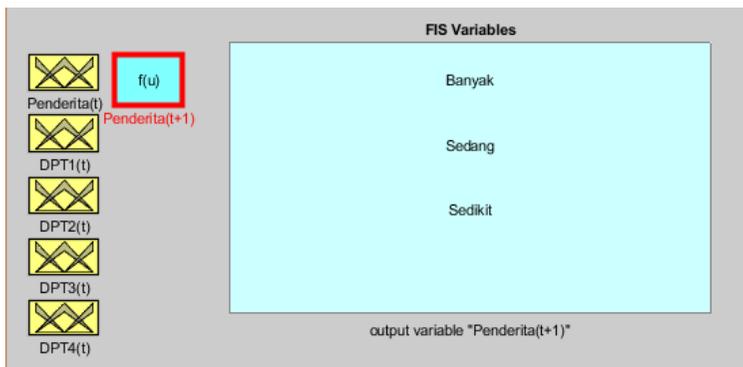
**Gambar 6.7. Tiga Membership Function Cakupan Imunisasi DPT 3 Kabupaten Sumenep**

Gambar 6.8. menunjukkan rentang yang berbeda untuk variabel cakupan imunisasi DPT 4 pada Kabupaten Sumenep. Cakupan imunisasi DPT 4 memiliki rentang yang sangat besar yaitu dari 0 hingga 127.02 hal tersebut dikarenakan adanya outlier dalam

data cakupan imunisasi DPT 4 yaitu nilai 127.02 yang mempengaruhi rentang variabel. Hal tersebut berimbas pada kategori untuk setiap nilai data yang dimiliki variabel cakupan imunisasi DPT 4. Hampir semua nilai kecuali outlier masuk kedalam kategori pertama yaitu Kurang Merata karena sebagian besar nilai data yang dimiliki variabel cakupan imunisasi DPT 4 tidak jauh berbeda dengan variabel cakupan imunisasi lainnya.



**Gambar 6.8. Tiga Membership Function Cakupan Imunisasi DPT 4 Kabupaten Sumenep**



**Gambar 6.9. Tiga Membership Function Output Kabupaten Sumenep**

Pada desain output yaitu jumlah penderita periode  $t + 1$  label linguistik yang digunakan tidak dibedakan menjadi dua untuk membedakan *upper* dan *lower membership function* karena

pada output hasil telah melewati *type reduction* sehingga hanya ada satu jenis *membership function* seperti yang terlihat pada Gambar 6.9.

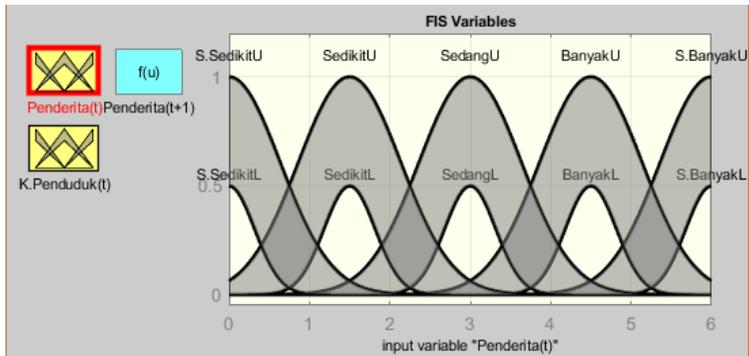
### 6.3.2.2 Model Kabupaten Malang

Skenario lain yang diterapkan adalah skenario B.5 pada Kabupaten Malang. Skenario B.5 adalah model dengan kombinasi B sesuai Tabel 4.3 dengan jumlah *membership function* sebanyak lima.

Parameter yang digunakan dalam *membership function* ada pada Tabel 6.13. Standar deviasi *upper* dan *lower* untuk masing masing label membership function pada satu variabel bernilai sama untuk membagi rentang nilai variabel secara merata. Penentuan puncak dari *gaussian membership function* pada model dengan jumlah *membership function* sebanyak 5 seperti pada model skenario B.5 Kabupaten Malang ini dilakukan dengan membagi rentang data menjadi empat. Jika termasuk nilai batas bawah dan batas atas maka didapatkan lima nilai puncak.

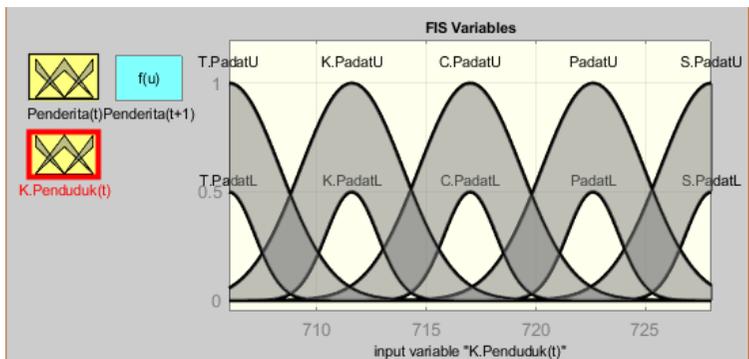
**Tabel 6.13. Parameter Model B.5 Kabupaten Malang**

Variabel	Label MF	Standar Deviasi Lower	Standar Deviasi Upper	Rata-Rata
Penderita	Sangat Sedikit	0.3185	0.637	0
	Sedikit			1.5
	Sedang			3
	Banyak			4.5
	Sangat Banyak			6
Kepadatan Penduduk	Tidak Padat	1.186	2.331	706
	Kurang Padat			711.6
	Cukup Padat			717
	Padat			722.6
	Sangat Padat			728



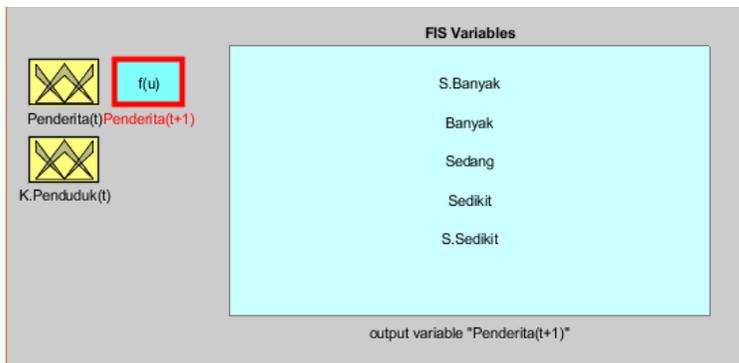
**Gambar 6.10.** Lima *Membership Function* Jumlah Penderita Kabupaten Malang

Gambar 6.10 menunjukkan kategori Sangat Sedikit pada jumlah penderita Kabupaten Malang memiliki rentang 0 – 2. Kategori Sedikit memiliki rentang 0 – 3.5. Kategori Sedang memiliki rentang 1 – 5. Kategori Banyak memiliki rentang 2.5 – 6. Kaategori terakhir yaitu Sangat Banyak pada data Kabupaten Malang memiliki rentang 4 – 6.



**Gambar 6.11.** Lima *Membership Function* Kepadatan Penduduk Kabupaten Malang

Gambar 6.11. meunjukkan variabel kepadatan penduduk pada Kabupaten Malang yang dibagi menjadi lima *membership function*.



**Gambar 6.12.** Lima *Membership Function* Output Kabupaten Malang

Gambar 6.12. menunjukkan bahwa kategori *membership function* yang digunakan pada output adalah sama dengan kategori *membership function* pada variabel jumlah penderita.

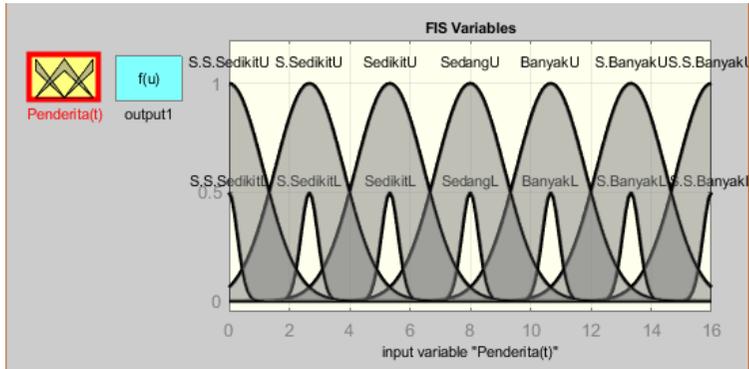
### 6.3.2.3 Model Kota Surabaya

Pada contoh desain *membership function* untuk model Kota Surabaya digunakan skenario A.7 dimana model hanya melibatkan variabel jumlah penderita dengan jumlah *membership function* sebanyak tujuh. Parameter yang digunakan untuk membagi rentang data penderita Kota Surabaya menjadi tujuh bagian ada pada Tabel 6.14.

**Tabel 6.14.** Parameter Model A.7 Kota Surabaya

Variabel	Label MF	Standar Deviasi Lower	Standar Deviasi Upper	Rata-Rata
Penderita	Sangat Sangat Sedikit	0.2832	1.133	0
	Sangat Sedikit			2.667
	Sedikit			5.333
	Sedang			8
	Banyak			10.67

Variabel	Label MF	Standar Deviasi Lower	Standar Deviasi Upper	Rata-Rata
	Sangat Banyak			13.33
	Sangat Sangat Banyak			16



**Gambar 6.13. Tujuh *Membership Function* Jumlah Penderita Kota Surabaya**

Hasil dari penerapan parameter yang ada pada Tabel 6.14. dapat dilihat pada Gambar 6.13.. Pada penerapannya parameter yang membagi jumlah penderita menjadi tujuh membership function menghasilkan *membership function* yang memiliki rentang kecil pada setiap kategorinya. Hal tersebut juga berdampak pada FOU yang dimiliki setiap kategori. Gambar 6.13. menunjukkan *membership function* yang saling berdempetan dan memiliki rentang yang kecil.

### 6.3.3 Hasil Pembuatan Aturan Dasar

Berikut akan diberikan beberapa hasil aturan dasar yang telah dibuat dan digunakan dalam model. Aturan-aturan ini merupakan aturan yang digunakan untuk model-model yang ada pada sub bab 6.3.2. Untuk seluruh aturang yang telah dibuat selengkapnya dapat dilihat pada LAMPIRAN E

Tabel 6.15. Aturan Dasar Skenario C.3 Model Kabupaten Sumenep

Jumlah Penderita	Cakupan Imunisasi				Jumlah Penderita t+1
	DPT 1	DPT 2	DPT 3	DPT 4	
S	TM	TM	TM	TM	SD
S	TM	TM	CM	TM	S
S	TM	CM	TM	TM	S
S	TM	CM	CM	TM	S
S	CM	TM	TM	TM	S
S	CM	CM	TM	TM	S
S	CM	CM	TM	M	S
S	CM	CM	CM	TM	S
S	CM	M	M	TM	S
S	M	M	CM	TM	S
S	M	M	M	TM	S
SD	TM	CM	TM	TM	B
SD	CM	CM	TM	TM	S
SD	CM	M	CM	TM	S
B	CM	CM	CM	TM	S

Keterangan Tabel 6.15:

- S = Sedikit  
SD = Sedang  
B = Bayak  
TM = Tidak Merata  
CM = Cukup Merata  
M = Merata

Tabel 6.15 menunjukkan aturan dasar yang digunakan pada model Kabupaten Sumenep dengan skenario C.3. Jumlah aturan dasar yang digunakan adalah 15 aturan dengan berbagai kombinasi IF-THEN.

Tabel 6.16. Aturan Dasar Skenario B.5 Model Kabupaten Malang

<b>Jumlah Penderita</b>	<b>Kepadatan Penduduk</b>	<b>Jumlah Penderita t+1</b>
SS	STP	S
SS	TP	SB
SS	CP	SD
SS	P	SS
SS	SP	S
S	STP	SS
S	TP	SS
S	CP	SS
S	P	SS
S	SP	SS
SD	TP	B
SD	CP	S
SD	SP	S
B	STP	S
B	TP	SD
SB	TP	SD

Keterangan Tabel 6.16.:

SS = Sangat Sedikit

S = Sedikit

SD = Sedang

B = Banyak

SB = Sangat Banyak

STP = Sangat Tidak Padat

TP = Tidak Padat

KP = Kurang Padat

CP = Cukup Padat

P = Padat

SP = Sangat Padat

Tabel 6.16. menunjukkan aturan dasar yang digunakan pada skenario B.5 model Kabupaten Malang. Aturan yang ada pada

Tabel 6.16. sesuai dengan model hanya melibatkan dua variabel sebagai *antecedent* dalam aturan IF-THEN. Jumlah aturan dasar yang digunakan adalah sebanyak 16 aturan.

Pada Tabel 6.17., sebanyak 6 aturan digunakan dalam model Kota Surabaya. Model yang menggunakan aturan tersebut memiliki satu variabel input yaitu jumlah penderita dan memiliki jumlah *membership function* sebanyak tujuh.

**Tabel 6.17. Aturan Dasar Skenario A.7 Model Kota Surabaya**

<b>Penderita</b>	<b>Penderita t+1</b>
SSS	SS
SS	SSS
S	S
SD	S
B	S
SSB	SD

Keterangan Tabel 6.17.

- SSS = Sangat Sangat Sedikit
- SS = Sangat Sedikit
- S = Sedikit
- SD = Sedang
- B = Banyak
- SB = Sangat Banyak
- SSB = Sangat Sangat Banyak

## **6.4 Hasil Peramalan Aktual**

Setelah model dibuat, maka selanjutnya adalah mengambil nilai output yang peramalan dan membandingkannya dengan nilai aktual dari data *training* dan data *testing* sehingga didapat nilai akurasi model. Nilai hasil peramalan aktual dapat dilihat di LAMPIRAN F

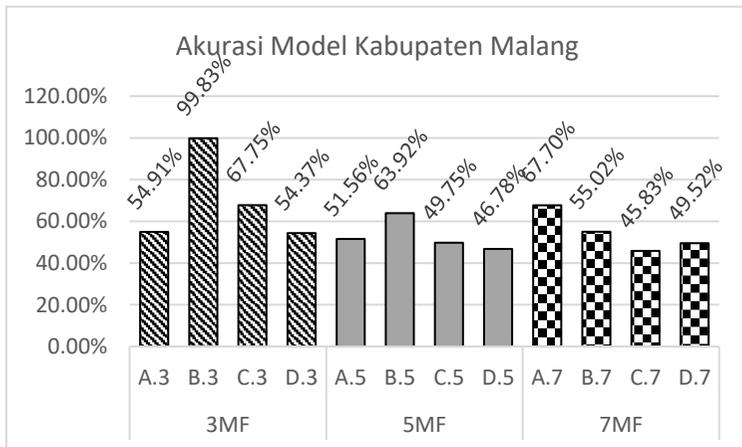
### **6.4.1 Pengukuran Akurasi Model Kabupaten Malang**

Hasil penghitungan akurasi Kabupaten Malang dapat dilihat pada Tabel 6.18.

Tabel 6.18. Hasil Pengujian Akurasi Model Kabupaten Malang

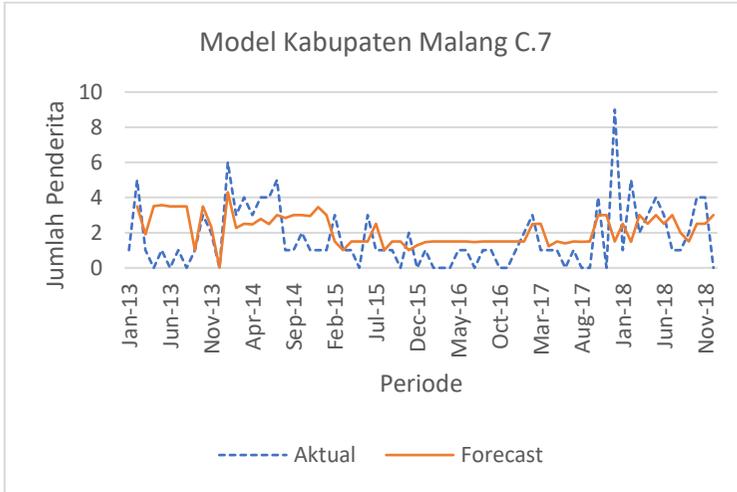
Model	Train		Test	
	MSE	SMAPE	MSE	SMAPE
A.3	2.503	61.9%	8.785	54.91%
B.3	2.643	57.8%	11.674	99.83%
C.3	3.077	63.2%	8.580	67.75%
D.3	3.418	49.8%	7.300	54.37%
A.5	2.475	46.4%	6.368	51.56%
B.5	1.645	45.7%	8.129	63.92%
C.5	1.854	43.1%	6.327	49.75%
D.5	1.863	44.2%	5.837	46.78%
A.7	2.248	62.1%	9.785	67.70%
B.7	1.411	41.1%	7.579	55.02%
C.7	2.286	44.4%	6.269	45.83%
D.7	3.681	51.92%	5.971	49.52%

Untuk lebih dapat dipahami, nilai SMAPE dari hasil percobaan pada data *testing* digambarkan menggunakan grafik batang seperti pada Gambar 6.14.



Gambar 6.14. Grafik Nilai Akurasi Model Kabupaten Malang

Jika melihat dari grafik pada Gambar 6.14., model yang memiliki akurasi paling bagus adalah model dengan skenario C.7 dimana skenario tersebut melibatkan variabel jumlah penderita dan cakupan imunisasi serta menggunakan jumlah *membership function* sebanyak tujuh.



**Gambar 6.15. Grafik Perbandingan Aktual dan Forecast Model Kabupaten Malang dengan Akurasi Terbaik**

Grafik perbandingan nilai aktual dan nilai hasil peramalan dari model C.7 sebagai model dengan nilai akurasi terbaik dapat dilihat pada Gambar 6.15. Pada grafik dapat dilihat bahwa pola grafik hasil peramalan kurang mengikuti pola data aktual.

#### 6.4.2 Pengukuran Akurasi Model Kota Surabaya

Tabel 6.19 menunjukkan nilai akurasi yang diperoleh dari implementasi model Kota Surabaya.

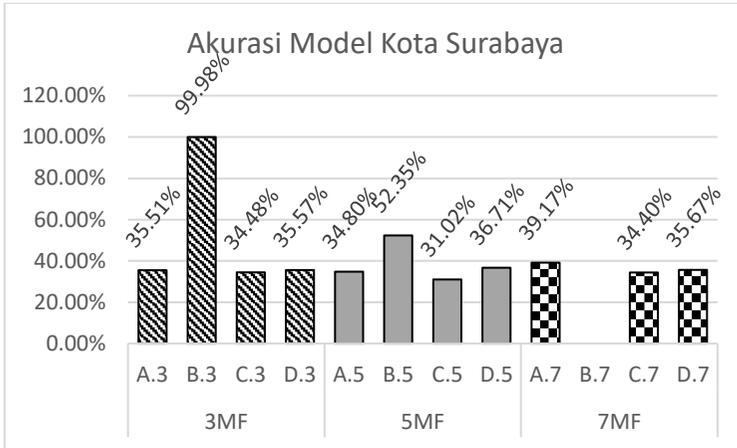
Pada implementasi model Kota Surabaya, skenario B.7 tidak dapat di implementasikan pada data *test*. Hal tersebut dikarenakan skenario B melibatkan variabel kepadatan penduduk yang nilainya selalu mengalami kenaikan dari satu periode ke periode yang lain. Pada skenario B.7 standar deviasi yang digunakan lebih kecil dibandingkan standar deviasi pada

skenario B.3 dan B.5 yang berarti rentang nilai membership function pada skenario B.7 lebih kecil dari pada rentang nilai membership function pada skenario B.3 dan B.5. Hal tersebut mengakibatkan model B.7 tidak dapat menangkap nilai yang jauh dari batas bawah maupun batas atas. Sementara itu pada data testing yang digunakan nilai kepadatan penduduk terus mengalami peningkatan yang jauh dari batas atas model sehingga nilai tersebut tidak dapat tertangkap oleh model.

**Tabel 6.19. Hasil Pengujian Akurasi Model Kota Surabaya**

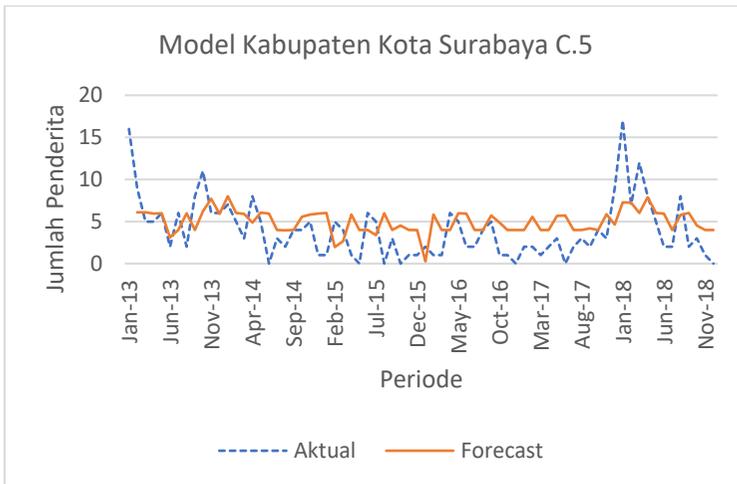
Model	Train		Test	
	MSE	SMAPE	MSE	SMAPE
A.3	7.705	40.20%	14.940	35.51%
B.3	8.967	64.31%	45.637	99.98%
C.3	6.414	37.28%	20.017	34.48%
D.3	6.309	36.01%	21.039	35.57%
A.5	6.633	40.43%	20.037	34.80%
B.5	5.211	32.95%	29.928	52.35%
C.5	9.133	38.85%	13.657	31.02%
D.5	5.967	34.93%	27.693	36.71%
A.7	6.296	35.98%	20.401	39.17%
B.7	3.780	30.38%		
C.7	7.072	36.39%	18.256	34.40%
D.7	4.997	33.43%	25.150	35.67%

Untuk mempermudah analisis, nilai akurasi model pada Tabel 6.19 divisualisasikan dalam grafik batang pada Gambar 6.16. Dari Gambar 6.16 dapat dilihat bahwa model dengan nilai akurasi paling baik adalah model C.5 dengan nilai SMAPE sebesar 31.02%.



**Gambar 6.16. Grafik Nilai Akurasi Model Kota Surabaya**

Hasil perbandingan data aktual dan data peramalan dari implementasi model C.5 sebagai model dengan akurasi terbaik divisualisasikan dalam grafik pada Gambar 6.17. Pada grafik dapat dilihat bahwa nilai peramalan cenderung stasioner ditengah. Pola data hasil peramalan pada model C.5 kurang dapat mengikuti pola data aktual.



**Gambar 6.17. Grafik Perbandingan Aktual dan Forecast Model Kota Surabaya dengan Akurasi Terbaik**

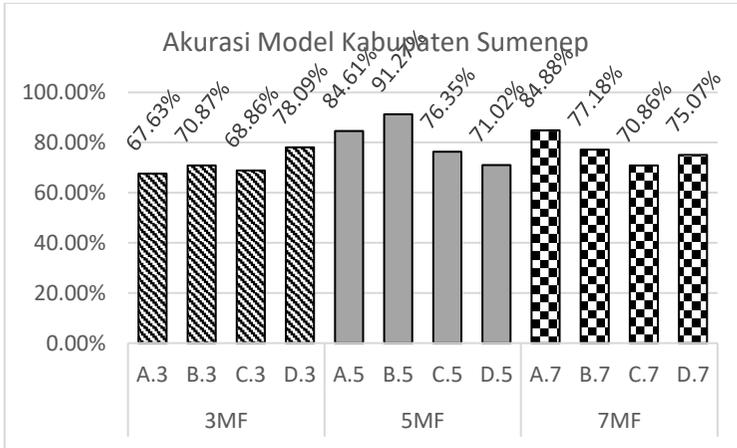
### 6.4.3 Pengukuran Akurasi Model Kabupaten Sumenep

Tabel 6.20. Hasil Pengujian Akurasi Model Kabupaten Sumenep

Model	Train		Test	
	MSE	SMAPE	MSE	SMAPE
A.3	1.285	76.9%	2.188	67.63%
B.3	0.838	75.4%	2.126	70.87%
C.3	1.130	85.6%	1.980	68.86%
D.3	1.264	84.0%	2.130	78.09%
A.5	0.802	86.7%	2.739	84.61%
B.5	0.618	85.7%	2.971	91.27%
C.5	0.586	75.8%	1.985	76.35%
D.5	0.572	77.0%	1.891	71.02%
A.7	1.310	90.6%	2.527	84.88%
B.7	0.809	85.5%	3.261	77.18%
C.7	1.078	79.0%	2.545	70.86%
D.7	1.079	90.3%	2.954	75.07%

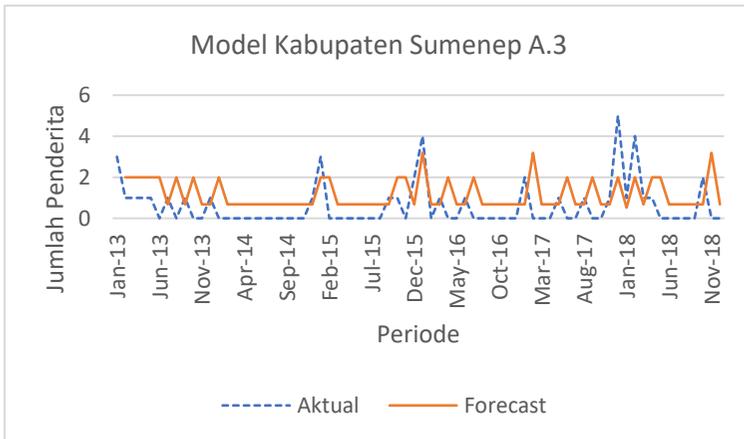
Tabel 6.20 menunjukkan nilai akurasi yang diperoleh dari implementasi model Kabupaten Sumenep. Nilai akurasi pada Tabel 6.20 divisualisasikan dengan grafik pada Gambar 6.18.

Pada model Kabupaten Sumenep, model yang memiliki nilai akurasi paling bagus adalah model dengan skenario A.3. Pada Gambar 6.18. dapat dilihat bahwa model A.3 memiliki nilai SMAPE paling rendah yaitu sebesar 67.63%.



**Gambar 6.18. Grafik Nilai Akurasi Model Kabupaten Sumenep**

Gambar 6.19 menunjukkan grafik perbandingan nilai data aktual dengan nilai hasil peramalan. Pada grafik dapat dilihat jika pola grafik nilai peramalan mengikuti pola data aktual. Namun, pola grafik peramalan mengalami ‘penundaan’ dalam mengikuti pola data aktual sehingga grafik terlihat seperti bergeser satu periode. Hal tersebut diakibatkan oleh penggunaan aturan dasar pada model.



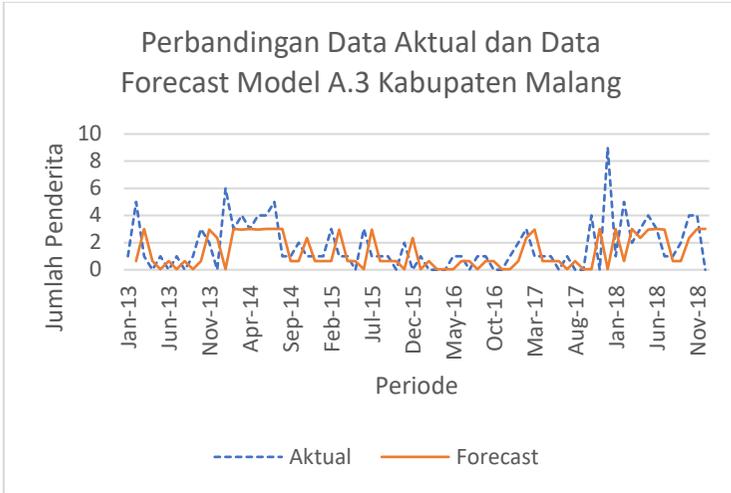
**Gambar 6.19. Grafik Perbandingan Aktual dan Forecast Model Kabupaten Sumenep dengan Akurasi Terbaik**

## 6.5 Pemilihan Model Terbaik

Nilai SMAPE yang telah dihitung untuk setiap model yang dibuat dapat digunakan untuk menentukan model terbaik. Semakin rendah nilai SMAPE suatu model menunjukkan semakin tinggi akurasi model tersebut. Namun, ternyata model yang memiliki nilai SMAPE paling rendah pada masing-masing kota memiliki jumlah *membership function* yang berbeda satu sama lain. Pada model Kabupaten Malang model dengan nilai SMAPE terendah berasal dari model dengan skenario jumlah *membership function* sebanyak tujuh. Pada model Kota Surabaya model dengan nilai SMAPE terendah adalah model dengan lima *membership function*. Terakhir pada model Kabupaten Sumenep model dengan nilai SMAPE terendah merupakan model yang memiliki tiga *membership function*.

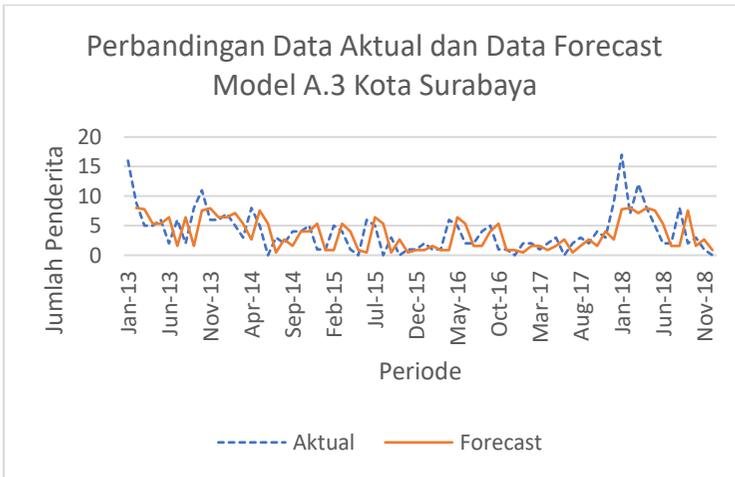
Jika model-model dengan nilai SMAPE yang rendah tersebut digunakan maka dapat menimbulkan perbedaan kategori linguistik. Sehingga dalam pemilihan model terbaik yang akan digunakan dalam proses selanjutnya adalah dengan menyamakan jumlah *membership function*.

Pemilihan model dengan jumlah *membership function* yang sama akan dicoba dengan melihat grafik perbandingan antara data aktual dengan data peramalan. Dari semua grafik model Kota Surabaya dan Kabupaten Malang grafik peramalan yang mengikuti pola data aktual adalah model dengan jumlah *membership function* sebanyak tiga sedangkan untuk Kabupaten Sumenep model yang memiliki pola data yang baik adalah model dengan jumlah *membership function* sebanyak lima. Karena dua model dengan pola grafik yang bagus memiliki jumlah *membership function* sebanyak tiga maka model yang dipilih untuk melakukan peramalan adalah model dengan jumlah *membership function* sebanyak tiga.



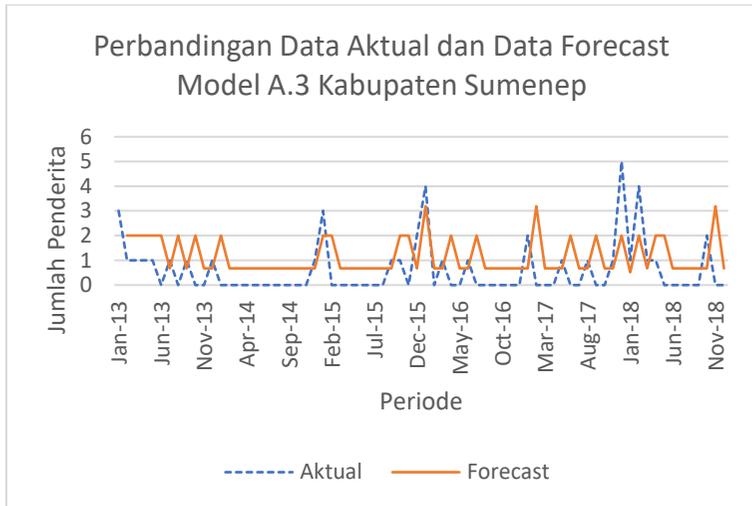
**Gambar 6.20. Grafik Perbandingan Aktual dan Forecast Model Kabupaten Malang dengan Pola Terbaik**

Gambar 6.20. menunjukkan grafik model Kabupaten Malang yang dipilih sebagai model terbaik. Dapat dilihat jika pola data peramalan lebih mengikuti pola data aktual dibandingkan pada grafik model C.7 pada Gambar 6.15.



**Gambar 6.21. Grafik Perbandingan Aktual dan Forecast Model Kota Surabaya dengan Pola Terbaik**

Pada model Kota Surabaya terjadi hal yang sama yaitu pola data yang lebih baik dibandingkan pola data model yang memiliki nilai SMAPE terendah yaitu model C.5 pada Gambar 6.17.



**Gambar 6.22. Grafik Perbandingan Aktual dan Forecast Model Kabupaten Surabaya dengan Pola Terbaik**

Untuk model Kabupaten Sumenep, model terbaik yang dipilih adalah model A.3 dengan pola grafik yang mengikuti data aktual sekaligus model dengan nilai akurasi terbaik.

Meski pada model terpilih terdapat ‘penundaan’ pada pola data peramalan yang mengikuti pola data aktual, namun grafik-grafik tersebut merupakan grafik dengan pola data peramalan terbaik dibandingkan yang lain.

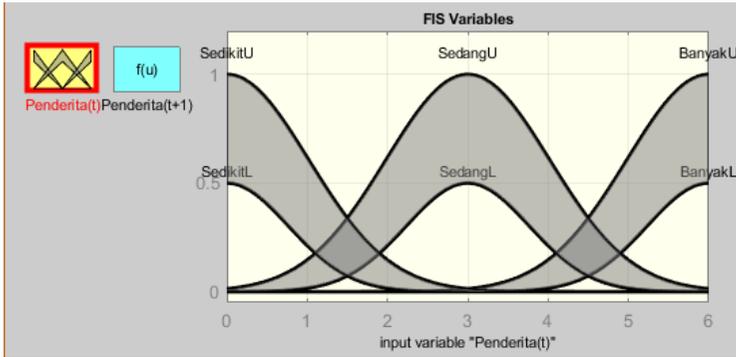
## 6.6 Model Pilihan

Berdasarkan analisis sebelumnya model yang dipilih adalah model dengan skenario A.3.. Berikut akan dijelaskan mengenai tiga model yang telah dipilih.

### 6.6.1 Model Kabupaten Malang

Gambar 6.21 menunjukkan *membership function* variabel jumlah penderita yang digunakan dalam model Kabupaten

Malang skenario A.3. Jumlah membership function yang digunakan adalah tiga. Variabel jumlah penderita pada Kabupaten malang memiliki rentang 0 – 6.



**Gambar 6.23. Membership Function Variabel Jumlah Penderita Model Kabupaten Malang Skenario A.3**

**Tabel 6.21. Parameter Model Kabupaten Malang Skenario A.3**

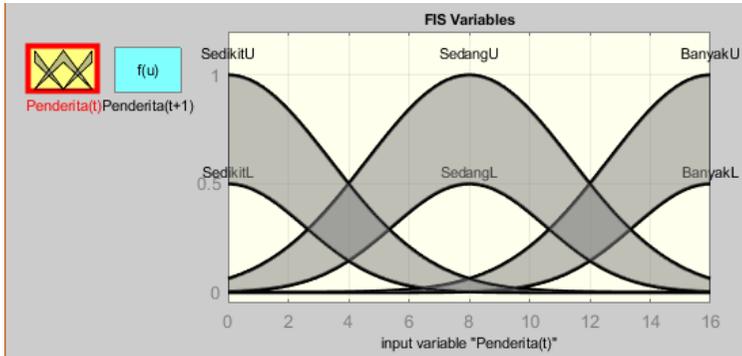
Variabel	MF	Standar Deviasi Lower	Standar Deviasi Upper	Rata-Rata
Penderita	Sedikit	1.019	0.7644	0
	Sedang			3
	Banyak			6

Tabel 6.21. menunjukkan standar deviasi dan rata rata yang digunakan pada *upper* dan *lower membership function* model Kabupaten Malang Skenario A.3. Tabel 6.22 menunjukkan aturan dasar yang digunakan pada model Kabupaten Malang Skenario A.3.. Hanya ada tiga aturan yang digunakan.

**Tabel 6.22. Aturan Dasar Model Kabupaten Malang Skenario A.3**

Jumlah Penderita	Jumlah Penderita
Sedikit	Sedikit
Sedang	Sedang
Banyak	Sedang

## 6.6.2 Model Kota Surabaya



**Gambar 6.24. Membership Function Variabel Jumlah Penderita Model Kota Surabaya Skenario A.3**

Pada model Kota Surabaya yang dipilih, variabel penderita memiliki rentang 0 – 16. Parameter yang digunakan sesuai yang ada pada Tabel 6.23. Dibandingkan dengan parameter yang digunakan pada model Kota Surabaya Skenario A.7 pada Tabel 6.14, parameter standar deviasi yang digunakan pada Skenario A.3 lebih besar hal tersebut karena jumlah *membership function* yang digunakan lebih sedikit sehingga ketika dibagi menjadi tiga bagian *membership function* daerah yang dihasilkan lebih luas.

**Tabel 6.23. Parameter Model Kota Surabaya Skenario A.3**

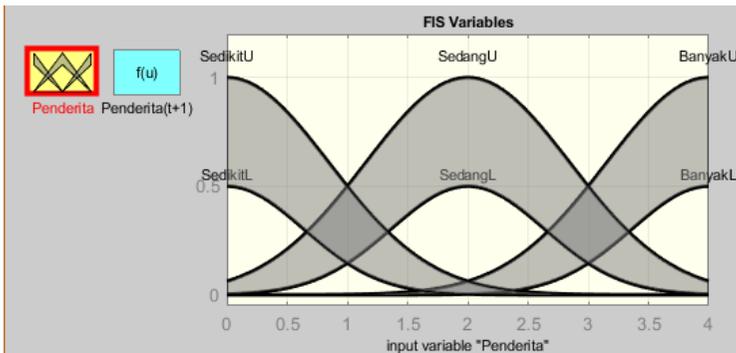
Variabel	MF	Standar Deviasi Lower	Standar Deviasi Upper	Rata-Rata
Penderita	Sedikit	2.548	3.397	0
	Sedang			8
	Banyak			16

Jumlah aturan dasar yang digunakan pada model Kota Surabaya Skenario A.3. juga hanya berjumlah tiga seperti yang tampak pada Tabel 6.24.

Tabel 6.24. Aturan Dasar Model Kota Surabaya Skenario A.3

<b>Jumlah Penderita</b>	<b>Jumlah Penderita</b>
Sedikit	Sedikit
Sedang	Sedang
Banyak	Sedang

### 6.6.3 Model Kabupaten Sumenep



Gambar 6.25. Membership Function Variabel Jumlah Penderita Model Kabupaten Sumenep Skenario A.3

Gambar 6.25. menunjukkan pada model Kabupaten Sumenep rentang variabel jumlah penderita adalah 0 – 4 dan *membership function* yang digunakan adalah sebanyak tiga.

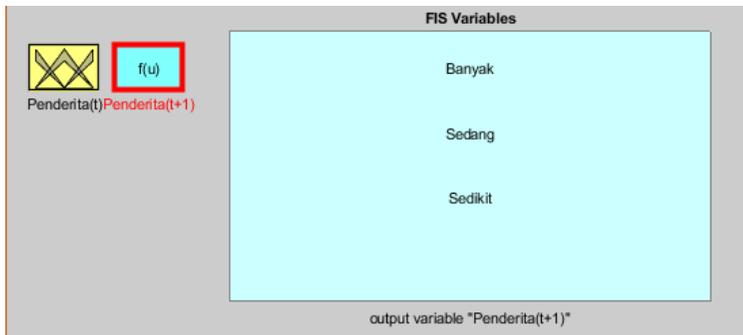
Tabel 6.25. Parameter Model Kabupaten Sumenep Skenario A.3

Variabel	MF	Standar Deviasi Lower	Standar Deviasi Upper	Rata-Rata
Penderita	Sedikit	0.637	0.8493	0
	Sedang			2
	Banyak			4

Tidak berbeda dengan dua model sebelumnya pada model Kabupaten Sumenep Skenario A.3. aturan yang digunakan juga sebanyak tiga aturan seperti yang ada pada Tabel 6.26.

**Tabel 6.26. Aturan Dasar Model Kabupaten Sumenep Skenario A.3**

<b>Jumlah Penderita</b>	<b>Jumlah Penderita</b>
Sedikit	Sedikit
Sedang	Banyak
Banyak	Sedikit



**Gambar 6.26. Membership Function Output Model Pilihan**

Output dari ketiga model pilihan adalah seperti yang terlihat pada Gambar 6.26. *membership function* yang digunakan sama yang membedakan hanyalah parameter yang digunakan. Parameter yang digunakan adalah sesuai dengan rata-rata yang digunakan sebagai puncak dari *membership function*.

## 6.7 Hasil Validasi Model

Model terbaik yang sudah dipilih kemudian dicobakan pada data kota/kabupaten lain. Data kota/kabupaten yang akan digunakan untuk masing-masing model ditunjukkan pada Tabel 6.27.

**Tabel 6.27. Kota/Kabupaten untuk Validasi Model**

<b>Model</b>	<b>Kota/Kabupaten Validasi</b>
Kabupaten Malang	Kota Batu
	Kabupaten Sidoarjo
	Kabupaten Tuban
Kota Surabaya	Kabupaten Blitar
	Kabupaten Bangkalan
	Kabupaten Tulungagung
Kabupaten Sumenep	Kabupaten Bojonegoro
	Kabupaten Magetan
	Kabupaten Trenggalek

Berikut akan diberikan penjelasan mengenai hasil akurasi dari uji coba ketiga model terhadap kota/kabupaten yang telah dipilih.

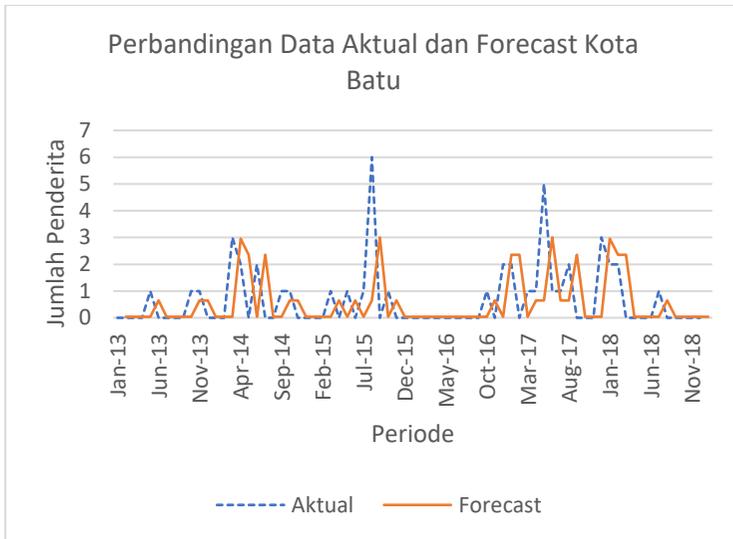
### **6.7.1 Hasil Validasi Model Kabupaten Malang**

Model kabupaten Malang terbaik yang digunakan adalah model dengan skenario A.3. Hasil akurasi dari uji coba model terhadap data kota/kabupaten lain dapat dilihat pada Tabel 6.28.

**Tabel 6.28. Akurasi Validasi Model Kabupaten Malang**

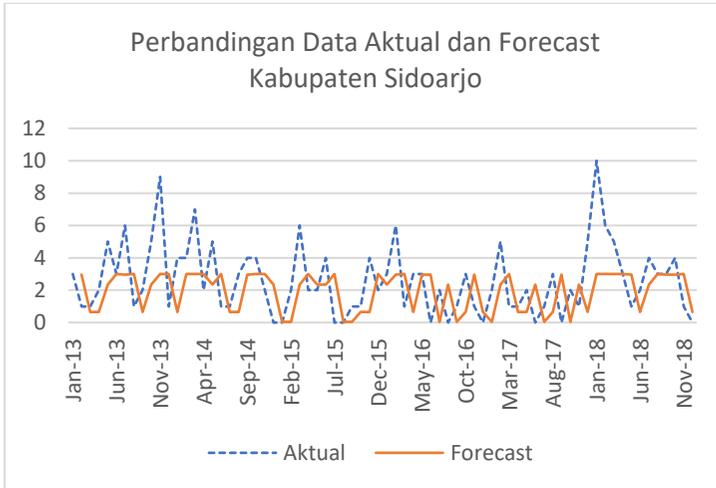
<b>Kota/Kabupaten</b>	<b>MSE</b>	<b>SMAPE</b>
Batu	1.838	87.49%
Sidoarjo	5.053	50.55%
Tuban	2.991	85.83%

Grafik hasil uji coba model Kabupaten Malang pada data Kota Batu menunjukkan hasil forecast yang mengikuti pola. Namun, sama seperti grafik model A.3 yang digunakan, grafik Kota Batu juga terlihat mengalami ‘penundaan’ pola hal tersebut terjadi karena kombinasi aturan dasar yang digunakan pada model.



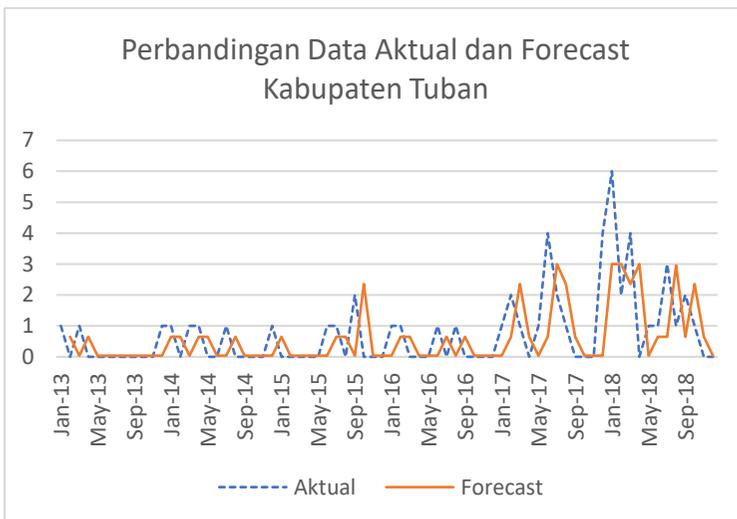
**Gambar 6.27. Hasil Uji Coba pada Data Kota Batu**

Meski nilai akurasi uji coba pada Kabupaten Sidoarjo memiliki nilai yang paling baik diantara dua kota lainnya namun grafik perbandingan data aktual dan data peramalan kurang menunjukkan pola yang baik. Pada data Kabupaten Sidoarjo pola data forecast yang dihasilkan kurang bisa mengikuti data aktual karena ada data aktual yang nilainya berada diluar rentang dari variabel yang digunakan pada model. Variabel jumlah penderita pada model Kabupaten Malang hanya memiliki rentang nilai 0 – 6 sedangkan pada data Kabupaten Sidoarjo jumlah penderita memiliki rentang nilai 0 – 10.



**Gambar 6.28. Hasil Uji Coba pada Data Kabupaten Sidoarjo**

Pada data Kabupaten Tuban pola yang dihasilkan sama seperti pada saat model dicobakan pada data Kota Batu yaitu pola yang sama namun terjadi ‘penundaan’.



**Gambar 6.29. Hasil Uji Coba pada Data Kabupaten Tuban**

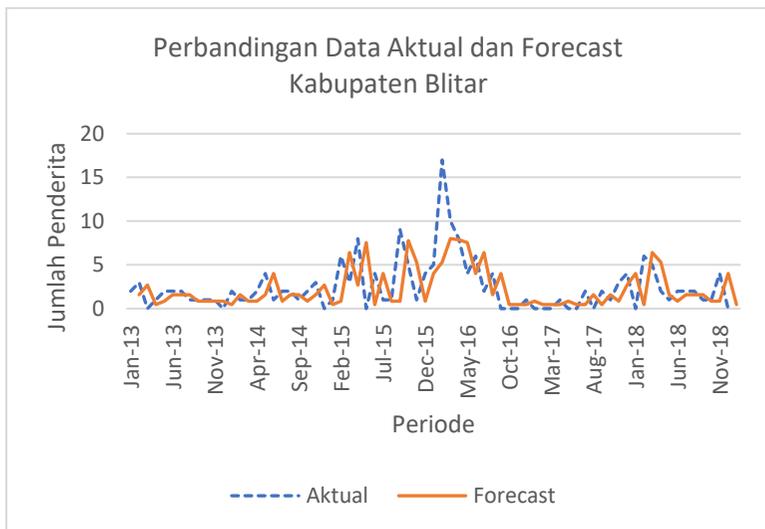
Namun, hasil uji coba pada kabupaten Tuban menunjukkan model tidak dapat menangkap pola kenaikan pada akhir periode meski kenaikan tersebut hanya mencapai nilai 6. Hal tersebut dikarenakan aturan yang digunakan pada model tidak dapat menangkap pola tersebut.

### 6.7.2 Hasil Validasi Model Kota Surabaya

Model Kota Surabaya dicobakan pada data yang memiliki kenaikan pada awal, pertengahan dan akhir periode. Nilai akurasi dar uji coba model Kota Surabaya dapat dilihat pada Tabel 6.29. Grafik yang dihasilkan menangkap pola data aktual namun terdapat ‘penundaan’.

**Tabel 6.29. Akurasi Validasi Model Kota Surabaya**

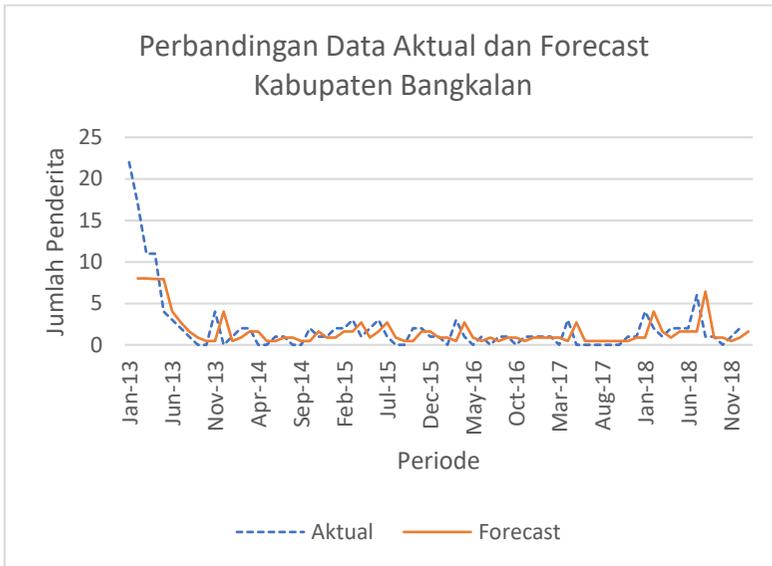
Kota/Kabupaten	MSE	SMAPE
Blitar	8.375	48.92%
Bangkalan	3.758	51.78%
Tulungagung	5.222	53.86%



**Gambar 6.30. Hasil Uji Coba pada Data Kabupaten Blitar**

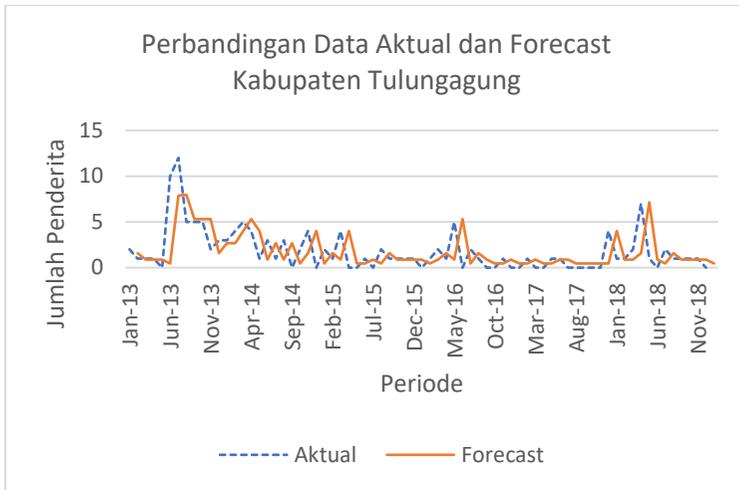
Pada data Kabupaten Blitar pola kenaikan pada pertengahan periode tidak tertangkap pada hasil peramalan. Hal tersebut juga dipengaruhi oleh aturan yang dipakai pada model. Nilai kenaikan sangat tinggi dan berada diluar rentang variabel sehingga aturan dasar yang digunakan tidak menangkap nilai tersebut.

Hasil uji coba model terhadap data Kabupaten Bangkalan menunjukkan bahwa pola peramalan dapat mengikuti pola data aktual dengan sedikit ‘penundaan’.



**Gambar 6.31. Hasil Uji Coba pada Data Kabupaten Bangkalan**

Sedangkan pada hasil uji coba model pada Kabupaten Tulungagung menunjukkan hasil yang sama dengan hasil uji coba pada data kabupaten sebelumnya yaitu pola yang hamper mengikuti pola data aktual dan terdapat ‘penundaan’ pada pola.



**Gambar 6.32. Hasil Uji Coba pada Data Kabupaten Tulungagung**

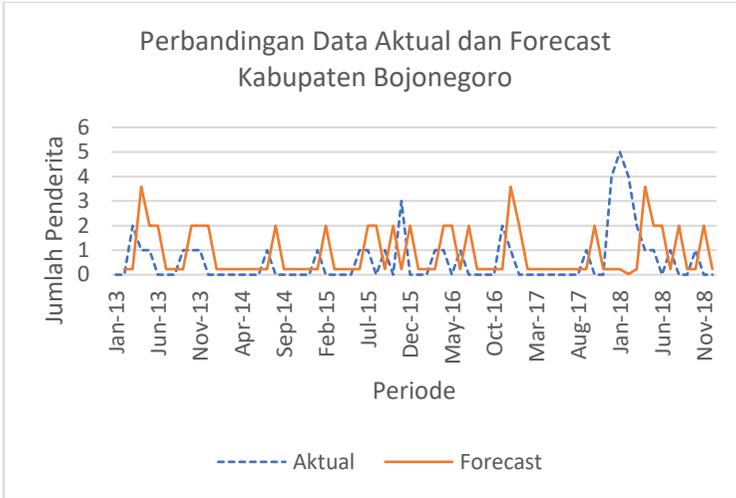
### 6.7.3 Hasil Validasi Model Kabupaten Sumenep

Nilai akurasi dari peccobaan model Kabupaten Sumenep pada kota/kabupaten lain menunjukkan nilai yang sabil. Tidak banyak selisih antara nilai akurasi kabupaten satu dengan yang lainnya.

**Tabel 6.30. Akurasi Validasi Model Kabupaten Sumenep**

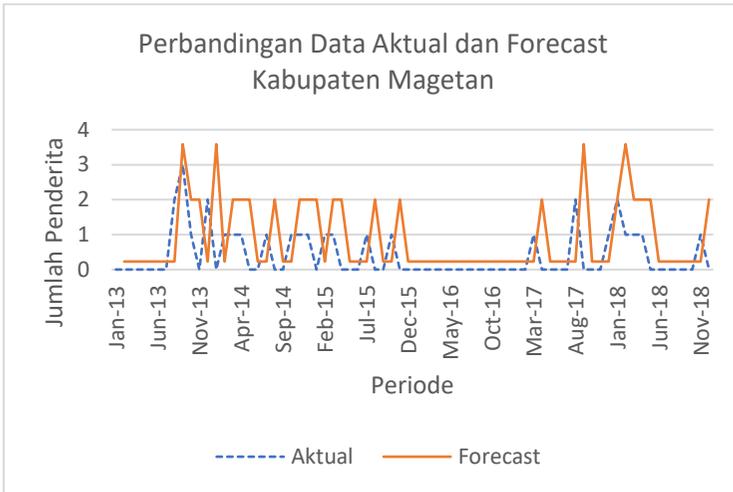
<b>Kota/ Kabupaten</b>	<b>MSE</b>	<b>SMAPE</b>
Bojonegoro	2.245	85.90%
Magetan	1.371	83.58%
Trenggalek	2.184	82.00%

Tidak terlalu berbeda dengan model-model hasil uji coba model Kabupten Sumenep juga menangkap pola data lain seperti yang terlihat pada grafik. Namun juga terjadi ‘penundaan’ pola pada grafik.

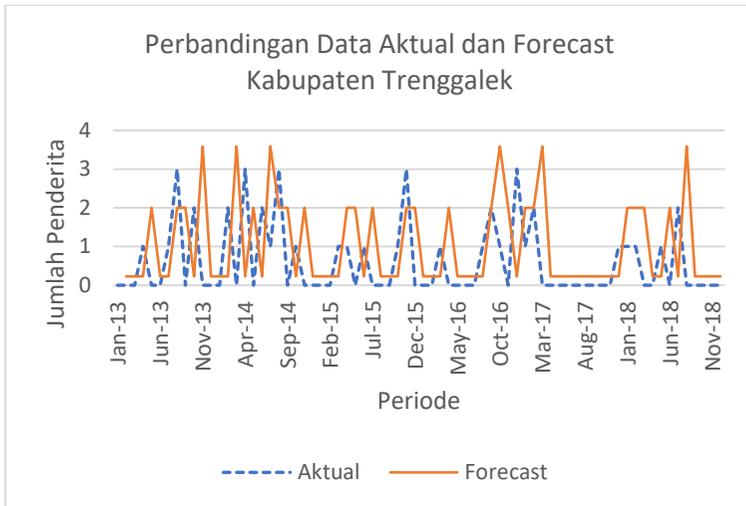


**Gambar 6.33. Hasil Uji Coba pada Data Kabupaten Bojonegoro**

Pada grafik Kabupaten Bojonegoro kenaikan pada akhir periode tidak tertangkap oleh pola hasil peramalan. Karena meski nilainya masih dalam batas rentang nilai namun aturan yang digunakan pada model tidak ada yang menangkap pola tersebut.



**Gambar 6.34. Hasil Uji Coba pada Data Kabupaten Magetan**



**Gambar 6.35. Hasil Uji Coba pada Data Kabupaten Tranggalek**

Pada grafik Kabupaten Magetan dan Kabupaten Trenggalek pola grafik peramalan mengikuti pola data aktual dengan ‘penundaan’. Pada kedua kabupaen ini, nilai kenaikan dapat ditangkap dengan baik oleh model. Karena nilai data jumlah penderita pada kedua kabupaten ini masih berada pada renang nilai jumlah penderita yang digunakan dalam model.

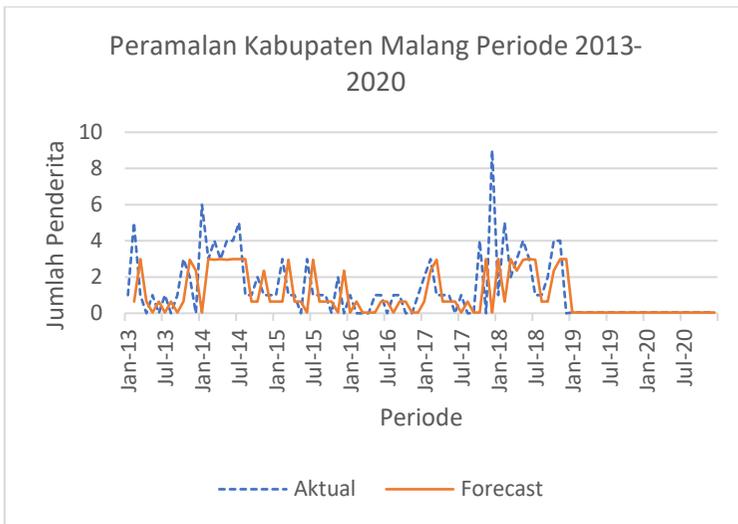
## 6.8 Hasil Peramalan Periode Mendatang

Model yang telah divalidasi selanjutnya digunakan untuk meramalkan jumlah penderita difteri 24 periode mendatang yaitu dari Januari 2019 hingga Desember 2020. Gambar 6.36, 6.37, dan 6.38 menunjukkan grafik hasil perbandingan data aktual dan peramalan dari periode 3013 hingga periode 2018.

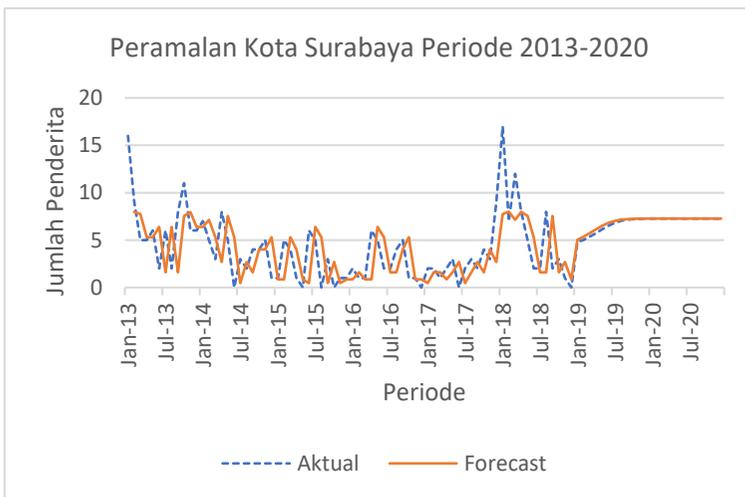
Hasil peramalan mendatang pada Kabupaten Malang menunjukkan grafik yang lurus dengan nilai yang sama tanpa adanya pola naik ataupun turun. Hal tersebut dikarenakan aturan yang digunakan pada model.

Nilai aktual yang digunakan pada periode Januari 2019 masuk pada kategori pertama yaitu ‘Sedikit’ dan pada aturan yang digunakan jika ada nilai yang masuk kategori ‘Sedikit’ maka

hasilnyapun ‘Sedikit’. Hal tersebut yang membuat nilai hasil peramalan tidak mengaloi kenaikan ataupun penurunan karena nilai hanya berkutat pada kategori ‘Sedikit’.



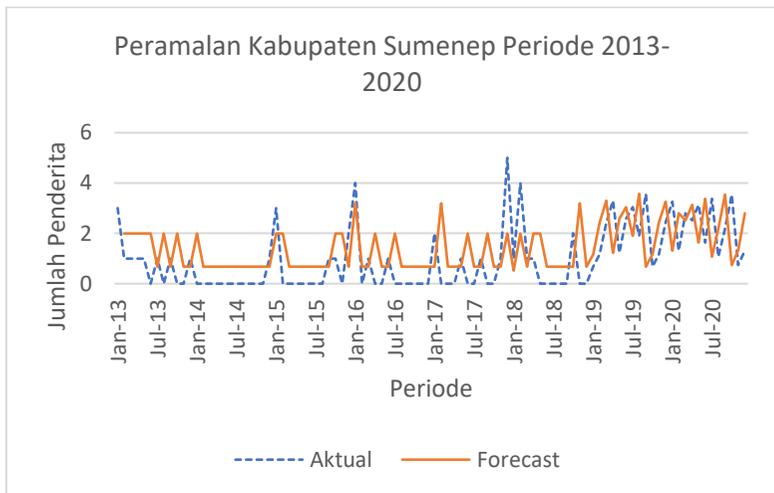
**Gambar 6.36. Hasil Peramalan pada Kabupaten Malang**



**Gambar 6.37. Hasil Peramalan pada Kota Surabaya**

Hal serupa terjadi pada hasil peramalan pada Kota Surabaya. Meski terjadi sedikit kenaikan pada hasil dari periode Januari 2019 hingga Juli 2019 namun setelahnya hasil peramalan menunjukkan grafik yang lurus.

Berbeda dengan kedua kota sebelumnya, model Kabupaten Sumenep ketika digunakan untuk meramalkan jumlah penderita difteri periode mendata hasilnya menunjukkan adanya pola naik dan turun. Hal tersebut karena aturan yang digunakan oleh model kabupaten Sumenep memiliki sedikit perbedaan dari aturan yang digunakan pada dua model sebelumnya.



**Gambar 6.38. Hasil Peramalan pada Kabupaten Sumenep**

*Halaman ini sengaja dikosongkan.*

## **BAB VII**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab kesimpulan dan saran membahas mengenai kesimpulan proses penelitian yang telah dilakukan dan saran yang diusulkan untuk pengembangan penelitian dimasa mendatang.

#### **7.1 Kesimpulan**

Dari proses pembuatan model peramalan yang telah dilakukan menggunakan metode *type-2 fuzzy logic systems* didapatkan kesimpulan diantaranya:

1. Model terbaik yang digunakan adalah model dengan hanya satu variabel saja yaitu variabel jumlah penderita dengan jumlah *membership function* sebanyak tiga.
2. Hasil peramalan menggunakan metode *type-2 fuzzy logic systems* tidak terlalu baik karena pola data dari hasil peramalan kurang dapat mengikuti pola data aktual.
3. Nilai akurasi terbaik tiga model peramalan dengan metode *type-2 fuzzy logic systems* yang diukur menggunakan MSE dan SMAPE diantaranya Kabupaten Malang memiliki nilai MSE 8.785 dan SMAPE 54.91%, Kota Surabaya memiliki model dengan nilai MSE 14.940 dan SMAPE 35.51%, dan Kabupaten Sumenep memiliki nilai MSE sebesar 2.188 dan SMAPE sebesar 67.63%.
4. Sesuai dengan hasil uji korelasi tidak semua variabel bebas memiliki pengaruh terhadap hasil peramalan menggunakan metode *type-2 fuzzy logic systems*. Hasil peramalan lebih bagus dilakukan hanya dengan menggunakan satu variabel bebas yaitu jumlah penderita.
5. Metode *type-2 fuzzy logic systems* cocok diterapkan pada data yang memiliki hubungan antar variabel yang kuat karena hal tersebut akan berdampak pada aturan dasar yang dihasilkan.
6. Pemilihan aturan dasar yang digunakan sangat mempengaruhi hasil peramalan.

7. Penentuan nilai batas atas dan batas bawah untuk setiap rentang variabel menggunakan metode *max-min* pada data *training* kurang optimal karena menyebabkan model tidak dapat menangkap nilai yang berada jauh dari rentang nilai. Metode tersebut juga tidak cocok diterapkan pada data yang memiliki pola tren.

## 7.2 Saran

Dalam pengerjaan tugas akhir, terdapat beberapa saran yang diharapkan dapat bermanfaat untuk pengembangan penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Menggunakan algoritma optimasi untuk *tuning* parameter dalam pembuatan model.
2. Menggunakan metode lain dalam pembuatan aturan dasar dikarenakan aturan dasar yang digunakan akan sangat mempengaruhi hasil peramalan.
3. Menggunakan metode lain dalam menentukan rentang variabel agar rentang variabel dapat dinamis dan bisa menyesuaikan data set yang digunakan sehingga bisa menangkap semua pola data.
4. Pada penelitian mendatang disarankan menggunakan data dengan jumlah periode yang lebih banyak untuk meningkatkan akurasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, “Profil Kesehatan Jawa Timur Tahun 2009,” 2009.
- [2] R. Putranto, Rudi Hendro ; Sariadji, Kambang; , Sunarno;, *Corynebacterium diphtheriae: Diagnosis Laboratorium Bakteriologi*. Jakarta: Yayasan Pustaka Obor Indonesia, 2014.
- [3] K. Clarke, “Review of the epidemiology of diphtheria 2000-2016,” *Geneva World Heal. Organ.*, 2017.
- [4] K. K. R. Indonesia, “Pemerintah Optimis KLB Difteri Bisa Teratasi,” 2018. [Online]. Available: <http://www.depkes.go.id/article/view/18011500004/pemerintah-optimis-klb-difteri-bisa-teratasi.html>. [Accessed: 03-Feb-2019].
- [5] Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, “Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur Tahun 2012,” 2013.
- [6] Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, “Profil Kesehatan Ptovinsi Jawa Timur Tahun 2017,” Surabaya, 2018.
- [7] N. Saifudin, C. U. Wahyuni, and S. Martini, “Faktor risiko kejadian difteri di Kabupaten Blitar tahun 2015,” *J. Wiyata Penelit. Sains dan Kesehat.*, vol. 3, no. 1, pp. 61–66, 2017.
- [8] S. Izza. Nailul, “Analisis Data Spasial Penyakit Difteri di Provinsi Jawa Timur Tahun 2010 DAN 2011 ( Analysis of Spatial Data of Diphtheria Disease in East Java Province during the year 2010 and 2011 ),” *Bul. Penelit. Sist. Kesehat.*, vol. 18, pp. 211–219, 2015.
- [9] N. N. Karnik, J. M. Mendel, and Q. Liang, “Type-2 fuzzy logic systems,” *IEEE Trans. Fuzzy Syst.*, vol. 7, no. 6, pp. 643–658, 1999.

- [10] Q. Liang and J. M. Mendel, "Interval type-2 fuzzy logic systems: theory and design," *IEEE Trans. Fuzzy Syst.*, vol. 8, no. 5, pp. 535–550, 2000.
- [11] L. Xu, K. Zhu, and X. Yang, "Production Forecasting of Coalbed Methane Wells Based on Type-2," *Open Pet. Eng. J.*, vol. 9, pp. 268–278, 2016.
- [12] L. Li, W.-H. Lin, and H. Liu, "Type-2 fuzzy logic approach for short-term traffic forecasting," in *IEE Proceedings-Intelligent Transport Systems*, 2006, vol. 153, no. 1, pp. 33–40.
- [13] H. Nurohmah, D. Ajiatmo, D. Lastomo, and I. Robandi, "Peramalan Beban Jangka Pendek Hari Libur Nasional Dengan Interval Type-2 Fuzzy Inference System Pada Sistem Jawa-Bali," vol. 7, no. 1, pp. 49–55, 2015.
- [14] D. E. Mardiana, "Pengaruh Imunisasi Dan Kepadatan Penduduk Terhadap Prevalensi Penyakit Difteri di Jawa Timur," *J. Berk. Epidemiol.*, vol. 6, no. 2, pp. 122–129, 2018.
- [15] T. L. Hadfield, P. Mcevoy, Y. Polotsky, V. A. Tzinslerling, and A. A. Yakovlev, "The Pathology of Diphtheria," *J. Infect. Dis.*, vol. 181, no. Supplement\_1, pp. S116–S120, 2000.
- [16] E. Hartoyo, "Difteri pada Anak," *Sari Pediatr.*, vol. 19, no. 5, pp. 301–306, 2018.
- [17] D. C. Montgomery, L. A. Johnson, and J. S. Gardiner, *Forecasting and time series analysis*. McGraw-Hill New York etc., 1990.
- [18] M. A. A. D. K. Anggraeni, "Analisis Peramalan Penjualan Produk Sepeda Motor Matik Tipe Scoopy Dengan Metode Kuadrat Terkecil Pada Pt . Mertha Buana Motor Tahun 2015," vol. 5, no. 2, pp. 1–10, 2015.
- [19] E. Herjanto, *Manajemen Operasi (Edisi 3)*. Grasindo.2007

- [20] A. Muhson, “Teknik Analisis Kuantitatif,” 2006.
- [21] P. B. Santosa and M. Hamdani, *Statistika Deskriptif dalam Bidang Ekonomi dan Niaga*. Jakarta: Erlangga, 2007.
- [22] J. Sarwono, *Analisis data penelitian menggunakan SPSS*. Yogyakarta, 2006.
- [23] L. A. Zadeh, “The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning—I,” *Inf. Sci. (Ny)*, vol. 8, no. 3, pp. 199–249, 1975.
- [24] N. N. Karnik and J. M. Mendel, “Applications of type-2 fuzzy logic systems to forecasting of time-series,” *Inf. Sci. (Ny)*, vol. 120, no. 1, pp. 89–111, 1999.
- [25] K. Shahida, I. Ibraheem, M. Moinuddin, and M. Farooq, “A table lookup scheme for fuzzy logic based model identification applied to time series prediction,” in *Proceedings of the 6th International Conference on Information Fusion, FUSION 2003*, 2003, vol. 2, no. May 2015, pp. 1449–1456.
- [26] A. Taskin and T. Kumbasar, “An open source matlab/simulink toolbox for interval type-2 fuzzy logic systems,” in *Proceedings - 2015 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence, SSCI 2015*, 2015, pp. 1561–1568.
- [27] A. A. Kollawila, W. Bunganaen, and S. Utomo, “Sistem Drainase Zona V Rencana Induk Drainase Kota Kupang,” *J. Tek. Sipil*, vol. 6, no. 2, pp. 205–218, 2017.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BIODATA PENULIS



Nama lengkap penulis adalah Maria Firdausiah. Penulis lahir di Surabaya pada tanggal 5 Juli 1997. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis menamatkan Pendidikan sekolah dasar di SDN Wonorejo 274 Surabaya pada tahun 2009, kemudian penulis melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di SMP Negeri 35 Surabaya dan lulus pada tahun 2012, kemudian penulis melanjutkan Pendidikan sekolah menengah atas di SMA

Negeri 16 Surabaya dan lulus pada tahun 2015. Setelah lulus SMA penulis melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi negeri Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi pada Program Studi Sistem Informasi.

Selama berkuliah penulis aktif dalam organisasi dan kepanitiaan. Penulis bergabung dalam organisasi kemahasiswaan Himpunan Mahasiswa Sistem Informasi selama dua periode yaitu 2016 – 2017 dan 2017 – 2018. Selama dua periode tersebut penulis menjabat sebagai Staff Departemen Sosial Masyarakat pada periode 2016 – 2017 dan sebagai Sekretaris Departemen Social Development pada periode 2017 – 2018. Selain itu, penulis juga sempat bergabung dalam kepanitiaan salah satunya adalah panitia Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia (SESINDO) pada tahun 2017 dan 2018.

Penulis mengambil bidang minat Rekayasa Data dan Intelegensi Bisnis di Departemen Sistem Informasi. Apabila terdapat kritik dan saran mengenai tugas akhir ini, penulis dapat dihubungi melalui email [mariafrdsh@gmail.com](mailto:mariafrdsh@gmail.com).

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

**LAMPIRAN A. HASIL PENGELOMPOKAN DATA  
PENDERITA**

Hasil pengelompokan data jumlah penderita masing -masing kota/kabupaten dapat diakses pada

[bit.ly/kelompokdatadifteri](https://bit.ly/kelompokdatadifteri)



## LAMPIRAN B. DATA INPUT

Keterangan Tabel Data Input:

P = Penderita

DPT1 = Persentase Cakupan Imunisasi DPT 1

DPT2 = Persentase Cakupan Imunisasi DPT 2

DPT3 = Persentase Cakupan Imunisasi DPT 3

DPT4 = Persentase Cakupan Imunisasi DPT 4

K = Kepadatan Penduduk

**Tabel. B.1. Data Input Model Kabupaten Malang**

<b>Periode</b>	<b>P</b>	<b>DPT1</b>	<b>DPT2</b>	<b>DPT3</b>	<b>DPT4</b>	<b>K</b>
Jan-13	1	8.95	8.68	9.01	0	706
Feb-13	5	8.77	8.71	8.67	0	706
Mar-13	1	8.88	8.86	8.78	0	707
Apr-13	0	8.96	8.92	8.89	0	707
May-13	1	8.87	8.93	8.93	0	708
Jun-13	0	9.14	9.01	9.07	0	708
Jul-13	1	9.17	9.09	8.8	0	708
Aug-13	0	17.1	16.29	16.35	0	709
Sep-13	1	9.29	9.11	8.93	0	709
Oct-13	3	8.57	8.49	8.56	0	710
Nov-13	2	6.92	6.97	7.16	0	710
Dec-13	0	8.42	8.41	8.44	0	711
Jan-14	6	8.62	8.62	8.64	0	711
Feb-14	3	8.62	8.89	8.42	0	711
Mar-14	4	8.87	8.84	8.9	0	712
Apr-14	3	9.15	9.36	9.09	0	712
May-14	4	8.92	8.92	8.85	0	713
Jun-14	4	7.91	8.64	8.7	7.66	713
Jul-14	5	8.18	8.02	8.42	2.62	714

<b>Periode</b>	<b>P</b>	<b>DPT1</b>	<b>DPT2</b>	<b>DPT3</b>	<b>DPT4</b>	<b>K</b>
Aug-14	1	7.78	7.55	8.1	0.87	714
Sep-14	1	8.33	8.23	8.07	0	714
Oct-14	2	8.83	8.89	8.59	0.24	715
Nov-14	1	9.73	8.95	9.63	0.29	715
Dec-14	1	9.1	9.2	8.84	2.48	716
Jan-15	1	8.99	8.91	8.88	4.65	716
Feb-15	3	8.63	9.05	8.69	10.54	717
Mar-15	1	8.71	8.86	9.02	9.96	717
Apr-15	1	8.89	8.89	8.99	9.81	717
May-15	0	8.86	9.02	9.13	8.73	718
Jun-15	3	9.07	8.89	8.85	7.81	718
Jul-15	1	8.81	8.57	8.5	5.29	719
Aug-15	1	9.44	9.3	8.8	5.49	719
Sep-15	1	8.78	9.08	8.77	5.6	719
Oct-15	0	8.62	8.6	8.62	4.59	720
Nov-15	2	8.64	8.62	8.92	5.28	720
Dec-15	0	8.12	8.36	8.18	5.42	721
Jan-16	1	8.57	8.26	8.64	7.62	721
Feb-16	0	8.48	8.31	8.21	6.88	721
Mar-16	0	7.57	7.6	7.39	5.87	722
Apr-16	0	9.19	8.48	8.64	7.57	722
May-16	1	8.63	9	8.5	7.85	723
Jun-16	1	8.92	8.55	8.97	6.97	723
Jul-16	0	9.42	8.9	8.65	6.59	723
Aug-16	1	10.48	9.24	9.55	8.35	724
Sep-16	1	9.47	10.27	9.37	8.24	724
Oct-16	0	8.58	9.18	9.72	8.53	724
Nov-16	0	8.52	9.03	9.4	8.25	725
Dec-16	1	8.35	8.55	9.07	7.36	725
Jan-17	2	8.26	8.05	8.25	7.5	726

<b>Periode</b>	<b>P</b>	<b>DPT1</b>	<b>DPT2</b>	<b>DPT3</b>	<b>DPT4</b>	<b>K</b>
Feb-17	3	8.47	8.43	8.14	7.72	726
Mar-17	1	8.39	8.67	8.7	4.76	726
Apr-17	1	8.36	8.62	8.65	7.74	727
May-17	1	8.54	8.25	8.65	8.94	727
Jun-17	0	8.74	8.25	7.89	7.1	728
Jul-17	1	8.87	8.85	8.44	6.94	728
Aug-17	0	8.37	8.4	8.55	6.09	728
Sep-17	0	3.13	3.23	3.51	0.97	729
Oct-17	4	10.32	9.4	9.49	6.55	729
Nov-17	0	9.53	9.77	9.03	8.69	729
Dec-17	9	8.57	9.2	9.07	8.37	730
Jan-18	1	8.39	8.33	9.06	7.03	730
Feb-18	5	8.16	8.3	8.4	8.65	730
Mar-18	2	8.37	8.37	8.42	12.05	731
Apr-18	3	7.84	8.34	8.16	2.49	731
May-18	4	8.41	8.21	8.74	1.44	732
Jun-18	3	8.12	7.46	7.46	2.08	732
Jul-18	1	9.08	8.91	8.42	14.75	732
Aug-18	1	9.38	9.03	8.58	6.72	733
Sep-18	2	8.81	9.4	8.79	12.39	733
Oct-18	4	8.72	8.92	9.27	2.84	733
Nov-18	4	8.43	8.75	9.09	9.74	734
Dec-18	0	8.74	8.42	8.55	25.5	734

Tabel. B.2. Data Input Model Kota Surabaya

<b>Periode</b>	<b>P</b>	<b>DPT1</b>	<b>DPT2</b>	<b>DPT3</b>	<b>DPT4</b>	<b>K</b>
Jan-13	16	7.94	7.29	6.98	0	8008
Feb-13	9	7.16	6.89	6.87	0	8012
Mar-13	5	7.21	7.31	7.43	0	8016
Apr-13	5	7.55	7.22	7.37	0	8019
May-13	6	6.61	6.21	6.29	0	8023
Jun-13	2	8.42	8.1	8.02	0	8027
Jul-13	6	7.65	7.2	6.85	0	8031
Aug-13	2	8.67	8.06	7.74	0	8035
Sep-13	8	8.49	8.41	7.91	0	8039
Oct-13	11	7.99	7.91	7.3	0	8042
Nov-13	6	8.32	8.59	9.85	0	8046
Dec-13	6	14.44	12.17	13.55	0	8050
Jan-14	7	7.92	7.27	7	0	8053
Feb-14	5	7.81	7.85	7.58	0	8056
Mar-14	3	7.09	7.28	7.46	0	8059
Apr-14	8	7.5	7.3	7.3	0	8062
May-14	5	7.79	7.39	7.39	0	8064
Jun-14	0	8.02	7.44	7.28	0	8067
Jul-14	3	7.22	6.73	6.63	2.94	8070
Aug-14	2	8.96	8.68	8.25	0	8073
Sep-14	4	7.9	7.9	7.37	0	8076
Oct-14	4	7.89	7.29	7.13	0	8079
Nov-14	5	8.45	8.5	8.51	0	8082
Dec-14	1	9.3	9.02	9.05	100	8084
Jan-15	1	6.51	6.29	6.38	6.32	8088
Feb-15	5	6.48	6.43	6.17	4.99	8091
Mar-15	4	7.33	7.29	7.51	3.77	8095
Apr-15	1	7.52	7.49	7.68	4.15	8098
May-15	0	7.53	7.51	7.55	3.72	8102

<b>Periode</b>	<b>P</b>	<b>DPT1</b>	<b>DPT2</b>	<b>DPT3</b>	<b>DPT4</b>	<b>K</b>
Jun-15	6	6.7	6.25	6.48	2.34	8105
Jul-15	5	7.43	6.86	6.83	2.19	8109
Aug-15	0	8.14	7.75	6.88	2.73	8112
Sep-15	3	8.38	8.01	7.44	2.99	8116
Oct-15	0	7.43	6.86	6.83	2.04	8119
Nov-15	1	7.84	8.02	7.89	2.52	8123
Dec-15	1	10.2	10.63	11.11	2.52	8126
Jan-16	2	7.59	7.11	7.2	3.56	8130
Feb-16	1	7.63	7.71	7.05	2.35	8133
Mar-16	1	6.93	6.91	6.87	1.75	8136
Apr-16	6	8.14	7.84	7.84	2.35	8139
May-16	5	7.32	7.16	6.73	1.85	8143
Jun-16	2	8.75	8.11	8.18	2.3	8146
Jul-16	2	8.07	7.72	7.39	1.76	8149
Aug-16	4	9.12	8.49	8	2.67	8153
Sep-16	5	9.03	9.05	8.38	2.31	8156
Oct-16	1	7.84	8.23	8.35	2.39	8159
Nov-16	1	7.45	7.86	8.28	2.44	8162
Dec-16	0	7.75	8.11	8.48	2.4	8166
Jan-17	2	7.69	7.19	7.37	3.35	8169
Feb-17	2	7.91	7.95	7.91	4.3	8172
Mar-17	1	8.38	8.5	8.39	4.77	8174
Apr-17	2	7.57	7.1	7.47	3.37	8177
May-17	3	7.35	7.43	7.25	4.02	8180
Jun-17	0	7.63	7.1	7.22	3.62	8183
Jul-17	2	8.22	7.67	7.74	3.69	8186
Aug-17	3	8.39	7.83	7.42	2.37	8189
Sep-17	2	8.06	8.15	7.95	2.7	8192
Oct-17	4	8.95	8.56	8.78	5.48	8195
Nov-17	3	7.83	7.75	8.07	6.32	8198

<b>Periode</b>	<b>P</b>	<b>DPT1</b>	<b>DPT2</b>	<b>DPT3</b>	<b>DPT4</b>	<b>K</b>
Dec-17	9	8.06	7.9	7.71	6.16	8201
Jan-18	17	8.34	7.82	7.91	5.47	8203
Feb-18	7	7.69	7.37	7.2	22.88	8206
Mar-18	12	8.14	8.25	7.96	13.11	8209
Apr-18	8	8.87	8.99	8.8	7.48	8211
May-18	5	8.49	8.25	8.25	6.27	8214
Jun-18	2	8.03	7.83	7.87	6.28	8216
Jul-18	2	8.71	8.51	8.47	12.77	8219
Aug-18	8	8.76	8.64	8.53	9.49	8221
Sep-18	2	8.38	8.33	8.04	5.96	8224
Oct-18	3	8.25	7.97	8.1	4.99	8227
Nov-18	1	8.34	8.11	8.24	8.76	8229
Dec-18	0	7.91	8.02	7.82	8.16	8232

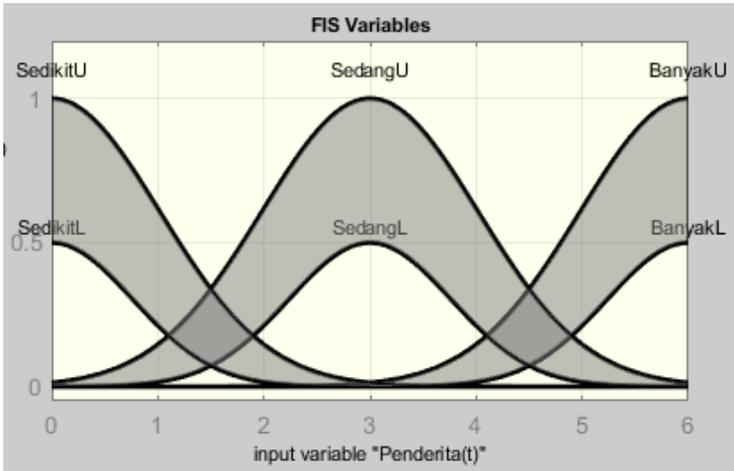
**Tabel. B.3. Data Input Model Kabupaten Sumenep**

<b>Periode</b>	<b>P</b>	<b>DPT1</b>	<b>DPT2</b>	<b>DPT3</b>	<b>DPT4</b>	<b>K</b>
Jan-13	3	9.89	10.35	9.86	0	529
Feb-13	1	10.27	10.39	10.66	0	529
Mar-13	1	9.84	10.37	10.62	0	529
Apr-13	1	10.72	10.31	11.08	0	529
May-13	1	10.19	10.32	10.29	0	530
Jun-13	0	10.69	11.04	11.75	0	530
Jul-13	1	11.07	10.81	10.84	0	530
Aug-13	0	10.19	10.32	10.29	0	530
Sep-13	1	10.72	10.31	11.08	0	530
Oct-13	0	8.55	8.95	8.43	0	531
Nov-13	0	6.73	7.26	6.89	0	531
Dec-13	1	8.16	7.74	7.93	0	531
Jan-14	0	8.2	8.1	7.7	0	531
Feb-14	0	8.42	8.19	7.82	0	531

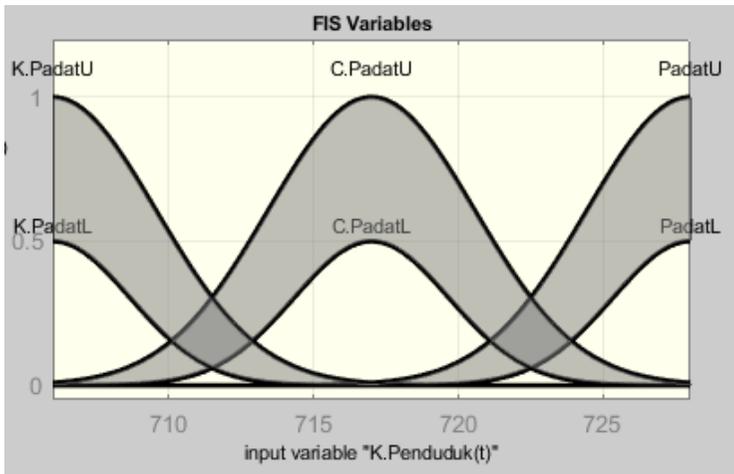
<b>Periode</b>	<b>P</b>	<b>DPT1</b>	<b>DPT2</b>	<b>DPT3</b>	<b>DPT4</b>	<b>K</b>
Mar-14	0	7.38	8.29	8.34	0	532
Apr-14	0	7.47	7.26	8.15	0	532
May-14	0	8	7.53	7.55	0	532
Jun-14	0	7.81	7.45	6.93	0	532
Jul-14	0	7.81	7.83	7.48	127.02	533
Aug-14	0	8.83	8.48	8.33	0	533
Sep-14	0	8.32	8.26	8.23	0	533
Oct-14	0	9.06	8.01	8.05	0	533
Nov-14	0	8.44	9.49	8.4	0	534
Dec-14	1	7.92	7.83	8.85	25.7	534
Jan-15	3	8.66	8.34	8.06	2.69	534
Feb-15	0	8.5	9.58	8.55	2.98	534
Mar-15	0	7.95	8.24	7.96	3.66	535
Apr-15	0	7.71	7.52	8.02	5.04	535
May-15	0	8.3	7.98	8.04	2.91	535
Jun-15	0	7.15	7.33	7.05	6.42	535
Jul-15	0	7.48	7.1	7.08	1.71	535
Aug-15	0	7.59	7.48	7.24	1.69	536
Sep-15	1	8.2	7.73	7.66	1.09	536
Oct-15	1	7.6	7.94	7.54	1.04	536
Nov-15	0	6.7	6.43	7.05	2.71	536
Dec-15	2	7.18	7.87	7.59	2.71	536
Jan-16	4	8.93	8.3	8.57	2.34	537
Feb-16	0	8.27	8.31	7.73	2.27	537
Mar-16	1	8.37	8.15	8.81	0.97	537
Apr-16	0	8.73	8.04	7.83	1.57	537
May-16	0	8.23	8.96	8.22	1.25	537
Jun-16	1	8.24	7.76	8.23	1.19	538
Jul-16	0	8.54	8.44	7.78	1.61	538
Aug-16	0	8.47	8.36	8.5	6.24	538

<b>Periode</b>	<b>P</b>	<b>DPT1</b>	<b>DPT2</b>	<b>DPT3</b>	<b>DPT4</b>	<b>K</b>
Sep-16	0	9.1	8.81	8.63	8.06	538
Oct-16	0	9.2	9.25	8.87	5.27	538
Nov-16	0	7.98	8.74	8.97	4.94	539
Dec-16	0	10.59	10.33	10.81	3.68	539
Jan-17	2	7.8	8.74	8.03	5.67	539
Feb-17	0	7.93	7.64	7.81	4.6	539
Mar-17	0	8.19	8.52	7.86	3.79	539
Apr-17	0	8.59	8.29	8	4.51	540
May-17	1	7.73	7.23	7.35	5.68	540
Jun-17	0	8.01	8.25	8.49	3.38	540
Jul-17	0	8.65	7.86	8.34	3.12	540
Aug-17	1	8.5	8.58	8.11	3.91	540
Sep-17	0	8.88	8.48	8.57	4.66	540
Oct-17	0	8.38	8.17	8.19	4.76	541
Nov-17	1	8.01	8.33	8.07	6.21	541
Dec-17	5	8.01	8.33	8.07	5.56	541
Jan-18	1	8.68	8.2	8.28	4.89	541
Feb-18	4	7.84	7.98	7.95	15.57	541
Mar-18	1	8.24	8.25	8.14	36.25	541
Apr-18	1	8.07	8.21	8.03	0	542
May-18	0	8.22	7.86	8.4	0	542
Jun-18	0	7.9	7.57	7.57	0	542
Jul-18	0	8.43	8.47	7.94	26.54	542
Aug-18	0	9.79	8.47	8.32	16.96	542
Sep-18	0	8.22	9.21	8.55	3.61	543
Oct-18	2	8.18	8.49	8.99	5.36	543
Nov-18	0	8.43	8.33	8.45	29.36	543
Dec-18	0	8.8	8.3	8.41	4.44	543

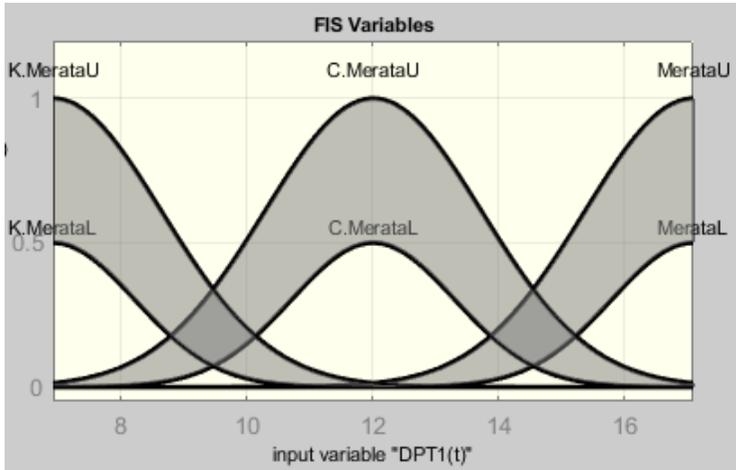
## LAMPIRAN C. DESAIN MEMBERSHIP FUNCTION



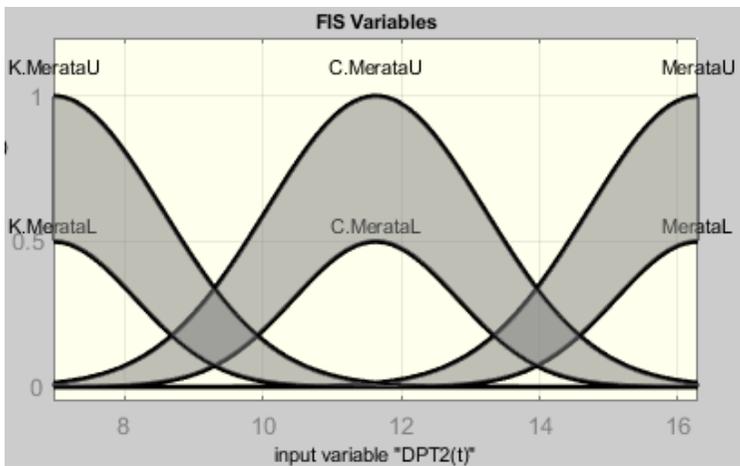
**Gambar. C.1. Tiga Membership Function Jumlah Penderita Kabupaten Malang**



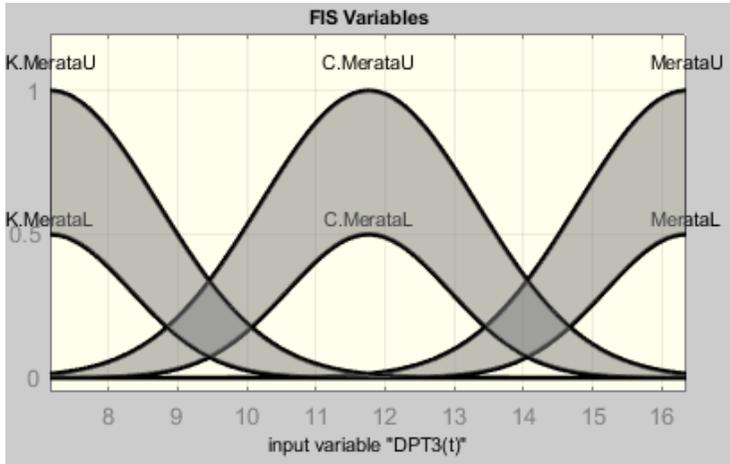
**Gambar. C.2. Tiga Membership Function Kepadatan Penduduk Kabupaten Malang**



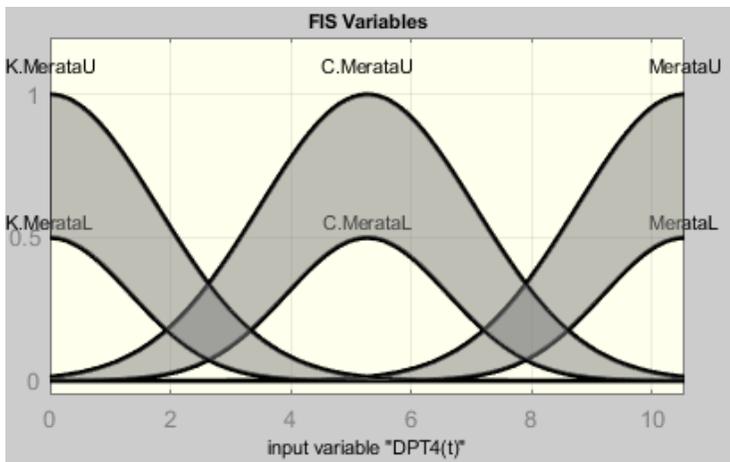
**Gambar. C.3. Tiga Membership Function Cakupan Imunisasi DPT 1 Kabupaten Malang**



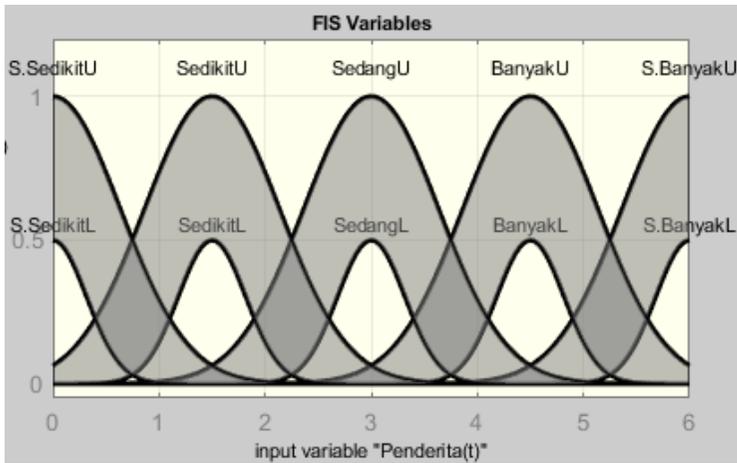
**Gambar. C.4. Tiga Membership Function Cakupan Imunisasi DPT 2 Kabupaten Malang**



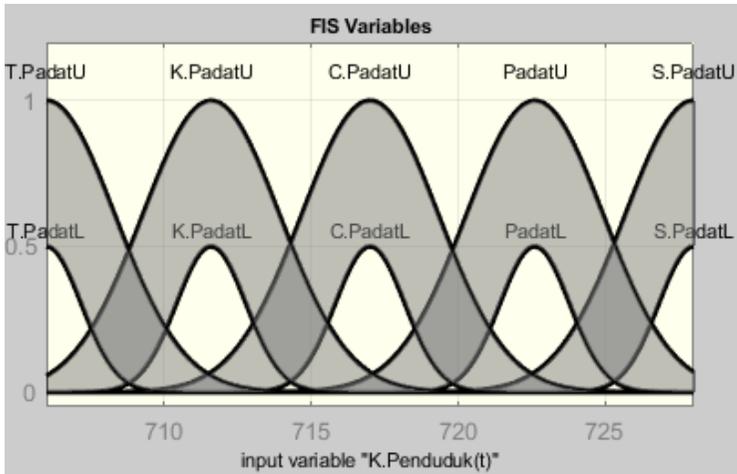
**Gambar. C.5. Tiga Membership Function Cakupan Imunisasi DPT 3 Kabupaten Malang**



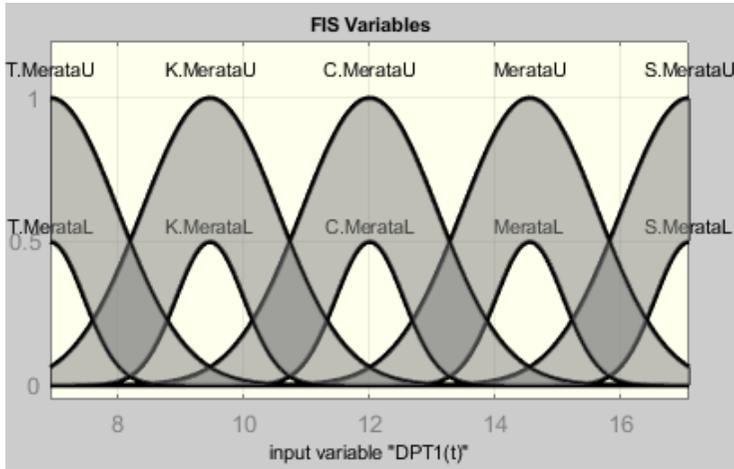
**Gambar. C.6. Tiga Membership Function Cakupan Imunisasi DPT 4 Kabupaten Malang**



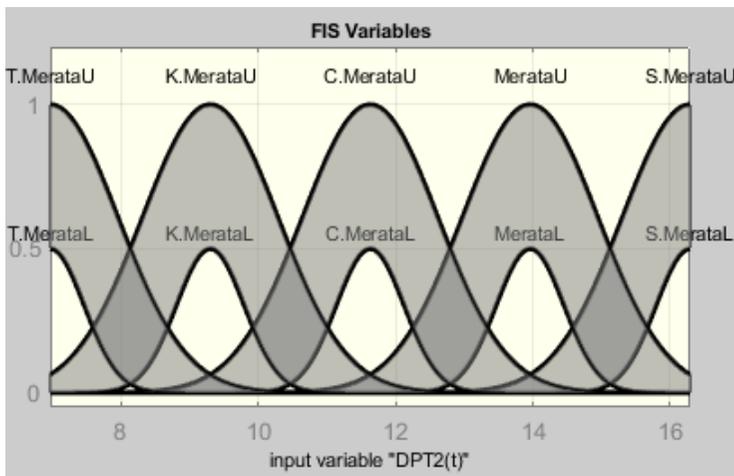
**Gambar. C.7. Lima Membership Function Jumlah Penderita Kabupaten Malang**



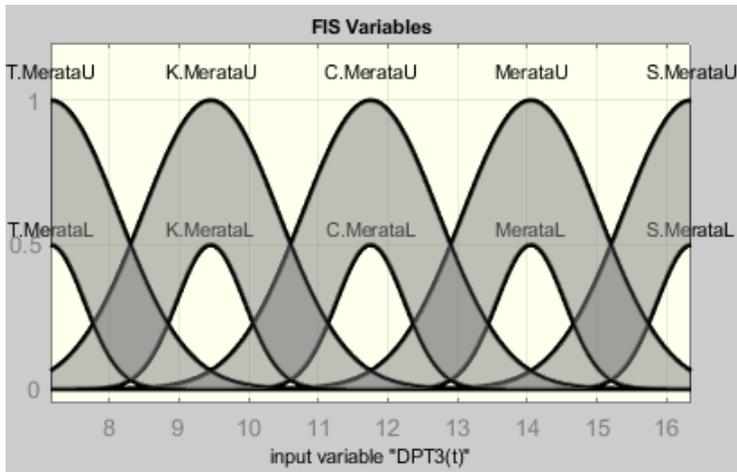
**Gambar. C.8. Lima Membership Function Kepadatan Penduduk Kabupaten Malang**



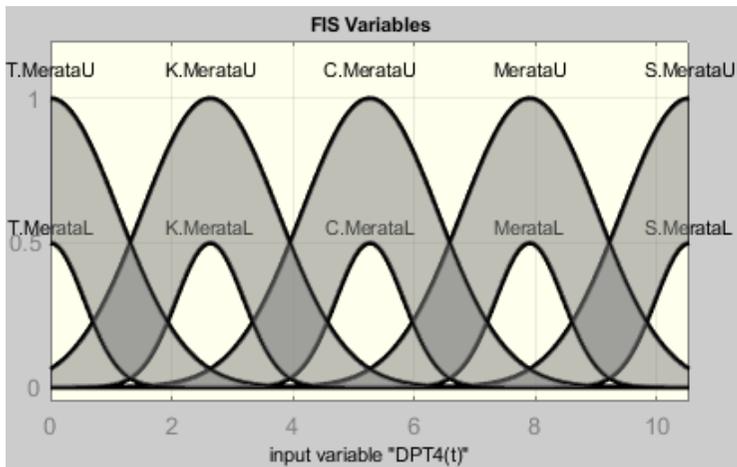
**Gambar. C.9. Lima *Membership Function* Cakupan Imunisasi DPT 1 Kabupaten Malang**



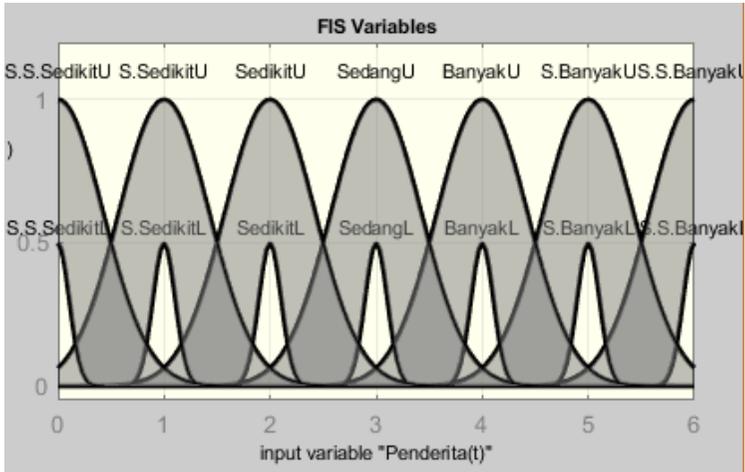
**Gambar. C.10. Lima *Membership Function* Cakupan Imunisasi DPT 2 Kabupaten Malang**



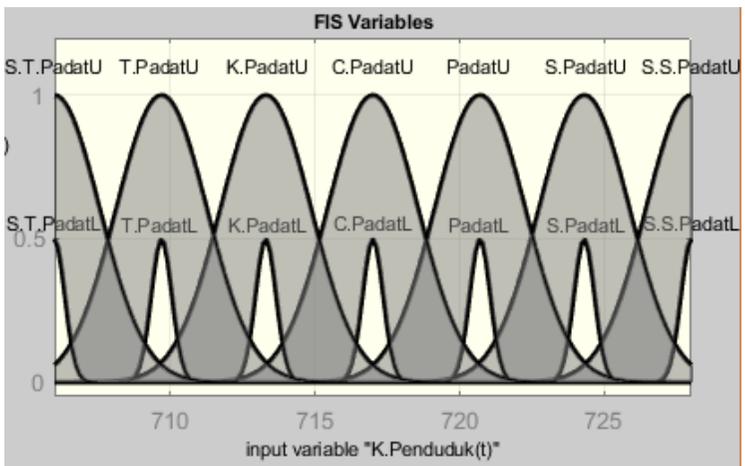
**Gambar. C.11.** Lima *Membership Function* Cakupan Imunisasi DPT 3 Kabupaten Malang



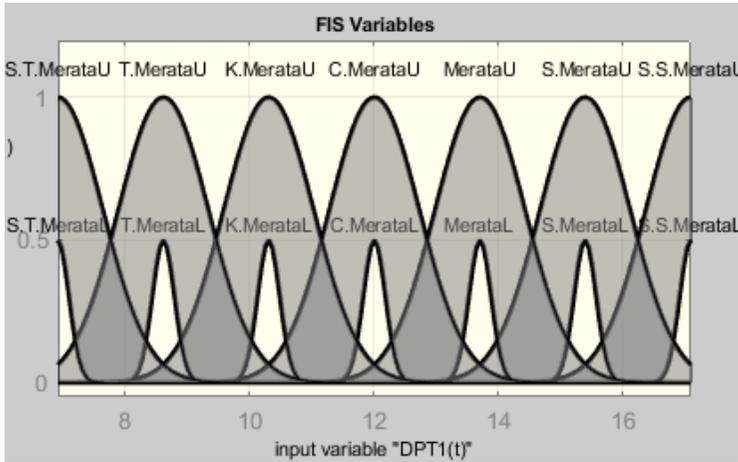
**Gambar. C.12.** Lima *Membership Function* Cakupan Imunisasi DPT 4 Kabupaten Malang



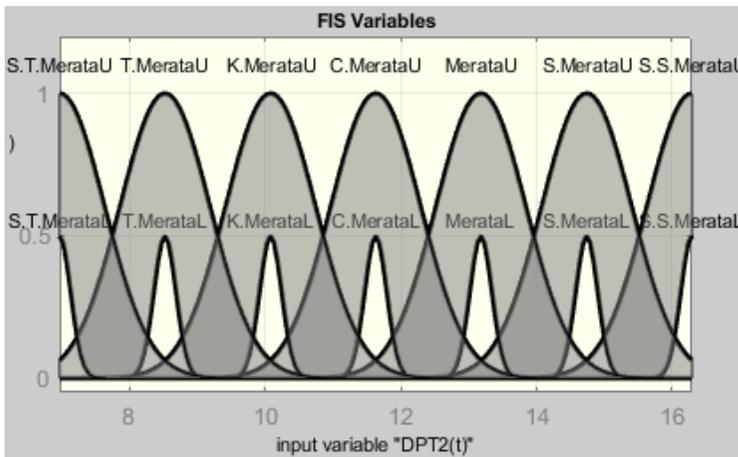
Gambar. C.13. Tujuh *Membership Function* Jumlah Penderita Kabupaten Malang



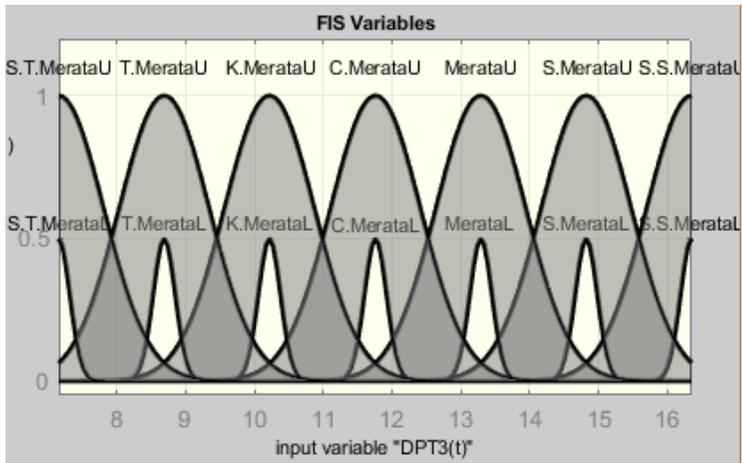
Gambar. C.14. Tujuh *Membership Function* Kepadatan Penduduk Kabupaten Malang



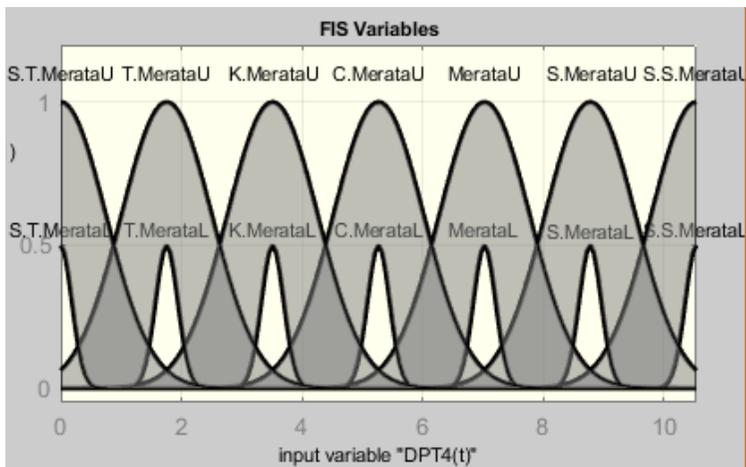
**Gambar. C.15. Tujuh Membership Function Cakupan Imunisasi DPT 1 Kabupaten Malang**



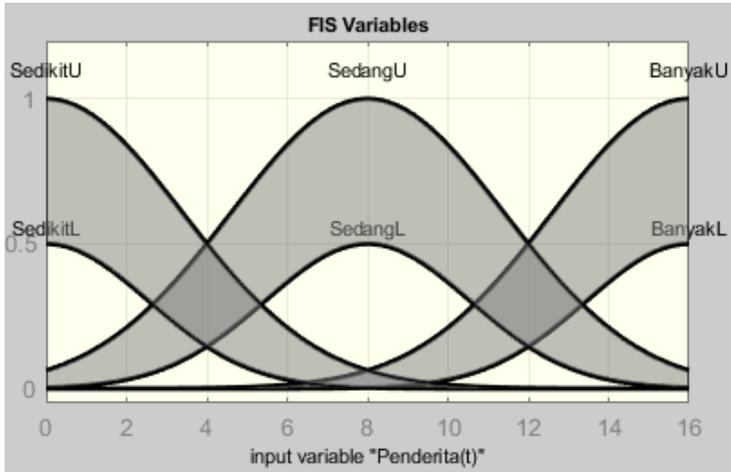
**Gambar. C.16. Tujuh Membership Function Cakupan Imunisasi DPT 2 Kabupaten Malang**



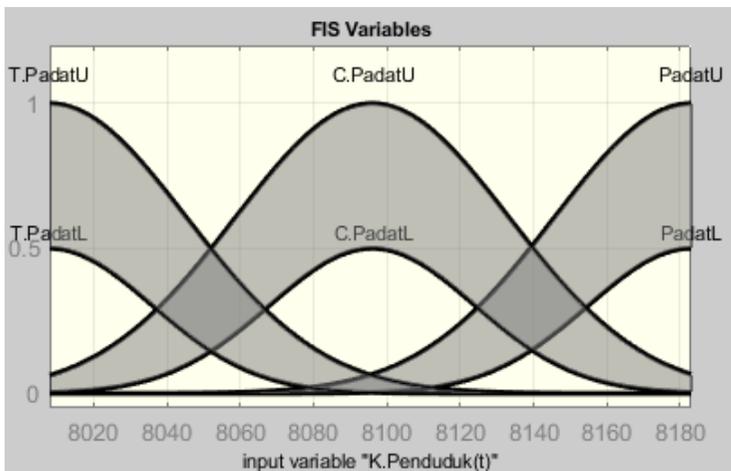
**Gambar. C.17. Tujuh *Membership Function* Cakupan Imunisasi DPT 3 Kabupaten Malang**



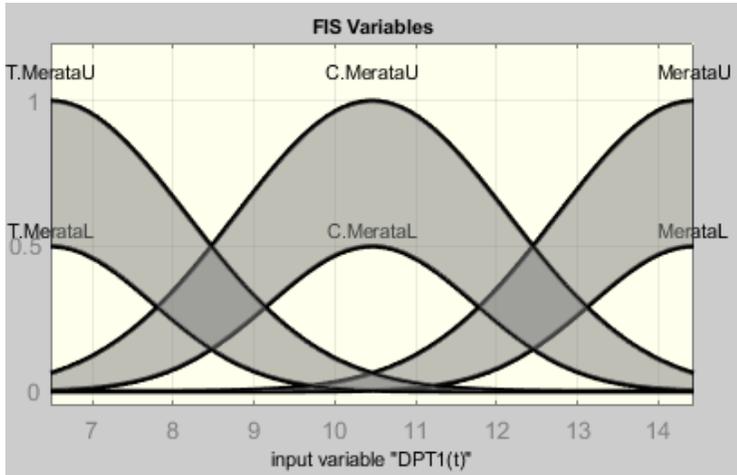
**Gambar. C.18. Tujuh *Membership Function* Cakupan Imunisasi DPT 4 Kabupaten Malang**



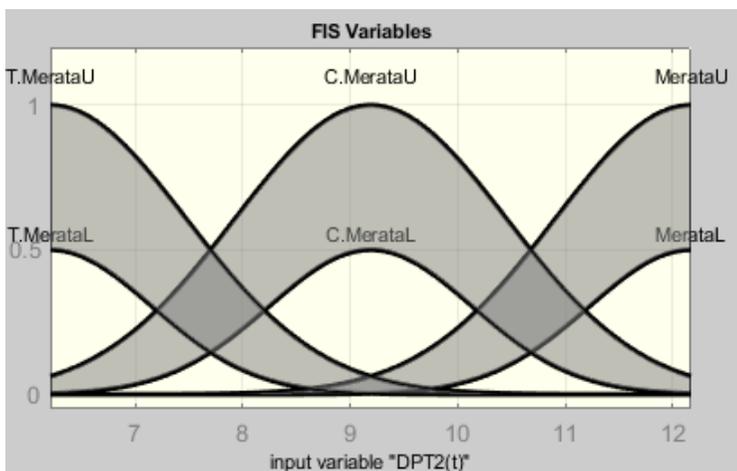
**Gambar. C.19.** Tiga *Membership Function* Jumlah Penderita Kota Surabaya



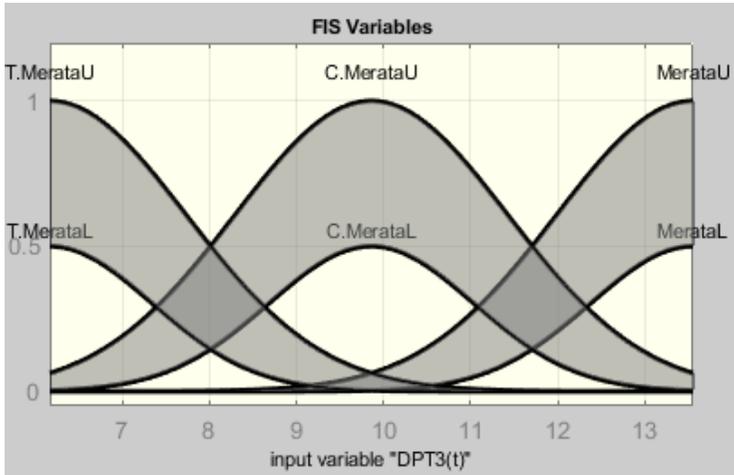
**Gambar. C.20.** Tiga *Membership Function* Kepadatan Penduduk Kota Surabaya



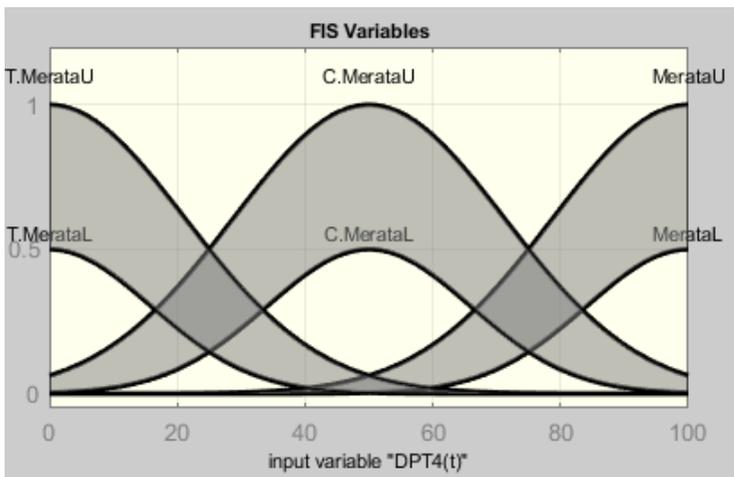
**Gambar. C.21. Tiga Membership Function Cakupan Imunisasi DPT 1 Kota Surabaya**



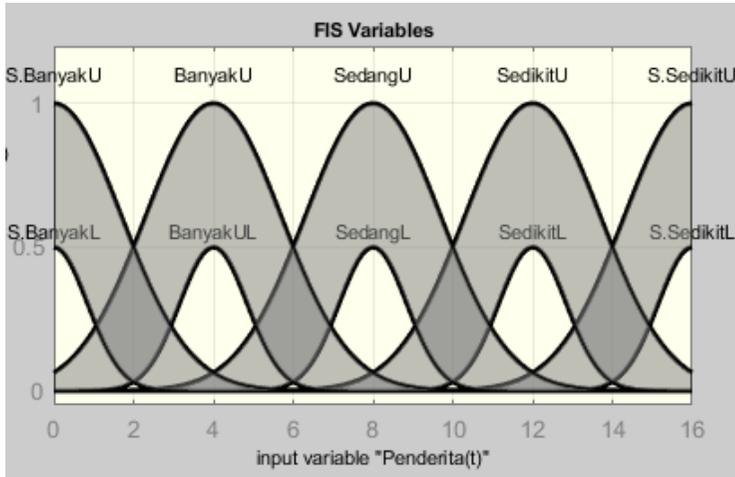
**Gambar. C.22. Tiga Membership Function Cakupan Imunisasi DPT 2 Kota Surabaya**



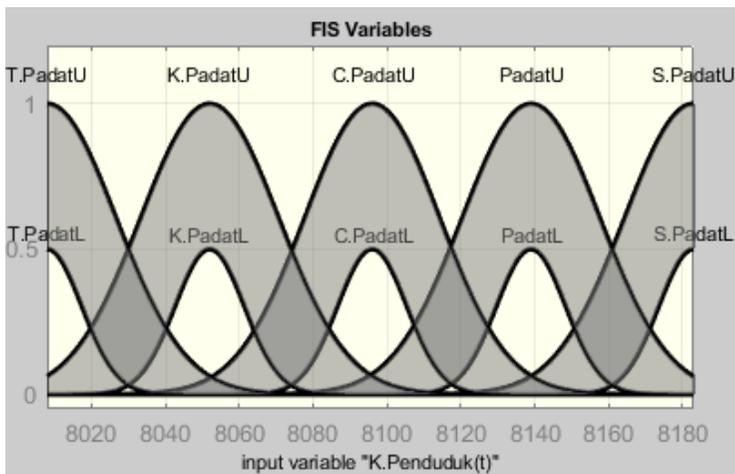
**Gambar. C.23. Tiga *Membership Function* Cakupan Imunisasi DPT 3 Kota Surabaya**



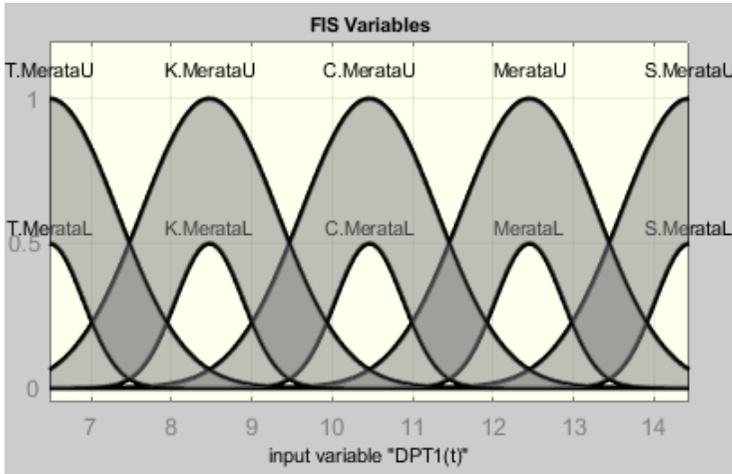
**Gambar. C.24. Tiga *Membership Function* Cakupan Imunisasi DPT 4 Kota Surabaya**



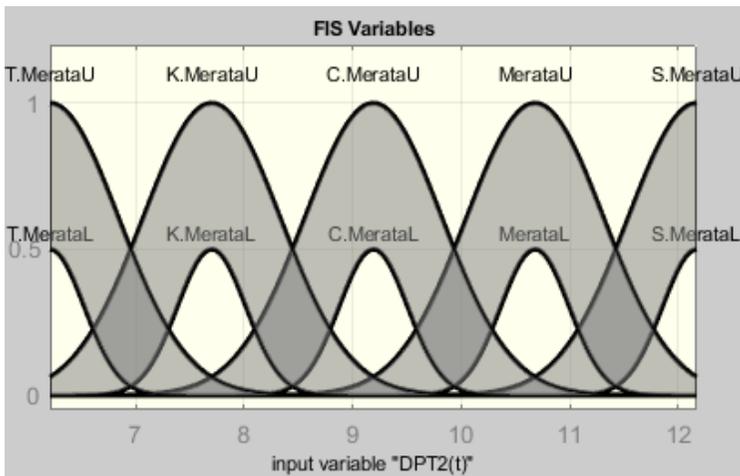
**Gambar. C.25.** Lima *Membership Function* Jumlah Penderita Kota Surabaya



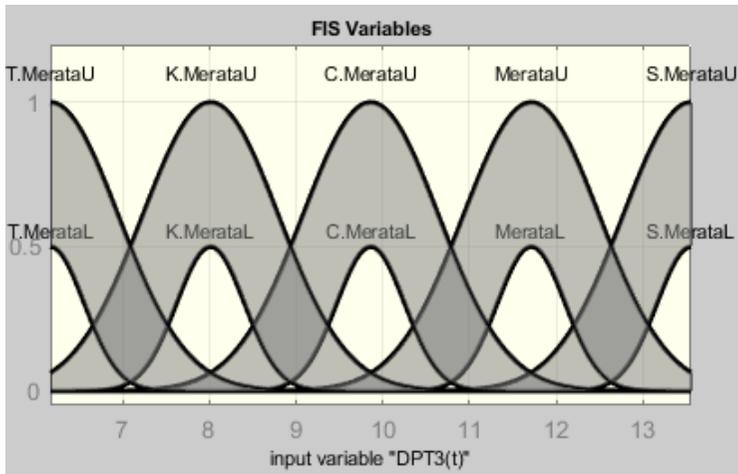
**Gambar. C.26.** Lima *Membership Function* Kepadatan Penduduk Kota Surabaya



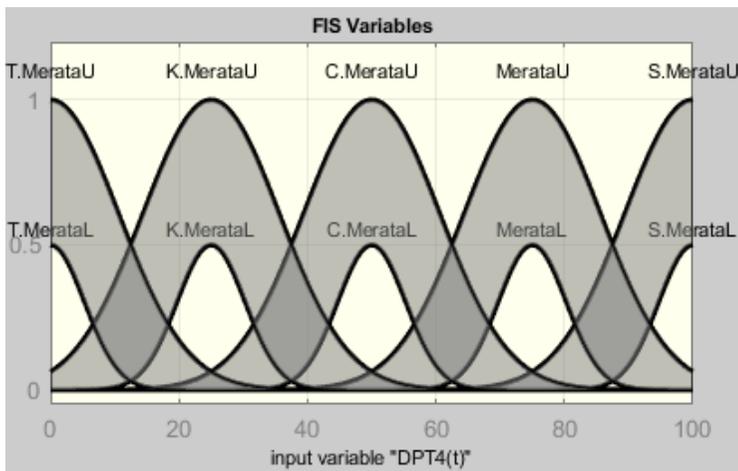
Gambar. C.27. Lima *Membership Function* Cakupan Imunisasi DPT 1 Kota Surabaya



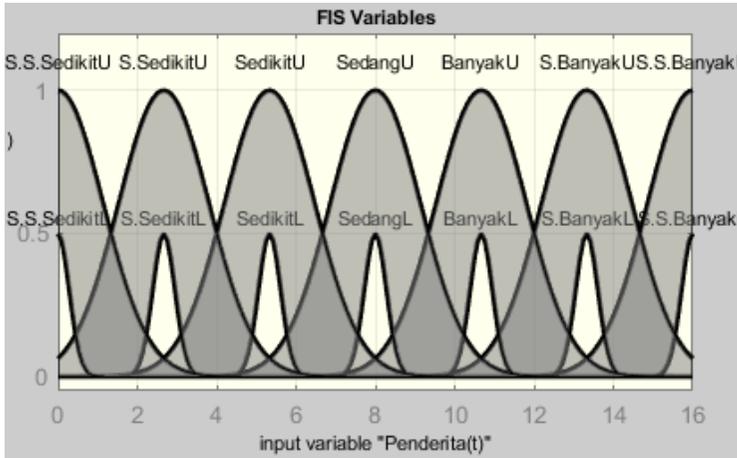
Gambar. C.28. Lima *Membership Function* Cakupan Imunisasi DPT 2 Kota Surabaya



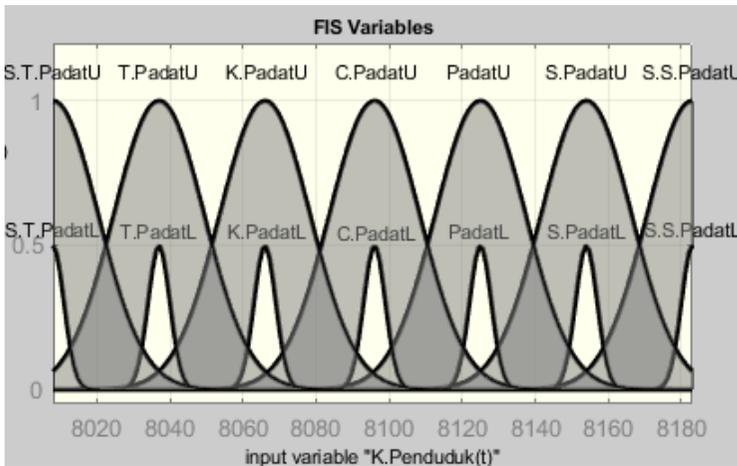
**Gambar. C.29. Lima Membership Function Cakupan Imunisasi DPT 3 Kota Surabaya**



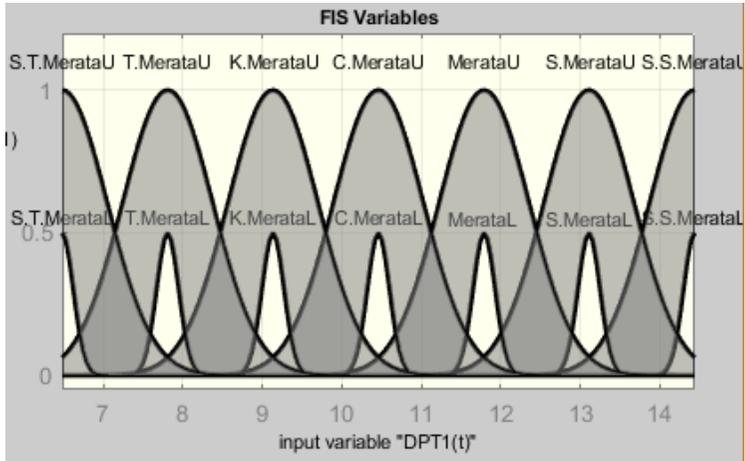
**Gambar. C.30. Lima Membership Function Cakupan Imunisasi DPT 4 Kota Surabaya**



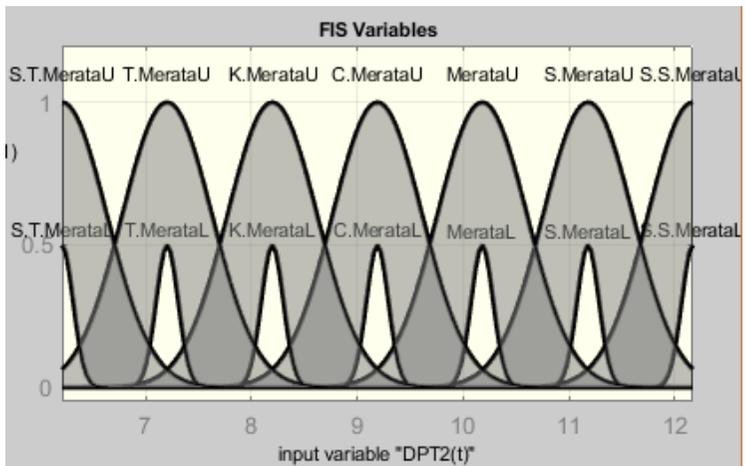
Gambar. C.31. Tujuh *Membership Function* Jumlah Penderita Kota Surabaya



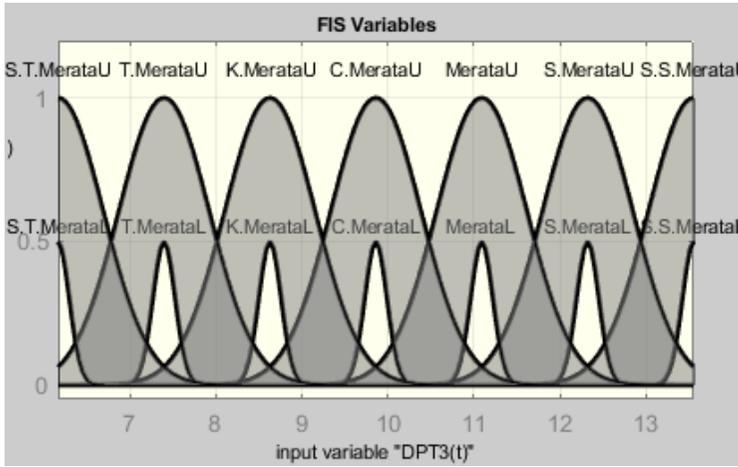
Gambar. C.32. Tujuh *Membership Function* Kepadatan Penduduk Kota Surabaya



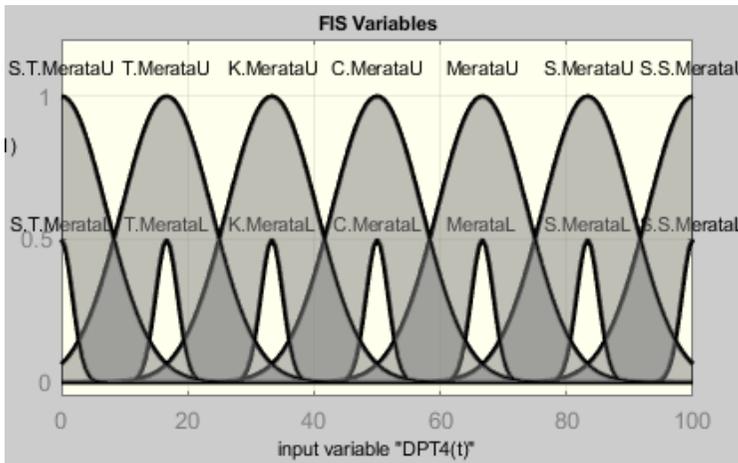
**Gambar. C.33. Tujuh Membership Function Cakupan Imunisasi DPT 1 Kota Surabaya**



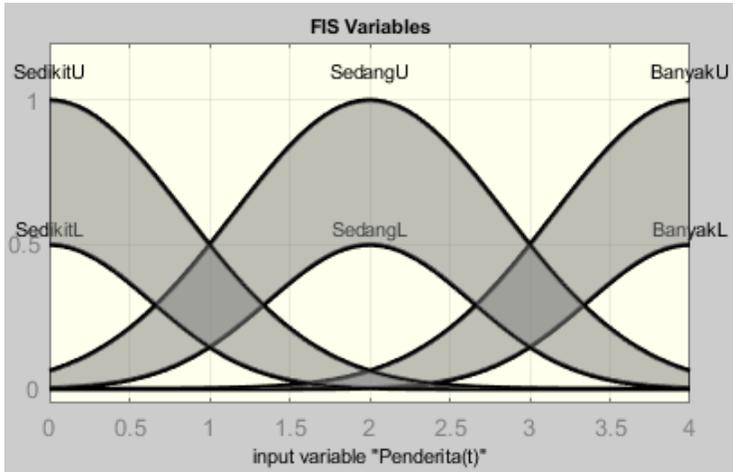
**Gambar. C.34. Tujuh Membership Function Cakupan Imunisasi DPT 2 Kota Surabaya**



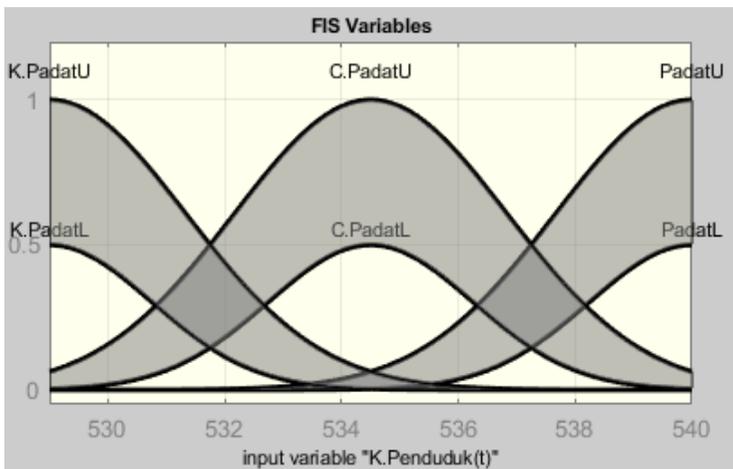
**Gambar. C.35. Tujuh *Membership Function* Cakupan Imunisasi DPT 3 Kota Surabaya**



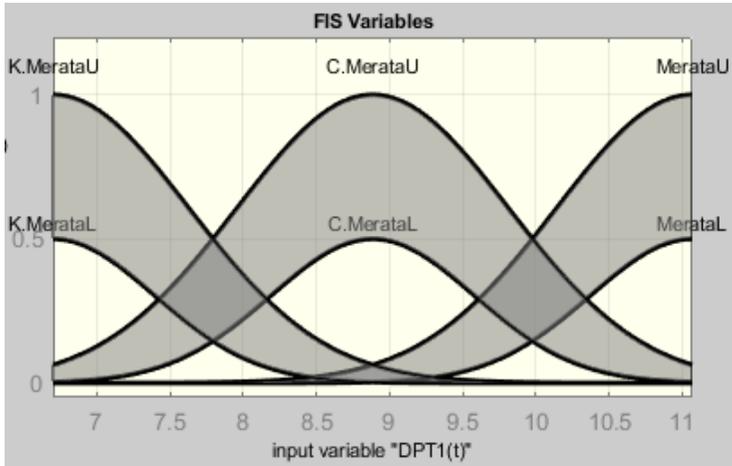
**Gambar. C.36. Tujuh *Membership Function* Cakupan Imunisasi DPT 4 Kota Surabaya**



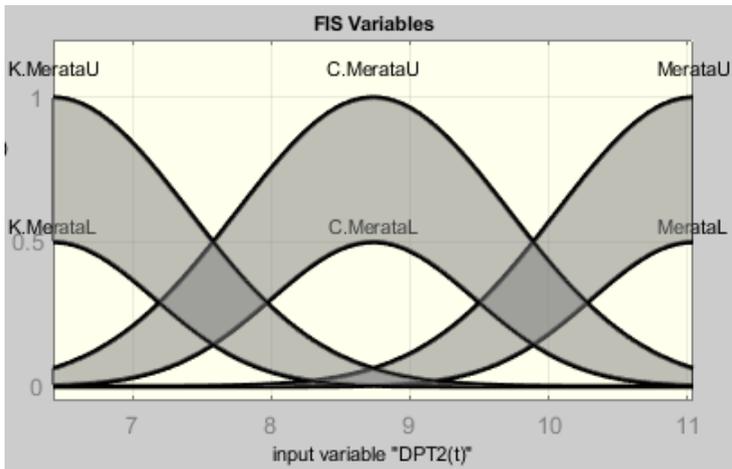
**Gambar. C.37.** Tiga *Membership Function* Jumlah Penderita Kabupaten Sumenep



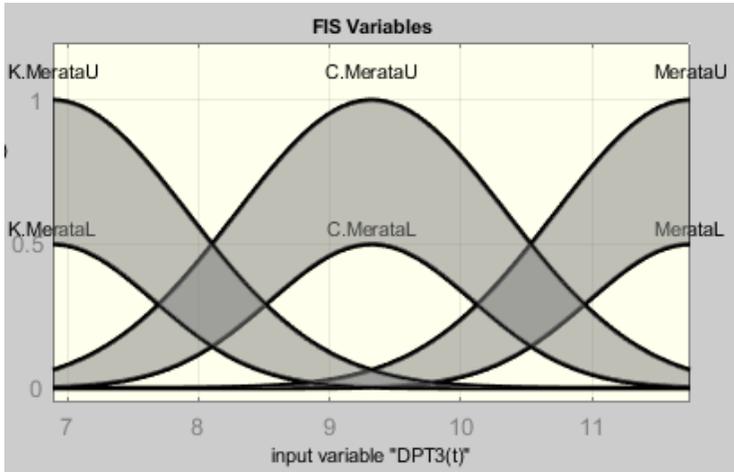
**Gambar. C.38.** Tiga *Membership Function* Kepadatan Penduduk Kabupaten Sumenep



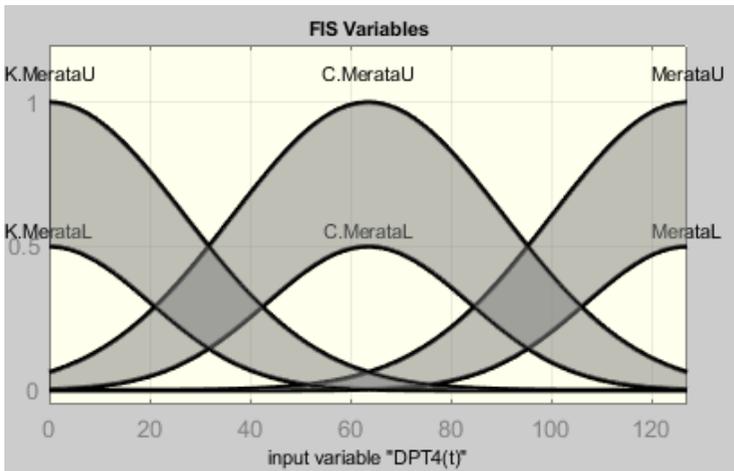
**Gambar. C.39.** Tiga *Membership Function* Cakupan Imunisasi DPT 1 Kabupaten Sumenep



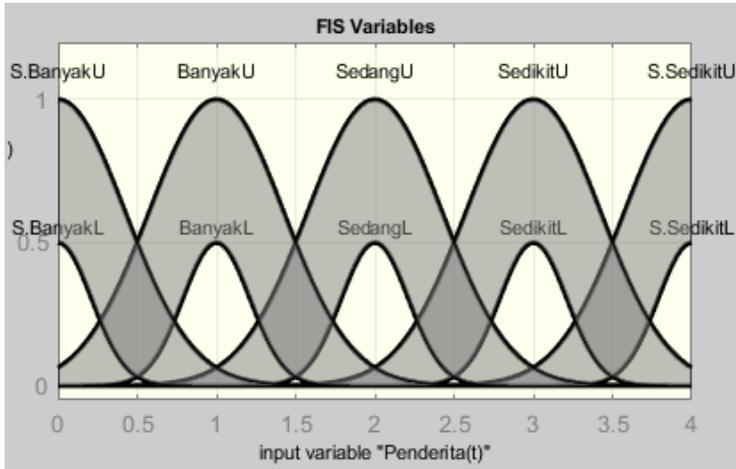
**Gambar. C.40.** Tiga *Membership Function* Cakupan Imunisasi DPT 2 Kabupaten Sumenep



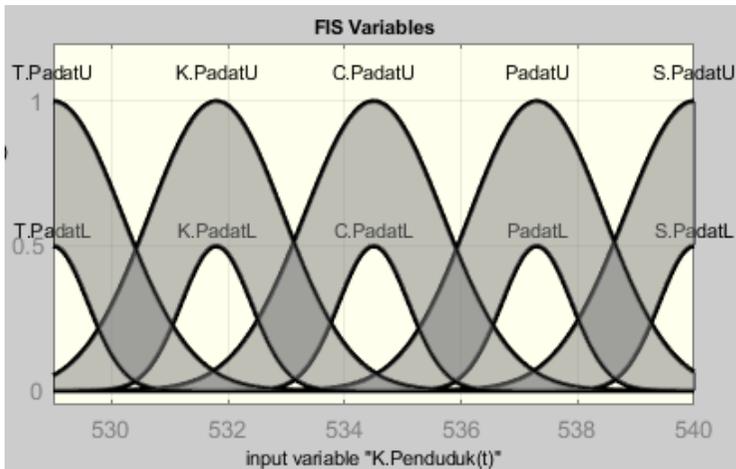
**Gambar. C.41. Tiga Membership Function Cakupan Imunisasi DPT 3 Kabupaten Sumenep**



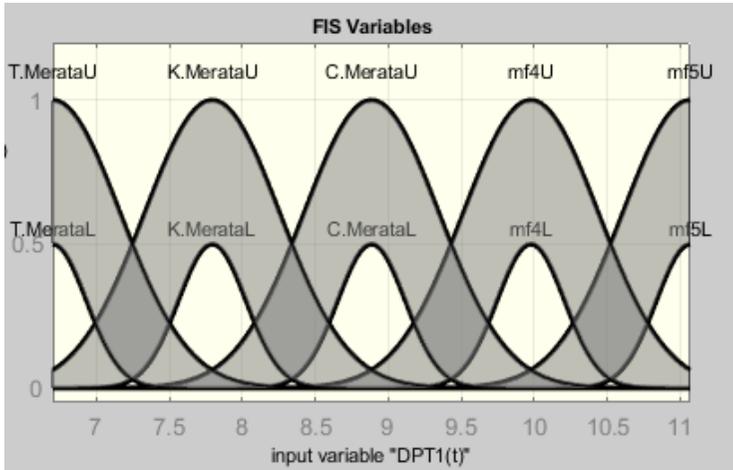
**Gambar. C.42. Tiga Membership Function Cakupan Imunisasi DPT 4 Kabupaten Sumenep**



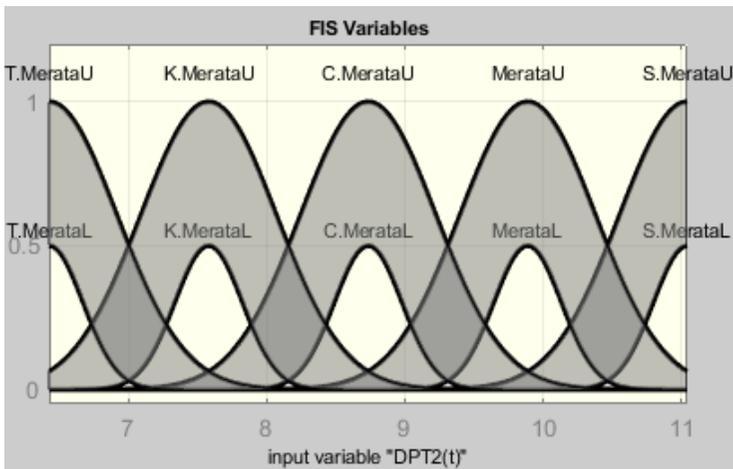
**Gambar. C.43. Lima *Membership Function* Jumlah Penderita Kabupaten Sumenep**



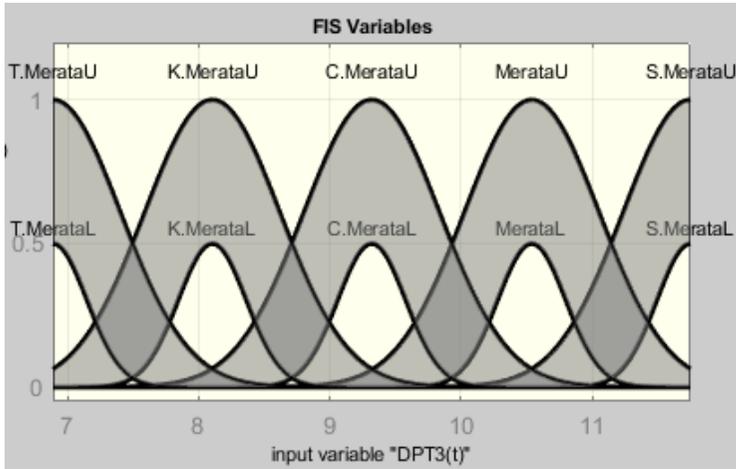
**Gambar. C.44. Lima *Membership Function* Kepadatan Penduduk Kabupaten Sumenep**



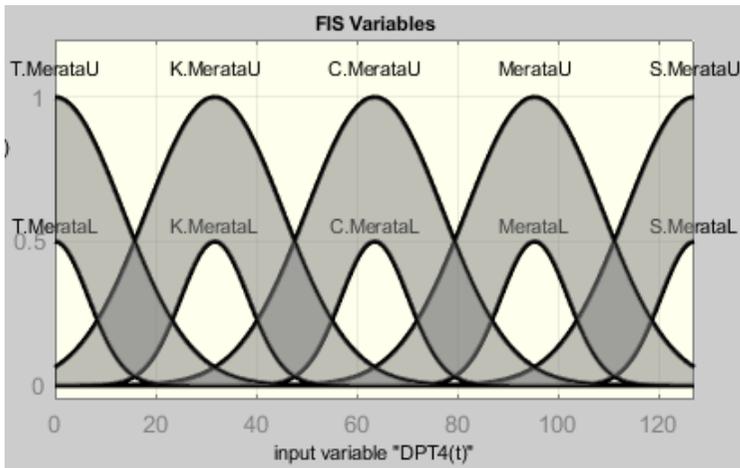
**Gambar. C.45. Lima Membership Function Cakupan Imunisasi DPT 1 Kabupaten Sumenep**



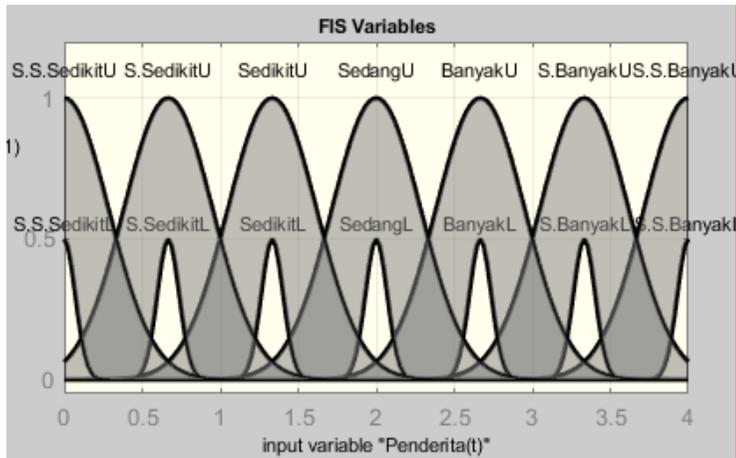
**Gambar. C.46. Lima Membership Function Cakupan Imunisasi DPT 2 Kabupaten Sumenep**



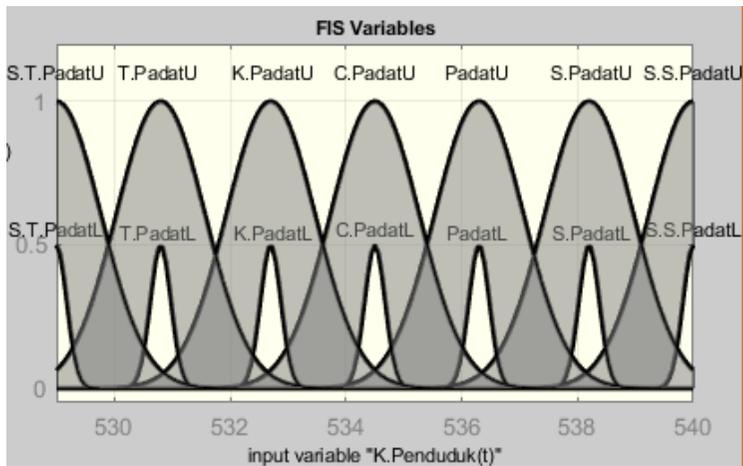
**Gambar. C.47. Lima Membership Function Cakupan Imunisasi DPT 3 Kabupaten Sumenep**



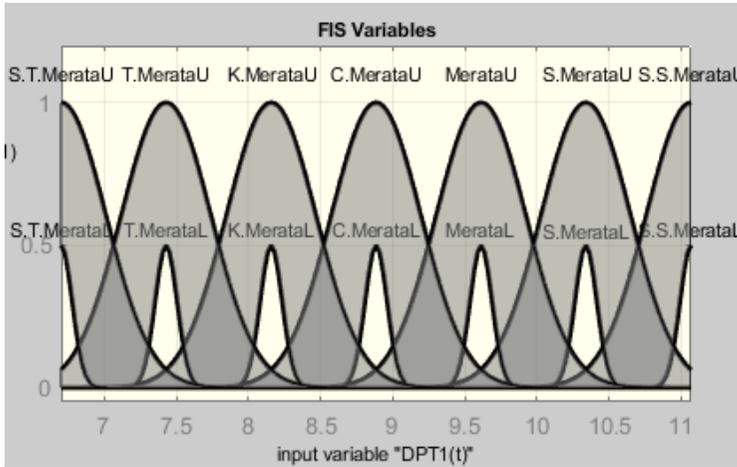
**Gambar. C.48. Lima Membership Function Cakupan Imunisasi DPT 4 Kabupaten Sumenep**



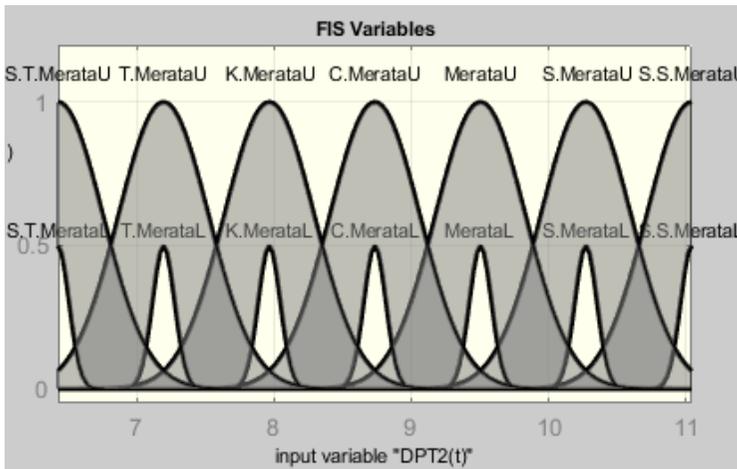
**Gambar. C.49. Tujuh Membership Function Jumlah Penderita Kabupaten Sumenep**



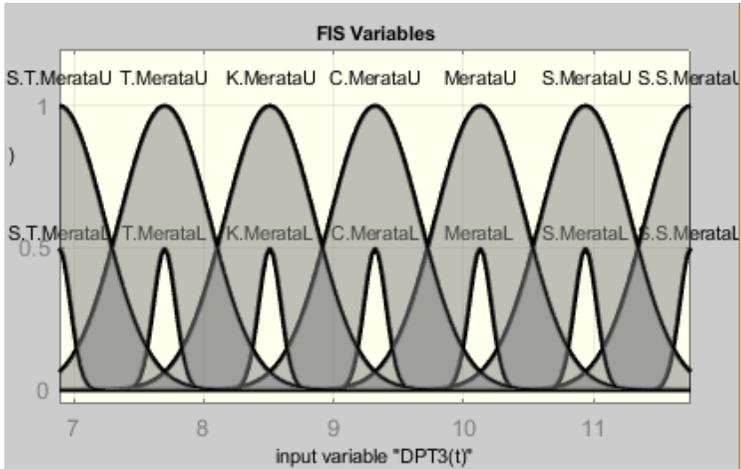
**Gambar. C.50. Tujuh Membership Function Kepadatan Penduduk Kabupaten Sumenep**



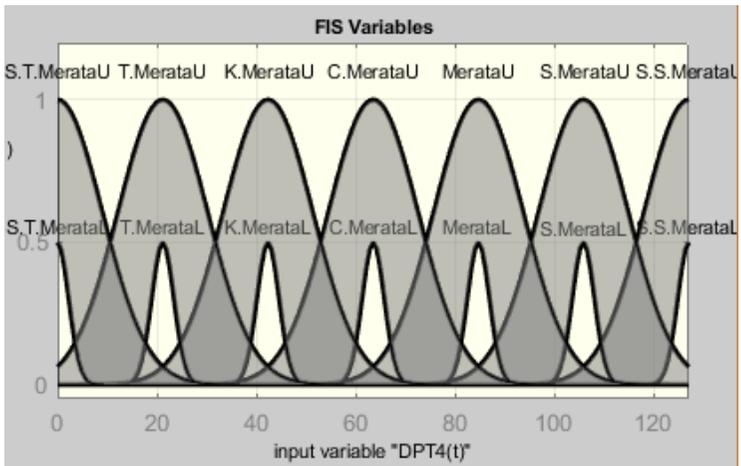
**Gambar. C.51. Tujuh Membership Function Cakupan Imunisasi DPT 1 Kabupaten Sumenep**



**Gambar. C.52. Tujuh Membership Function Cakupan Imunisasi DPT 2 Kabupaten Sumenep**



**Gambar. C.53. Tujuh Membership Function Cakupan Imunisasi DPT 3 Kabupaten Sumenep**



**Gambar. C.54. Tujuh Membership Function Cakupan Imunisasi DPT 4 Kabupaten Sumenep**



## LAMPIRAN D. PARAMETER MODEL

**Tabel. D.1. Parameter Model Kabupaten Malang dengan Tiga  
Membership Function**

Variabel	Label MF	Standar Deviasi Lower	Standar Deviasi Upper	Rata-Rata
Penderita	Sedikit	1.019	0.7644	0
	Sedang			3
	Banyak			6
Kepadatan Penduduk	Kurang Padat	2.675	3.567	706
	Cukup Padat			717
	Padat			728
Cakupan Imunisasi DPT 1	Kurang Merata	1.297	1.729	6.92
	Cukup Merata			12.01
	Merata			17.1
Cakupan Imunisasi DPT 2	Kurang Merata	1.187	1.583	6.97
	Cukup Merata			11.63
	Merata			16.29
Cakupan Imunisasi DPT 3	Kurang Merata	1.171	1.561	7.16
	Cukup Merata			11.76
	Merata			16.35
Cakupan Imunisasi DPT 4	Kurang Merata	1.343	1.79	0
	Cukup Merata			5.27
	Merata			10.54

**Tabel. D.2. Parameter Model Kabupaten Malang dengan Lima  
Membership Function**

Variabel	Label MF	Standar Deviasi Lower	Standar Deviasi Upper	Rata-Rata
Penderita	Sangat Sedikit	0.3185	0.637	0
	Sedikit			1.5
	Sedang			3
	Banyak			4.5

<b>Variabel</b>	<b>Label MF</b>	<b>Standar Deviasi Lower</b>	<b>Standar Deviasi Upper</b>	<b>Rata- Rata</b>
	Sangat Banyak			6
Kepadatan Penduduk	Tidak Padat	1.186	2.331	706
	Kurang Padat			711.6
	Cukup Padat			717
	Padat			722.6
	Sangat Padat			728
Cakupan Imunisasi DPT 1	Tidak Merata	0.5423	1.081	6.92
	Kurang Merata			9.465
	Cukup Merata			12.01
	Merata			14.56
	Sangat Merata			17.1
Cakupan Imunisasi DPT 2	Tidak Merata	0.4947	0.9895	6.97
	Kurang Merata			9.3
	Cukup Merata			11.63
	Merata			13.96
	Sangat Merata			16.29
Cakupan Imunisasi DPT 3	Tidak Merata	0.4886	0.9754	7.16
	Kurang Merata			9.457
	Cukup Merata			11.75
	Merata			14.05
	Sangat Merata			16.35
Cakupan Imunisasi DPT 4	Tidak Merata	0.5595	1.119	0
	Kurang Merata			2.635
	Cukup Merata			5.27
	Merata			7.905
	Sangat Merata			10.54

**Tabel. D.3. Parameter Model Kabupaten Malang dengan Tujuh  
Membership Function**

<b>Variabel</b>	<b>Label MF</b>	<b>Standar Deviasi Lower</b>	<b>Standar Deviasi Upper</b>	<b>Rata- Rata</b>
Penderita	Sangat Sangat Sedikit	0.1064	0.4247	0
	Sangat Sedikit			1
	Sedikit			2
	Sedang			3
	Banyak			4
	Sangat Banyak			5
	Sangat Sangat Banyak			6
Kepadatan Penduduk	Sangat Tidak Padat	0.361	1.557	706
	Tidak Padat			709.7
	Kurang Padat			713.3
	Cukup Padat			717
	Padat			720.7
	Sangat Padat			724.3
	Sangat Sangat Padat			728
Cakupan Imunisasi DPT 1	Sangat Tidak Merata	0.1798	0.7206	6.92
	Tidak Merata			8.617
	Kurang Merata			10.31
	Cukup Merata			12.01
	Merata			13.71
	Sangat Merata			15.4
	Sangat Sangat Merata			17.1

<b>Variabel</b>	<b>Label MF</b>	<b>Standar Deviasi Lower</b>	<b>Standar Deviasi Upper</b>	<b>Rata-Rata</b>
Cakupan Imunisasi DPT 2	Sangat Tidak Merata	0.1646	0.6582	6.97
	Tidak Merata			8.523
	Kurang Merata			10.08
	Cukup Merata			11.63
	Merata			13.18
	Sangat Merata			14.74
	Sangat Sangat Merata			16.29
Cakupan Imunisasi DPT 3	Sangat Tidak Merata	0.1626	0.6497	7.16
	Tidak Merata			8.692
	Kurang Merata			10.22
	Cukup Merata			11.76
	Merata			13.29
	Sangat Merata			14.82
	Sangat Sangat Merata			16.35
Cakupan Imunisasi DPT 4	Sangat Tidak Merata	0.1865	0.7461	0
	Tidak Merata			1.757
	Kurang Merata			3.513
	Cukup Merata			5.27
	Merata			7.027
	Sangat Merata			8.779
	Sangat Sangat Merata			10.54

**Tabel. D.4. Parameter Model Kota Surabaya dengan Tiga *Membership Function***

<b>Variabel</b>	<b>Label MF</b>	<b>Standar Deviasi Lower</b>	<b>Standar Deviasi Upper</b>	<b>Rata-Rata</b>
Penderita	Sedikit	2.548	3.397	0
	Sedang			8
	Banyak			16
Kepadatan Penduduk	Kurang Padat	28.04	37.33	8008
	Cukup Padat			8096
	Padat			8183
Cakupan Imunisasi DPT 1	Kurang Merata	1.268	1.69	6.48
	Cukup Merata			10.46
	Merata			14.44
Cakupan Imunisasi DPT 2	Kurang Merata	0.9491	1.265	6.21
	Cukup Merata			9.19
	Merata			12.17
Cakupan Imunisasi DPT 3	Kurang Merata	1.175	1.567	6.17
	Cukup Merata			9.86
	Merata			13.55
Cakupan Imunisasi DPT 4	Kurang Merata	15.92	21.23	0
	Cukup Merata			50
	Merata			100

**Tabel. D.5. Parameter Model Kota Surabaya dengan Lima *Membership Function***

<b>Variabel</b>	<b>Label MF</b>	<b>Standar Deviasi Lower</b>	<b>Standar Deviasi Upper</b>	<b>Rata-Rata</b>
Penderita	Sangat Sedikit	0.8493	1.699	0
	Sedikit			4

Variabel	Label MF	Standar Deviasi Lower	Standar Deviasi Upper	Rata-Rata
	Sedang			8
	Banyak			12
	Sangat Banyak			16
Kepadatan Penduduk	Tidak Padat	9.396	18.69	8008
	Kurang Padat			8052
	Cukup Padat			8096
	Padat			8139
	Sangat Padat			8183
Cakupan Imunisasi DPT 1	Tidak Merata	0.4225	0.8451	6.48
	Kurang Merata			8.47
	Cukup Merata			10.46
	Merata			12.45
	Sangat Merata			14.44
Cakupan Imunisasi DPT 2	Tidak Merata	0.3164	0.6327	6.21
	Kurang Merata			7.7
	Cukup Merata			9.19
	Merata			10.68
	Sangat Merata			12.17
Cakupan Imunisasi DPT 3	Tidak Merata	0.3917	0.7835	6.17
	Kurang Merata			8.015
	Cukup Merata			9.86
	Merata			11.71
	Sangat Merata			13.55
Cakupan Imunisasi DPT 4	Tidak Merata	5.308	10.62	0
	Kurang Merata			25
	Cukup Merata			50
	Merata			75
	Sangat Merata			100

**Tabel. D.6. Parameter Model Kota Surabaya dengan Tujuh *Membership Function***

<b>Variabel</b>	<b>Label MF</b>	<b>Standar Deviasi Lower</b>	<b>Standar Deviasi Upper</b>	<b>Rata-Rata</b>
Penderita	Sangat Sangat Sedikit	0.2832	1.133	0
	Sangat Sedikit			2.667
	Sedikit			5.333
	Sedang			8
	Banyak			10.67
	Sangat Banyak			13.33
	Sangat Sangat Banyak			16
Kepadatan Penduduk	Sangat Tidak Padat	3.026	12.32	8008
	Tidak Padat			8037
	Kurang Padat			8066
	Cukup Padat			8096
	Padat			8125
	Sangat Padat			8154
	Sangat Sangat Padat			8183
Cakupan Imunisasi DPT 1	Sangat Tidak Merata	0.141	0.5635	6.48
	Tidak Merata			7.807
	Kurang Merata			9.133
	Cukup Merata			10.46
	Merata			11.79
	Sangat Merata			13.11
	Sangat Sangat Merata			14.44

<b>Variabel</b>	<b>Label MF</b>	<b>Standar Deviasi Lower</b>	<b>Standar Deviasi Upper</b>	<b>Rata-Rata</b>
Cakupan Imunisasi DPT 2	Sangat Tidak Merata	0.1053	0.4217	6.21
	Tidak Merata			7.203
	Kurang Merata			8.197
	Cukup Merata			9.19
	Merata			10.18
	Sangat Merata			11.18
	Sangat Sangat Merata			12.17
Cakupan Imunisasi DPT 3	Sangat Tidak Merata	0.1306	0.5223	6.17
	Tidak Merata			7.4
	Kurang Merata			8.63
	Cukup Merata			9.86
	Merata			11.09
	Sangat Merata			12.32
	Sangat Sangat Merata			13.55
Cakupan Imunisasi DPT 4	Sangat Tidak Merata	1.771	7.079	0
	Tidak Merata			16.67
	Kurang Merata			33.33
	Cukup Merata			50
	Merata			66.67
	Sangat Merata			83.33
	Sangat Sangat Merata			100

**Tabel. D.7. Parameter Model Kabupaten Sumenep dengan Tiga  
Membership Function**

Variabel	Label MF	Standar Deviasi Lower	Standar Deviasi Upper	Rata- Rata
Penderita	Sedikit	0.637	0.8493	0
	Sedang			2
	Banyak			4
Kepadatan Penduduk	Kurang Padat	1.752	2.336	529
	Cukup Padat			534.5
	Padat			540
Cakupan Imunisasi DPT 1	Kurang Merata	0.6959	0.9279	6.7
	Cukup Merata			8.885
	Merata			11.07
Cakupan Imunisasi DPT 2	Kurang Merata	0.7341	0.9788	6.43
	Cukup Merata			8.735
	Merata			11.04
Cakupan Imunisasi DPT 3	Kurang Merata	0.7739	1.032	6.89
	Cukup Merata			9.32
	Merata			11.75
Cakupan Imunisasi DPT 4	Kurang Merata	20.23	26.97	0
	Cukup Merata			63.51
	Merata			127.02

**Tabel. D.8. Parameter Model Kabupaten Sumenep dengan Lima  
Membership Function**

Variabel	Label MF	Standar Deviasi Lower	Standar Deviasi Upper	Rata- Rata
Penderita	Sangat Sedikit	0.2123	0.4247	0
	Sedikit			1

Variabel	Label MF	Standar Deviasi Lower	Standar Deviasi Upper	Rata-Rata
	Sedang			2
	Banyak			3
	Sangat Banyak			4
Kepadatan Penduduk	Tidak Padat	0.6009	1.185	529
	Kurang Padat			531.8
	Cukup Padat			534.5
	Padat			537.3
	Sangat Padat			540
Cakupan Imunisasi DPT 1	Tidak Merata	0.2318	0.4637	6.7
	Kurang Merata			7.793
	Cukup Merata			8.885
	Merata			9.977
	Sangat Merata			11.07
Cakupan Imunisasi DPT 2	Tidak Merata	0.2445	0.4893	6.43
	Kurang Merata			7.582
	Cukup Merata			8.735
	Merata			9.887
	Sangat Merata			11.04
Cakupan Imunisasi DPT 3	Tidak Merata	0.2599	0.516	6.89
	Kurang Merata			8.105
	Cukup Merata			9.32
	Merata			10.54
	Sangat Merata			11.75
Cakupan Imunisasi DPT 4	Tidak Merata	6.744	13.48	0
	Kurang Merata			31.75
	Cukup Merata			63.51
	Merata			95.27
	Sangat Merata			127.02

**Tabel. D.9. Parameter Model Kabupaten Sumenep dengan Lima  
Membership Function**

<b>Variabel</b>	<b>Label MF</b>	<b>Standar Deviasi Lower</b>	<b>Standar Deviasi Upper</b>	<b>Rata- Rata</b>
Penderita	Sangat Sangat Sedikit	0.07079	0.2832	0
	Sangat Sedikit			0.6667
	Sedikit			1.333
	Sedang			2
	Banyak			2.667
	Sangat Banyak			3.333
	Sangat Sangat Banyak			4
Kepadatan Penduduk	Sangat Tidak Padat	0.1805	0.7644	529
	Tidak Padat			530.8
	Kurang Padat			532.7
	Cukup Padat			534.5
	Padat			536.3
	Sangat Padat			538.2
	Sangat Sangat Padat			540
Cakupan Imunisasi DPT 1	Sangat Tidak Merata	0.07718	0.3092	6.7
	Tidak Merata			7.428
	Kurang Merata			8.157
	Cukup Merata			8.885
	Merata			9.613
	Sangat Merata			10.34
	Sangat Sangat Merata			11.07

<b>Variabel</b>	<b>Label MF</b>	<b>Standar Deviasi Lower</b>	<b>Standar Deviasi Upper</b>	<b>Rata-Rata</b>
Cakupan Imunisasi DPT 2	Sangat Tidak Merata	0.08143	0.3265	6.43
	Tidak Merata			7.198
	Kurang Merata			7.967
	Cukup Merata			8.735
	Merata			9.503
	Sangat Merata			10.27
	Sangat Sangat Merata			11.04
Cakupan Imunisasi DPT 3	Sangat Tidak Merata	0.08599	0.344	6.89
	Tidak Merata			7.7
	Kurang Merata			8.51
	Cukup Merata			9.32
	Merata			10.13
	Sangat Merata			10.94
	Sangat Sangat Merata			11.75
Cakupan Imunisasi DPT 4	Sangat Tidak Merata	2.248	8.99	0
	Tidak Merata			21.17
	Kurang Merata			42.34
	Cukup Merata			63.51
	Merata			84.68
	Sangat Merata			105.8
	Sangat Sangat Merata			127.02

## LAMPIRAN E. ATURAN DASAR

Keterangan aturan dasar yang akan ditampilkan dalam lampiran ini diantaranya:

- P(t) = Variabel Jumlah Penderita Periode ke t
- K = Variabel Kepadatan Penduduk
- DPT1 = Variabel Cakupan Imunisasi DPT 1
- DPT2 = Variabel Cakupan Imunisasi DPT 2
- DPT3 = Variabel Cakupan Imunisasi DPT 3
- DPT4 = Variabel Cakupan Imunisasi DPT 4
- P(t+1) = Variabel Jumlah Penderita Periode ke t+1
- SSS = Sangat Sangat Sedikit
- SS = Sangat Sedikit
- S = Sedikit
- SD = Sedang
- B = Banyak
- SB = Sangat Banyak
- SSB = Sangat Sangat Banyak
- STP = Sangat Tidak Padat
- TP = Tidak Padat
- KP = Kurang Padat
- CP = Cukup Padat
- P = Padat
- SP = Sangat Padat
- SSP = Sangat Sangat Padat
- STM = Sangat Tidak Merata
- TM = Tidak Merata
- CM = Cukup Merata
- M = Merata
- SM = Sangat Merata
- SSM = Sangat Sangat Merata

**Tabel. E.1. Aturan Model Kabupaten Malang Skenario A.3**

<b>No</b>	<b>P (t)</b>	<b>P (t+1)</b>
1	S	S
2	SD	SD
3	B	SD

**Tabel. E.2. Aturan Model Kabupaten Malang Skenario B.3**

<b>No</b>	<b>P (t)</b>	<b>K</b>	<b>P (t+1)</b>
1	S	KP	B
2	B	KP	S
3	S	KP	S
4	S	KP	S
5	S	KP	S

**Tabel. E.3. Aturan Model Kabupaten Malang Skenario C.3**

<b>No</b>	<b>P (t)</b>	<b>DPT1</b>	<b>DPT2</b>	<b>DPT3</b>	<b>DPT4</b>	<b>P (t+1)</b>
1	S	KM	KM	KM	KM	B
2	S	KM	KM	KM	CM	S
3	S	KM	KM	KM	M	S
4	S	KM	KM	CM	M	S
5	S	KM	CM	KM	CM	S
6	S	CM	KM	CM	KM	S
7	S	CM	KM	CM	M	S
8	S	CM	CM	KM	M	S
9	S	M	M	M	KM	S
10	SD	KM	KM	KM	KM	SD
11	SD	KM	KM	KM	M	S
12	B	KM	KM	KM	KM	SD

Tabel. E.4. Aturan Model Kabupaten Malang Skenario D.3

No	P (t)	K	DPT1	DPT2	DPT3	DPT4	P (t+1)
1	S	KP	KM	KM	KM	KM	B
2	S	KP	M	M	M	KM	S
3	S	CP	KM	KM	KM	KM	S
4	S	CP	KM	KM	KM	CM	S
5	S	CP	KM	KM	KM	M	S
6	S	CP	KM	CM	KM	CM	S
7	S	CP	CM	KM	CM	KM	S
8	S	P	KM	KM	KM	CM	S
9	S	P	KM	KM	KM	M	S
10	S	P	KM	KM	CM	M	S
11	S	P	CM	KM	CM	M	S
12	S	P	CM	CM	KM	M	S
13	SD	KP	KM	KM	KM	KM	S
14	SD	CP	KM	KM	KM	CM	S
15	SD	CP	KM	KM	KM	CM	B
16	SD	CP	KM	KM	KM	M	S
17	SD	P	KM	KM	KM	CM	SD
18	B	KP	KM	KM	KM	KM	SD
19	B	CP	KM	KM	KM	KM	S

Tabel. E.5. Aturan Model Kabupaten Malang Skenario A.5

No	P (t)	P (t+1)
1	SS	SD
2	S	SS
3	SD	S
4	B	SD
5	SB	SD

**Tabel. E.6. Aturan Model Kabupaten Malang Skenario B.5**

<b>No</b>	<b>P (t)</b>	<b>K</b>	<b>P (t+1)</b>
1	SS	STP	S
2	SS	TP	SB
3	SS	CP	SD
4	SS	P	SS
5	SS	SP	S
6	S	STP	SS
7	S	TP	SS
8	S	CP	SS
9	S	P	SS
10	S	SP	SS
11	SD	TP	B
12	SD	CP	S
13	SD	SP	S
14	B	STP	S
15	B	TP	SD
16	SB	TP	SD

**Tabel. E.7. Aturan Model Kabupaten Malang Skenario C.5**

<b>No</b>	<b>P (t)</b>	<b>DPT1</b>	<b>DPT2</b>	<b>DPT3</b>	<b>DPT4</b>	<b>P (t+1)</b>
1	SS	TM	TM	TM	CM	SS
2	SS	TM	KM	TM	CM	S
3	SS	KM	KM	TM	M	S
4	SS	KM	KM	KM	TM	S
5	SS	KM	KM	KM	CM	S
6	SS	KM	KM	KM	M	SD
7	SS	SM	SM	SM	TM	S
8	S	TM	TM	TM	TM	SS
9	S	KM	TM	TM	M	SD

No	P (t)	DPT1	DPT2	DPT3	DPT4	P (t+1)
10	S	KM	KM	TM	TM	S
11	S	KM	KM	KM	TM	SD
12	S	KM	KM	KM	KM	S
13	S	KM	KM	KM	CM	SD
14	S	KM	KM	KM	M	SS
15	S	KM	KM	KM	SM	SS
16	SD	KM	KM	TM	M	S
17	SD	KM	KM	KM	TM	B
18	SD	KM	KM	KM	M	S
19	SD	KM	KM	KM	SM	S
20	B	TM	TM	KM	KM	S
21	B	TM	KM	KM	M	B
22	B	KM	KM	KM	TM	SD
23	SB	KM	KM	KM	TM	SD

Tabel. E.8. Aturan Model Kabupaten Malang Skenario D.5

No	P (t)	K	DPT1	DPT2	DPT3	DPT4	P (t+1)
1	SS	TP	KM	KM	KM	TM	S
2	SS	KP	SM	SM	SM	TM	S
3	SS	CP	KM	KM	KM	M	SD
4	SS	P	TM	TM	TM	CM	SS
5	SS	P	TM	KM	TM	CM	S
6	SS	P	KM	KM	TM	M	SS
7	SS	P	KM	KM	KM	M	SS
8	SS	SP	KM	KM	TM	M	S
9	S	TP	KM	KM	KM	TM	SS
10	S	KP	TM	TM	TM	TM	SS
11	S	KP	KM	KM	KM	TM	SD
12	S	CP	KM	KM	TM	TM	S

No	P (t)	K	DPT1	DPT2	DPT3	DPT4	P (t+1)
13	S	CP	KM	KM	KM	CM	SD
14	S	P	KM	KM	KM	M	SS
15	S	SP	KM	TM	TM	M	SD
16	S	SP	KM	KM	KM	M	S
17	SD	KP	KM	KM	KM	TM	B
18	SD	CP	KM	KM	KM	M	S
19	SD	SP	KM	KM	TM	M	S
20	B	TP	KM	KM	KM	TM	S
21	B	KP	TM	TM	KM	KM	S
22	B	KP	TM	KM	KM	M	B
23	B	KP	KM	KM	KM	TM	SD
24	SB	KP	KM	KM	KM	TM	SD

Tabel. E.9. Aturan Model Kabupaten Malang Skenario A.7

No	P (t)	P (t+1)
1	SSS	SS
2	SS	SSS
3	S	SSS
4	SD	SS
5	B	B
6	SB	SS
7	SSB	SD

Tabel. E.10. Aturan Model Kabupaten Malang Skenario B.7

No	P (t)	K	P (t+1)
1	SSS	STP	SS
2	SSS	TP	SS
3	SSS	CP	SD
4	SSS	P	SS

No	P (t)	K	P (t+1)
5	SSS	SP	SSS
6	SSS	SSP	SS
7	SS	STP	SB
8	SS	TP	SD
9	SS	KP	SS
10	SS	CP	SS
11	SS	P	SSS
12	SS	SP	SSS
13	SS	SSP	SSS
14	S	TP	SSS
15	S	KP	SS
16	S	P	SSS
17	S	SP	SD
18	SD	TP	S
19	SD	KP	B
20	SD	CP	SS
21	SD	SP	SS
22	B	KP	SB
23	SB	STP	SS
24	SB	KP	SS
25	SSB	TP	SD

Tabel. E.11. Aturan Model Kabupaten Malang Skenario C.7

No	P (t)	DPT1	DPT2	DPT3	DPT4	P (t+1)
1	SSS	STM	STM	STM	CM	SSS
2	SSS	TM	TM	STM	M	SS
3	SSS	TM	TM	TM	STM	SSB
4	SSS	TM	TM	TM	CM	S
5	SSS	TM	TM	TM	M	SSS

No	P (t)	DPT1	DPT2	DPT3	DPT4	P (t+1)
6	SSS	TM	TM	TM	SM	SD
7	SSS	TM	TM	KM	SM	SSS
8	SSS	SSM	SSM	SSM	STM	SS
9	SS	TM	STM	TM	STM	SS
10	SS	TM	TM	TM	STM	SB
11	SS	TM	TM	TM	TM	SS
12	SS	TM	TM	TM	CM	SS
13	SS	TM	TM	TM	M	SSS
14	SS	TM	TM	TM	SM	SSS
15	SS	TM	TM	TM	SSM	SS
16	SS	KM	TM	KM	STM	SS
17	SS	KM	TM	KM	SM	SS
18	S	STM	STM	STM	STM	SSS
19	S	TM	TM	TM	STM	SS
20	S	TM	TM	TM	CM	SSS
21	S	TM	TM	TM	M	SD
22	SD	TM	TM	TM	STM	S
23	SD	TM	TM	TM	M	SS
24	SD	TM	TM	TM	SM	SS
25	SD	TM	TM	TM	SSM	SS
26	SD	TM	KM	TM	STM	B
27	B	TM	TM	TM	STM	SD
28	B	TM	TM	TM	M	SB
29	SB	TM	TM	TM	STM	SS
30	SB	TM	TM	TM	TM	SS
31	SSB	TM	TM	TM	STM	SD

Tabel. E.12. Aturan Model Kabupaten Malang Skenario D.7

<b>No</b>	<b>P (t)</b>	<b>K</b>	<b>DPT 1</b>	<b>DPT 2</b>	<b>DPT 3</b>	<b>DPT 4</b>	<b>P (t+1)</b>
1	SSS	STP	TM	TM	TM	STM	SS
2	SSS	TP	TM	TM	TM	STM	SSB
3	SSS	TP	SSM	SSM	SSM	STM	SS
4	SSS	CP	TM	TM	TM	SM	SD
5	SSS	P	STM	STM	STM	CM	SSS
6	SSS	P	TM	TM	TM	M	SSS
7	SSS	SP	TM	TM	TM	M	SS
8	SSS	SP	TM	TM	KM	SM	SSS
9	SSS	SSP	TM	TM	STM	M	SS
10	SS	STP	TM	TM	TM	STM	SB
11	SS	TP	TM	TM	TM	STM	SD
12	SS	KP	TM	STM	TM	STM	SS
13	SS	KP	TM	TM	TM	STM	S
14	SS	CP	TM	TM	TM	SSM	SS
15	SS	CP	KM	TM	KM	STM	SS
16	SS	P	TM	TM	TM	M	SSS
17	SS	SP	TM	TM	TM	M	S
18	SS	SP	KM	TM	KM	SM	SS
19	SS	SP	KM	KM	TM	SM	SSS
20	SS	SSP	TM	TM	TM	SM	SSS
21	S	TP	STM	STM	STM	STM	SSS
22	S	KP	TM	TM	TM	STM	SS
23	S	P	TM	TM	TM	CM	SSS
24	S	SP	TM	TM	TM	M	SD
25	SD	TP	TM	TM	TM	STM	S
26	SD	KP	TM	KM	TM	STM	B

<b>No</b>	<b>P(t)</b>	<b>K</b>	<b>DPT 1</b>	<b>DPT 2</b>	<b>DPT 3</b>	<b>DPT 4</b>	<b>P(t+1)</b>
27	SD	CP	TM	TM	TM	SSM	SS
28	SD	SP	TM	TM	TM	M	SS
29	B	KP	TM	TM	TM	STM	B
30	SB	ST P	TM	TM	TM	STM	SS
31	SB	KP	TM	TM	TM	TM	SS
32	SSB	TP	TM	TM	TM	STM	SD

**Tabel. E.13. Aturan Model Kota Surabaya Skenario A.3**

<b>No</b>	<b>P(t)</b>	<b>P(t+1)</b>
1	S	S
2	SD	SD
3	B	SD

**Tabel. E.14. Aturan Model Kota Surabaya Skenario B.3**

<b>No</b>	<b>P(t)</b>	<b>K</b>	<b>P(t+1)</b>
1	S	KP	SD
2	S	CP	S
3	S	P	S
4	SD	KP	S
5	SD	CP	S
6	SD	P	S
7	B	KP	SD

Tabel. E.15. Aturan Model Kota Surabaya Skenario C.3

No	P (t)	DPT1	DPT2	DPT3	DPT4	P (t+1)
1	S	KM	KM	KM	KM	S
2	S	KM	CM	KM	KM	S
3	S	KM	CM	CM	KM	S
4	S	CM	CM	KM	KM	SD
5	S	CM	CM	CM	KM	S
6	S	CM	CM	CM	M	S
7	SD	KM	KM	KM	KM	S
8	SD	KM	CM	KM	KM	SD
9	SD	KM	CM	CM	KM	SD
10	SD	CM	CM	KM	KM	SD
11	SD	CM	CM	CM	KM	S
12	SD	M	M	M	KM	SD
13	B	KM	KM	KM	KM	SD

Tabel. E.16. Aturan Model Kota Surabaya Skenario D.3

No	P (t)	K	DPT1	DPT2	DPT3	DPT4	P (t+1)
1	S	KP	KM	CM	CM	KM	SD
2	S	KP	CM	CM	KM	KM	SD
3	S	CP	KM	KM	KM	KM	SD
4	S	CP	KM	CM	KM	KM	S
5	S	CP	CM	CM	CM	KM	S
6	S	CP	CM	CM	CM	M	S
7	S	P	KM	KM	KM	KM	S
8	S	P	KM	CM	CM	KM	S
9	S	P	CM	CM	KM	KM	SD
10	S	P	CM	CM	CM	KM	S
11	SD	KP	KM	KM	KM	KM	SD
12	SD	KP	KM	CM	KM	KM	SD

No	P (t)	K	DPT1	DPT2	DPT3	DPT4	P (t+1)
13	SD	KP	KM	CM	CM	KM	SD
14	SD	KP	CM	CM	KM	KM	SD
15	SD	KP	M	M	M	KM	SD
16	SD	CP	KM	KM	KM	KM	SD
17	SD	CP	KM	CM	KM	KM	S
18	SD	CP	KM	CM	KM	KM	SD
19	SD	CP	KM	CM	CM	KM	S
20	SD	P	KM	KM	KM	KM	S
21	SD	P	CM	CM	CM	KM	S
22	B	KP	KM	KM	KM	KM	SD

Tabel. E.17. Aturan Model Kota Surabaya Skenario A.5

No	P(t)	P(t+1)
1	SS	SS
2	S	S
3	SD	S
4	B	S
5	SB	SD

Tabel. E.18. Aturan Model Kota Surabaya Skenario B.5

No	P(t)	K	P(t+1)
1	SS	TP	S
2	SS	KP	S
3	SS	CP	SS
4	SS	P	S
5	SS	SP	SS
6	S	TP	S
7	S	KP	SD
8	S	CP	S

No	P(t)	K	P(t+1)
9	S	P	S
10	S	SP	SS
11	SD	TP	S
12	SD	KP	S
13	B	KP	S
14	SB	TP	SD

Tabel. E.19. Aturan Model Kota Surabaya Skenario C.5

No	P (t)	DPT1	DPT2	DPT3	DPT4	P (t+1)
1	SS	TM	TM	TM	TM	S
2	SS	TM	TM	KM	TM	S
3	SS	TM	KM	KM	TM	SS
4	SS	KM	KM	TM	TM	S
5	SS	KM	KM	KM	TM	SS
6	SS	KM	KM	KM	TM	SD
7	SS	KM	CM	KM	TM	S
8	SS	KM	CM	CM	SM	SS
9	SS	CM	M	M	TM	SS
10	S	TM	TM	TM	TM	S
11	S	TM	KM	TM	TM	S
12	S	TM	KM	KM	TM	S
13	S	KM	KM	TM	TM	SS
14	S	KM	KM	KM	TM	SS
15	S	KM	KM	CM	TM	S
16	S	KM	CM	KM	TM	SS
17	S	KM	CM	CM	TM	S
18	S	SM	SM	SM	TM	SD
19	SD	TM	TM	TM	TM	S
20	SD	KM	KM	TM	TM	S

No	P (t)	DPT1	DPT2	DPT3	DPT4	P (t+1)
21	SD	KM	KM	KM	TM	B
22	B	KM	KM	KM	TM	S
23	SB	KM	KM	TM	TM	SD

Tabel. E.20. Aturan Model Kota Surabaya Skenario D.5

No	P (t)	K	DPT1	DPT2	DPT3	DPT4	P (t+1)
1	SS	TP	KM	KM	KM	TM	S
2	SS	KP	KM	KM	KM	TM	SD
3	SS	KP	KM	CM	KM	TM	S
4	SS	CP	TM	TM	TM	TM	S
5	SS	CP	KM	KM	TM	TM	S
6	SS	CP	KM	KM	KM	TM	SS
7	SS	CP	KM	CM	CM	SM	SS
8	SS	P	TM	TM	TM	TM	SS
9	SS	P	TM	TM	KM	TM	S
10	SS	P	KM	KM	TM	TM	SS
11	SS	P	KM	KM	KM	TM	SS
12	SS	P	CM	M	M	TM	SS
13	SS	SP	TM	KM	KM	TM	SS
14	SS	SP	KM	KM	KM	TM	SS
15	SS	SP	KM	CM	KM	TM	SS
16	S	TP	TM	TM	TM	TM	SS
17	S	TP	TM	KM	KM	TM	S
18	S	TP	KM	KM	KM	TM	S
19	S	KP	TM	TM	TM	TM	SS
20	S	KP	TM	KM	KM	TM	SD
21	S	KP	KM	KM	TM	TM	SS
22	S	KP	KM	KM	KM	TM	SS
23	S	KP	KM	CM	CM	TM	S

No	P (t)	K	DPT1	DPT2	DPT3	DPT4	P (t+1)
24	S	KP	SM	SM	SM	TM	SD
25	S	CP	TM	TM	TM	TM	S
26	S	CP	TM	KM	KM	TM	SS
27	S	CP	KM	KM	KM	TM	S
28	S	CP	KM	CM	KM	TM	SS
29	S	P	TM	KM	TM	TM	S
30	S	P	KM	KM	KM	TM	S
31	S	P	KM	KM	CM	TM	S
32	S	P	KM	CM	KM	TM	SS
33	S	SP	KM	KM	KM	TM	SS
34	SD	TP	TM	TM	TM	TM	S
35	SD	KP	KM	KM	TM	TM	S
36	SD	KP	KM	KM	KM	TM	B
37	B	KP	KM	KM	KM	TM	S
38	SB	TP	KM	KM	TM	TM	SD

**Tabel. E.21. Aturan Model Kota Surabaya Skenario A.7**

No	P (t)	P (t+1)
1	SSS	SS
2	SS	SSS
3	S	S
4	SD	S
5	B	S
6	SSB	SD

Tabel. E.22. Aturan Model Kota Surabaya Skenario B.7

No	P(t)	K	P(t+1)
1	SSS	KP	SS
2	SSS	CP	S
3	SSS	P	SSS
4	SSS	SP	SSS
5	SSS	SSP	SS
6	SS	TP	SD
7	SS	KP	SD
8	SS	CP	SSS
9	SS	P	SSS
10	SS	SP	SS
11	SS	SSP	SSS
12	S	STP	S
13	S	TP	SS
14	S	KP	SSS
15	S	CP	S
16	S	P	S
17	S	SP	SSS
18	SD	STP	S
19	SD	TP	B
20	SD	KP	S
21	B	TP	S
22	SSB	STP	SD

Tabel. E.23. Aturan Model Kota Surabaya Skenario C.7

No	P (t)	DPT1	DPT2	DPT3	DPT4	P (t+1)
1	SSS	STM	STM	STM	STM	S
2	SSS	STM	TM	TM	STM	S
3	SSS	TM	TM	TM	STM	SS
4	SSS	TM	TM	KM	STM	SSS
5	SSS	TM	KM	TM	STM	SS
6	SSS	TM	KM	KM	STM	SS
7	SSS	KM	CM	KM	SSM	SSS
8	SSS	CM	M	M	STM	SS
9	SS	STM	TM	TM	STM	SD
10	SS	TM	TM	STM	STM	SS
11	SS	TM	TM	TM	STM	SS
12	SS	TM	KM	TM	STM	SSS
13	SS	TM	KM	KM	STM	S
14	SS	KM	KM	TM	STM	SD
15	SS	KM	KM	KM	STM	SS
16	S	STM	STM	STM	STM	S
17	S	TM	TM	STM	STM	SS
18	S	TM	TM	TM	STM	SSS
19	S	TM	KM	TM	STM	SS
20	S	TM	KM	KM	STM	SSS
21	S	TM	KM	CM	STM	S
22	S	KM	CM	KM	STM	SSS
23	S	SSM	SSM	SSM	STM	SD
24	SD	TM	TM	TM	STM	S
25	SD	KM	KM	TM	STM	B
26	B	TM	KM	TM	STM	S
27	SSB	TM	TM	TM	STM	SD

Tabel. E.24. Aturan Model Kota Surabaya Skenario D.7

<b>N o</b>	<b>P (t)</b>	<b>K</b>	<b>DPT 1</b>	<b>DPT 2</b>	<b>DPT 3</b>	<b>DPT 4</b>	<b>P (t+1)</b>
1	SSS	KP	TM	TM	TM	STM	SS
2	SSS	CP	STM	STM	STM	STM	S
3	SSS	CP	TM	TM	TM	STM	S
4	SSS	CP	KM	CM	KM	SSM	SSS
5	SSS	P	STM	TM	TM	STM	S
6	SSS	P	TM	TM	TM	STM	SSS
7	SSS	P	TM	KM	TM	STM	SSS
8	SSS	P	CM	M	M	STM	SS
9	SSS	SP	TM	KM	KM	STM	SS
10	SSS	SSP	TM	TM	TM	STM	SS
11	SSS	SSP	TM	KM	KM	STM	SS
12	SS	TP	TM	KM	KM	STM	S
13	SS	TP	KM	KM	TM	STM	SD
14	SS	KP	STM	TM	TM	STM	SD
15	SS	KP	TM	TM	STM	STM	SS
16	SS	KP	TM	TM	TM	STM	S
17	SS	KP	TM	KM	TM	STM	SS
18	SS	KP	KM	KM	KM	STM	SS
19	SS	CP	TM	TM	TM	STM	SSS
20	SS	P	TM	TM	TM	STM	SSS
21	SS	P	TM	KM	TM	STM	SSS
22	SS	SP	TM	KM	TM	STM	SS
23	SS	SP	KM	KM	TM	STM	S
24	SS	SP	KM	KM	KM	STM	SS
25	SS	SSP	TM	TM	TM	STM	SS
26	SS	SSP	TM	KM	TM	STM	SSS
27	S	ST P	STM	STM	STM	STM	SS

<b>No</b>	<b>P (t)</b>	<b>K</b>	<b>DPT 1</b>	<b>DPT 2</b>	<b>DPT 3</b>	<b>DPT 4</b>	<b>P (t+1)</b>
28	S	ST P	TM	TM	TM	STM	S
29	S	TP	TM	TM	TM	STM	SS
30	S	TP	TM	KM	CM	STM	S
31	S	TP	SSM	SSM	SSM	STM	SD
32	S	KP	TM	TM	TM	STM	SSS
33	S	KP	TM	KM	TM	STM	SS
34	S	CP	STM	STM	STM	STM	S
35	S	CP	TM	TM	TM	STM	SSS
36	S	CP	TM	KM	KM	STM	SSS
37	S	P	TM	KM	TM	STM	S
38	S	SP	TM	TM	STM	STM	SS
39	S	SP	KM	CM	KM	STM	SSS
40	SD	ST P	TM	TM	TM	STM	S
41	SD	TP	KM	KM	TM	STM	B
42	SD	KP	TM	TM	TM	STM	S
43	B	TP	TM	KM	TM	STM	S
44	SSB	ST P	TM	TM	TM	STM	SD

**Tabel. E.25. Aturan Model Kabupaten Sumenep Skenario A.3**

<b>No</b>	<b>P(t)</b>	<b>P(t+1)</b>
1	S	S
2	SD	B
3	B	S

**Tabel. E.26. Aturan Model Kabupaten Sumenep Skenario B.3**

No	P(t)	K	P(t+1)
1	S	KP	S
2	S	CP	S
3	S	P	S
4	SD	KP	S
5	SD	CP	B
6	SD	P	S
7	B	CP	S

**Tabel. E.27. Aturan Model Kabupaten Sumenep Skenario C.3**

No	P (t)	DPT1	DPT2	DPT3	DPT4	P (t+1)
1	S	TM	TM	TM	TM	SD
2	S	TM	TM	CM	TM	S
3	S	TM	CM	TM	TM	S
4	S	TM	CM	CM	TM	S
5	S	CM	TM	TM	TM	S
6	S	CM	CM	TM	TM	S
7	S	CM	CM	TM	M	S
8	S	CM	CM	CM	TM	S
9	S	CM	M	M	TM	S
10	S	M	M	CM	TM	S
11	S	M	M	M	TM	S
12	SD	TM	CM	TM	TM	B
13	SD	CM	CM	TM	TM	S
14	SD	CM	M	CM	TM	S
15	B	CM	CM	CM	TM	S

Tabel. E.28. Aturan Model Kabupaten Sumenep Skenario D.3

No	P (t)	K	DPT1	DPT2	DPT3	DPT4	P (t+1)
1	S	KP	KM	KM	KM	KM	S
2	S	KP	KM	CM	CM	KM	S
3	S	KP	CM	CM	KM	KM	S
4	S	KP	CM	CM	CM	KM	S
5	S	KP	CM	M	M	KM	S
6	S	KP	M	M	CM	KM	S
7	S	KP	M	M	CM	KM	S
8	S	KP	M	M	M	KM	S
9	S	CP	KM	KM	KM	KM	SD
10	S	CP	KM	KM	CM	KM	S
11	S	CP	KM	CM	KM	KM	S
12	S	CP	CM	KM	KM	KM	S
13	S	CP	CM	CM	KM	KM	S
14	S	CP	CM	CM	KM	M	S
15	S	CP	CM	CM	CM	KM	S
16	S	P	KM	KM	KM	KM	S
17	S	P	CM	CM	CM	KM	S
18	S	P	M	M	M	KM	SD
19	SD	KP	CM	M	CM	KM	S
20	SD	CP	KM	CM	KM	KM	B
21	SD	CP	CM	CM	KM	KM	S
22	SD	P	CM	CM	KM	KM	S
23	B	CP	CM	CM	CM	KM	S

**Tabel. E.29. Aturan Model Kabupaten Sumenep Skenario A.5**

No	P(t)	P(t+1)
1	SS	SS
2	S	SS
3	SD	SB
4	B	S
5	SB	SS

**Tabel. E.30. Aturan Model Kabupaten Sumenep Skenario B.5**

No	P(t)	K	P(t+1)
1	SS	TP	S
2	SS	KP	SS
3	SS	CP	SS
4	SS	P	SS
5	SS	SP	SS
6	S	TP	S
7	S	KP	SS
8	S	CP	SS
9	S	P	SS
10	S	SP	SS
11	SD	P	SB
12	SD	SP	SS
13	B	TP	S
14	SB	P	SS

**Tabel. E.31. Aturan Model Kabupaten Sumenep Skenario C.5**

No	P (t)	DPT1	DPT2	DPT3	DPT4	P (t+1)
1	SS	TM	TM	TM	TM	SD
2	SS	TM	KM	TM	TM	S
3	SS	KM	KM	TM	TM	SS

No	P (t)	DPT1	DPT2	DPT3	DPT4	P (t+1)
4	SS	KM	KM	TM	SM	SS
5	SS	KM	KM	KM	TM	SS
6	SS	KM	CM	KM	TM	S
7	SS	KM	CM	CM	TM	SS
8	SS	CM	KM	KM	TM	SS
9	SS	CM	CM	KM	TM	SS
10	SS	CM	M	KM	TM	SS
11	SS	M	M	M	TM	S
12	SS	SM	M	M	TM	SD
13	SS	SM	SM	SM	TM	S
14	S	KM	KM	TM	TM	SS
15	S	KM	KM	KM	TM	SS
16	S	KM	KM	CM	KM	SS
17	S	CM	KM	CM	TM	SS
18	S	M	M	M	TM	S
19	S	SM	M	M	TM	SS
20	S	SM	SM	M	TM	SS
21	SD	TM	KM	KM	TM	SB
22	SD	KM	CM	KM	TM	SS
23	B	M	M	CM	TM	S
24	SB	CM	CM	KM	TM	SS

Tabel. E.32. Aturan Model Kabupaten Sumenep Skenario D.5

No	P (t)	K	DPT1	DPT2	DPT3	DPT4	P (t+1)
1	SS	TP	M	M	M	TM	S
2	SS	TP	SM	SM	SM	TM	S
3	SS	KP	TM	KM	TM	TM	S
4	SS	KP	KM	KM	TM	TM	SS
5	SS	KP	KM	KM	TM	SM	SS

No	P (t)	K	DPT1	DPT2	DPT3	DPT4	P (t+1)
6	SS	KP	KM	KM	KM	TM	SS
7	SS	KP	KM	CM	KM	TM	SS
8	SS	KP	CM	CM	KM	TM	SS
9	SS	CP	TM	KM	TM	TM	SS
10	SS	CP	KM	KM	KM	TM	SS
11	SS	CP	KM	CM	KM	TM	SS
12	SS	CP	CM	KM	KM	TM	SS
13	SS	CP	CM	CM	KM	TM	SS
14	SS	CP	CM	M	KM	TM	SS
15	SS	P	TM	TM	TM	TM	SD
16	SS	P	KM	CM	KM	TM	S
17	SS	P	KM	CM	CM	TM	SS
18	SS	P	CM	KM	KM	TM	SS
19	SS	P	CM	CM	KM	TM	SS
20	SS	P	CM	CM	CM	TM	SS
21	SS	SP	KM	KM	KM	TM	SS
22	SS	SP	KM	CM	KM	TM	SS
23	SS	SP	CM	CM	KM	TM	S
24	SS	SP	SM	M	M	TM	SD
25	S	TP	M	M	M	TM	S
26	S	TP	SM	M	M	TM	S
27	S	TP	SM	SM	M	TM	SS
28	S	KP	KM	KM	KM	TM	SS
29	S	CP	KM	KM	KM	TM	S
30	S	CP	KM	KM	CM	KM	SS
31	S	P	KM	KM	KM	TM	SS
32	S	P	CM	KM	CM	TM	SS
33	S	SP	KM	KM	TM	TM	SS
34	SD	P	TM	KM	KM	TM	SB
35	SD	SP	KM	CM	KM	TM	SS

No	P (t)	K	DPT1	DPT2	DPT3	DPT4	P (t+1)
36	B	TP	M	M	CM	TM	S
37	SB	P	CM	CM	KM	TM	SS

Tabel. E.33. Aturan Model Kabupaten Sumenep Skenario A.7

No	P(t)	P(t+1)
1	SSS	SSS
2	S	SSS
3	SD	SSB
4	B	SSS
5	SSB	SSS

Tabel. E.34. Kabupaten Sumenep Skenario B.7

No	P(t)	K	P(t+1)
1	SSS	STM	S
2	SSS	TM	SSS
3	SSS	KM	SSS
4	SSS	CM	SSS
5	SSS	M	SD
6	SSS	SM	SSS
7	SSS	SSM	SSS
8	S	STM	SSS
9	S	TM	SSS
10	S	CM	B
11	S	M	SSS
12	S	SM	SSS
13	S	SSM	SSS
14	SD	M	SSB
15	SD	SM	SSS
16	B	STM	S

No	P(t)	K	P(t+1)
17	B	CM	SSS
18	SSB	M	SSS

**Tabel. E.35. Aturan Model Kabupaten Sumenep Skenario C.7**

No	P (t)	DPT1	DPT2	DPT3	DPT4	P (t+1)
1	SSS	STM	STM	STM	STM	SD
2	SSS	STM	TM	STM	STM	S
3	SSS	TM	TM	STM	STM	SSS
4	SSS	TM	TM	TM	STM	SSS
5	SSS	TM	TM	KM	STM	SSS
6	SSS	TM	KM	KM	STM	SSS
7	SSS	KM	TM	STM	STM	SSS
8	SSS	KM	TM	TM	STM	SSS
9	SSS	KM	KM	TM	STM	SSS
10	SSS	KM	KM	TM	SSM	SSS
11	SSS	KM	KM	KM	STM	SSS
12	SSS	KM	CM	TM	STM	SSS
13	SSS	KM	CM	KM	STM	S
14	SSS	KM	CM	CM	STM	SSS
15	SSS	KM	M	KM	STM	SSS
16	SSS	CM	KM	TM	STM	SSS
17	SSS	CM	CM	TM	STM	SSS
18	SSS	CM	CM	KM	STM	SSS
19	SSS	CM	M	KM	STM	SSS
20	SSS	SM	SM	M	STM	S
21	SSS	SM	SM	SM	STM	SD
22	SSS	SM	SSM	SSM	STM	S
23	S	TM	TM	TM	STM	SSS
24	S	TM	KM	TM	STM	SSS

No	P (t)	DPT1	DPT2	DPT3	DPT4	P (t+1)
25	S	KM	KM	TM	STM	SSS
26	S	KM	KM	KM	STM	SSS
27	S	KM	KM	KM	TM	B
28	S	M	SM	SM	STM	S
29	S	SM	SM	M	STM	SSS
30	S	SM	SM	SM	STM	S
31	S	SSM	SM	SM	STM	SSS
32	S	SSM	SSM	SM	STM	SSS
33	SD	TM	KM	TM	STM	SSB
34	SD	KM	CM	TM	STM	SSS
35	B	CM	KM	TM	STM	SSS
36	B	M	SM	M	STM	S
37	SSB	CM	KM	KM	STM	SSS

Tabel. E.36. Aturan Model Kabupaten Sumenep Skenario D.7

No	P (t)	K	DPT 1	DPT 2	DPT 3	DPT 4	P (t+1)
1	SSS	STM	SM	SSM	SSM	STM	S
2	SSS	TM	STM	TM	STM	STM	S
3	SSS	TM	TM	KM	KM	STM	SSS
4	SSS	TM	KM	KM	TM	STM	SSS
5	SSS	TM	CM	CM	KM	STM	SSS
6	SSS	TM	SM	SM	M	STM	S
7	SSS	KM	TM	TM	KM	STM	SSS
8	SSS	KM	KM	TM	STM	STM	SSS
9	SSS	KM	KM	TM	TM	STM	SSS
10	SSS	KM	KM	KM	TM	SSM	SSS
11	SSS	KM	KM	KM	KM	STM	SSS
12	SSS	KM	CM	KM	TM	STM	SSS

<b>N o</b>	<b>P (t)</b>	<b>K</b>	<b>DPT 1</b>	<b>DPT 2</b>	<b>DPT 3</b>	<b>DPT 4</b>	<b>P (t+1)</b>
13	SSS	KM	CM	CM	KM	STM	SSS
14	SSS	CM	TM	TM	STM	STM	SSS
15	SSS	CM	TM	TM	TM	STM	SSS
16	SSS	CM	KM	KM	TM	STM	SSS
17	SSS	CM	KM	M	KM	STM	SSS
18	SSS	M	STM	STM	STM	STM	SD
19	SSS	M	TM	TM	STM	STM	SSS
20	SSS	M	KM	KM	TM	STM	S
21	SSS	M	CM	KM	TM	STM	SSS
22	SSS	SM	KM	CM	KM	STM	SSS
23	SSS	SM	KM	CM	CM	STM	SSS
24	SSS	SM	CM	CM	TM	STM	SSS
25	SSS	SM	CM	CM	KM	STM	SSS
26	SSS	SM	CM	M	KM	STM	SSS
27	SSS	SM	SM	SM	SM	STM	SD
28	SSS	SS M	KM	KM	TM	STM	SSS
29	SSS	SS M	KM	KM	KM	STM	SSS
30	SSS	SS M	KM	CM	TM	STM	SSS
31	SSS	SS M	CM	KM	TM	STM	S
32	S	ST M	M	SM	SM	STM	S
33	S	ST M	SM	SM	M	STM	SSS
34	S	ST M	SM	SM	SM	STM	S
35	S	ST M	SSM	SM	SM	STM	S
36	S	TM	KM	KM	TM	STM	SSS

<b>N o</b>	<b>P (t)</b>	<b>K</b>	<b>DPT 1</b>	<b>DPT 2</b>	<b>DPT 3</b>	<b>DPT 4</b>	<b>P (t+1)</b>
37	S	TM	SSM	SM	SM	STM	SSS
38	S	TM	SSM	SSM	SM	STM	SSS
39	S	CM	KM	KM	KM	TM	B
40	S	M	TM	KM	TM	STM	SSS
41	S	M	KM	KM	TM	STM	S
42	S	M	KM	KM	KM	STM	SSS
43	S	SM	KM	KM	KM	STM	SSS
44	S	SS M	TM	TM	TM	STM	SSS
45	SD	M	TM	KM	TM	STM	SSB
46	SD	SM	KM	CM	TM	STM	SSS
47	B	ST M	M	SM	M	STM	S
48	B	CM	CM	KM	TM	STM	SSS
49	SSB	M	CM	KM	KM	STM	SSS



## LAMPIRAN F. HASIL PERAMALAN

Tabel. F.1. Hasil Peramalan Data Kabupaten Malang

<b>Periode</b>	<b>Aktual</b>	<b>Forecast</b>
Jan-13	1	
Feb-13	5	0.6488
Mar-13	1	3.0000
Apr-13	0	0.6488
May-13	1	0.0387
Jun-13	0	0.6488
Jul-13	1	0.0387
Aug-13	0	0.6488
Sep-13	1	0.0387
Oct-13	3	0.6488
Nov-13	2	2.9613
Dec-13	0	2.3513
Jan-14	6	0.0387
Feb-14	3	3.0000
Mar-14	4	2.9613
Apr-14	3	2.9970
May-14	4	2.9613
Jun-14	4	2.9970
Jul-14	5	2.9970
Aug-14	1	3.0000
Sep-14	1	0.6488
Oct-14	2	0.6488
Nov-14	1	2.3513
Dec-14	1	0.6488
Jan-15	1	0.6488
Feb-15	3	0.6488
Mar-15	1	2.9613

<b>Periode</b>	<b>Aktual</b>	<b>Forecast</b>
Apr-15	1	0.6488
May-15	0	0.6488
Jun-15	3	0.0387
Jul-15	1	2.9613
Aug-15	1	0.6488
Sep-15	1	0.6488
Oct-15	0	0.6488
Nov-15	2	0.0387
Dec-15	0	2.3513
Jan-16	1	0.0387
Feb-16	0	0.6488
Mar-16	0	0.0387
Apr-16	0	0.0387
May-16	1	0.0387
Jun-16	1	0.6488
Jul-16	0	0.6488
Aug-16	1	0.0387
Sep-16	1	0.6488
Oct-16	0	0.6488
Nov-16	0	0.0387
Dec-16	1	0.0387
Jan-17	2	0.6488
Feb-17	3	2.3513
Mar-17	1	2.9613
Apr-17	1	0.6488
May-17	1	0.6488
Jun-17	0	0.6488
Jul-17	1	0.0387
Aug-17	0	0.6488
Sep-17	0	0.0387

<b>Periode</b>	<b>Aktual</b>	<b>Forecast</b>
Oct-17	4	0.0387
Nov-17	0	2.9970
Dec-17	9	0.0387
Jan-18	1	3
Feb-18	5	0.6488
Mar-18	2	3.0000
Apr-18	3	2.3513
May-18	4	2.9613
Jun-18	3	2.9970
Jul-18	1	2.9613
Aug-18	1	0.6488
Sep-18	2	0.6488
Oct-18	4	2.3513
Nov-18	4	2.9970
Dec-18	0	2.9970
Jan-19	0.0387	0.0432
Feb-19	0.0432	0.0438
Mar-19	0.0438	0.0438
Apr-19	0.0438	0.0438
May-19	0.0438	0.0438
Jun-19	0.0438	0.0438
Jul-19	0.0438	0.0438
Aug-19	0.0438	0.0438
Sep-19	0.0438	0.0438
Oct-19	0.0438	0.0438
Nov-19	0.0438	0.0438
Dec-19	0.0438	0.0438
Jan-20	0.0438	0.0438
Feb-20	0.0438	0.0438
Mar-20	0.0438	0.0438

<b>Periode</b>	<b>Aktual</b>	<b>Forecast</b>
Apr-20	0.0438	0.0438
May-20	0.0438	0.0438
Jun-20	0.0438	0.0438
Jul-20	0.0438	0.0438
Aug-20	0.0438	0.0438
Sep-20	0.0438	0.0438
Oct-20	0.0438	0.0438
Nov-20	0.0438	0.0438
Dec-20	0.0438	0.0438

**Tabel. F.2. Hasil Peramalan Data Kota Surabaya**

<b>Bulan/Th</b>	<b>Aktual</b>	<b>Forecast</b>
Jan-13	16	
Feb-13	9	7.9999
Mar-13	5	7.7592
Apr-13	5	5.3133
May-13	6	5.3133
Jun-13	2	6.4039
Jul-13	6	1.5997
Aug-13	2	6.4039
Sep-13	8	1.5997
Oct-13	11	7.5450
Nov-13	6	7.9354
Dec-13	6	6.4039
Jan-14	7	6.4039
Feb-14	5	7.1338
Mar-14	3	5.3133
Apr-14	8	2.6915
May-14	5	7.5450

<b>Bulan/Th</b>	<b>Aktual</b>	<b>Forecast</b>
Jun-14	0	5.3133
Jul-14	3	0.4588
Aug-14	2	2.6915
Sep-14	4	1.5997
Oct-14	4	4.0028
Nov-14	5	4.0028
Dec-14	1	5.3133
Jan-15	1	0.8693
Feb-15	5	0.8693
Mar-15	4	5.3133
Apr-15	1	4.0028
May-15	0	0.8693
Jun-15	6	0.4588
Jul-15	5	6.4039
Aug-15	0	5.3133
Sep-15	3	0.4588
Oct-15	0	2.6915
Nov-15	1	0.4588
Dec-15	1	0.8693
Jan-16	2	0.8693
Feb-16	1	1.5997
Mar-16	1	0.8693
Apr-16	6	0.8693
May-16	5	6.4039
Jun-16	2	5.3133
Jul-16	2	1.5997
Aug-16	4	1.5997
Sep-16	5	4.0028
Oct-16	1	5.3133
Nov-16	1	0.8693

<b>Bulan/Th</b>	<b>Aktual</b>	<b>Forecast</b>
Dec-16	0	0.8693
Jan-17	2	0.4588
Feb-17	2	1.5997
Mar-17	1	1.5997
Apr-17	2	0.8693
May-17	3	1.5997
Jun-17	0	2.6915
Jul-17	2	0.4588
Aug-17	3	1.5997
Sep-17	2	2.6915
Oct-17	4	1.5997
Nov-17	3	4.0028
Dec-17	9	2.6915
Jan-18	17	7.7592
Feb-18	7	8
Mar-18	12	7.1338
Apr-18	8	7.9734
May-18	5	7.5450
Jun-18	2	5.3133
Jul-18	2	1.5997
Aug-18	8	1.5997
Sep-18	2	7.5450
Oct-18	3	1.5997
Nov-18	1	2.6915
Dec-18	0	0.8693
Jan-19	4.7777	5.0333
Feb-19	5.0333	5.3543
Mar-19	5.3543	5.7357
Apr-19	5.7357	6.1481
May-19	6.1481	6.5357

<b>Bulan/Th</b>	<b>Aktual</b>	<b>Forecast</b>
Jun-19	6.5357	6.8409
Jul-19	6.8409	7.0419
Aug-19	7.0419	7.1567
Sep-19	7.1567	7.2164
Oct-19	7.2164	7.2458
Nov-19	7.2458	7.2599
Dec-19	7.2599	7.2666
Jan-20	7.2666	7.2698
Feb-20	7.2698	7.2712
Mar-20	7.2712	7.2719
Apr-20	7.2719	7.2722
May-20	7.2722	7.2724
Jun-20	7.2724	7.2725
Jul-20	7.2725	7.2725
Aug-20	7.2725	7.2725
Sep-20	7.2725	7.2725
Oct-20	7.2725	7.2725
Nov-20	7.2725	7.2725
Dec-20	7.2725	7.2725

**Tabel. F.3. Hasil Peramalan Data Kabupaten Sumenep**

<b>Bulan/Th</b>	<b>Aktual</b>	<b>Forecast</b>
Jan-13	3	
Feb-13	1	1.9990
Mar-13	1	1.9990
Apr-13	1	1.9990
May-13	1	1.9990
Jun-13	0	1.9990
Jul-13	1	0.6721

<b>Bulan/Th</b>	<b>Aktual</b>	<b>Forecast</b>
Aug-13	0	1.9990
Sep-13	1	0.6721
Oct-13	0	1.9990
Nov-13	0	0.6721
Dec-13	1	0.6721
Jan-14	0	1.9990
Feb-14	0	0.6721
Mar-14	0	0.6721
Apr-14	0	0.6721
May-14	0	0.6721
Jun-14	0	0.6721
Jul-14	0	0.6721
Aug-14	0	0.6721
Sep-14	0	0.6721
Oct-14	0	0.6721
Nov-14	0	0.6721
Dec-14	1	0.6721
Jan-15	3	1.9990
Feb-15	0	1.9990
Mar-15	0	0.6721
Apr-15	0	0.6721
May-15	0	0.6721
Jun-15	0	0.6721
Jul-15	0	0.6721
Aug-15	0	0.6721
Sep-15	1	0.6721
Oct-15	1	1.9990
Nov-15	0	1.9990
Dec-15	2	0.6721
Jan-16	4	3.1893

<b>Bulan/Th</b>	<b>Aktual</b>	<b>Forecast</b>
Feb-16	0	0.6721
Mar-16	1	0.6721
Apr-16	0	1.9990
May-16	0	0.6721
Jun-16	1	0.6721
Jul-16	0	1.9990
Aug-16	0	0.6721
Sep-16	0	0.6721
Oct-16	0	0.6721
Nov-16	0	0.6721
Dec-16	0	0.6721
Jan-17	2	0.6721
Feb-17	0	3.1893
Mar-17	0	0.6721
Apr-17	0	0.6721
May-17	1	0.6721
Jun-17	0	1.9990
Jul-17	0	0.6721
Aug-17	1	0.6721
Sep-17	0	1.9990
Oct-17	0	0.6721
Nov-17	1	0.6721
Dec-17	5	1.9990
Jan-18	1	0.5198
Feb-18	4	1.9990
Mar-18	1	0.6721
Apr-18	1	1.9990
May-18	0	1.9990
Jun-18	0	0.6721
Jul-18	0	0.6721

<b>Bulan/Th</b>	<b>Aktual</b>	<b>Forecast</b>
Aug-18	0	0.6721
Sep-18	0	0.6721
Oct-18	2	0.6721
Nov-18	0	3.1893
Dec-18	0	0.6721
Jan-19	0.6721	1.1580
Feb-19	1.1580	2.4167
Mar-19	2.4167	3.3014
Apr-19	3.3014	1.2203
May-19	1.2203	2.5744
Jun-19	2.5744	3.0354
Jul-19	3.0354	1.9038
Aug-19	1.9038	3.5711
Sep-19	3.5711	0.6766
Oct-19	0.6766	1.1686
Nov-19	1.1686	2.4438
Dec-19	2.4438	3.2619
Jan-20	3.2619	1.3154
Feb-20	1.3154	2.8015
Mar-20	2.8015	2.5200
Apr-20	2.5200	3.1369
May-20	3.1369	1.6338
Jun-20	1.6338	3.3678
Jul-20	3.3678	1.0678
Aug-20	1.0678	2.1799
Sep-20	2.1799	3.5344
Oct-20	3.5344	0.7381
Nov-20	0.7381	1.3154
Dec-20	1.3154	2.8015