

**SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN  
KUALITAS AIR SUNGAI DENGAN METODE *FUZZY MAMDANI***

**SKRIPSI**

**Untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**



**Disusun oleh :**

**GHAZALI**

**NIM. 105060800111045**

**KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**PROGRAM TEKNOLOGI INFORMASI DAN ILMU KOMPUTER  
PROGRAM STUDI INFORMATIKA/ILMU KOMPUTER**

**MALANG**

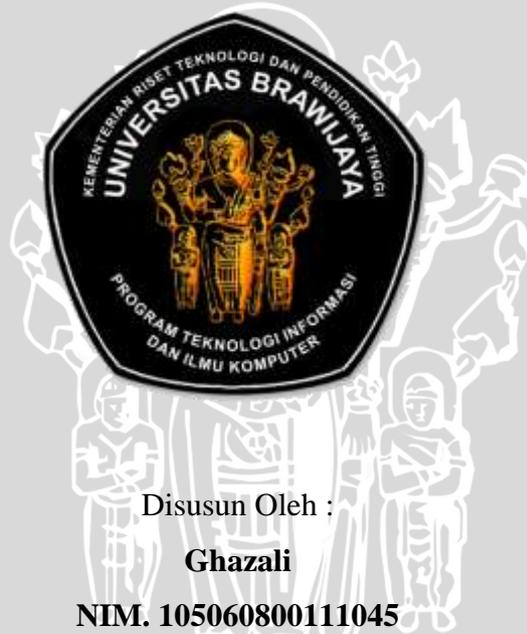
**2015**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN  
KUALITAS AIR SUNGAI DENGAN METODE *FUZZY MAMDANI***

**SKRIPSI  
KONSENTRASI KOMPUTASI CERDAS DAN VISUALISASI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Komputer



Disusun Oleh :

**Ghazali**

**NIM. 105060800111045**

**Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui oleh  
Dosen Pembimbing**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Arief Andy Soebroto., ST., M.Kom.**

**NIP. 19720425 199903 1 002**

**Dr. Ery Suhartanto., ST., MT**

**NIP. 19730305 199903 1 002**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN  
KUALITAS AIR SUNGAI DENGAN METODE *FUZZY MAMDANI***

**SKRIPSI**

Disusun Oleh :

**Ghazali**

**NIM. 105060800111045**

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus

tanggal 15 Januari 2015

**Dosen Penguji I**

**Dosen Penguji II**

**Wayan Firdaus Mahmudy, S.Si., MT., Ph.D.**

**NIP. 19720919 199702 1 001**

**Candra Dewi, S.Kom, M.Sc**

**NIP. 19771114 200312 2 001**

**Dosen Penguji III**

**Eko Setiawan, ST., MT.**

**NIK. 870610 06 1 1 0256**

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Informatika / Ilmu Komputer

**Drs. Marji, MT.**

**NIP. 19670801 199203 1 001**

## LEMBAR PERNYATAAN

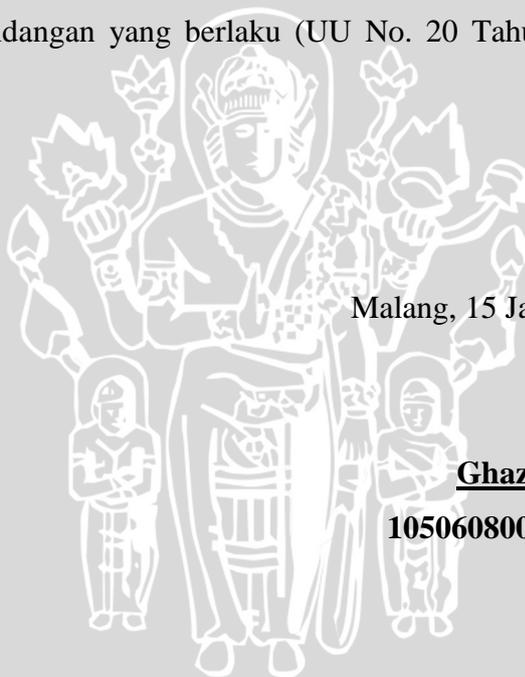
Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah SKRIPSI ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata dalam naskah SKRIPSI ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia SKRIPSI ini digugurkan dan gelar akademik yang saya peroleh (SARJANA) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 15 Januari 2014

**Ghazali**

**105060800111045**



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan yang Maha Esa, yang telah melimpahkan berkat dan anugerah-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN KUALITAS AIR SUNGAI DENGAN METODE FUZZY MAMDANI”**

Pada penyusunan Skripsi ini tidak semata-mata hasil kerja penulis sendiri, melainkan juga berkat dan bimbingan dan dorongan dari pihak-pihak yang telah membantu, baik secara materi maupun non materi. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih yang tak terhingga serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada orang-orang yang telah membantu penulis secara langsung maupun tidak langsung kepada yang terhormat:

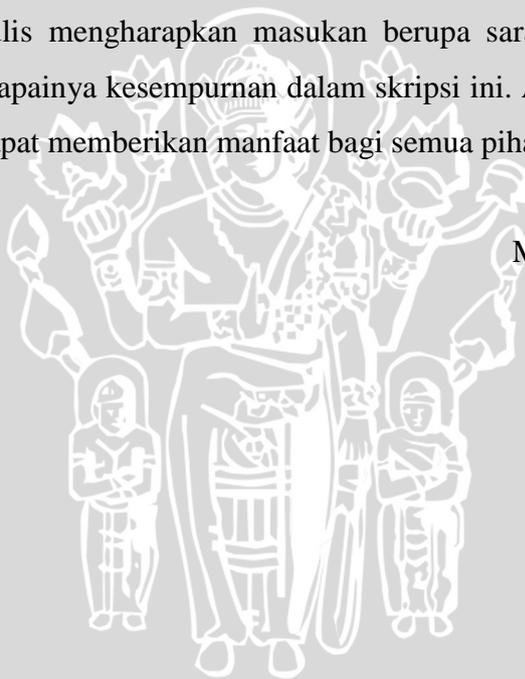
1. Bapak Arief Andy Soebroto, S.T.,M.Kom dan Dr. Ery Suhartanto., ST.,MT selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing dan mengarahkan penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Drs. Marji, M.T selaku Ketua Prodi Informatika / Ilmu Komputer yang telah memeberikan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibunda Sundari, Ayahanda Minfari, Kakak Qomariyah, kakak Rizqiyah, dan seluruh keluarga besar atas segala nasehat, kasih sayang, perhatian dan kesabarannya di dalam membesarkan dan mendidik penulis, serta yang senantiasa tiada henti-hentinya memberikan doa dan semangat demi terselesaikannya skripsi ini.
4. Segenap bapak dan ibu dosen program studi Informatika / Ilmu Komputer beserta seluruh staff administrasi yang telah membantu selama perkuliahan.
5. Seluruh Civitas Akademika Teknik Informatika Universitas Brawijaya yang telah banyak memberi bantuan dan dukungan selama penulis menempuh studi di Teknik Informatika Universitas Brawijaya dan selama penyelesaian skripsi ini.

6. Teman – teman Teknik Informatika angkatan 2010 yang telah memberikan masukan dan inspirasi kepada penulis selama menempuh studi dan menyelesaikan skripsi ini.
7. Anggota tim Penelitian Kualitas Air Sungai yaitu Galuh Mazenda dan Muhammad Garisa P. Serta teman dekat, Wisnu Tri, Wahyu Indra yang selalu bertukar pikiran dan semangat dengan penulis selama menyelesaikan skripsi ini.
8. Seluruh pihak yang telah membantu kelancaran penulisan tugas akhir yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan berupa saran dan kritik dari semua pihak demi tercapainya kesempurnaan dalam skripsi ini. Akhir kata semoga penulisan skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Malang, April 2014

Penulis



## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PERNYATAAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR PERSAMAAN .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Kajian Pustaka .....	5
2.2 Air.....	10
2.2.1 Pencemaran Air.....	11
2.2.2 Parameter Fisika-Kimia untuk Uji Kualitas Air.....	12
2.2.3 Metode STORET .....	15
2.3 Sistem Pendukung Keputusan (SPK).....	17
2.3.1 Proses Pengambilan Keputusan .....	18
2.3.2 Arsitektur Sistem Pendukung Keputusan .....	19
2.4 Pengertian Himpunan <i>Fuzzy</i> .....	21
2.5 Metode <i>Fuzzy Mamdani</i> .....	25
2.6 Data Flow Diagram (DFD).....	28
2.7 Entity-Relationship Diagram (ERD).....	34
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>36</b>
3.1 Studi Literatur.....	36
3.2 Pengumpulan Data dan Pengolahan Data .....	37
3.3 Analisis Kebutuhan .....	37
3.4 Desain dan Perancangan Sistem.....	38



3.4.1	Arsitektur SPK .....	38
3.4.2	Diagram Blok Sistem .....	39
3.5	Implementasi .....	41
3.6	Pengujian dan Evaluasi .....	41
3.7	Pengambilan Kesimpulan .....	41
<b>BAB IV PERANCANGAN .....</b>		<b>42</b>
4.1	Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak .....	43
4.1.1	Identifikasi Pengguna .....	43
4.1.2	Daftar Kebutuhan Sistem .....	44
4.2	Perancangan Sistem Pendukung Keputusan .....	45
4.2.1	Subsistem Basis Pengetahuan .....	46
4.2.2	Subsistem Manajemen Data .....	53
4.2.3	Subsistem Manajemen Model .....	66
<b>BAB V IMPLEMENTASI .....</b>		<b>96</b>
5.1	Spesifikasi Sistem .....	97
5.1.1	Spesifikasi Perangkat Keras .....	97
5.1.2	Spesifikasi Perangkat Lunak .....	97
5.2	Implementasi Algoritma .....	97
5.2.1	Algoritma Fuzzyfikasi .....	98
5.2.2	Algoritma Fungsi Implikasi Metode MIN .....	100
5.2.3	Algoritma Komposisi Aturan Metode MAX .....	102
5.2.4	Algoritma Defuzzyfikasi dan Penentuan Kualitas Air Sungai .....	103
5.3	Implementasi Antarmuka .....	105
5.3.1	Halaman Log In .....	105
5.3.2	Halaman Biro IT .....	105
5.3.3	Halaman Staff Laboratorium .....	106
5.3.4	Halaman Ketua Laboratorium .....	107
<b>BAB VI PENGUJIAN DAN ANALISIS .....</b>		<b>109</b>
6.1	Pengujian .....	109
6.1.1	Pengujian Validasi .....	110
6.1.2	Pengujian Akurasi .....	121
6.2	Analisis .....	126
6.2.1	Analisis Hasil Pengujian Validasi .....	126
6.2.2	Analisis Hasil Pengujian Akurasi .....	127

BAB VII PENUTUP .....	128
7.1 Kesimpulan .....	128
7.2 Saran .....	128
DAFTAR PUSTAKA .....	129



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tahapan Pengambilan Keputusan menurut Simon (1997).....	19
Gambar 2.2 Arsitektur DSS .....	21
Gambar 2.3 Grafik Keanggotaan Umur .....	22
Gambar 2.4 Grafik Keanggotaan Fuzzy untuk Kriteria Umur.....	23
Gambar 2.5 Grafik Proses Inferensi.....	27
Gambar 2.6 Simbol Terminator .....	29
Gambar 2.7 Jenis Terminator.....	29
Gambar 2.8 Simbol Proses.....	30
Gambar 2.9 Jenis Proses .....	30
Gambar 2.10 Simbol Data Store .....	31
Gambar 2.11 Jenis Data Store.....	31
Gambar 2.12 Simbol Data Flow.....	33
Gambar 2.13 Konsep Data Flow.....	33
Gambar 2.14 Simbo ERD .....	35
Gambar 2.15 Macam Relasi.....	35
Gambar 3.1 Diagram Alur Metode Penelitian .....	36
Gambar 3.2 Arsitektur SPK Penentuan Kualitas Air Sungai.....	39
Gambar 3.3 Diagram blok SPK penentuan kualitas air sungai.....	40
Gambar 4.1 Pohon Perancangan .....	42
Gambar 4.2 Grafik <i>Fuzzy</i> TSS .....	49
Gambar 4.3 Grafik <i>Fuzzy</i> BOD.....	49
Gambar 4.4 Grafik <i>Fuzzy</i> COD.....	50
Gambar 4.5 Grafik <i>Fuzzy</i> DO .....	50
Gambar 4.6 Grafik <i>Fuzzy</i> pH .....	51
Gambar 4.7 Grafik <i>Fuzzy</i> Fenol.....	51
Gambar 4.8 Grafik <i>Fuzzy</i> Minyak & Lemak .....	52
Gambar 4.9 Grafik <i>Fuzzy</i> Variabel Pembatas / Kesimpulan .....	53
Gambar 4.10 Context Diagram .....	54
Gambar 4.11 DFD Level 1.....	56

Gambar 4.12 DFD Level 2 Proses Kelola Data Akun .....	58
Gambar 4.13 DFD Level 2 Proses Kelola Data Air Sungai.....	59
Gambar 4.14 DFD Level 2 Proses Pengolahan Aturan(rule).....	59
Gambar 4.15. Gambar 4.15 ERD SPK Penentuan Kualitas Air Sungai .....	60
Gambar 4.16 Physical Diagram (PD).....	62
Gambar 4.17 Diagram Alir Sistem SPK Penentuan Kualitas Air Sungai.....	66
Gambar 4.18 Diagram Alir Proses Fuzzy Mamdani.....	67
Gambar 4.19 Rancangan Algoritma Fuzzy Mamdani.....	68
Gambar 4.20 Diagram Alir Proses Fuzzyfikasi .....	69
Gambar 4.21 Rancangan Algoritma Fuzzyfikasi .....	70
Gambar 4.22 Diagram Alir Proses Aplikasi Fungsi Implikasi metode MIN.....	75
Gambar 4.23 Rancangan Algoritma Aplikasi Fungsi Implikasi metode MIN.....	76
Gambar 4.24 Diagram Alir Proses Komposisi Aturan Metode MAX.....	79
Gambar 4.25 Rancangan Algoritma Komposisi Aturan Metode MAX.....	80
Gambar 4.26 Diagram Alir Defuzzyfikasi Metode <i>Centorid</i> .....	81
Gambar 4.27 Rancangan algoritma Defuzzyfikasi Metode Centroid .....	82
Gambar 4.28 Daerah hasil komposisi .....	83
Gambar 4.29 <i>Sitemap</i> halaman untuk biro IT .....	86
Gambar 4.30 <i>Sitemap</i> halaman untuk Staff Laboratorium.....	86
Gambar 4.31 <i>Sitemap</i> halaman untuk Kepala Laboratorium .....	87
Gambar 4.32 Halaman <i>LogIn</i> .....	87
Gambar 4.33 Halaman kelola data user .....	88
Gambar 4.34 Halaman kelola data air.....	89
Gambar 4.35 Halaman Derajat Keanggotaan.....	91
Gambar 4.36 Halaman Hasil Dan Kesimpulan .....	92
Gambar 4.37 Halaman Aturan / Rule Fuzzy .....	93
Gambar 4.38 Halaman Grafik Laporan(KL).....	95
Gambar 5.1 Pohon Implementasi .....	96
Gambar 5.2 Implementasi Halaman Log In.....	105
Gambar 5.3 Implementasi Halaman Biro IT.....	106
Gambar 5.4 Implementasi Halaman Staff Laboratorium Bagian Beranda .....	106
Gambar 5.5 Halaman Staff Laboratorium Tabpane “Derajat Keanggotaan” .....	107

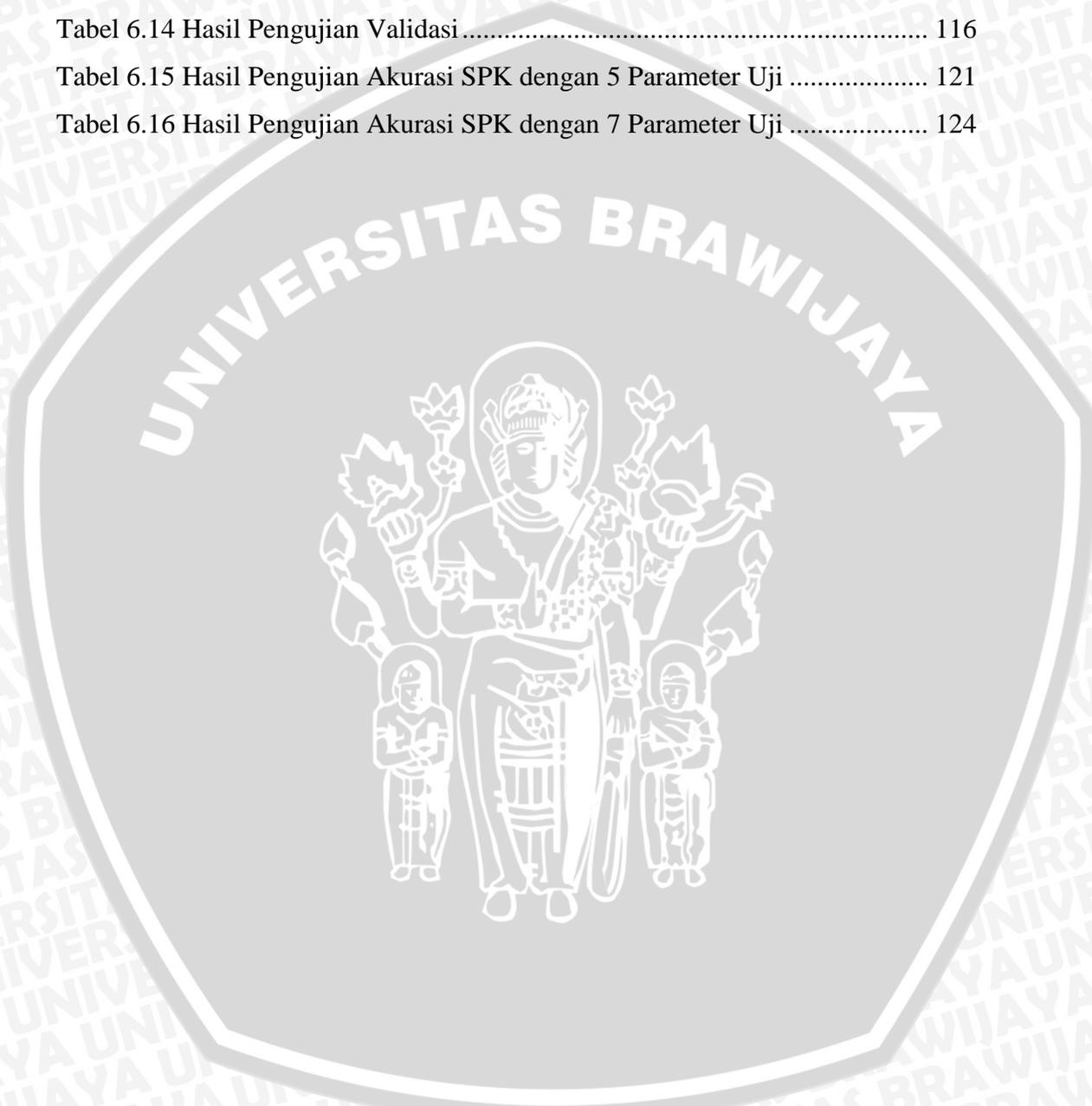
Gambar 5.6 Halaman Laporan Kualitas Air Sungai ..... 107  
Gambar 5.7 Halaman Aturan (rule) Fuzzy..... 108  
Gambar 5.8 Halaman Grafik Laporan Parameter Kualitas Air Sungai..... 108  
Gambar 6.1 Pohon Pengujian dan Analisis..... 109



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kajian Pustaka.....	6
Tabel 2.2 Kriteria mutu air berdasarkan kelasnya .....	14
Tabel 2.3 Klasifikasi Status Mutu Air Menurut “US-EPA” .....	15
Tabel 2.4 Penentuan sistem nilai untuk menentukan status mutu air .....	15
Tabel 4.1 Identifikasi Pengguna.....	43
Tabel 4.2 Daftar Kebutuhan Fungsional .....	44
Tabel 4.3 Daftar Kebutuhan Non-Fungsional.....	45
Tabel 4.4 Kriteria yang berpengaruh terhadap kualitas air sungai.....	47
Tabel 4.5 Kriteria Penentuan Kualitas Air Sungai.....	48
Tabel 4.6 Tabel Data_Air.....	62
Tabel 4.7 Tabel rule .....	63
Tabel 4.8 Tabel Hasil .....	64
Tabel 4.9 Tabel Data_Air.....	65
Tabel 4.10 Aturan / Rule Fuzzy Mamdani.....	76
Tabel 5.1 Spesifikasi Perangkat Keras.....	97
Tabel 5.2 Spesifikasi Perangkat Lunak.....	97
Tabel 5.3 Implementasi Algoritma Fuzzyfikasi.....	98
Tabel 5.4 Implementasi algoritma fungsi implikasi metode MIN .....	100
Tabel 5.5 Implementasi algoritma komposisi aturan metode MAX.....	102
Tabel 5.6 Implementasi algoritma defuzzyfikasi penentuan kualitas air sungai	103
Tabel 6.1 Kasus Uji untuk pengujian validasi login sah.....	110
Tabel 6.2 Kasus Uji untuk pengujian validasi login tidak sah.....	110
Tabel 6.3 Kasus Uji untuk pengujian validasi tambah akun.....	111
Tabel 6.4 Kasus Uji untuk pengujian validasi edit akun.....	111
Tabel 6.5 Kasus Uji untuk pengujian validasi hapus akun .....	112
Tabel 6.6 Kasus Uji untuk pengujian validasi tambah data air sungai .....	112
Tabel 6.7 Kasus Uji untuk pengujian validasi edit data air sungai .....	113
Tabel 6.8 Kasus Uji untuk pengujian validasi hapus data air sungai.....	113
Tabel 6.9 Kasus Uji untuk pengujian validasi perhitungan derajat keanggotaan	114

Tabel 6.10 Kasus Uji untuk pengujian validasi pengolahan rule fuzzy .....	114
Tabel 6.11 Kasus Uji untuk pengujian perhitungan fuzzy mamdani .....	115
Tabel 6.12 Kasus Uji untuk Menampilkan laporan kualitas air sungai .....	115
Tabel 6.13 Kasus Uji untuk Menampilkan grafik laporan kualitas air sungai....	115
Tabel 6.14 Hasil Pengujian Validasi .....	116
Tabel 6.15 Hasil Pengujian Akurasi SPK dengan 5 Parameter Uji .....	121
Tabel 6.16 Hasil Pengujian Akurasi SPK dengan 7 Parameter Uji .....	124



## DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan (2-1) Metode Max (Maximum) .....	25
Persamaan (2-2) Metode Additive (Sum) .....	26
Persamaan (2-3) Metode Probabilistik OR (probor).....	26
Persamaan (2-4) Metode Centroid Untuk variable kontinu .....	27
Persamaan (2-5) Metode Centroid Untuk variable Diskret.....	27
Persamaan (2-6) Metode Bisektor.....	28
Persamaan (4-1) Fungsi Derajat Keanggotaan TSS Baik .....	70
Persamaan (4-2) Fungsi Derajat Keanggotaan TSS Buruk.....	70
Persamaan (4-3) Fungsi Derajat Keanggotaan BOD Sangat Baik.....	71
Persamaan (4-4) Fungsi Derajat Keanggotaan BOD Baik.....	71
Persamaan (4-5) Fungsi Derajat Keanggotaan BOD Sedang .....	71
Persamaan (4-6) Fungsi Derajat Keanggotaan BOD Buruk .....	71
Persamaan (4-7) Fungsi Derajat Keanggotaan COD Sangat Baik.....	72
Persamaan (4-8) Fungsi Derajat Keanggotaan COD Baik.....	72
Persamaan (4-9) Fungsi Derajat Keanggotaan COD Sedang .....	72
Persamaan (4-10) Fungsi Derajat Keanggotaan COD Buruk .....	72
Persamaan (4-11) Fungsi Derajat Keanggotaan DO Buruk.....	72
Persamaan (4-12) Fungsi Derajat Keanggotaan DO Sedang .....	72
Persamaan (4-13) Fungsi Derajat Keanggotaan DO Baik .....	72
Persamaan (4-14) Fungsi Derajat Keanggotaan DO Sangat Baik .....	73
Persamaan (4-15) Fungsi Derajat Keanggotaan pH Buruk.....	73
Persamaan (4-16) Fungsi Derajat Keanggotaan pH Baik .....	73
Persamaan (4-17) Fungsi Derajat Keanggotaan Fenol Baik.....	73
Persamaan (4-18) Fungsi Derajat Keanggotaan Fenol Buruk.....	74
Persamaan (4-19) Fungsi Derajat Keanggotaan Minyak & Lemak Baik .....	74
Persamaan (4-20) Fungsi Derajat Keanggotaan Minyak & Buruk .....	74
Persamaan (4-21) Fungsi Derajat Keanggotaan Memenuhi Baku Butu .....	83
Persamaan (4-22) Fungsi Derajat Keanggotaan Tercemar Ringan.....	83
Persamaan (4-23) Fungsi Derajat Keanggotaan Tercemar Sedang.....	83
Persamaan (4-24) Fungsi Derajat Keanggotaan Tercemar Berat.....	83
Persamaan (4-25) Fungsi Derajat Keanggotaan Hasil Komposisi.....	84

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sungai merupakan suatu wadah mengalirnya sumberdaya air secara gravitasi dari hulu ke hilir. Air merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi sangat penting bagi kehidupan dan perikehidupan manusia, serta untuk memajukan kesejahteraan umum, sehingga merupakan modal dasar dan faktor utama pembangunan. Banyaknya aktivitas domestik dan industri di sepanjang sungai serta adanya dinamika aliran tersebut menimbulkan perubahan kualitas dan kuantitas sungai secara signifikan [PER-01]. Diperlukan suatu upaya untuk menjaga kuantitas, kontinuitas, dan kualitas sungai. Upaya untuk memantau dan mengendalikan pencemaran air sungai adalah melakukan pengukuran dan analisis kualitas air sungai, sebagaimana diatur dalam Peraturan Pemerintah no 82 tahun 2001 [PER-01]. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : 115 Tahun 2003, Penentuan status mutu air dapat menggunakan Metoda STORET atau Metoda Indeks Pencemaran [KEP-03]. Penentuan kualitas air sungai dengan Metoda STORET masih dilakukan secara manual dengan cara menghitung satu-persatu data parameter pengujian sehingga membutuhkan waktu yang lama dan biaya pengujian yang besar. Penggunaan teknologi informasi seperti Sistem Pendukung Keputusan (SPK), dapat memberikan solusi bagi pengguna dalam membantu proses pengambilan keputusan terkait dengan penentuan kualitas air sungai.

Penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penentuan status mutu air telah dilakukan oleh Annisah Paramadyastha dengan judul “Studi Penentuan Status Mutu Air dengan Metode Storet dan Metode Indek Pencemaran di Waduk Sutami” [ANN-11]. Pada penelitian tersebut Annisah meneliti status mutu air sungai di waduk sutami dengan metode STORET menggunakan 9(sembilan) parameter yang terdiri dari BOD, COD, DO, TSS, pH, Amonia ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ), fenol, minyak dan lemak, dan sianida (CN). Hasil dari penelitian tersebut, status mutu air dibagi menjadi 4 (empat) kriteria yaitu memenuhi baku mutu (kondisi sangat baik), tercemar ringan, tercemar sedang, dan tercemar berat [ANN-11]. Metode

Storet dalam menentukan kualitas air sungai masih dilakukan secara manual dan memiliki beberapa kelemahan. Pada metode STORET diperlukan data kualitas air dan debit air secara periodik yang membentuk data dari waktu ke waktu (*time series data*) [KEP-03] sehingga memerlukan waktu dan biaya.

Penelitian yang berkaitan dengan SPK dilakukan oleh Ika Kurnianti dkk. yang berjudul “Sistem Pendukung Keputusan Penanganan Kesehatan Balita Menggunakan Penalaran Fuzzy Mamdani”. Pada penelitian ini, digunakan logika *fuzzy* untuk mendapatkan keluaran berupa nilai gizi balita. Kriteria yang digunakan dalam menentukan nilai gizi balita yaitu umur, bobot, dan panjang badan. Nilai gizi anak dikelompokkan dalam 5(lima) kelas yaitu gizi buruk, gizi kurang, normal, gizi lebih, dan obesitas [IKA-07]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ika Kurnianti dkk. ini, metode *Fuzzy Mamdani* dapat digunakan untuk mengelompokkan data kedalam beberapa kelas berdasarkan kriteria-kriteria yang ditentukan. SPK dengan metode *Fuzzy Mamdani* akan memberikan hasil yang tepat dan cepat.

Berdasarkan paparan yang telah dijelaskan, penulis mengusulkan penelitian yang berjudul “**Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kualitas Air Sungai Dengan Metode Fuzzy Mamdani**”. Pada penelitian ini, untuk menentukan kualitas air sungai dibutuhkan parameter lebih sedikit dari metode STORET yaitu menggunakan 7(tujuh) parameter yang terdiri dari residu tersuspensi (TSS), BOD, COD, DO, pH, Fenol, serta Minyak dan Lemak. Data uji kualitas air sungai yang digunakan berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan Annisah Paramadyastha [ANN-11]. Dari data uji kualitas air sungai digunakan Metode *Fuzzy Mamdani* untuk menentukan kualitas air sungai kedalam 4(empat) kelas yaitu memenuhi baku mutu (kondisi baik), tercemar ringan, tercemar sedang, dan tercemar berat.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, dirumuskan suatu permasalahan antara lain :

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem untuk menentukan kualitas air sungai menggunakan metode *Fuzzy Mamdani*?

2. Bagaimana implementasi *Fuzzy Mamdani* untuk menentukan kualitas air sungai?
3. Berapa akurasi dari penerapan *Fuzzy Mamdani* dalam menentukan kualitas air sungai?

### 1.3 Batasan Masalah

Dari perumusan masalah, diberikan batasan masalah untuk menghindari melebarnya masalah yang akan diselesaikan :

1. Penelitian ini membahas perhitungan kualitas air sungai dengan kriteria parameter fisika-kimia yang telah ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah no. 82 tahun 2001.
2. Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Annisah Paramadyastha [ANN-11].
3. Parameter-parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah TSS, BOD, COD, DO, pH, fenol, serta minyak dan lemak.
4. Penelitian ini dibatasi pada proses perhitungan kualitas air sungai dengan metode *Fuzzy Mamdani*.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk membangun suatu sistem pendukung keputusan penentuan kualitas air sungai dengan metode *Fuzzy Mamdani*, serta menghitung akurasi dari sistem ini.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan hasil yang optimal dan akurat dalam menentukan kualitas air sungai karena membutuhkan waktu dan sumber daya yang lebih sedikit dibanding proses secara manual.
2. Memberikan kontribusi dalam memberikan pengetahuan tentang penerapan sistem pendukung keputusan untuk mengidentifikasi kualitas air sungai dengan metode *Fuzzy Mamdani*.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mencapai tujuan yang diharapkan, maka sistematika penulisan yang disusun dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

### 1. **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

### 2. **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi teori-teori yang berhubungan dengan Sistem Pendukung Keputusan (SPK), proses penentuan kualitas air sungai, teori- teori metode *Fuzzy Mamdani*.

### 3. **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian meliputi studi literatur, metode pengambilan data, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi SPK, pengujian dan analisis.

### 4. **BAB IV ANALISA DAN PERANCANGAN**

Bab ini membahas analisis kebutuhan dan perancangan SPK untuk hasil penilaian kualitas air sungai dengan menggunakan metode *Fuzzy Mamdani*.

### 5. **BAB V IMPLEMENTASI**

Bab ini membahas proses implementasi dari perancangan SPK untuk memberikan penilaian kualitas air sungai dengan menggunakan metode *Fuzzy Mamdani* yang dibuat berbasis Desktop.

### 6. **BAB VI PENGUJIAN DAN ANALISIS**

Bab ini memuat proses pengujian dan hasil pengujian terhadap SPK tentang penentuan kualitas air sungai, serta analisis dari pengujian tersebut.

### 7. **BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini memuat kesimpulan yang diperoleh dari pembuatan dan pengujian perangkat lunak yang dikembangkan dalam SPK tentang penentuan kualitas air sungai dengan metode *Fuzzy Mamdani* dan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi pembahasan tentang kajian pustaka dan dasar teori yang berhubungan dengan penelitian ini. Kajian pustaka dilakukan terhadap hasil penelitian yang dilakukan oleh Ika Kurnianti dkk. [IKA-07], Annisah Paramadyastha [ANN-11], Sherly & Sri Hartati. [SHE-12], Sumiati & Shodik Nuryadin [SUM-13]. Dasar teori yang dipergunakan untuk mendukung penelitian ini antara lain Sistem Pendukung Keputusan, Pencemaran Air, Logika *Fuzzy* dan *Fuzzy Mamdani*.

#### 2.1 Kajian Pustaka

Berdasarkan judul skripsi yang dibahas, penulis akan menjelaskan beberapa hasil penelitian yang relevan untuk mendukung penelitian dalam skripsi ini. Penelitian tentang penentuan kualitas Air dan beberapa penelitian lain yang telah dilakukan dengan menggunakan metode *Fuzzy Mamdani* diantaranya:

1. “Sistem Pendukung Keputusan Penanganan Kesehatan Balita Menggunakan Penalaran *Fuzzy Mamdani*” yang dilakukan oleh Ika Kurnianti dkk. [IKA-07]
2. Sherly Jayanti dkk. melakukan penelitian yang berjudul “Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Anggota Paduan Suara Dewasa Menggunakan Metode *Fuzzy Mamdani*”. [SHE-12]
3. Sumiati dan Shodik Nuryadin melakukan penelitian yang berjudul “Sistem Pendukung Keputusan Dalam Menentukan Penilaian Kinerja Dosen Dengan Metode *Fuzzy Database Model Mamdani*”. [SUM-13]
4. Penelitian lainnya, dilakukan oleh Annisah Paramadyastha yang berjudul “Studi Penentuan Status Mutu Air dengan Metode Storet dan Metode Indek Pencemaran di Waduk Sutami”. [ANN-11]

Untuk lebih jelasnya ditunjukkan pada tabel 2.1 di bawah ini:

Tabel 2.1 Kajian Pustaka

No	Judul	Obyek (Input)	Metode (Proses)	Hasil (Output)
1	Sistem Pendukung Keputusan Penanganan Kesehatan Balita Menggunakan Penalaran <i>Fuzzy Mamdani</i> [IKA-07]	Kesehatan balita - Data umur, bobot, panjang badan.	Metode <i>Fuzzy Mamdani</i> Langkah-langkah: 1. Pembentukan himpunan <i>Fuzzy</i> 2. Aplikasi fungsi implikasi, yang digunakan adalah <i>MIN</i> . 3. Komposisi aturan, menggunakan fungsi <i>MAX</i> . 4. Penegasan ( <i>deFuzzy</i> ), menggunakan metode <i>centroid</i> . 5. Menentukan hasil dari perhitungan <i>centroid</i> apakah masuk ke kelas gizi buruk, gizi kurang, normal, gizi lebih, obesitas.	Nilai gizi anak terdiri dari gizi buruk, gizi kurang, normal, gizi lebih, obesitas.
2	Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Anggota Paduan Suara Dewasa Menggunakan Metode <i>Fuzzy Mamdani</i> [SHE-12]	Anggota paduan suara dewasa - Data usia, pengalaman, kedisiplinan, intonasi, artikulasi, ambitus suara.	Metode <i>Fuzzy Mamdani</i> Langkah-langkah: 1. Pembentukan himpunan <i>Fuzzy</i> 2. Aplikasi fungsi implikasi, yang digunakan adalah <i>MIN</i> . 3. Komposisi aturan, menggunakan fungsi <i>MAX</i> . 4. Penegasan ( <i>deFuzzy</i> ), menggunakan metode <i>centroid</i> . 5. Melakukan perangkingan untuk semua anggota paduan suara.	Urutan / perangkingan anggota paduan suara. Yang diterima ranking 1-10.
3	Sistem Pendukung Keputusan Dalam Menentukan Penilaian Kinerja Dosen Dengan Metode <i>Fuzzy Mamdani</i> [SUM-13]	Kinerja dosen - Data kinerja dosen dalam mengajar	Metode <i>Fuzzy Mamdani</i> Langkah-langkah: 1. Proses <i>Fuzzyfikasi</i> , pembentukan himpunan <i>Fuzzy</i> 2. Pembentukan basis pengetahuan <i>Fuzzy</i> ( <i>rule</i> dalam bentuk IF THEN) 3. Mesin inferensi (fungsi implikasi <i>Max-Min</i> atau <i>Dot-Product</i> ) 4. Penegasan ( <i>deFuzzy</i> ), menggunakan metode <i>centroid</i> .	Penilaian kinerja dosen: sedang, baik, sangat baik.

			5. Melakukan penilaian kinerja dosen berdasarkan nilai hasil <i>centroid</i> yang diperoleh.	
4	Studi Penentuan Status Mutu Air dengan Metode Storet dan Metode Indek Pencemaran di Waduk Sutami [ANN-11]	Status Mutu Air - Data Mutu Air Waduk Sutami: BOD, COD, DO, TSS, pH, Amonia, Fenol, Minyak & Lemak, dan Sianida(CN)	Metode STORET Langkah-langkah: 1. Pengumpulan data mutu air secara periodic 2. Mencari nilai maksimum, minimum, dan rata-rata data mutu air. 3. Membandingkan data hasil pengukuran dari masing-masing parameter dengan nilai baku mutu. 4. Jika data mutu air < baku mutu air, diberi skor 0 dan jika data mutu air > baku mutu air, diberi skor sesuai sistem nilai untuk penentuan status mutu air. 5. Menjumlah skor dari seluruh parameter. 6. Penentuan status mutu air dengan sistem nilai "US-EPA".	Satus mutu air yang terdiri dari memenuhi baku mutu, tercemar ringan, tercemar sedang, dan tercemar berat.
5	Usulan penulis: Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kualitas Air Sungai dengan Metode <i>Fuzzy Mamdani</i>	Status Mutu Air - Data Mutu Air Waduk Sutami: TSS, BOD, COD, DO, pH, Fenol, Minyak & Lemak	Metode <i>Fuzzy Mamdani</i> Langkah-langkah: 1. Pembentukan himpunan <i>Fuzzy</i> 2. Aplikasi fungsi implikasi, yang digunakan adalah MIN. 3. Komposisi aturan, menggunakan fungsi MAX. 4. Penegasan ( <i>deFuzzy</i> ), menggunakan metode centroid. 5. Menentukan status mutu air dari nilai $Z^*$ ( <i>centroid</i> ) apakah memenuhi baku mutu, tercemar ringan, tercemar sedang, dan tercemar berat.	Satus mutu air yang terdiri dari memenuhi baku mutu, tercemar ringan, tercemar sedang, dan tercemar berat.

Sumber: [IKA-07] [SHE-12] [SUM-13] [ANN-11]

Penelitian pertama yang berjudul Sistem Pendukung Keputusan Penanganan Kesehatan Balita Menggunakan Penalaran *Fuzzy Mamdani* dilakukan oleh Ika Kurnianti dkk. Pada penelitian ini, digunakan logika *Fuzzy* untuk mendapatkan keluaran berupa nilai gizi balita. Kriteria yang digunakan dalam menentukan nilai gizi balita yaitu umur, bobot, dan panjang badan. Kriteria umur memiliki 4 (empat) subkriteria yaitu fase 1, fase 2, fase 3, fase 4, dan fase 5. Kriteria bobot memiliki tiga subkriteria yaitu ringan, biasa, dan berat. Sedangkan kriteria panjang badan memiliki tiga subkriteria yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Tiap subkriteria ini dihitung nilai derajat keanggotaannya, kemudian masing-masing subkriteria dikombinasikan dan dicari nilai minimum derajat keanggotaannya. Setelah itu menghitung komposisi aturannya dengan menggunakan metode *MAX* (maksimum). Nilai akhirnya diperoleh dari perhitungan *deFuzzy* (penegasan) dengan metode centroid yang digunakan untuk menentukan nilai gizi balita. Hasil akhir yang diperoleh adalah nilai gizi anak yang terdiri dari gizi buruk, gizi kurang, normal, gizi lebih, dan obesitas [IKA-07].

Berikutnya, Sherly Jayanti & Sri Hartati. melakukan penelitian yang berjudul Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Anggota Paduan Suara Dewasa Menggunakan Metode *Fuzzy Mamdani*. Pada penelitian ini, kriteria yang digunakan dalam menyeleksi anggota paduan suara yaitu usia, pengalaman, kedisiplinan, intonasi, artikulasi, dan ambitus suara. Kriteria tersebut masing-masing memiliki 4(empat) subkriteria yaitu tidak baik, agak baik, baik, dan sangat baik. Tiap subkriteria ini dihitung nilai derajat keanggotaannya, kemudian masing-masing subkriteria dikombinasikan dan dicari nilai minimum derajat keanggotaannya. Setelah itu menghitung komposisi aturannya dengan menggunakan metode *MAX* (maksimum). Nilai akhirnya diperoleh dari perhitungan *deFuzzy* (penegasan) dengan metode centroid, kemudian dilakukan perangkingan berdasarkan nilai *centroid* dari masing-masing calon anggota paduan suara. Hasil akhir yang diperoleh adalah calon anggota paduan suara yang diterima dan yang tidak diterima [SHE-12].

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Sumiati dan Shodik Nuryadin yang berjudul Sistem Pendukung Keputusan Dalam Menentukan Penilaian Kinerja Dosen Dengan Metode *Fuzzy Database Model Mamdani*. Sistem ini dirancang

untuk memberi penilaian terhadap kinerja dosen. Kriteria yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Nilai NR\_ Penguasaan Materi, NR\_Menjelaskan Menguraikan Memaparkan, NR\_Menjawab Pertanyaan, NR\_Kedisiplinan, NR\_Performance dan NR\_ interaksi dengan Mahasiswa yang merupakan nilai rata-rata dari responden. Sistem ini menggunakan metode *Fuzzy Mamdani* dan menggunakan perangkat lunak Matlab untuk membantu perhitungannya. Hasil akhir dari sistem ini berupa penilaian kinerja dosen yang terdiri dari sedang, baik dan sangat baik [SUM-13].

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Annisah Paramadyastha yang berjudul Studi Penentuan Status Mutu Air dengan Metode Storet dan Metode Indek Pencemaran di Waduk Sutami. Pada penelitian ini, Annisah menentukan status mutu air sungai waduk sutami dengan metode Storet sesuai dengan pedoman penentuan status mutu air yang ditetapkan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah BOD, COD, DO, TSS, pH, Amonia ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ), Fenol, Minyak & Lemak, dan Sianida(CN). Metode Storet adalah membandingkan antara data kualitas air dengan baku mutu air yang disesuaikan dengan peruntukannya guna menentukan status mutu air. Cara untuk menentukan status mutu air adalah dengan menggunakan sistem nilai dan “US-EPA” (*Environmental Protection Agency*) yaitu membandingkan data hasil pengukuran dari masing-masing parameter air dengan nilai baku mutu sesuai dengan kelas air. Hasil akhir dari proses ini adalah klasifikasi mutu air dalam empat kelas yang terdiri dari memenuhi baku mutu, tercemar ringan, tercemar sedang, dan tercemar berat [ANN-11].

Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya, penulis mengusulkan penelitian yang berjudul Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kualitas Air Sungai dengan Metode *Fuzzy Mamdani*. SPK dengan metode *Fuzzy Mamdani* dapat memberikan output berdasarkan inputan secara tepat dan cepat. Metode *Fuzzy Mamdani* dapat digunakan untuk mengelompokkan data dan memberikan kesimpulan berdasarkan kriteria yang ditentukan. Pada penelitian ini, kriteria yang digunakan dalam menentukan kualitas air sungai yaitu TSS, BOD, COD, DO, pH, Fenol, serta Minyak dan Lemak. Berdasarkan metode *Fuzzy Mamdani* langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan himpunan *Fuzzy* untuk masing-

masing kriteria. Kriteria TSS, pH, Fenol, serta minyak dan lemak memiliki 2(dua) himpunan yaitu baik dan buruk. Sedangkan kriteria BOD, COD dan DO memiliki 4(empat) himpunan yaitu sangat baik, baik, sedang dan buruk. Kemudian masing-masing subkriteria dikombinasikan dan dicari nilai minimum derajat keanggotaannya. Setelah itu menghitung komposisi aturannya dengan menggunakan metode *MAX* (maksimum). Nilai akhirnya diperoleh dari perhitungan *deFuzzy* (penegasan) dengan metode *centroid*. Setelah diketahui nilai centroidnya maka dapat ditentukan kualitas air sungai apakah termasuk kelas memenuhi baku mutu, tercemar ringan, tercemar sedang, dan atau tercemar berat.

## 2.2 Air

Air adalah sumber daya alam yang dibutuhkan untuk hajat hidup orang banyak, bahkan oleh semua makhluk hidup, oleh sebab itu perlu dilindungi agar dapat tetap bermanfaat bagi hidup dan kehidupan manusia serta makhluk hidup lainnya. Hal ini berarti bahwa pemanfaatan air untuk berbagai kepentingan harus dilakukan secara bijaksana dengan memperhitungkan kepentingan generasi sekarang dan yang akan datang. Namun, sebagai akibat dari pesatnya proses pembangunan di segala bidang, baik bidang pertanian, peternakan, industri dan lain-lain, serta laju pertumbuhan penduduk yang sangat cepat menyebabkan pemanfaatan air tidak lagi dilakukan sebagaimana mestinya. Hal ini memberikan dampak negatif yang tidak sedikit yaitu mempengaruhi baik sifat fisik maupun sifat kimia air, sehingga menurunkan kualitas air. Pengelolaan sumber daya air bertujuan menyediakan air dalam jumlah yang cukup dengan kualitas yang sesuai dengan peruntukannya [PER-01].

Upaya pelestarian dan atau pengendalian bertujuan untuk menjaga atau mencapai kualitas air sehingga dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan sesuai dengan tingkat mutu air yang diinginkan. Pelestarian kualitas air merupakan upaya untuk memelihara fungsi air agar kualitasnya tetap pada kondisi alamiahnya. Pelestarian kualitas air dilakukan pada sumber air yang terdapat di hutan lindung. Sedangkan pengelolaan kualitas air pada sumber air di luar hutan lindung dilakukan dengan upaya pengendalian pencemaran air, yaitu upaya memelihara fungsi air sehingga kualitas air memenuhi baku mutu [PER-01].

Menurut PP. Nomor 82 Tahun 2001, Klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi empat kelas yaitu [PER-01]:

Kelas I : air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;

Kelas II : air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;

Kelas III : air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;

Kelas IV : air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

### 2.2.1 Pencemaran Air

Pencemaran air secara umum sesuai dengan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 01 tahun 2010 didefinisikan sebagai masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air akibat sisa kegiatan manusia, sehingga mutu air menurun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Pencemaran dari definisi tersebut dapat dibedakan menjadi tiga macam yaitu pencemaran air, tanah dan udara. Pencemaran air atau biasa disebut dengan limbah cair yang mencemari sepanjang aliran sungai dapat dibedakan menjadi dua, yaitu [PER-10]:

#### 1. Limbah Domestik

Limbah domestik (limbah rumah tangga) berasal dari limbah buangan rumah tangga yang diakibatkan kegiatan manusia disepanjang aliran sungai. Limbah domestik dapat berwujud gas, padat atau cair. Sekitar 70% air yang digunakan pada pemukiman akan kembali sebagai air buangan.

## 2. Limbah Industri

Limbah industri berasal dari sisa bahan buangan yang digunakan untuk memproses bahan baku menjadi produk industri. Karakteristik limbah industri sangat bervariasi tergantung dari jenis produksinya.

Pencemaran air dapat diketahui melalui beberapa cara, diantaranya melalui pengamatan tidak langsung dan pengamatan langsung. Pengamatan tidak langsung dilakukan melalui keluhan penduduk pemakai air yang berbau tidak sedap atau berbau bahan kimia. Ada juga yang melakukan pengamatan dengan menyaksikan banyaknya ikan yang mati di perairan yang mereka gunakan untuk keperluan rumah tangga. Sedangkan pengamatan langsung dilakukan melalui indera untuk mengidentifikasi bau busuk, rasa tidak enak dan kekruhan. Selain itu identifikasi masalah dapat juga diperoleh dengan mempelajari laporan hasil penelitian dan monitoring yang dilakukan oleh suatu instansi pemerintah maupun swasta.

### 2.2.2 Parameter Fisika-Kimia untuk Uji Kualitas Air

Parameter pencemar air merupakan indikator yang memberi petunjuk terjadinya pencemaran air. Dengan adanya indikator ini pencemaran dapat diatasi sedini mungkin atau paling tidak sedikit dikurangi. Pada penelitian ini akan digunakan acuan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : 115 tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air sebagai standar parameter mutu air [KEP-03]. Sedangkan Baku Mutu Air menggunakan acuan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran [PER-01]. Beberapa parameter fisika-kimia untuk menguji kualitas air sungai dapat diuraikan sebagai berikut:

#### a. *Total Suspended Solid (TSS)*

*Total Suspended Solid (TSS)* merupakan zat-zat padat yang berada dalam suspensi, dapat dibedakan menurut ukurannya sebagai partikel tersuspensi koloid (partikel koloid) dan partikel tersuspensi biasa (partikel tersuspensi). *Total Suspended Solid (TSS)* yaitu jumlah berat dalam mg/l kering lumpur yang ada didalam air limbah setelah mengalami proses penyaringan dengan membran berukuran  $0,45 \mu m$ . Adanya padatan-padatan ini menyebabkan kekeruhan air, padatan ini tidak terlarut dan tidak dapat mengendap secara langsung. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel

yang ukuran maupun beratnya lebih kecil daripada sedimen. *Total Suspended Solid* (TSS) yang tinggi menghalangi masuknya sinar matahari ke dalam air, sehingga akan mengganggu proses fotosintesis yang menyebabkan turunnya oksigen terlarut yang dilepas ke dalam air oleh tanaman. Jika sinar matahari terhalangi dari dasar tanaman maka tanaman akan berhenti memproduksi oksigen dan akan mati. *Total Suspended Solid* (TSS) juga akan menyebabkan penurunan kejernihan dalam air [ANN-11].

Kekeruhan air yang disebabkan oleh zat padat tersuspensi bersifat anorganik dan organik. Zat anorganik biasanya berasal dari lapukan batuan dan logam, sedangkan zat organik dapat berasal dari lapukan tanaman atau hewan. Zat organik dapat menjadi makanan bakteri, sehingga mendukung perkembangbiakannya [ALA-84].

**b. Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD)**

BOD adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau miligram per liter (mg/l) yang diperlukan untuk menguraikan benda organik oleh bakteri, sehingga limbah tersebut menjadi jernih kembali [SUG-87]. Apabila dalam air banyak mengandung bahan-bahan organik, akan mengakibatkan semakin banyaknya oksigen yang diperlukan oleh bakteri untuk menguraikan bahan-bahan organik tersebut, sehingga kandungan oksigen dalam air akan semakin menurun. Semakin besar angka BOD menunjukkan tingkat kekotoran air limbah semakin besar. Pengukuran BOD penting karena merupakan parameter untuk menentukan daya cemar air limbah.

**c. Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)**

COD adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau miligram per liter (mg/l) yang dibutuhkan dalam kondisi khusus untuk menguraikan benda organik secara kimiawi [SUG-87].

**d. Oksigen Terlarut (DO)**

DO adalah banyaknya oksigen yang terkandung didalam air dan diukur dalam satuan miligram per liter (mg/l). Oksigen yang terlarut ini dipergunakan sebagai tanda derajat pengotoran limbah yang ada. Semakin besar oksigen yang terlarut, maka menunjukkan derajat pengotoran yang relatif kecil [SUG-87].

**e. Derajat Keasaman (pH)**

Konsentrasi ion hidrogen adalah ukuran mutu dari air maupun air limbah. Adapun kadar yang baik adalah kadar dimana masih memungkinkan kehidupan didalam air berjalan dengan baik. Air limbah dengan konsentrasi yang tidak netral akan menyulitkan proses biologis, sehingga mengganggu proses penjernihannya. pH yang baik bagi air minum dan air limbah adalah netral (7). Semakin kecil nilai pH-nya, maka akan menyebabkan air tersebut berupa asam [SUG-87].

**f. Fenol**

Fenol merupakan penyebab timbulnya rasa yang ada di dalam air minum. Fenol ini dihasilkan dari industri dan apabila konsentrasi mencapai 500 mg/l masih dapat dioksidasi melalui proses biologis [SUG-87].

**g. Lemak dan Minyak**

Lemak dan minyak merupakan komponen utama bahan makanan yang juga banyak didapatkan di dalam air limbah. Apabila lemak tidak dihilangkan sebelum dibuang ke saluran air limbah dapat mempengaruhi kehidupan yang ada di permukaan air dan menimbulkan lapisan tipis di permukaan sehingga membentuk selaput [SUG-87].

Kriteria mutu air berdasarkan kelasnya dapat ditunjukkan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kriteria mutu air berdasarkan kelasnya

No	Parameter	Satuan	Kelas Air			
			I	II	III	IV
	<b>FISIKA</b>					
1.	Residu Tersuspensi/TSS	mg/L	50	50	400	400
	<b>KIMIA</b>					
	<b>a. anorganik</b>					
2.	BOD	mg/L	2	3	6	12
3.	COD	mg/L	10	25	50	100
4.	DO	mg/L	6	4	3	0
5.	pH	mg/L	6-9	6-9	6-9	5-9
	<b>b. organik</b>					
6.	Fenol	mg/L	0.001	0.001	0.001	-
7.	Minyak & lemak	mg/L	1	1	1	-

Sumber : [PER-01]

### 2.2.3 Metode STORET

Metode STORET merupakan salah satu metode untuk menentukan status mutu air yang umum digunakan. Dengan metode STORET ini dapat diketahui parameter-parameter yang telah memenuhi atau melampaui baku mutu air. Secara prinsip metode STORET adalah membandingkan antara data kualitas air dengan baku mutu air yang disesuaikan dengan peruntukannya guna menentukan status mutu air. Cara untuk menentukan status mutu air adalah dengan menggunakan sistem nilai dari “US-EPA (Environmental Protection Agency)” dengan mengklasifikasikan mutu air dalam empat kelas, yaitu [KEP-03]:

Tabel 2.3 Klasifikasi Status Mutu Air Menurut “US-EPA”

No	Kelas	Kategori	Skor	Keterangan
1.	Kelas A	Baik sekali	0	Memenuhi baku mutu
2.	Kelas B	Baik	-1 s/d -10	Tercemar ringan
3.	Kelas C	Sedang	-11 s/d -30	Tercemar sedang
4.	Kelas D	Buruk	≥ -31	Tercemar berat

Sumber : [KEP-03]

Penentuan status mutu air dengan menggunakan metode STORET dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut [KEP-03]:

1. Lakukan pengumpulan data kualitas air dan debit air secara periodik sehingga membentuk data dari waktu ke waktu (time series data).
2. Bandingkan data hasil pengukuran dari masing-masing parameter air dengan nilai baku mutu yang sesuai dengan kelas air.
3. Jika hasil pengukuran memenuhi nilai baku mutu air (hasil pengukuran < baku mutu) maka diberi skor 0.
4. Jika hasil pengukuran tidak memenuhi nilai baku mutu air (hasil pengukuran > baku mutu), maka diberi skor sesuai pada tabel 2.4. sebagai berikut:

Tabel 2.4 Penentuan sistem nilai untuk menentukan status mutu air

Jumlah Contoh *	Nilai	Parameter		
		Fisika	Kimia	Biologi
< 10	Maksimum	-1	-2	-3
	Minimum	-1	-2	-3
	Rata-rata	-3	-6	-9

≥ 10	Maksimum	-2	-4	-6
	Minimum	-2	-4	-6
	Rata-rata	-6	-12	-18

Sumber : [KEP-03]

Catatan \*: jumlah parameter yang digunakan untuk penentuan status mutu air.

5. Jumlah negatif dari seluruh parameter dihitung dan ditentukan status mutunya dari jumlah skor yang didapat dengan menggunakan sistem nilai.
6. Menghitung total jumlah negatif dari seluruh parameter dan menentukan status mutunya dari jumlah skor yang didapat dengan menggunakan sistem nilai dari “US-EPA (Environmental Protection Agency)”.

Contoh perhitungan STORET :

Penentuan Status Mutu Air dengan Metode STORET Stasiun Monitoring Waduk Sutami Hulu Kedalaman 1 (0.3 m)

NO	Parameter	Satuan	Baku mutu	Hasil pengukuran		Max	Min	Rata-rata	skor
				Minggu I	Minggu II				
	FISIKA								
1	TSS	mg/L	50	-	-	-	-	-	-
	KIMIA								
	a. anorganik								
1	BOD	mg/L	3	13.9	11.4	13.9	11.4	15.35	-10
2	COD	mg/L	25	69.3	44.3	69.3	44.3	56.8	-10
3	DO	mg/L	>4	7.4	15	15	7.4	11.2	0
4	Sianida(CN)	mg/L	0.02	0.0055	0.002	0.0055	0.002	0.00375	0
5	pH	mg/L	6-9	6.9	8.1	8.1	6.9	7.5	0
6	NH3_N	mg/L	0.5	0.12	0.048	0.12	0.048	0.084	0
	b. organik								
1	Fenol	mg/L	0.001	0.124	0.031	0.124	0.031	0.0775	-10
2	Minyak & Lemak	mg/L	1	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0
<b>TOTAL</b>									<b>-30</b>

Cara pemberian skor untuk tiap parameter adalah sebagai berikut (contoh, untuk BOD):

- a. BOD merupakan parameter kimia, maka gunakan skor untuk parameter kimia.

- b. Baku mutu air untuk BOD adalah 3 mg/l.
- c. Kadar BOD maksimum hasil pengukuran adalah 13.9 mg/l, ini berarti kadar BOD melebihi baku mutunya. Maka skor untuk nilai maksimum adalah -2.
- d. Kadar BOD minimum hasil pengukuran adalah 11.4 mg/l, ini berarti kadar BOD melebihi baku mutunya. Maka skor untuk nilai maksimum adalah -2.
- e. Kadar BOD rata-rata hasil pengukuran adalah 15.35 mg/l, ini berarti melebihi baku mutunya. Maka skornya adalah -6.
- f. Jumlahkan skor untuk nilai maksimum, minimum, dan rata-rata. Untuk BOD pada contoh ini skor BOD adalah -10.
- g. Lakukan hal yang sama untuk tiap parameter, apabila tidak ada baku mutunya untuk parameter tertentu, maka tidak perlu dilakukan perhitungan.
- h. Kemudian seluruh skor di jumlah dan jumlahnya = -30 ini artinya sungai tersebut Tercemar Sedang (kelas C).

### 2.3 Sistem Pendukung Keputusan (SPK)

Menurut (Alter, 2002) SPK merupakan sistem informasi interaktif yang menyediakan informasi, pemodelan, dan manipulasi data. Sistem itu digunakan untuk membantu pengambilan keputusan dalam situasi yang semiterstruktur dan situasi yang tidak terstruktur, dimana tak seorang pun tahu secara pasti bagaimana keputusan seharusnya dibuat [KUS-07].

Tujuan dari SPK adalah (Turban, 2005) [TUR-05]:

1. Membantu manajer dalam pengambilan keputusan atas masalah semi terstruktur.
2. Memberikan dukungan atas pertimbangan manajer dan bukannya dimaksudkan untuk mengganti fungsi manajer.
3. Meningkatkan efektivitas keputusan yang diambil manajer lebih dari pada perbaikan efisiensinya.
4. Kecepatan komputasi. Komputer memungkinkan para pengambil keputusan untuk melakukan banyak komputasi secara cepat dengan biaya yang rendah.

5. Peningkatan produktifitas. Membangun satu kelompok pengambil keputusan, terutama para pakar, bisa sangat mahal. Pendukung terkomputerisasi bisa mengurangi ukuran kelompok dan memungkinkan para anggotanya untuk berada diberbagai lokasi yang berbeda-beda (menghemat biaya perjalanan). Selain itu, produktivitas staf pendukung (misalnya analis keuangan dan hokum) bisa ditingkatkan.
6. Dukungan kualitas. Komputer bisa meningkatkan kualitas keputusan yang dibuat. Sebagai contoh, semakin banyak data yang diakses, makin banyak juga alternative yang bisa dievaluasi. Dengan computer, para pengambil keputusan bisa melakukan simulasi yang kompleks, memeriksa banyak skenario yang memungkinkan, dan menilai berbagai pengaruh secara cepat dan ekonomis.
7. Berdaya saing. Teknologi pengambil keputusan bisa menciptakan pemberdayaan yang signifikan untuk membuat keputusan yang baik secara cepat.
8. Mengatasi keterbatasan kognitif dalam pemrosesan dan penyimpanan.

### 2.3.1 Proses Pengambilan Keputusan

Menurut Simon (1997), Kemudahan dalam memahami sebuah model sangat penting agar dapat melakukan proses pembuatan keputusan yang bersifat sistematis. Gambar alur/proses dalam pengambilan keputusan untuk mendapat keputusan terbaik dapat jelaskan pada gambar 2.1.

Pemodelan proses dalam pembuatan keputusan sebaiknya menggunakan beberapa tahapan yaitu [TUR-05]:

1. Kecerdasan (*Intelligence*)

Merupakan proses pendefinisian masalah dan indentifikasi informasi yang dibutuhkan berkaitan dengan persoalan dalam keputusan yang akan diambil.

2. Perancangan (*Design*)

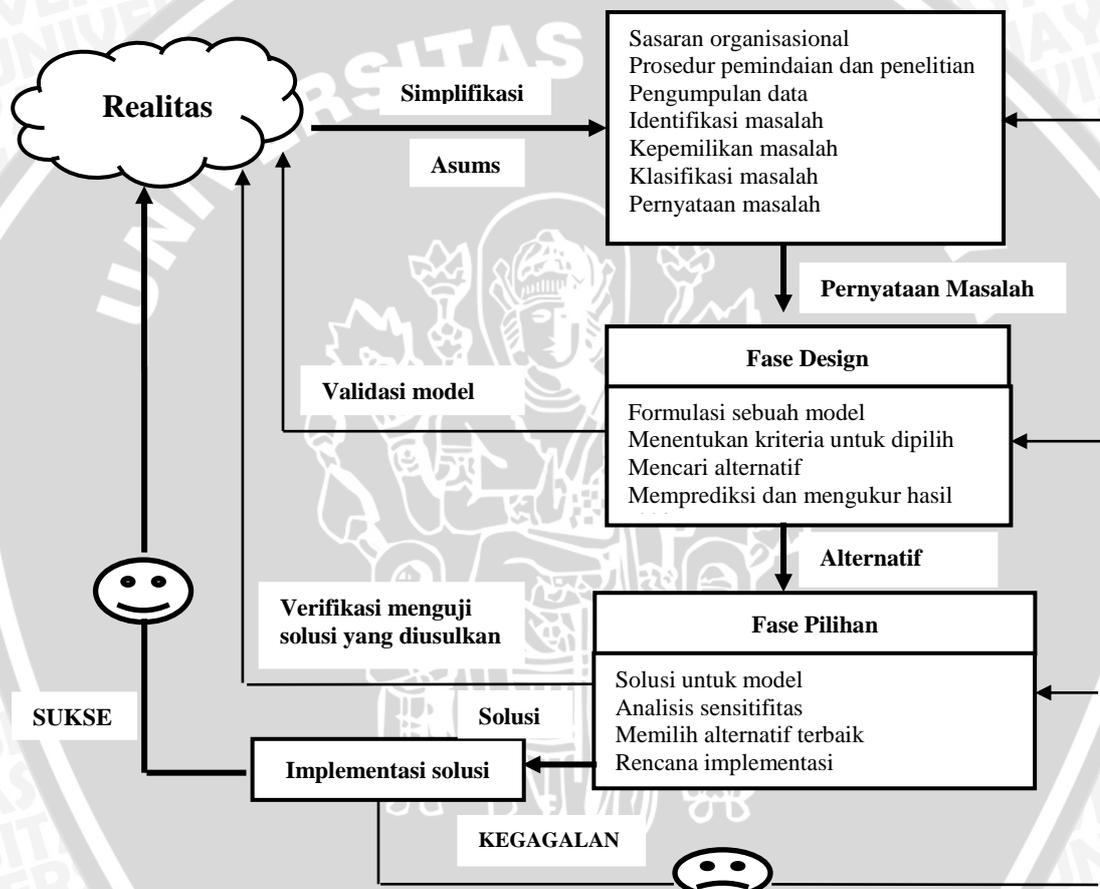
Merupakan proses mempresentasikan model sistem yang akan dibangun berdasarkan pada asumsi yang telah ditetapkan.

3. Pemilihan (*Choice*)

Merupakan proses melakukan pengujian dan memilih keputusan terbaik berdasarkan kriteria tertentu yang telah ditentukan.

4. Implementasi (*Implementation*)

Merupakan proses pelaksanaan dari keputusan yang telah diambil berdasarkan 3 proses sebelumnya, dan proses untuk membuat keputusan yang direkomendasikan dapat bekerja dan terealisasi.



Gambar 2.1 Tahapan Pengambilan Keputusan menurut Simon (1997)  
 Sumber : [TUR-05]

2.3.2 Arsitektur Sistem Pendukung Keputusan

Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan dapat terdiri dari beberapa subsistem, yaitu [KUS-07]:

1. Subsistem manajemen data

Subsistem manajemen data memasukkan satu database yang berisi data

yang relevan untuk situasi dan dikelola oleh perangkat lunak yang disebut sistem manajemen database (DBMS/*Data Base Management System*). Subsistem manajemen data dapat diinterkoneksi dengan data warehouse perusahaan, suatu repositori untuk data perusahaan yang relevan untuk pengambilan keputusan.

2. Subsistem manajemen model

Merupakan paket perangkat lunak yang memasukkan model keuangan, statistik, ilmu manajemen, atau model kuantitatif lainnya yang memberikan kapabilitas analitik dan manajemen perangkat lunak yang tepat. Bahasa-bahasa pemodelan untuk membangun model-model kustom juga dimasukkan. Perangkat lunak ini sering disebut sistem manajemen basis model (MBMS). Komponen ini dapat dikoneksikan kepenyimpanan korporat atau eksternal yang ada pada model.

3. Subsistem antarmuka pengguna

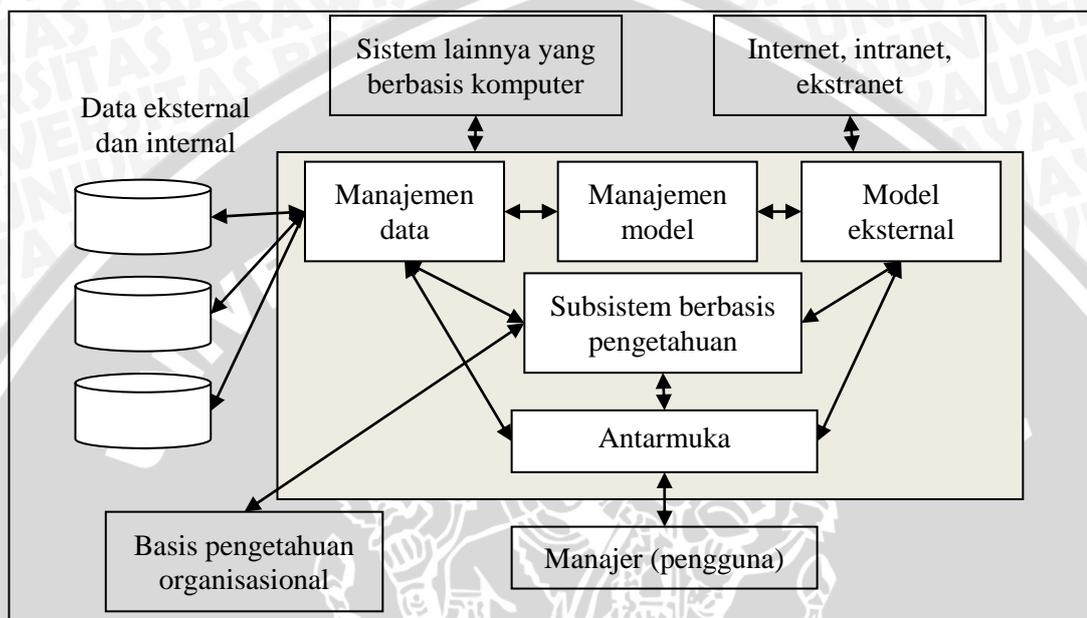
Pengguna berkomunikasi dengan dan memerintahkan sistem pendukung keputusan melalui subsistem ini. Pengguna adalah bagian yang dipertimbangkan dari sistem. Para peneliti menegaskan bahwa beberapa kontribusi unik dari sistem pendukung keputusan berasal dari interaksi yang intensif antara komputer dan pembuat keputusan.

4. Subsistem manajemen berbasis-pengetahuan

Subsistem ini mendukung semua subsistem lain atau bertindak langsung sebagai suatu komponen independen dan sifatnya optional. Ia memberikan intelegensi untuk memperbesar pengetahuan si pengambil keputusan. Subsistem ini dapat diinterkoneksi dengan repositori pengetahuan perusahaan (bagian dari sistem manajemen pengetahuan), yang kadang-kadang disebut basis pengetahuan organisasional.

Berdasarkan definisi, sistem pendukung keputusan harus mencakup tiga komponen utama dari DBMS, MBMS, dan antarmuka pengguna. Subsistem manajemen berbasis pengetahuan adalah opsional, namun dapat memberikan banyak manfaat karena memberikan intelijensi bagi tiga komponen utama tersebut. Seperti pada semua sistem informasi manajemen, pengguna dapat

dianggap sebagai komponen sistem pendukung keputusan. Komponen-komponen tersebut membentuk sistem aplikasi sistem pendukung keputusan yang dapat dikoneksikan ke intranet perusahaan, ke ekstranet, atau ke internet [TUR-05]. Arsitektur dari sistem pendukung keputusan ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Arsitektur DSS  
Sumber : [TUR-05]

#### 2.4 Pengertian Himpunan Fuzzy

Pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu item  $x$  dalam suatu himpunan  $A$ , yang sering ditulis dengan  $\mu_A[x]$ , memiliki 2 kemungkinan, yaitu [KUS-04] :

- satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan, atau
- nol (0), yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

Contoh:

Jika diketahui:

$S = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$  adalah semesta pembicaraan.

$A = \{1, 2, 3\}$

$B = \{3, 4, 5\}$

Bisa dikatakan bahwa:

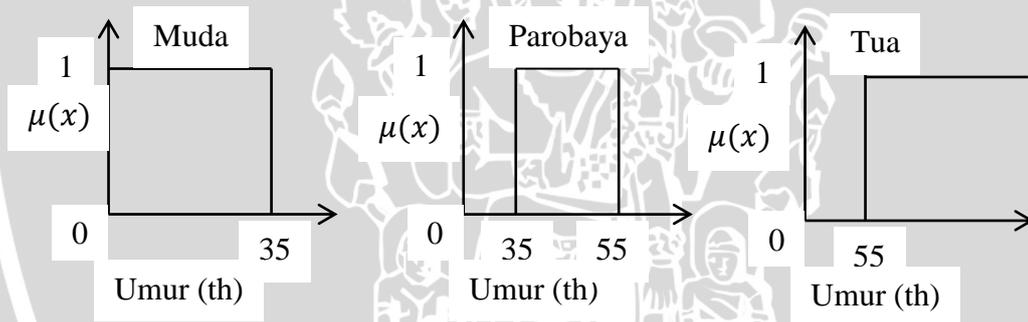
- Nilai keanggotaan 2 pada himpunan A,  $\mu_A [2]=1$ , karena  $2 \in A$ .
- Nilai keanggotaan 3 pada himpunan A,  $\mu_A [3]=1$ , karena  $3 \in A$ .
- Nilai keanggotaan 4 pada himpunan A,  $\mu_A [4]=0$ , karena  $4 \notin A$ .
- Nilai keanggotaan 2 pada himpunan B,  $\mu_B [2]=0$ , karena  $2 \notin B$ .
- Nilai keanggotaan 3 pada himpunan B,  $\mu_B [3]=1$ , karena  $3 \in B$ .

Contoh lain:

Misalkan variabel umur dibagi menjadi 3 kategori, yaitu:

- MUDA : umur  $< 35$  tahun
- PAROBAYA :  $35 \leq$  umur  $\leq 55$  tahun
- TUA : umur  $> 55$  tahun

Nilai keanggotaan secara grafis, himpunan MUDA, PAROBAYA dan TUA ini dapat ditunjukkan pada gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2.3 Grafik Keanggotaan Umur  
Sumber : [KUS-04]

Pada gambar 2.3, dapat ditunjukkan bahwa:

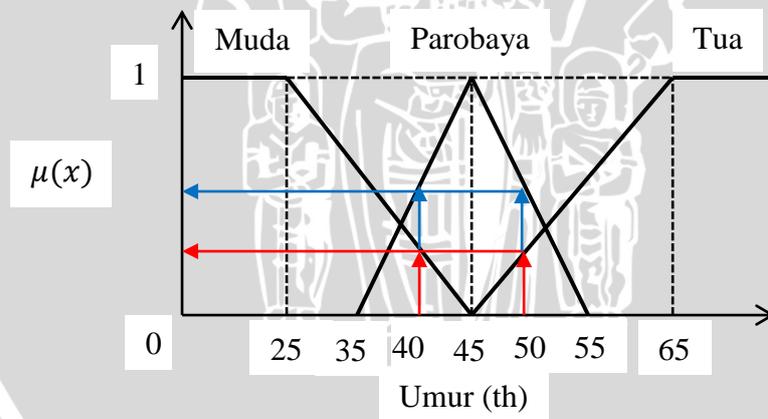
- apabila seseorang berusia 34 tahun, maka ia dikatakan MUDA ( $\mu_{MUDA}[34]=1$ );
- apabila seseorang berusia 35 tahun, maka ia dikatakan TIDAK MUDA ( $\mu_{MUDA} [35]=0$ );
- apabila seseorang berusia 35 tahun kurang 1 hari, maka ia dikatakan TIDAK MUDA ( $\mu_{MUDA} [35 \text{ th} -1\text{hr}]=0$ );
- apabila seseorang berusia 35 tahun, maka ia dikatakan PAROBAYA ( $\mu_{PAROBAYA}[35]=1$ );

- apabila seseorang berusia 34 tahun, maka ia dikatakan TIDAK PAROBAYA ( $\mu_{\text{PAROBAYA}}[34]=0$ );
- apabila seseorang berusia 35 tahun, maka ia dikatakan PAROBAYA ( $\mu_{\text{PAROBAYA}}[35]=1$ );
- apabila seseorang berusia 35 tahun kurang 1 hari, maka ia dikatakan TIDAK PAROBAYA ( $\mu_{\text{PAROBAYA}}[35 \text{ th} - 1 \text{ hr}]=0$ );

Pemakaian himpunan *crisp* untuk menyatakan umur sangat tidak adil, adanya perubahan kecil saja pada suatu nilai mengakibatkan perbedaan kategori yang cukup signifikan.

Himpunan *Fuzzy* digunakan untuk mengantisipasi hal tersebut. Seseorang dapat masuk dalam 2 himpunan yang berbeda, MUDA dan PAROBAYA, PAROBAYA dan TUA, dsb.

Seberapa besar eksistensinya dalam himpunan tersebut dapat dilihat pada nilai keanggotaannya. Gambar 2.4 berikut menunjukkan himpunan *Fuzzy* untuk variabel umur.



Gambar 2.4 Grafik Keanggotaan Fuzzy untuk Kriteria Umur  
Sumber : [KUS-04]

Pada gambar 2.4, dapat ditunjukkan bahwa:

- Seseorang yang berumur 40 tahun, termasuk dalam himpunan MUDA dengan  $\mu_{\text{MUDA}}[40]=0,25$ ; namun dia juga termasuk dalam himpunan PAROBAYA dengan  $\mu_{\text{PAROBAYA}}[40]=0,5$ .

- Seseorang yang berumur 50 tahun, termasuk dalam himpunan MUDA dengan  $\mu_{TUA}[50]=0,25$ ; namun dia juga termasuk dalam himpunan PAROBAYA dengan  $\mu_{PAROBAYA}[50]=0,5$ .

Kalau pada himpunan crisp, nilai keanggotaan hanya ada 2 kemungkinan, yaitu 0 atau 1, pada himpunan *Fuzzy* nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1. Apabila  $x$  memiliki nilai keanggotaan *Fuzzy*  $\mu_A[x]=0$  berarti  $x$  tidak menjadi anggota himpunan  $A$ , demikian pula apabila  $x$  memiliki nilai keanggotaan *Fuzzy*  $\mu_A[x]=1$  berarti  $x$  menjadi anggota penuh pada himpunan  $A$ .

Terkadang kemiripan antara keanggotaan *Fuzzy* dengan probabilitas menimbulkan kerancuan. Keduanya memiliki nilai pada interval  $[0,1]$ , namun interpretasi nilainya sangat berbeda antara kedua kasus tersebut. Keanggotaan *Fuzzy* memberikan suatu ukuran terhadap pendapat atau keputusan, sedangkan probabilitas mengindikasikan proporsi terhadap keseringan suatu hasil bernilai benar dalam jangka panjang. Misalnya, jika nilai keanggotaan suatu himpunan *Fuzzy* MUDA adalah 0,9; maka tidak perlu dipermasalahkan berapa seringnya nilai itu diulang secara individual untuk mengharapkan suatu hasil yang hampir pasti muda. Di lain pihak, nilai probabilitas 0,9 muda berarti 10% dari himpunan tersebut diharapkan tidak muda.

Himpunan *Fuzzy* memiliki 2 atribut, yaitu [KUS-04]:

- a. Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti: MUDA, PAROBAYA, TUA.
- b. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variable, seperti: 40, 25, 50, dsb.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *Fuzzy*, yaitu [KUS-04]:

- a. Variabel *Fuzzy*

Variabel *Fuzzy* merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu system *Fuzzy*.

Contoh: umur, temperatur, permintaan, dsb.

- b. Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *Fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *Fuzzy*.

Contoh:

- Variabel umur, terbagi menjadi 3 himpunan *Fuzzy*, yaitu: MUDA, PAROBAYA, dan TU
- Variabel temperatur, terbagi menjadi 5 himpunan *Fuzzy*, yaitu: DINGIN, SEJUK, NORMAL, HANGAT, dan PANAS.

### 2.5 Metode *Fuzzy Mamdani*

Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama Metode Max-Min. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan output, diperlukan 4 tahapan, yaitu [KUS-04] :

1. Pembentukan himpunan *Fuzzy*  
 Pada Metode Mamdani, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *Fuzzy*.
2. Aplikasi fungsi implikasi (aturan)  
 Pada Metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min.
3. Komposisi Aturan  
 Tidak seperti penalaran monoton, apabila sistem terdiri-dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem *Fuzzy*, yaitu: max, additive dan probabilistik OR (*probor*).

#### a. Metode Max (*Maximum*)

Pada metode ini, solusi himpunan *Fuzzy* diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah *Fuzzy*, dan mengaplikasikannya ke output dengan menggunakan operator OR (union). Jika semua proposisi telah dievaluasi, maka output akan berisi suatu himpunan *Fuzzy* yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proposisi. Secara umum dapat dituliskan:

$$\mu_{sf}[xi] = \max(\mu_{sf}[xi], \mu_{kf}[xi]) \dots\dots\dots (2-1)$$

dimana:



$\mu_{sf}[xi]$  = nilai keanggotaan solusi *Fuzzy* sampai aturan ke-i;

$\mu_{kf}[xi]$  = nilai keanggotaan konsekuen *Fuzzy* aturan ke-i;

b. Metode Additive (Sum)

Pada metode ini, solusi himpunan *Fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan bounded sum terhadap semua output daerah *Fuzzy*. Secara umum dituliskan:

$$\mu_{sf}[xi] = \min(1, \mu_{sf}[xi] + \mu_{kf}[xi]) \dots\dots\dots (2-2)$$

dimana:

$\mu_{sf}[xi]$  = nilai keanggotaan solusi *Fuzzy* sampai aturan ke-i;

$\mu_{kf}[xi]$  = nilai keanggotaan konsekuen *Fuzzy* aturan ke-i;

c. Metode Probabilistik OR (*probor*)

Pada metode ini, solusi himpunan *Fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan product terhadap semua output daerah *Fuzzy*. Secara umum dituliskan:

$$\mu_{sf}[xi] = (\mu_{sf}[xi] + \mu_{kf}[xi]) - (\mu_{sf}[xi] \times \mu_{kf}[xi]) \dots\dots\dots (2-3)$$

dimana:

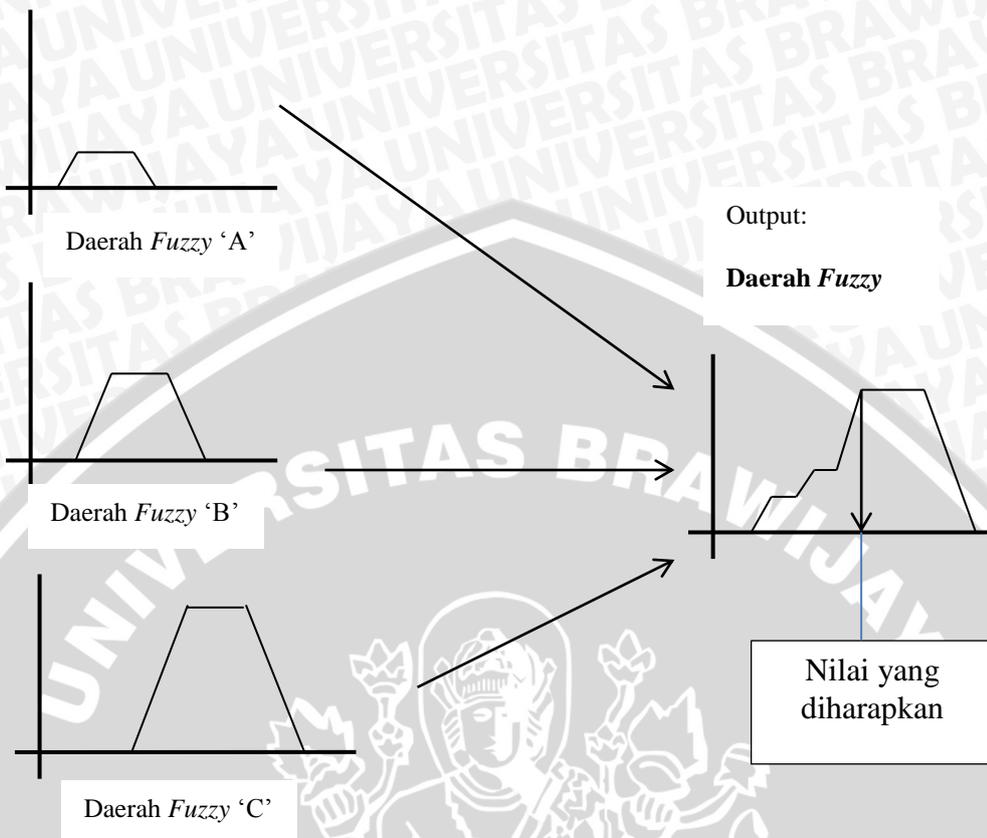
$\mu_{sf}[xi]$  = nilai keanggotaan solusi *Fuzzy* sampai aturan ke-i;

$\mu_{kf}[xi]$  = nilai keanggotaan konsekuen *Fuzzy* aturan ke-i;

4. Penegasan (*defuzzy*)

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan *Fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *Fuzzy*, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *Fuzzy* tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan *Fuzzy* dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai crisp tertentu sebagai output seperti ditunjukkan pada gambar 2.5.





Gambar 2.5 Grafik Proses Inferensi  
 Sumber : [KUS-04]

Ada beberapa metode defuzzifikasi pada komposisi aturan MAMDANI, antara lain [KUS-04]:

a. Metode *Centroid (Composite Moment)*

Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil titik pusat ( $z^*$ ) daerah *Fuzzy*. Secara umum titik persamaan  $z^*$  dapat ditentukan dengan persamaan (2.4) dan (2.5):

$$z^* = \frac{\text{Momen}}{\text{Luas}} = \frac{\int_z z\mu(z)dz}{\int_z \mu(z)dz} \quad \text{Untuk variable kontinu ..... (2-4)}$$

$$z^* = \frac{\sum_{j=1}^n z_j\mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)} \quad \text{Untuk variable Diskret ..... (2-5)}$$

dimana:

- $z^*$  : nilai centroid (titik pusat daerah *Fuzzy*)
- $z$  : fungsi untuk daerah hasil fuzzyfikasi
- $\mu$  : daerah hasil *Fuzzifikasi* / daerah hasil komposisi



b. Metode *Bisektor*

Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai pada domain *Fuzzy* yang memiliki nilai keanggotaan setengah dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah *Fuzzy*. Secara umum solusi crisp ditentukan dengan persamaan (2.6):

$$z_p \text{ sedemikian } h \int_{R_1}^P \mu(z) dz = \int_P^{R_n} \mu(z) dz \dots\dots\dots (2-6)$$

dimana:

$z_p$  : nilai solusi craps

$z$  : daerah hasil *Fuzzyfikasi*

$\mu(z)$  : derajat keanggotaan untuk daerah *Fuzzy*

c. Metode *Mean of Maximum* (MOM)

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata *domain* yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

d. Metode *Largest of Maximum* (LOM)

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar dari *domain* yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

e. Metode *Smallest of Maximum* (SOM)

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terkecil dari *domain* yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

**2.6 Data Flow Diagram (DFD)**

DFD adalah metode yang digunakan dalam pemodelan sistem yang berguna untuk menggambarkan sistem secara terstruktur. DFD digambarkan dalam bentuk diagram yang menghubungkan antar proses fungsional dengan aliran data yang terjadi pada sistem [PAR-11]. Proses aliran data dapat dijelaskan dengan menggunakan simbol maupun notasi tertentu. DFD juga dapat digunakan untuk menjelaskan proses aliran data yang terperinci atau proses dekomposisi [LIQ-09]. Berikut ini adalah simbol yang digunakan dalam DFD [PAR-11]:

- **Terminator / Entitas Luar**

Terminator / Entitas Luar adalah entitas yang berkomunikasi dengan sistem yang dibangun, simbol terminator dapat dilihat pada Gambar 2.6.

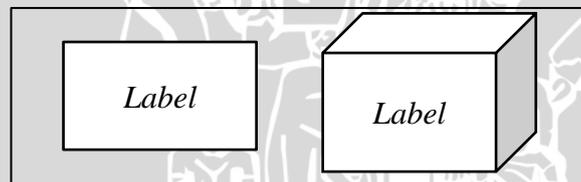


Terminator dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu [PAR-11]:

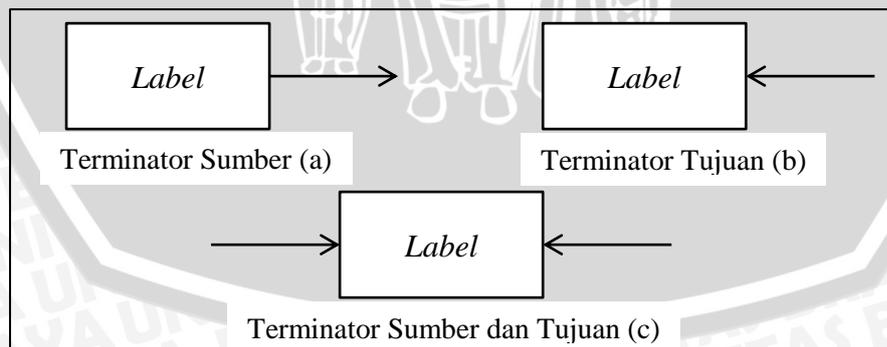
- Terminator Sumber (source) adalah terminator yang menjadi sumber sistem, ditunjukkan pada Gambar 2.7 (a).
- Terminator Tujuan (sink) adalah terminator yang menjadi tujuan data / informasi sistem, ditunjukkan pada Gambar 2.7 (b).

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menggunakan simbol terminator ini antara lain [LIQ-09]:

- Terminator merupakan entitas sumber/tujuan dari aliran data eksternal
- Terminator merupakan entitas yang hanya dapat mengirim/menerima data
- Terminator merupakan entitas yang harus diberi label yang menggunakan kata benda
- Terminator merupakan bagian/lingkungan luar sistem berupa orang, sekelompok orang, organisasi atau lainnya yang dapat berinteraksi dengan sistem
- Terminator merupakan entitas yang menerima informasi dari sistem, memberikan informasi baru dalam sistem, dan menjalankan sistem



Gambar 2.6 Simbol Terminator  
Sumber : [LIQ-09]



Gambar 2.7 Jenis Terminator  
Sumber: [LIQ-09]

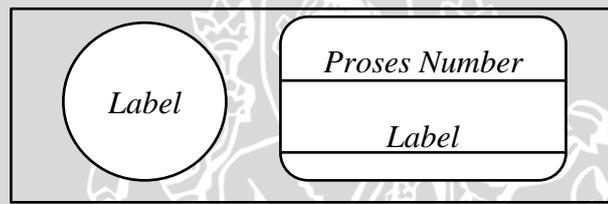
- **Proses**

Proses adalah komponen yang menggambarkan bagian dari sistem yang dibangun dengan mengubah input menjadi output, simbol proses dapat dilihat

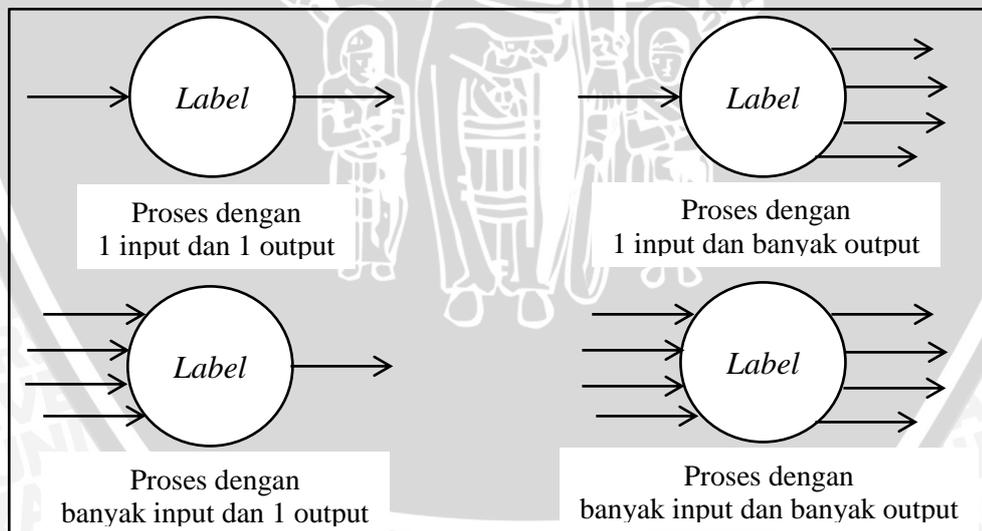
pada Gambar 2.8 [LIQ-09]. Proses dapat dibedakan menjadi 4 kemungkinan terjadinya proses yang dapat dilihat pada Gambar 2.9 [PAR-11].

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menggunakan simbol proses ini antara lain [LIQ-09]:

- Proses harus menerima aliran data sebagai input dan menghasilkan aliran data sebagai output
- Proses dapat dibagi menjadi beberapa proses yang lebih detail (sub-proses)
- Proses merupakan komponen yang harus diberi label berupa kata kerja
- Proses merupakan internal sistem yang dapat dihubungkan dengan komponen terminator, data store atau proses melalui alur data.
- Terdapat paling sedikit 1 input aliran data dan 1 output aliran data



Gambar 2.8 Simbol Proses  
Sumber : [LIQ-09]



Gambar 2.9 Jenis Proses  
Sumber: [PAR-11]

- **Data Store**

Data store adalah komponen yang digunakan untuk model kumpulan data pada sistem yang dibangun, simbol proses dapat dilihat pada Gambar 2.10.

Berdasarkan aliran data yang ada data store dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu [PAR-11] :

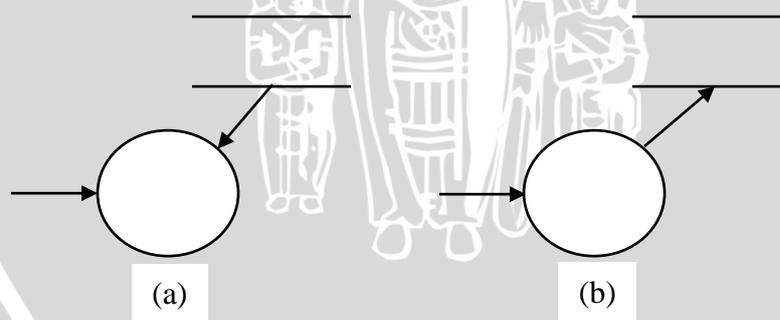
- Alur data dari data store, yang merupakan pembacaan atau pengaksesan data dalam sistem, ditunjukkan pada Gambar 2.11 (a).
- Alur data ke data store, yang merupakan pengupdatean data dalam sistem seperti menghapus atau mengubah data dalam sistem, ditunjukkan pada Gambar 2.11 (b).

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menggunakan simbol data store ini antara lain [LIQ-09]:

- Data store hanya dihubungkan dengan komponen proses
- Data store merupakan komponen yang harus diberi label berupa kata benda jamak
- Data store merupakan internal sistem yang dapat dihubungkan dengan komponen proses melalui alur data



Gambar 2.10 Simbol Data Store  
Sumber : [LIQ-09]



Gambar 2.11 Jenis Data Store  
Sumber : [PAR-11]

• **Data Flow / Alur Data**

Data flow adalah komponen yang digunakan sebagai model aliran data yang digambarkan dengan anak panah, sekaligus menunjukkan arah aliran data menuju atau keluar dari proses, simbol data flow dapat dilihat pada Gambar

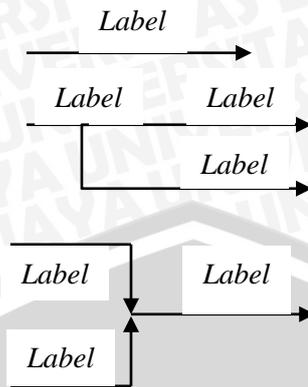
2.12. Terdapat 4 konsep yang digunakan dalam penggambaran alur data, yaitu [PAR-11] :

- **Konsep paket data**, merupakan alur data yang menggabungkan beberapa data berhubungan menjadi satu paket data yang sama. Dengan ketentuan alur data tersebut mempunyai sumber dan tujuan yang sama. Contohnya, terdapat data pribadi siswa yang terdiri dari Nama, Nomer Induk, Tempat Tanggal Lahir, Alamat dan lainnya. Data-data tersebut dapat diringkas menjadi satu paket data yaitu paket Data Siswa. Penggambaran konsep paket data dapat dilihat pada Gambar 2.13 (a).
- **Konsep alur data menyebar**, merupakan alur data yang mempunyai sumber sama dan menyebar ke tujuan yang berbeda. Penggambaran konsep alur data menyebar dapat dilihat pada Gambar 2.13 (b).
- **Konsep alur data mengumpul**, merupakan alur data dari beberapa sumber data yang berbeda dan mengumpul ke tujuan yang sama. Penggambaran konsep alur data mengumpul dapat dilihat pada Gambar 2.13 (c).
- **Konsep sumber atau tujuan alur data**, merupakan alur data dengan ketentuan harus mengandung minimal satu proses. Terdapat beberapa contoh penggunaannya diantaranya :
  - Alur data yang bersumber atau bertujuan pada suatu proses.
  - Alur data yang bersumber pada suatu proses dan bertujuan pada suatu proses.

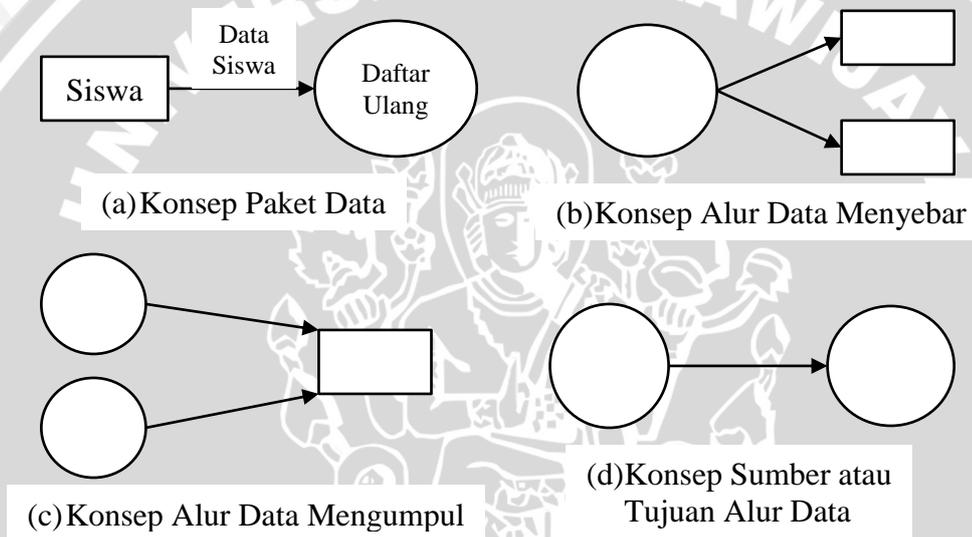
Penggambaran konsep sumber atau tujuan alur data dapat dilihat pada Gambar 2.13 (d).

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menggunakan simbol data flow ini antara lain [LIQ-09]:

- Data flow merupakan konektor yang berfungsi untuk menghubungkan proses, data store, dan terminator.
- Data flow merupakan komponen yang harus diberi label berupa kata benda



Gambar 2.12 Simbol Data Flow  
Sumber: [LIQ-09]



Gambar 2.13 Konsep Data Flow  
Sumber: [PAR-11]

Penggambaran DFD yang konsisten, memiliki beberapa garis besar langkah-langkah dalam pembuatannya yaitu [LIQ-09] [PAR-11]:

- 1) Mengidentifikasi entitas yang akan digunakan pada sistem.
- 2) Mengidentifikasi input dan output yang akan digunakan oleh entitas.
- 3) Membuat Diagram Konteks (diagram context), yang menggambarkan sistem dan merupakan diagram level tertinggi dari DFD.
- 4) Membuat Diagram Level Zero, yang merupakan penjabaran detail dari diagram konteks dengan ketentuan masuk/keluar alur data pada masing-masing proses memperhatikan konsep keseimbangan dengan diagram level sebelumnya. Penomoran dilakukan dengan cara memberi nomer pada proses utama (urutan tidak mempengaruhi).

- 5) Membuat Diagram Level Satu, yang merupakan dekomposisi dari diagram level zero dengan membagi proses ke sub proses dengan ketentuan masuk/keluar alir data pada proses memperhatikan konsep keseimbangan dengan diagram level sebelumnya. Penomoran dilakukan dengan cara mengikuti nomer proses level sebelumnya ditambah nomer sub proses itu sendiri.
- 6) DFD Level Dua, Tiga, dst, yang merupakan dekomposisi dari level sebelumnya dengan aturan yang sama dengan level satu.

## 2.7 Entity-Relationship Diagram (ERD)

*Entity Relationship Diagram* (ERD) adalah teknik penggambaran secara umum untuk struktur data dan desain sistem database. ERD digunakan untuk mendeskripsikan hubungan antara tabel penyimpanan (data) atau dapat dikatakan pemodelan data [LIQ-09]. ERD menggunakan sejumlah notasi dan simbol untuk menggambarkan struktur dan hubungan antar data. Ada tiga komponen utama pada ERD yaitu [LIQ-09]:

- **Entity (Entitas)**

Entity merupakan perwakilan dari orang, tempat, benda, peristiwa, atau konsep yang dibutuhkan untuk menyimpan data. Simbol dari entitas ditunjukkan pada Gambar 2.14 (a).

- **Atribut**

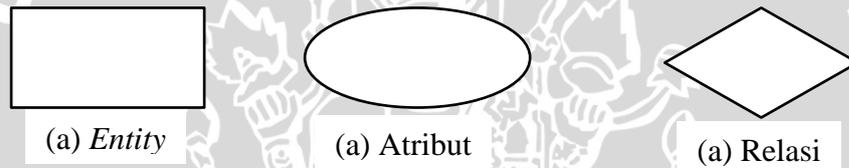
Atribut merupakan *element* yang dimiliki oleh *entity*. Atribut terdapat beberapa macam seperti *primary key*, *foreign key*, *candidate key*, *group*, dan *subsetting* kriteria. Simbol dari atribut ditunjukkan pada Gambar 2.14 (b).

- **Relasi**

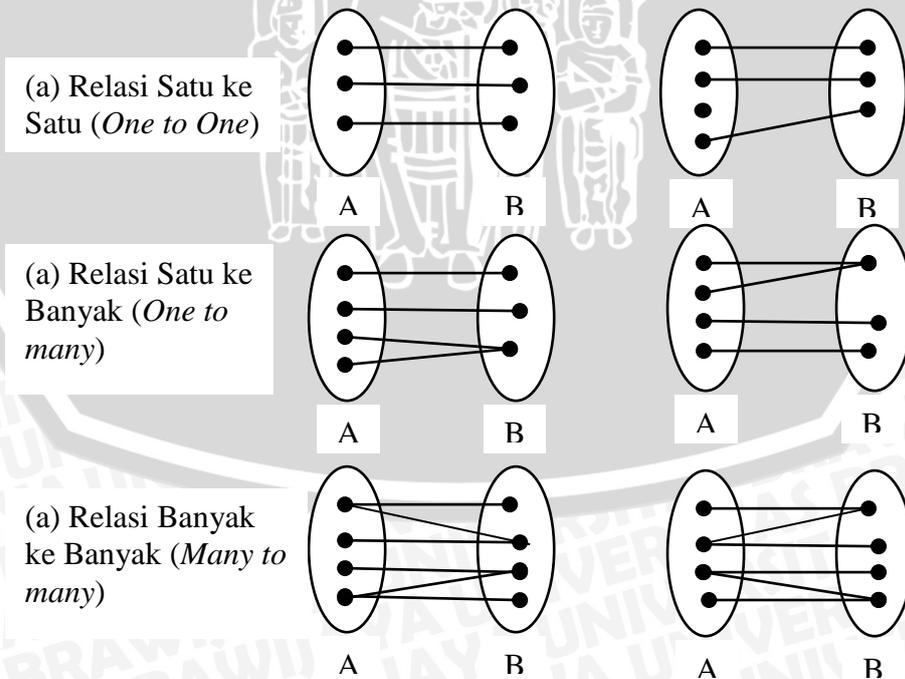
Relasi merupakan hubungan antara entitas yang ada, baik antar satu entitas atau lebih entitas. Relasi ini mewakili suatu peristiwa antar entitas atau hanya sebagai relasi logis antar entitas. Simbol dari relasi ditunjukkan pada Gambar 2.14 (c).

Dalam ERD terdapat mcam-macam relasi yang memungkinkan dalam pemodelan data, diantaranya [LIQ-09]:

- Satu Ke Satu (*One to One*)  
Relasi antara entitas A dengan entitas B, dimana entitas A mempunyai satu hubungan dengan entitas B dan begitu sebaliknya, yang digambarkan pada Gambar 2.15 (a).
- Satu Ke Banyak (*One to Many*)  
Relasi antara entitas A dengan entitas B, dimana entitas A mempunyai banyak hubungan dengan entitas B, sedangkan entitas B hanya mempunyai satu hubungan dengan antitas A, yang digambarkan pada Gambar 2.15 (b).
- Banyak ke Banyak (*Many to Many*)  
Relasi antara entitas A dengan entitas B, dimana entitas A mempunyai banyak hubungan dengan entitas B dan begitu sebaliknya, yang digambarkan pada Gambar 2.15 (c).



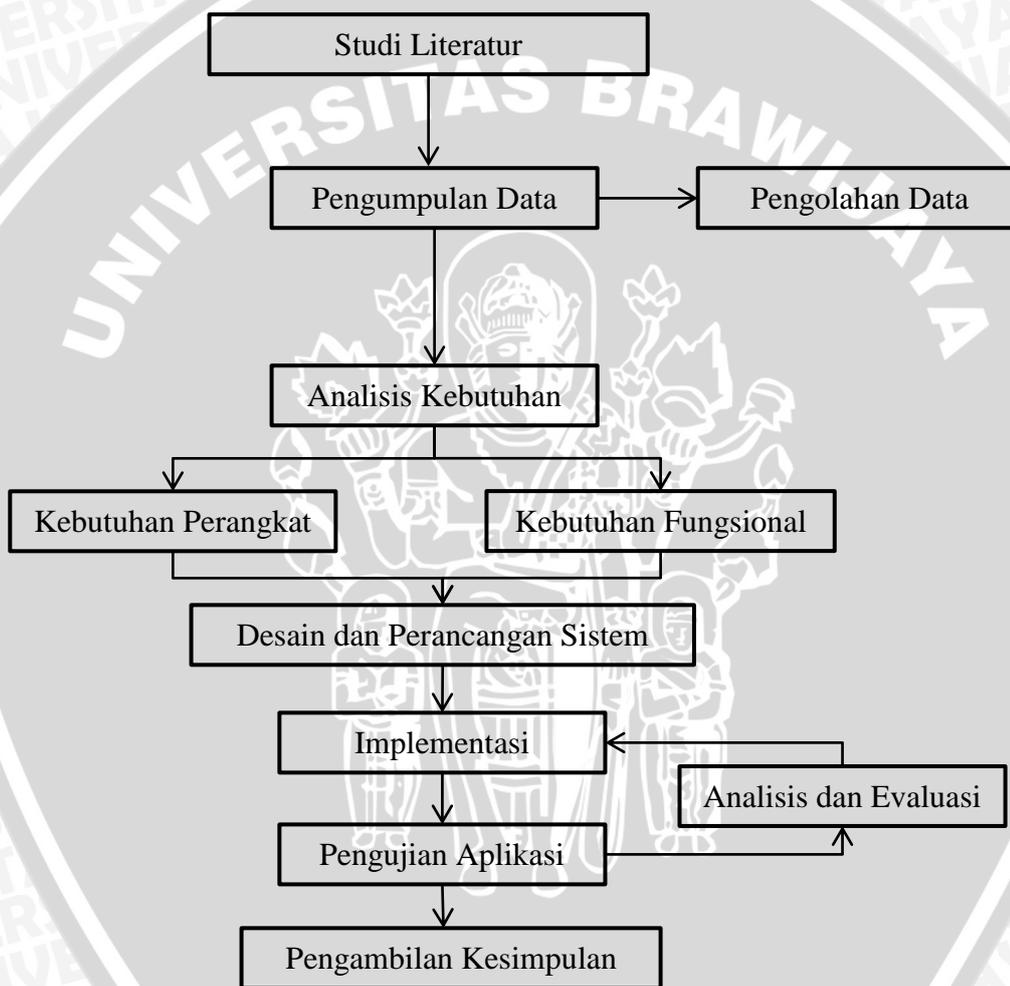
Gambar 2.14 Simbo ERD  
Sumber: [LIQ-09]



Gambar 2.15 Macam Relasi  
Sumber: [LIQ-09]

### BAB III METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan dalam pembuatan Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kualitas Air Sungai Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia dengan *Metode Fuzzy Mamdani* adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram Alur Metode Penelitian  
Sumber : Perancangan

#### 3.1 Studi Literatur

Setelah menentukan objek penelitian yang akan dikerjakan langkah selanjutnya adalah mencari dan memahami studi pustaka/literature untuk

memahami konsep-konsep rancangan aplikasi yang harus dipelajari agar dalam perancangan aplikasi tidak mengalami kendala yang berarti. Dalam penelitian ini literature yang dicari adalah mengenai :

- 1) Kajian Pustaka
- 2) Air
- 3) Sistem Pendukung Keputusan (SPK)
- 4) Pengertian Himpunan Fuzzy
- 5) Metode Fuzzy Mamdani
- 6) Data Flow Diagram (DFD)
- 7) Entity-Relationship Diagram (ERD)

### 3.2 Pengumpulan Data dan Pengolahan Data

Metode ini digunakan untuk mendapatkan data sampel sebagai acuan untuk pengembangan perangkat lunak. Data sampel yang dimaksud adalah data hasil pengukuran kualitas air sungai sebagai atribut beserta kriteria yang dijadikan sebagai acuan dalam pengambilan keputusan.

### 3.3 Analisis Kebutuhan

Analisa kebutuhan dilakukan dengan menentukan kebutuhan apa saja yang dibutuhkan untuk membangun sistem pendukung keputusan. Berikut ini kebutuhan yang digunakan dalam pembuatan sistem pendukung keputusan penentuan kualitas air sungai:

1. Kebutuhan *Hardware*, meliputi:
  - Laptop dengan *Processor Intel® Core™ i3-2330M CPU @ 2.20GHz*
  - *Memory 2 GB*
2. Kebutuhan *Software*, meliputi:
  - Sistem operasi *Windows 7 Ultimate 32-bit*
  - *Netbeans IDE 7.0*
  - *Java Development Kit (JDK) 7*
  - *XAMPP*
3. Data yang dibutuhkan, meliputi:
  - *TSS, BOD, COD, DO, pH, fenol, serta minyak dan lemak.*

### 3.4 Desain dan Perancangan Sistem

Pada perancangan sistem dilakukan untuk mempermudah implementasi, pengujian dan analisis. Langkah-langkah yang dilakukan dalam perancangan sistem ini adalah :

1. Perancangan diagram blok SPK dan *Data Flow Diagram* (DFD)

Diagram blok SPK menjelaskan penguraian logis dari fungsi-fungsi sistem dan hubungannya satu sama lain. *Data Flow Diagram* digunakan sebagai perangkat yang memodelkan sistem untuk mempermudah memahami sistem secara jelas dan terstruktur.

2. Perancangan subsistem manajemen data

Subsistem manajemen data mengatur penyimpanan data dalam database.

3. Perancangan subsistem manajemen berbasis pengetahuan.

Subsistem manajemen berbasis pengetahuan berisi pengetahuan terkait penentuan status mutu air untuk mendukung kebutuhan subsistem manajemen lainnya.

4. Perancangan subsistem manajemen model

Pada subsistem manajemen model menggunakan metode Fuzzy Mamdani sebagai model untuk pengambilan keputusan yang terbaik. Subsistem manajemen model menjelaskan penggunaan metode perhitungan Fuzzy Mamdani sebagai penentuan status mutu air untuk mendukung pengujian SPK.

5. Perancangan subsistem antarmuka pengguna

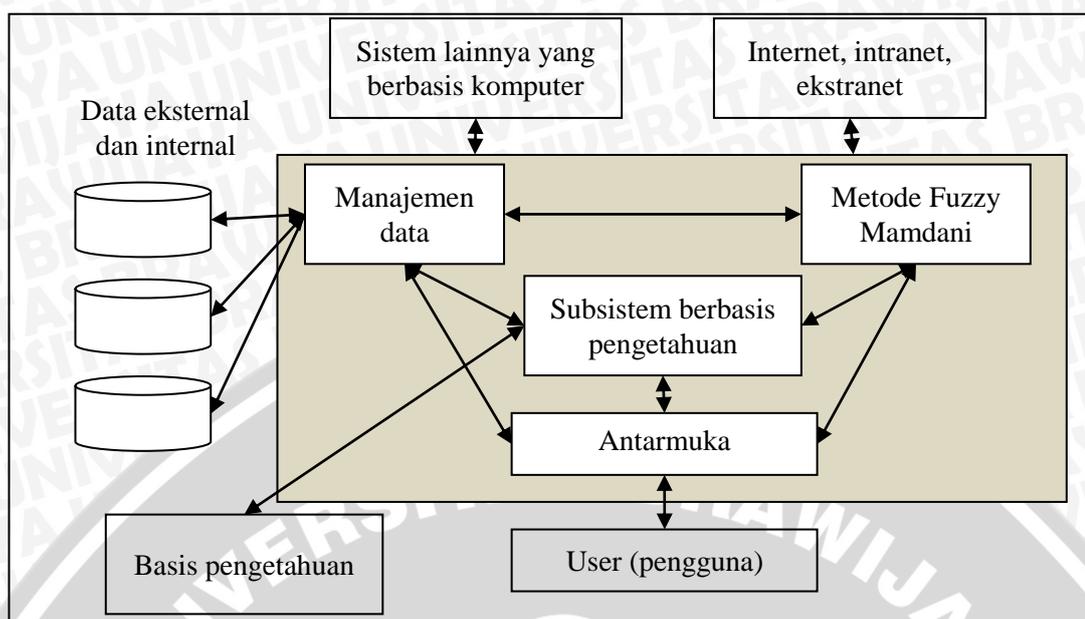
Perancangan subsistem memudahkan pengguna untuk menggunakan sistem yang dibangun.

6. Perancangan Algoritma

Perancangan algoritma metode *Fuzzy Mamdani* meliputi proses pengolahan data kriteria, data *rule* (basis pengetahuan), proses perhitungan *Fuzzy Mamdani*, dan data laporan.

#### 3.4.1 Arsitektur SPK

Pada Gambar 3.2 terdapat arsitektur sistem pendukung keputusan Penentuan Kualitas Air Sungai.

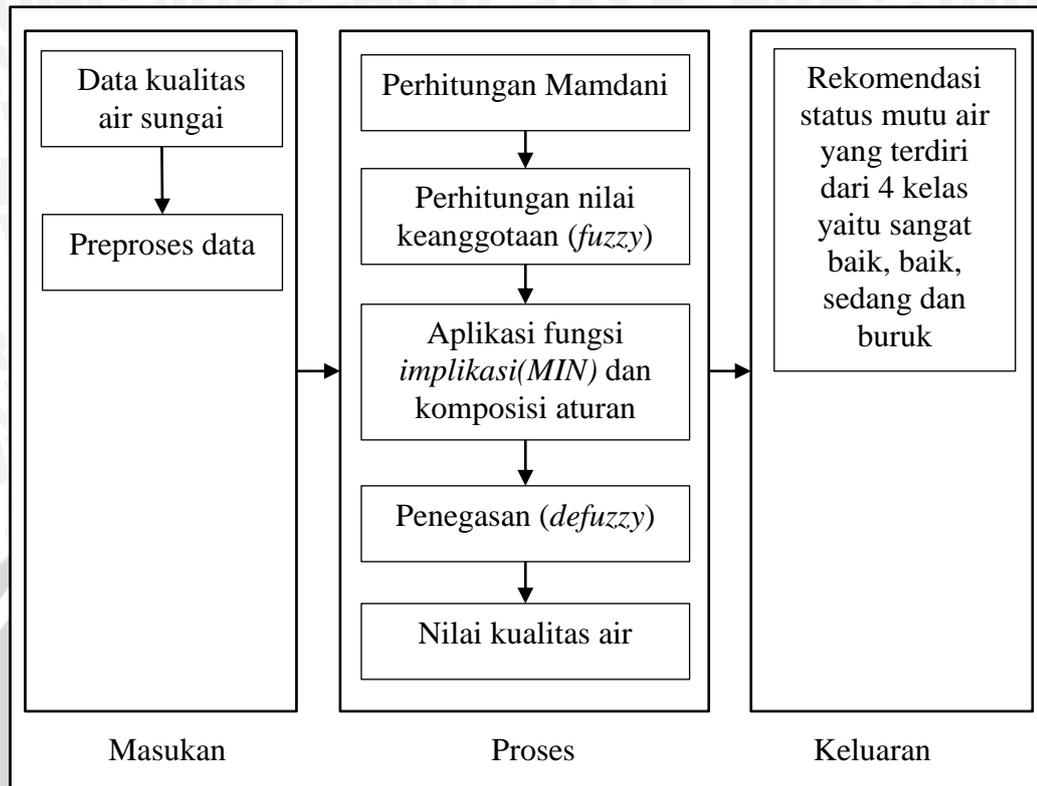


Gambar 3.2 Arsitektur SPK Penentuan Kualitas Air Sungai  
 Sumber : Perancangan

Subsistem *data component* pada SPK penentuan kualitas air sungai yaitu data-data status mutu air sungai yang diperoleh dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Annisah Paramadyastha [ANN-11]. Pada *DSS database* eksternal dan internal mewakili subsistem manajemen data, subsistem antarmuka pengguna yaitu interface yang disediakan untuk pengguna. Subsistem model management yaitu *Fuzzy Mamdani*, Subsistem berbasis pengetahuan menjelaskan basis pengetahuan organisasional yang sesuai kriteria dan data status mutu air sungai dalam membentuk alternatif. Internet, intranet dan ekstranet merupakan model eksternal SPK. User merupakan sebagai pengguna SPK. Digunakan garis penghubung panah bolak-balik untuk menggambarkan proses data masuk dan data keluar.

### 3.4.2 Diagram Blok Sistem

Perancangan diagram blok sistem menjelaskan tentang diagram alir dari sistem yang akan dibangun. Secara umum sistem ini terdiri dari proses input, proses *Fuzzy Mamdani*, dan proses output. Perancangan sistem dapat dilihat lebih jelas pada arsitektur perancangan blok diagramnya pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram blok SPK penentuan kualitas air sungai  
[Sumber : Perancangan]

Pada gambar 3.3 terdiri dari beberapa blok diagram proses, yaitu:

- Masukan (*input*)  
*Input* pada sistem ini yaitu berupa parameter status mutu air sungai yang terdiri dari TSS, BOD, COD, DO, pH, fenol, serta minyak dan lemak.
- Proses Perhitungan *Fuzzy Mamdani*  
Setelah data status mutu air sungai diinputkan selanjutnya akan diproses kedalam *Fuzzy Mamdani*. Pada proses perhitungan *Fuzzy Mamdani* diperlukan 4(empat) tahapan yaitu: (1) Pembentukan himpunan *fuzzy*; (2) Aplikasi fungsi implikasi (aturan); (3) Komposisi aturan; (4) Penegasan (*defuzzy*) [KUS-04]. Keluaran dari perhitungan metode ini adalah menghasilkan nilai kualitas air sungai.
- Keluaran (*output*)  
*Output* dari sistem ini adalah status mutu air sungai yang terdiri dari 4(empat) kelas yang terdiri dari memenuhi baku mutu, tercemar ringan, tercemar sedang, dan atau tercemar berat.

### **3.5 Implementasi**

Aplikasi dibuat sesuai desain yang telah dibuat. Proses pengimplementasian dalam pembuatan aplikasi ini menggunakan bahasa pemrograman Java dengan menggunakan Net Beans sebagai compilernya.

### **3.6 Pengujian dan Evaluasi**

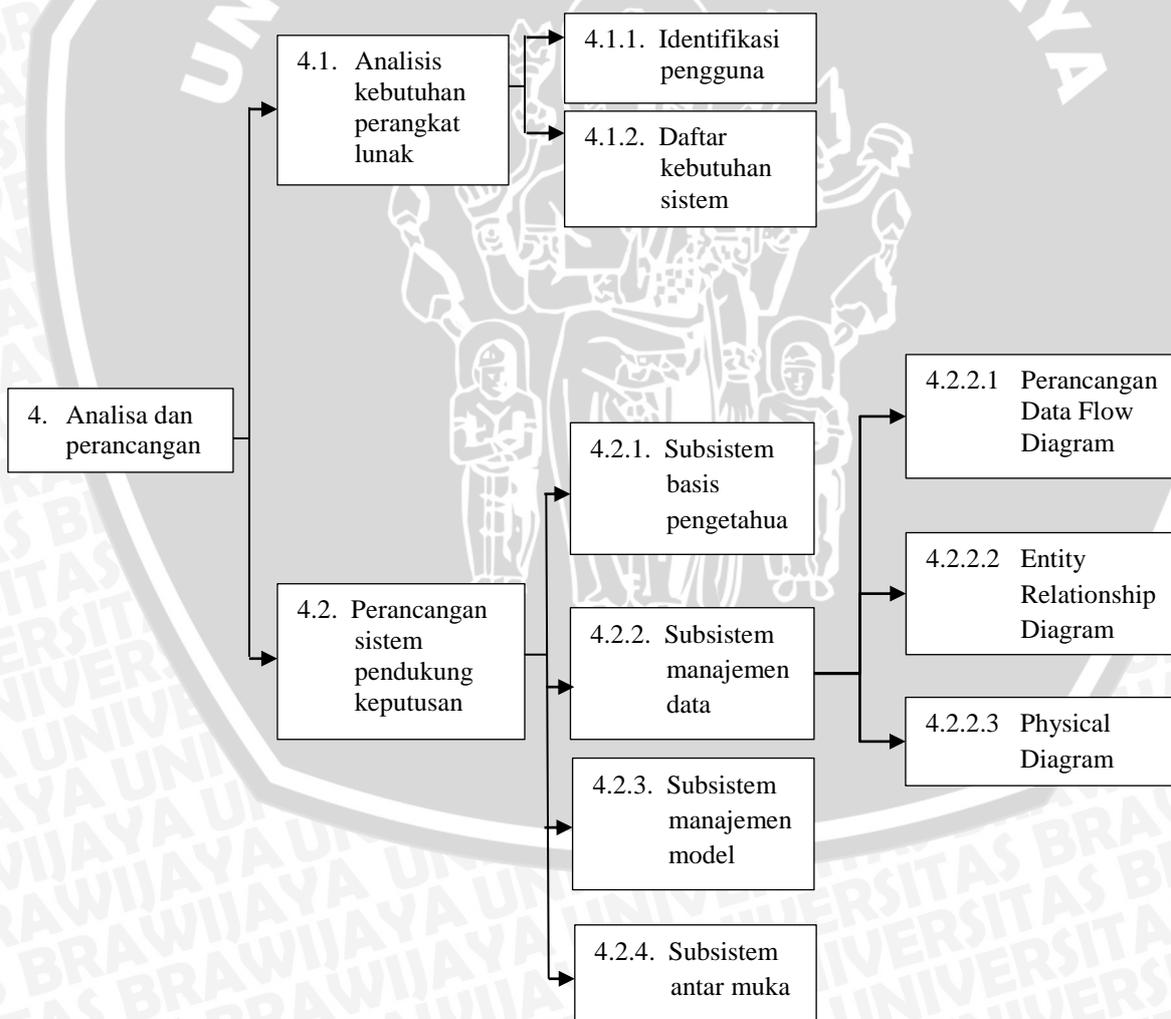
Pengujian ini dapat dilakukan untuk interface perangkat lunak. Tujuan test case ini menunjukkan fungsi perangkat lunak ketika beroperasi. Selain itu, testing juga berguna untuk mencari kesalahan-kesalahan sistem pendukung keputusan penentuan kualitas air sungai dengan menggunakan metode Fuzzy Mamdani. SPK ini akan diuji untuk mengetahui hasil keputusan sistem apakah telah sesuai dengan hasil keputusan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Annisah Paramadyastha [ANN-11]. Pengujian ini lebih difokuskan untuk mengetahui perbandingan penentuan status mutu air antara metode Fuzzy Mamdani dan metode Storet pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Annisah Paramadyastha [ANN-11].

### **3.7 Pengambilan Kesimpulan**

Pengambilan kesimpulan dilakukan setelah semua tahapan perancangan, implementasi dan pengujian sistem aplikasi telah selesai dilakukan. Kesimpulan diambil dari hasil pengujian dan analisis terhadap sistem yang dibangun. Tahap terakhir dari penulisan adalah saran yang dimaksudkan untuk memperbaiki kesalahan-kesalahan yang terjadi dan menyempurnakan penulisan serta untuk memberikan pertimbangan atas pengembangan aplikasi selanjutnya.

## BAB IV PERANCANGAN

Perancangan ini dilakukan meliputi dua tahap, yaitu proses analisis kebutuhan perangkat lunak, dan perancangan Sistem Pendukung Keputusan pada kasus penentuan kualitas air sungai dengan metode *Fuzzy Mamdani*. Tahap analisis kebutuhan perangkat lunak terdiri dari identifikasi aktor, dan daftar kebutuhan sistem. Perancangan Sistem Pendukung Keputusan terdiri dari manajemen data, manajemen berbasis pengetahuan, manajemen model, dan antarmuka pengguna. Alur sistem tersebut akan ditampilkan melalui pohon perancangan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Pohon Perancangan  
Sumber : [Perancangan]

#### 4.1 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Proses analisis kebutuhan perangkat lunak mengacu pada gambaran umum Sistem Pendukung Keputusan penentuan kualitas air sungai dan penetapan kebutuhan-kebutuhan yang ingin didapatkan oleh pengguna. Pada analisis kebutuhan, diawali dengan identifikasi aktor yang terlibat langsung ke dalam sistem. Penjabaran kebutuhan sistem dibuat dalam bentuk *use case diagram*. Analisis kebutuhan ditujukan untuk menggambarkan kebutuhan-kebutuhan yang harus disediakan sistem untuk memenuhi kebutuhan pengguna.

##### 4.1.1 Identifikasi Pengguna

Tahap ini mempunyai tujuan untuk melakukan identifikasi terhadap pengguna yang akan berinteraksi dengan sistem. Tabel 4.1 memperlihatkan sebuah pengguna beserta penjelasannya yang merupakan hasil dari proses identifikasi pengguna.

Tabel 4.1 Identifikasi Pengguna

Pengguna	Deskripsi Pengguna
Staff laboratorium Kualitas Air (SL)	<i>Staff laboratorium</i> merupakan pengguna yang dapat mengolah data setiap parameter pengujian kualitas air yang terdiri dari parameter fisika dan parameter kimia. Selain itu <i>Staff laboratorium</i> juga berhak untuk melakukan proses perhitungan terhadap data parameter pengujian kualitas air sungai. Serta mengetahui hasil dari sistem pendukung keputusan penentuan kualitas air. Akses Ketua laboratorium dapat dilakukan setelah melakukan proses login sebagai Ketua laboratorium.
Ketua laboratorium Kualitas Air (KL)	Ketua laboratorium merupakan pengguna yang dapat Mengetahui hasil dari sistem pendukung keputusan penentuan kualitas air. Ketua laboratorium dapat mengelola data aturan ( <i>rule</i> ) yang digunakan dalam sistem ini. Akses Ketua laboratorium dapat dilakukan setelah melakukan proses login sebagai Ketua laboratorium.
Biro IT (IT)	Biro IT merupakan pengguna yang dapat mengubah, menambah dan menghapus pengguna sistem pendukung keputusan penentuan kualitas air. Biro IT juga dapat mengelola data sistem pendukung keputusan uji kualitas air. Akses Biro IT dapat dilakukan setelah melakukan proses login sebagai Biro IT.

Sumber: [Perancangan]

#### 4.1.2 Daftar Kebutuhan Sistem

Daftar kebutuhan ini terdiri dari sebuah kolom yang menguraikan kebutuhan yang harus disediakan oleh sistem, dan pada kolom yang lain akan menunjukkan nama proses yang akan menunjukkan fungsionalitas masing-masing kebutuhan tersebut. Daftar kebutuhan fungsional sistem dapat ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Daftar Kebutuhan Fungsional

ID	Kebutuhan / <i>Requirements</i>	Pengguna / Entitas	Nama Aliran Data
SRS_01	Sistem harus menyediakan antarmuka untuk melakukan <i>Log In</i>	SL, KL, IT	<i>Log In</i>
SRS_02	Sistem harus menyediakan antarmuka untuk memasukkan, melihat, mengedit, dan menghapus data akun	IT	Pengolahan Data Akun
SRS_03	Sistem harus menyediakan antarmuka untuk memasukkan, melihat, mengedit dan menghapus data air sungai	SL	Pengolahan Data Air Sungai
SRS_04	Sistem harus menyediakan antarmuka untuk melihat kriteria dan pembentukan himpunan <i>fuzzy</i>	SL	Perhitungan Derajat Keanggotaan <i>Fuzzy</i>
SRS_05	Sistem harus menyediakan antarmuka untuk melihat dan mengubah aturan( <i>rule</i> ) yang digunakan	SL, KL	Pengolahan aturan( <i>rule</i> )
SRS_06	Sistem memiliki kemampuan menghitung kualitas air sungai menggunakan metode <i>Fuzzy Mamdani</i>	SL	Perhitungan <i>Fuzzy Mamdani</i>
SRS_07	Sistem harus menyediakan antarmuka untuk melihat hasil dari perhitungan <i>Fuzzy Mamdani</i> dan grafik laporan nilai kriteria	SL, KL	Akses Data Kesimpulan
SRS_08	Sistem harus menyediakan antarmuka untuk melakukan <i>Log Out</i>	SL, KL, IT	<i>Log Out</i>

Sumber : [Perancangan]

Daftar kebutuhan non-fungsional aplikasi Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kualitas Air Sungai diperlihatkan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Daftar Kebutuhan Non-Fungsional

Parameter	Deskripsi Kebutuhan
<i>Availability</i>	Aplikasi ini harus dapat beroperasi selama waktu yang ditentukan.
<i>Response Time</i>	Aplikasi ini harus cepat dalam melakukan proses penyimpanan data, pengubahan data, pencarian data, penghapusan data, dan penghitungan data.
<i>Memory</i>	Aplikasi ini harus ringan dan tidak membutuhkan <i>memory</i> yang besar.

Sumber: [Perancangan]

#### 4.2 Perancangan Sistem Pendukung Keputusan

Tahapan perancangan Sistem Pendukung Keputusan bertujuan untuk menjabarkan model informasi yang telah dibuat pada tahapan analisa kebutuhan sistem. Perancangan yang dilakukan adalah perancangan untuk seluruh subsistem yang terdapat dalam arsitektur sistem pendukung keputusan penentuan kualitas air sungai. Perancangan tersebut meliputi perancangan untuk subsistem manajemen data, subsistem basis pengetahuan, subsistem manajemen model dan subsistem antarmuka. Untuk subsistem manajemen data digunakan beberapa pemodelan data, yaitu *Data Flow Diagram (DFD)*, *Entity Relation diagram (ERD)* dan *Physical diagram (PD)*.

Pada Gambar 3.2 dijelaskan arsitektur sistem pendukung keputusan yang akan digunakan dalam merancang sistem, yang didalamnya terdapat subsistem-subsistem yang saling mendukung subsistem lainnya. Subsistem yang terdapat dalam sistem antara lain:

1. Subsistem Basis Pengetahuan

Menjelaskan kriteria-kriteria yang digunakan pada Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kualitas Air Sungai sebagai informasi yang diperlukan dalam proses perhitungan dengan menggunakan *Fuzzy Mamdani*.

2. Subsistem Manajemen Data

Menjelaskan pemodelan dari aliran data, basis data, dan relasi antar masing-masing entitas yang akan digunakan dalam Sistem Pendukung

Keputusan Penentuan Kualitas Air Sungai dengan menggunakan *Fuzzy Mamdani*.

### 3. Subsistem Manajemen Model

Menjelaskan perancangan algoritma dan proses perhitungan yang diterapkan dalam Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kualitas Air Sungai dengan menggunakan *Fuzzy Mamdani*.

### 4. Subsistem Antarmuka

Menentukan bagaimana desain interface yang baik untuk pengguna Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kualitas Air Sungai dengan menggunakan *Fuzzy Mamdani*.

Berikut ini merupakan penjelasan detail mengenai subsistem yang digunakan:

#### 4.2.1 Subsistem Basis Pengetahuan

Subsistem Basis pengetahuan berisi tentang pengetahuan yang relevan dan diperlukan oleh sistem untuk memahami, merumuskan, dan memecahkan persoalan yang dihadapi sistem. Subsistem basis pengetahuan memberikan proses inteligensi untuk memperbesar pengetahuan pengambilan keputusan. Berdasarkan arsitektur SPK, sistem ini memerlukan pengetahuan untuk membuat penilaian tingkat kepentingan kriteria dan pengetahuan kualitas air sungai untuk membuat keputusan. Basis pengetahuan merupakan inti dari Sistem Pendukung Keputusan Penentuan.

Basis pengetahuan sistem pendukung keputusan Kualitas Air Sungai dengan menggunakan metode *Fuzzy Mamdani* ini, berdasarkan pada pengujian kualitas air sungai dengan kriteria parameter fisika-kimia yang telah ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah no. 82 tahun 2001. Selain berasal dari Peraturan Pemerintah no. 82 tahun 2001, basis pengetahuan sistem pendukung keputusan ini juga mengacu pada hasil wawancara dan diskusi dengan seorang pakar teknik pengairan. Hasil wawancara dan diskusi yang telah dilakukan dengan pakar, didapat beberapa parameter yang berpengaruh dalam pengujian kualitas air dan tetap sesuai dengan Peraturan Pemerintah no. 82 tahun 2001. Pada tabel 4.4 merupakan kriteria yang berpengaruh terhadap faktor pengambilan keputusan

penentuan kualitas air sungai. Nilai masing-masing kriteria berdasarkan kelasnya dalam menentukan kualitas air sungai ditunjukkan pada tabel 4.5.

Tabel 4.4 Kriteria yang berpengaruh terhadap kualitas air sungai

No.	Kriteria	Penjelasan
1.	Residu Tersuspensi/TSS	Total Suspended Solid (TSS) merupakan zat-zat padat yang berada dalam suspensi, dapat dibedakan menurut ukurannya sebagai partikel tersuspensi koloid (partikel koloid) dan partikel tersuspensi biasa (partikel tersuspensi) [ANN-11].
2.	BOD	BOD adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau miligram per liter (mg/l) yang diperlukan untuk menguraikan benda organik oleh bakteri, sehingga limbah tersebut menjadi jernih kembali [SUG-87].
3.	COD	COD adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau miligram per liter (mg/l) yang dibutuhkan dalam kondisi khusus untuk menguraikan benda organik secara kimiawi [SUG-87].
4.	DO	DO adalah banyaknya oksigen yang terkandung didalam air dan diukur dalam satuan miligram per liter (mg/l). Oksigen yang terlarut ini dipergunakan sebagai tanda derajat pengotoran limbah yang ada.
5.	pH	pH yang baik bagi air minum dan air limbah adalah netral (7). Semakin kecil nilai pH-nya, maka akan menyebabkan air tersebut berupa asam [SUG-87].
6.	Fenol	Fenol merupakan penyebab timbulnya rasa yang ada di dalam air minum. Fenol ini dihasilkan dari industri dan apabila konsentrasi mencapai 500 mg/l masih dapat dioksidasi melalui proses biologis [SUG-87].
7.	Minyak & lemak	Lemak dan minyak merupakan komponen utama bahan makanan yang juga banyak didapatkan di dalam air limbah. Apabila lemak tidak dihilangkan sebelum dibuang ke saluran air limbah dapat mempengaruhi kehidupan yang ada di permukaan air dan menimbulkan lapisan tipis di permukaan sehingga membentuk selaput [SUG-87].

Sumber: [ANN-11] [SUG-87]

Tabel 4.5 Kriteria Penentuan Kualitas Air Sungai

No	Parameter	Satuan	Kelas Air			
			I	II	III	IV
	FISIKA					
1.	Residu Tersuspensi/TSS	mg/L	50	50	400	400
	KIMIA					
	a. anorganik					
2.	BOD	mg/L	2	3	6	12
3.	COD	mg/L	10	25	50	100
4.	DO	mg/L	6	4	3	0
5.	pH	mg/L	6-9	6-9	6-9	5-9
	b. organik					
6.	Fenol	mg/L	0.001	0.001	0.001	-
7.	Minyak & lemak	mg/L	1	1	1	-

Sumber: [PER-01]

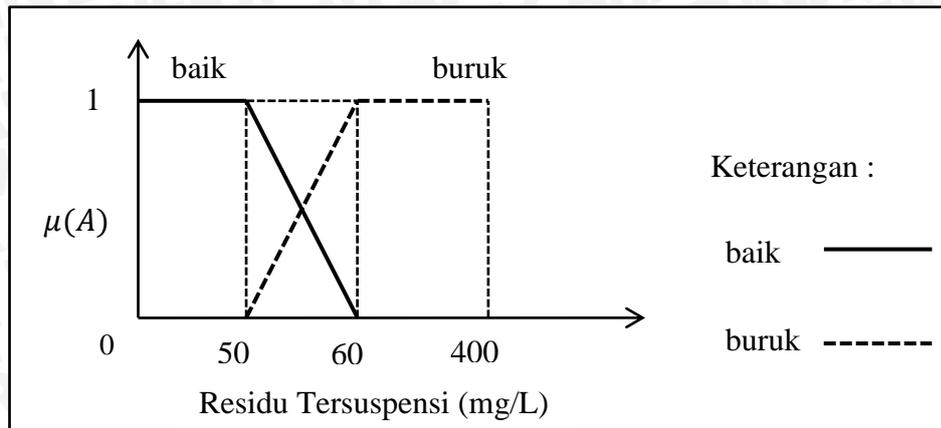
Keterangan [PER-01]:

- Nilai di atas merupakan batas maksimum, kecuali untuk pH dan DO.
- Bagi pH merupakan nilai rentang yang tidak boleh kurang atau lebih dari nilai yang tercantum.
- Nilai DO merupakan batas minimum.
- Arti (-) di atas menyatakan bahwa untuk kelas termaksud, parameter tersebut tidak dipersyaratkan.

Berdasarkan Tabel 4.5 dan hasil wawancara bersama pakar teknik pengairan, rentang nilai *fuzzy* dari masing-masing kriteria dapat diuraikan sebagai berikut :

a. Residu Tersuspensi / TSS

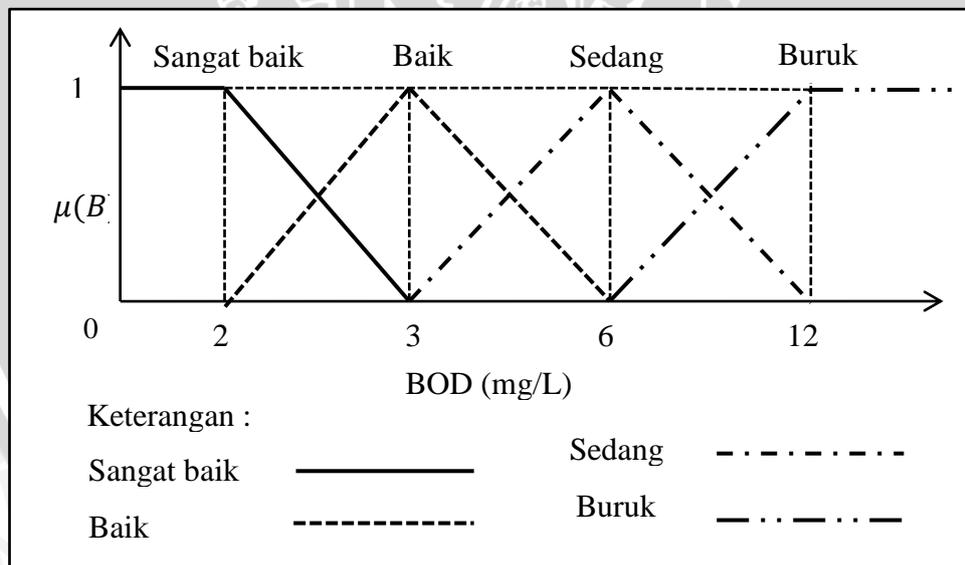
Berdasarkan Tabel 4.5 dan hasil wawancara dengan Kepala Laboratorium (Pembuat Keputusan), nilai TSS dikelompokkan kedalam dua kategori yaitu baik dan buruk. Kategori baik untuk TSS batas atasnya 50 mg/L dan batas bawahnya 60 mg/L sedangkan kategori buruk batas atasnya 60 dan batas bawahnya 50. Rentang nilai *fuzzy* baik dan buruk dapat ditunjukkan pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Grafik *Fuzzy* TSS  
 Sumber: [Perancangan dan Wawancara]

b. BOD

Berdasarkan Tabel 4.5 dan hasil wawancara dengan Kepala Laboratorium (Pembuat Keputusan), nilai BOD dikelompokkan kedalam empat kategori yaitu kategori sangat baik batas atasnya 2 mg/L, kategori baik batas atasnya 3 mg/L, kategori sedang batas atasnya 6 mg/L, dan kategori buruk batas atasnya 12 mg/L. Grafik *fuzzy* BOD ditunjukkan pada gambar 4.3.

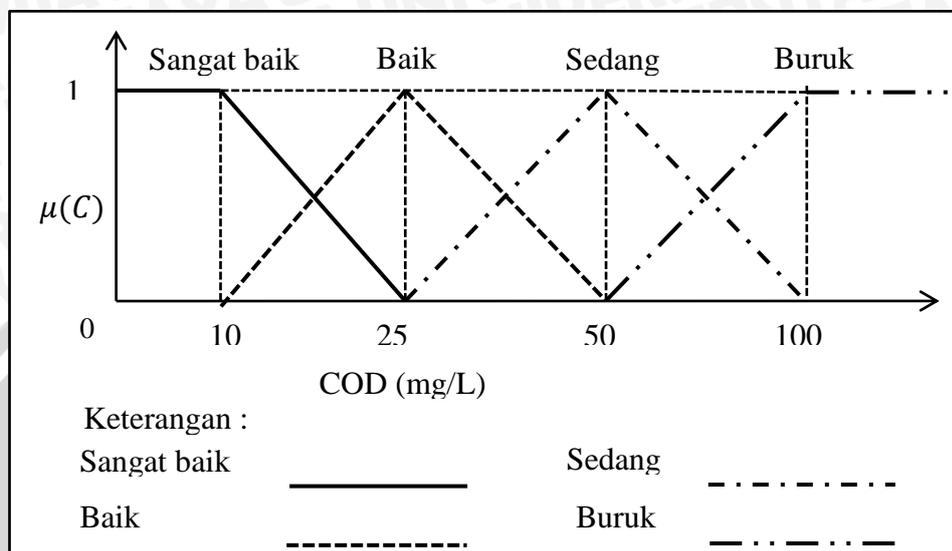


Gambar 4.3 Grafik *Fuzzy* BOD  
 Sumber: [Perancangan dan Wawancara]

c. COD

Berdasarkan Tabel 4.5 dan hasil wawancara dengan Kepala Laboratorium (Pembuat Keputusan), nilai COD dikelompokkan kedalam empat kategori yaitu kategori sangat baik batas atasnya 10 mg/L, kategori baik batas

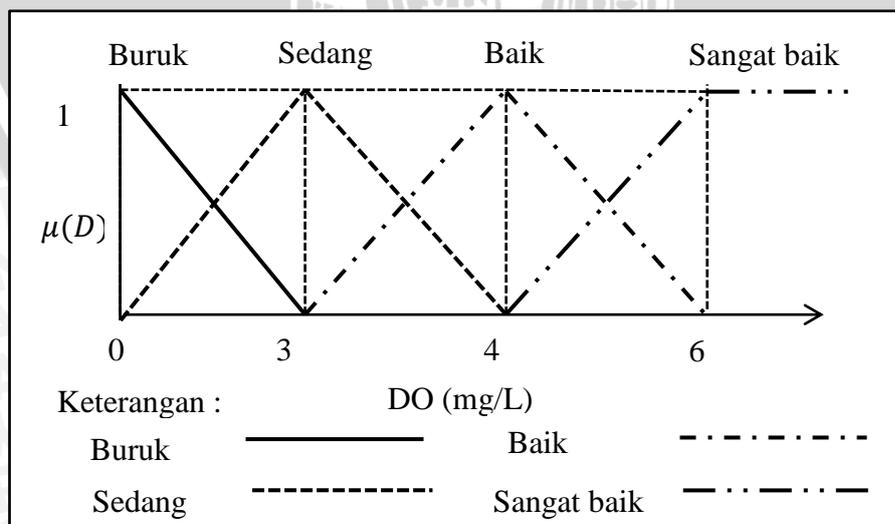
atasnya 25 mg/L, kategori sedang batas atasnya 50 mg/L, dan kategori buruk batas atasnya 100 mg/L. Grafik *fuzzy* BOD ditunjukkan pada gambar 4.3.



Gambar 4.4 Grafik *Fuzzy* COD  
 Sumber: [Perancangan dan Wawancara]

d. DO

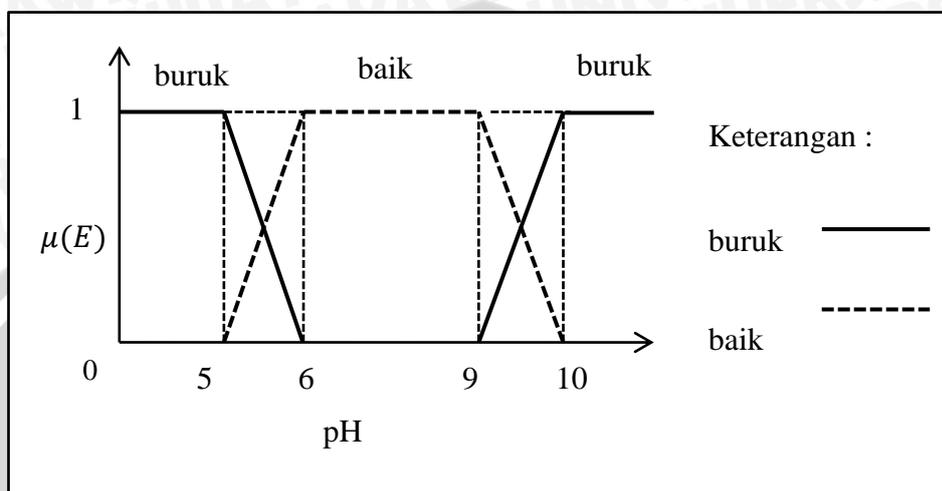
Berdasarkan Tabel 4.5 dan hasil wawancara dengan Kepala Laboratorium (Pembuat Keputusan), nilai DO dikelompokkan kedalam empat kategori yaitu kategori sangat baik batas atasnya 6 mg/L, kategori baik batas atasnya 4 mg/L, kategori sedang batas atasnya 3 mg/L, dan kategori buruk batas atasnya 0 mg/L. Grafik *fuzzy* BOD ditunjukkan pada gambar 4.3.



Gambar 4.5 Grafik *Fuzzy* DO  
 Sumber: [Perancangan dan Wawancara]

e. pH

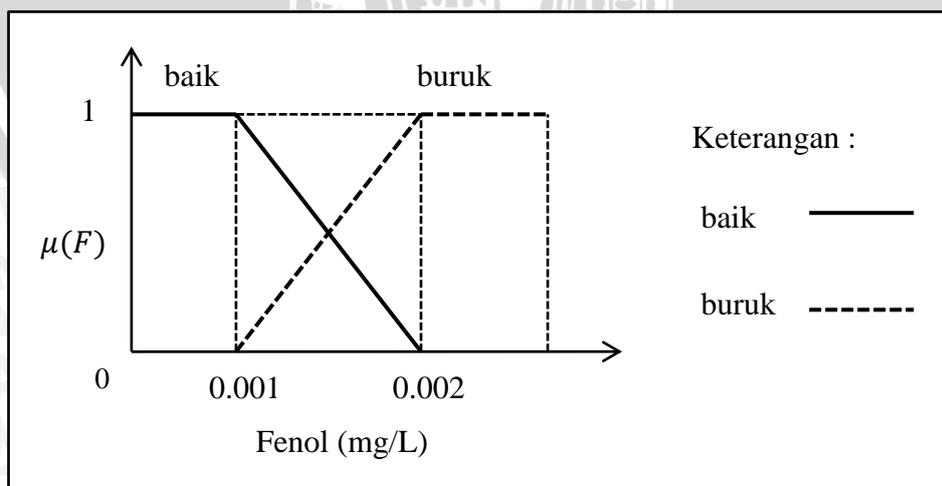
Berdasarkan Tabel 4.5 dan hasil wawancara dengan Kepala Laboratorium (Pembuat Keputusan), nilai pH air yang baik bernilai 6 s/d 9 dan selain itu bernilai buruk. Grafik *fuzzy* BOD ditunjukkan pada gambar 4.3.



Gambar 4.6 Grafik *Fuzzy* pH  
 Sumber: [Perancangan dan Wawancara]

f. Fenol

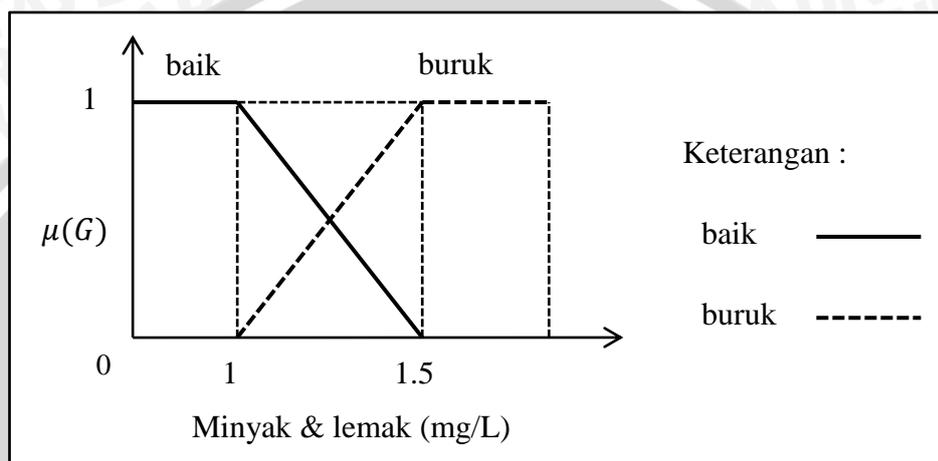
Berdasarkan Tabel 4.5 dan hasil wawancara dengan Kepala Laboratorium (Pembuat Keputusan), nilai Fenol dikelompokkan kedalam dua kategori yaitu kategori baik batas atasnya 0.001 mg/L, dan kategori buruk batas atasnya 0.002 mg/L. Rentang nilai *fuzzy* baik dan buruk dapat ditunjukkan pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Grafik *Fuzzy* Fenol  
 Sumber: [Perancangan dan Wawancara]

## g. Minyak &amp; Lemak

Berdasarkan Tabel 4.5 dan hasil wawancara dengan Kepala Laboratorium (Pembuat Keputusan), nilai Minyak & Lemak dikelompokkan kedalam dua kategori yaitu kategori baik batas atasnya 1 mg/L, dan kategori buruk batas atasnya 1,5 mg/L. Grafik *fuzzy* Minyak & Lemak ditunjukkan pada gambar 4.3.

Gambar 4.8 Grafik *Fuzzy* Minyak & Lemak

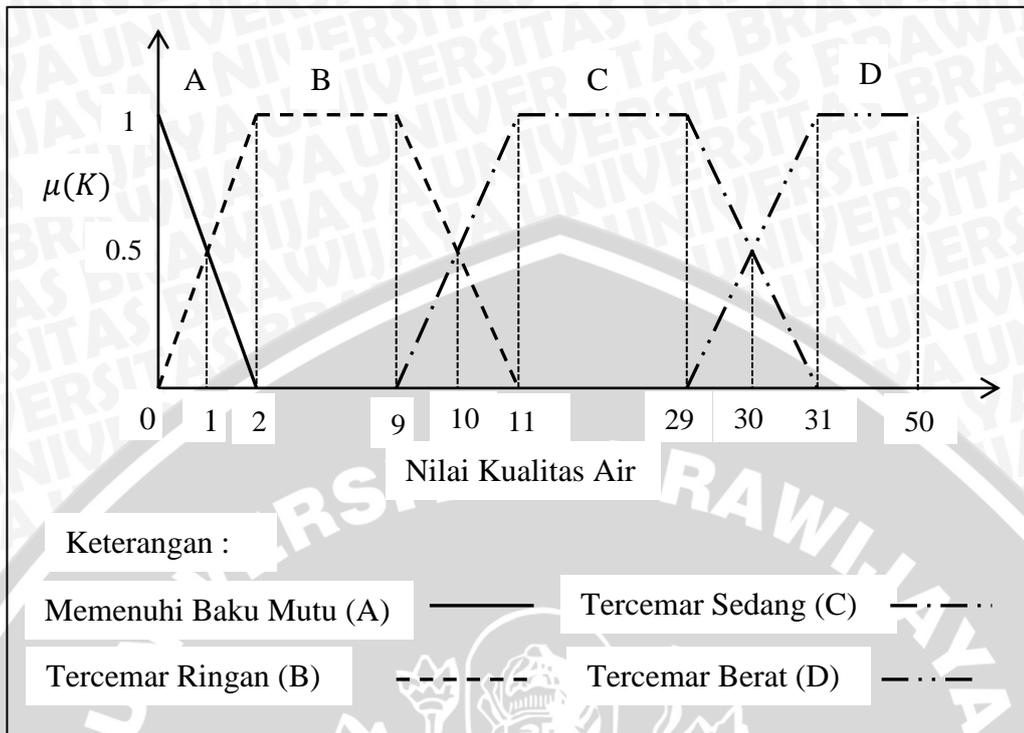
Sumber: [Perancangan dan Wawancara]

## h. Variabel Pembatas / Kesimpulan

Berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala Laboratorium (Pembuat Keputusan), dan mengacu pada Tabel 2.3 dengan mengklasifikasikan mutu air dalam empat kelas, yaitu :

- (1) Kelas A : baik sekali, skor = 0 → memenuhi baku mutu
- (2) Kelas B : baik, skor = -1 s/d -10 → cemar ringan
- (3) Kelas C : sedang, skor = -11 s/d -30 → cemar sedang
- (4) Kelas D : buruk, skor  $\geq$  -31 → cemar berat

Dengan merefleksikan nilai mutu air diatas dari nilai negatif menjadi nilai positif maka Kelas A (Skor 0), Kelas B (Skor 1 s/d 10), Kelas C (Skor 11 s/d 30), dan Kelas D (Skor diatas 31). Jadi rentang nilai *fuzzy* variable pembatas/kesimpulan dapat digambarkan dalam bentuk grafik *fuzzy* yang ditunjukkan pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 Grafik Fuzzy Variabel Pembatas / Kesimpulan  
 Sumber: [Perancangan]

#### 4.2.2 Subsistem Manajemen Data

Subsistem manajemen data meliputi perancangan proses aliran data dalam sistem dan perancangan basis data (*database*) sistem. Pada proses perancangan aliran data digunakan pemodelan *Data Flow Diagram* (DFD). *Database* dalam sistem ini memuat data yang terdapat dalam basis pengetahuan yang digunakan untuk melakukan perhitungan menggunakan metode *Fuzzy Mamdani* dan diatur oleh *Database Management System*. Perancangan *database* dalam sistem ini menggunakan pemodelan *Entity Relationship Diagram* (ERD) dan *Physical Diagram* (PD). Untuk penjelasan lebih mendetail maka pembahasan dibagi menjadi beberapa bagian.

##### 4.2.2.1 Perancangan *Data Flow Diagram* Sistem (DFD)

Proses aliran data menggambarkan tentang proses interaksi yang terjadi antara pengguna dengan sistem yang dibangun. Proses aliran data ini dimodelkan dalam bentuk *Data Flow Diagram* (DFD). Terdapat beberapa level DFD yang akan digunakan dalam proses aliran data sistem untuk memodelkannya, yaitu: DFD level 0 (*Context Diagram*), DFD level 1, dan DFD level 2. *Context diagram* merupakan gambaran secara umum proses aliran data yang terjadi dalam sistem,

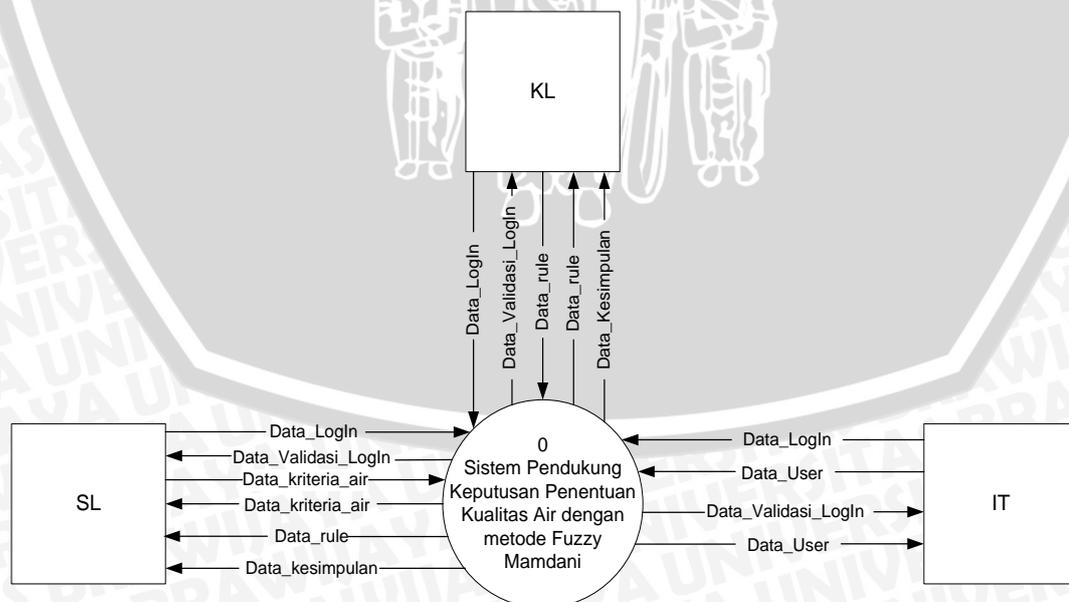
baik aliran data yang masuk maupun keluar dari sistem. DFD level 1 menggambarkan proses yang lebih rinci dari sistem. Berikut ini merupakan gambaran dari DFD yang digunakan untuk menggambarkan proses aliran data yang terjadi dalam sistem ini.

**1) DFD Level 0 / Context Diagram**

*Context Diagram* dari sistem pendukung keputusan penentuan kualitas air sungai dengan metode *Fuzzy Mamdani* ditunjukkan pada gambar 4.10. Dalam proses ini, pengguna sistem pendukung keputusan dapat menginputkan data kriteria kualitas air sungai serta dapat melihat proses perhitungan *Fuzzy Mamdani* dan hasil perhitungannya dalam menentukan kualitas air sungai.

Sistem pendukung keputusan penentuan kualitas air sungai ini memiliki 3 pengguna antara lain:

- SL adalah pengguna sistem yang memiliki hak untuk mengelola data kriteria dan *rule* (aturan) yang digunakan pada sistem ini dalam proses penentuan kualitas air sungai.
- KL adalah pengguna sistem yang memiliki hak untuk mengelola data hasil perhitungan dan *alternative* kesimpulan kondisi air sungai yang diuji.
- IT adalah pengguna sistem yang memiliki hak untuk mengelola akun pengguna sistem pendukung keputusan ini.



Gambar 4.10 Context Diagram  
Sumber: [Perancangan]

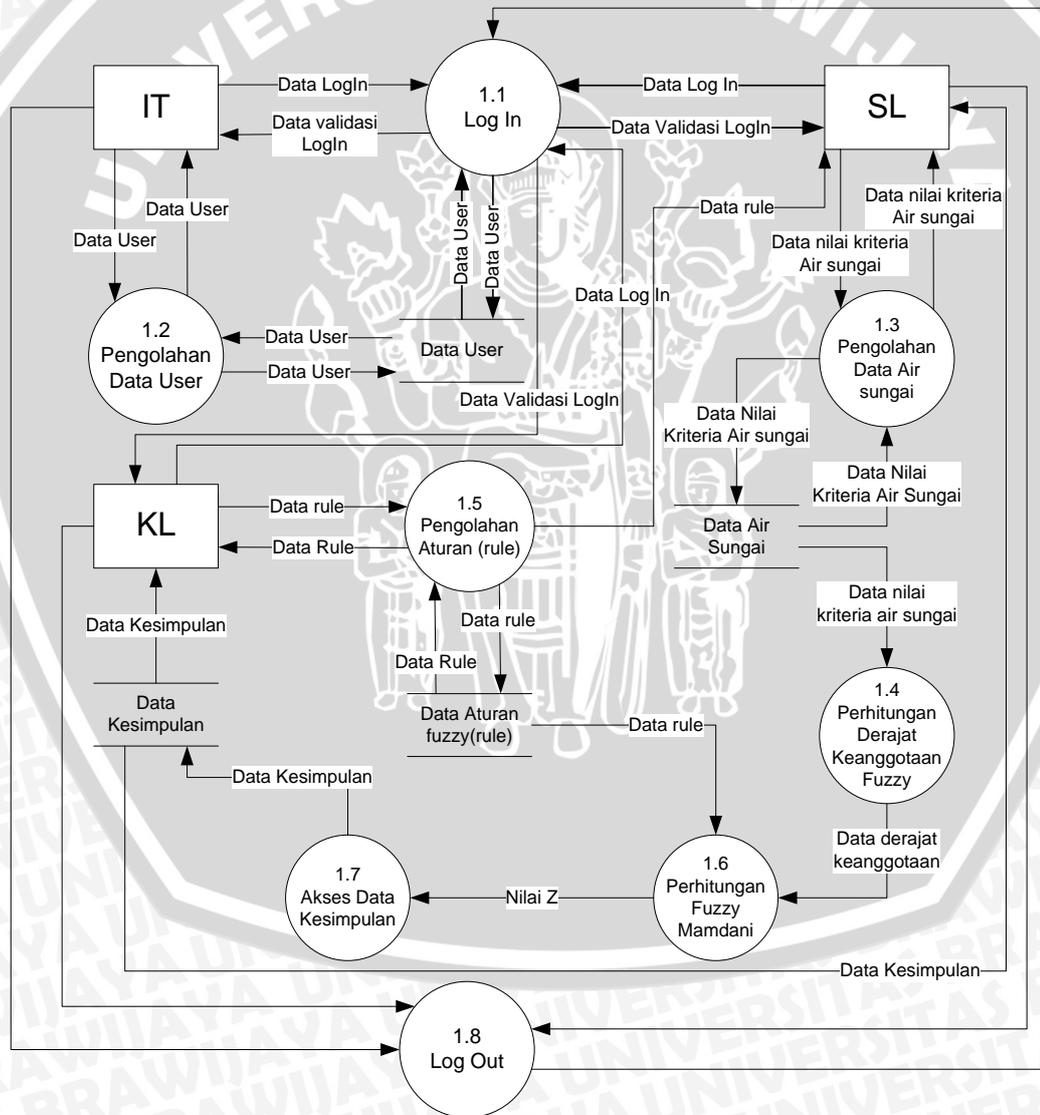
Terdapat beberapa penggunaan paket data pada diagram konteks diatas, diantaranya :

- Paket Data Login yaitu paket data yang digunakan saat proses Login, berisi data Username dan data Password.
- Paket Data Validasi Login yaitu paket data yang dihasilkan oleh proses login, berisi data username dan data hak akses.
- Paket Data User yaitu paket data yang digunakan untuk menyimpan data akun yang berisi Data idUser, Data Username, Data Password dan Data Hak Akses.
- Paket Data Kriteria Air yaitu paket data yang digunakan untuk menyimpan nilai dari masing-masing kriteria kualitas air, berisi :
  - Data idData\_air
  - Data Bulan dan Tahun
  - Data Nilai TSS,
  - Data Nilai BOD,
  - Data Nilai COD,
  - Data Nilai DO,
  - Data Nilai pH,
  - Data Nilai Fenol,
  - Data Nilai Minyak & Lemak
- Paket Data Rule yaitu paket data yang digunakan untuk menyimpan data rule dalam menentukan kualitas air, terdiri dari:
  - Data Rule TSS,
  - Data Rule BOD,
  - Data Rule COD,
  - Data Rule DO,
  - Data Rule pH,
  - Data Rule Fenol,
  - Data Rule Minyak & Lemak
  - Data Rule Kesimpulan/Variabel Pembatas

- Paket Data Kesimpulan yaitu paket data yang digunakan untuk menyimpan data hasil perhitungan *fuzzy mamdani* dan *alternative* kesimpulan kondisi air sungai, yang beirisi:
  - Data Kriteria
  - Data Nilai Z (nilai hasil perhitungan *fuzzy mamdani*)
  - Data *alternative* kesimpulan

2) DFD Level 1

DFD Level 1 merupakan gambaran proses aliran data yang lebih rinci dari *context diagram*. DFD Level 1 dari sistem ini ditunjukkan pada gambar 4.11.



Gambar 4.11 DFD Level 1

Sumber: [Perancangan]



Pada Gambar 4.11, terdapat lima proses utama yang terjadi dalam sistem ini. Proses-proses tersebut diantaranya:

- 1.1 Proses Log In merupakan proses yang dilakukan oleh semua pengguna sistem, yaitu Ketua Laboratorium (KL), Staff Laboratorium (SL), dan Biro IT. Proses ini dilakukan dengan cara memasukkan username dan password. Sistem akan memeriksa data inputan dengan data user dalam database sehingga pengguna menggunakan sistem sesuai dengan hak akses masing-masing.
- 1.2 Proses Kelola Data User merupakan proses yang dilakukan oleh biro IT. Sistem akan memberikan tampilan antarmuka untuk melakukan proses lihat, tambah, ubah, dan hapus data user, kemudian menyimpannya pada tabel user.
- 1.3 Proses Kelola Data Air Sungai merupakan proses yang dilakukan Staff Laboratorium untuk menginputkan data air sungai. Data air sungai ini akan disimpan dalam database pada tabel "Data\_Air\_Sungai". Proses ini menyediakan antarmuka untuk memasukkan, melihat, mengedit, dan menghapus data air sungai.
- 1.4 Proses Perhitungan Derajat Keanggotaan *Fuzzy* merupakan langkah awal dalam perhitungan *Fuzzy Mamdani* yang disebut dengan Fuzzyfikasi yang dilakukan oleh Staff Laboratorium. Dalam proses ini akan dihitung derajat keanggotaan *fuzzy* untuk masing-masing kriteria. Pengguna dapat melihat hasil dari proses perhitungan derajat keanggotaan *fuzzy* untuk masing-masing kriteria.
- 1.5 Proses Pengolahan Aturan (*rule*) merupakan komposisi aturan *fuzzy* yang digunakan dalam perhitungan *fuzzy mamdani* dalam menentukan kualitas air sungai. Proses ini menyediakan antarmuka untuk menampilkan dan mengedit aturan *fuzzy mamdani* yang digunakan. Aturan-aturan *fuzzy* ini akan disimpan dalam *database* pada tabel "Data\_Rule". KL dapat memasukkan, melihat, mengedit, dan menghapus data rule, sedangkan SL hanya dapat melihat data rule.
- 1.6 Proses Perhitungan *Fuzzy Mamdani* yang dilakukan oleh Staff Laboratorium merupakan proses perhitungan *defuzzyfikasi* untuk

mendapatkan nilai kualitas air sungai. Proses ini akan menghasilkan nilai kualitas air sungai dan alternatif kesimpulan dalam menentukan kualitas air sungai apakah termasuk kualitas sangat baik, baik, sedang, dan atau buruk. Data hasil perhitungan ini selanjutnya akan di proses pada Akses Data Kesimpulan.

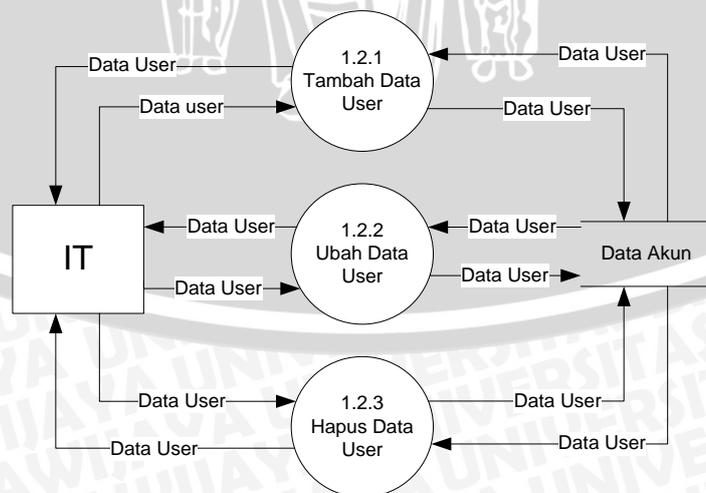
- 1.7 Proses Akses Data Kesimpulan merupakan proses yang dapat dilakukan oleh Staff dan Ketua Laboratorium untuk melihat hasil dari perhitungan *Fuzzy Mamdani* dalam menentukan kualitas air sungai. Data kesimpulan disimpan dalam database pada tabel “Data\_Kesimpulan”.
- 1.8 Proses log out dilakukan oleh semua pengguna dalam sistem yaitu Ketua Laboratorium, Staff Laboratorium, dan Biro IT. Pada proses ini setiap aktor akan keluar dari sistem dan kembali lagi ke halaman Log In.

**3) DFD Level 2**

Proses aliran data pada level 2 ini merupakan lanjutan dari DFD level 1 sebelumnya. Beberapa proses pengolahan data akan dijelaskan lebih spesifik pada tiap proses yang terdapat pada aliran data dilevel sebelumnya.

**1. DFD Level 2 Proses Kelola Data Akun**

Pada proses ini IT dapat melakukan manajemen akun pengguna yang akan menggunakan sistem ini. IT dapat menambahkan data user, mengubah data user dan menghapus data user seperti pada Gambar 4.12 berikut.

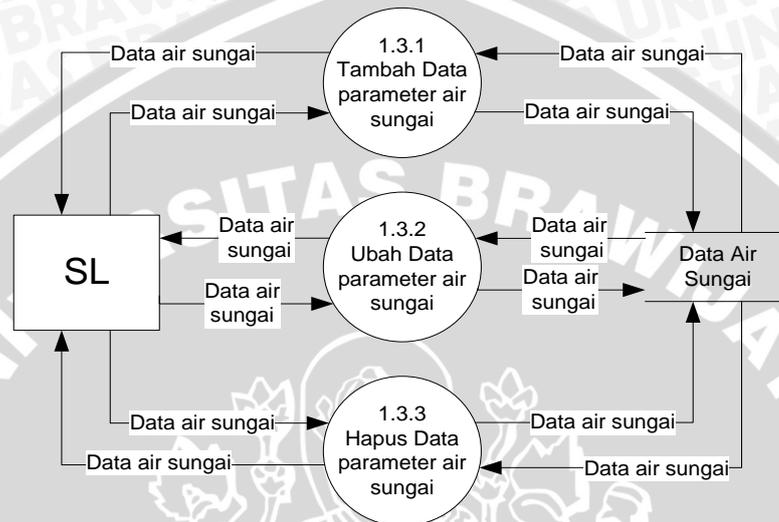


Gambar 4.12 DFD Level 2 Proses Kelola Data Akun  
 Sumber: [Perancangan]



## 2. DFD Level 2 Proses Kelola Data Air Sungai

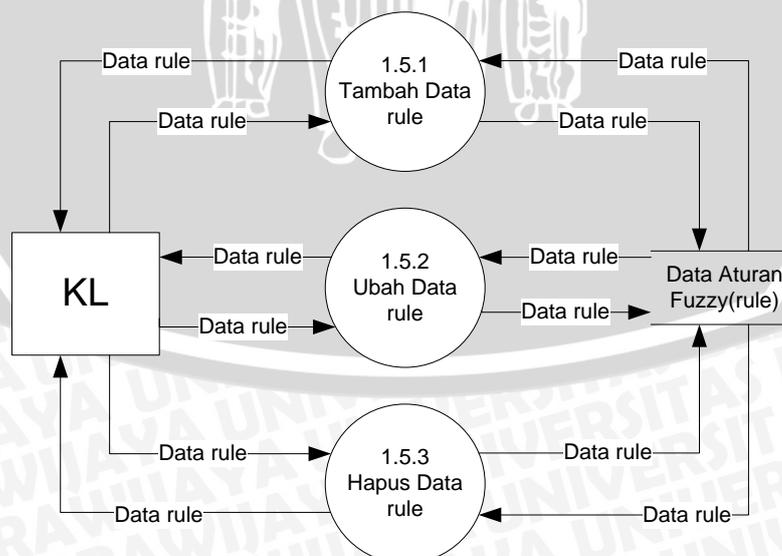
Pada proses ini SL dapat melakukan manajemen data parameter air sungai pada sistem. SL dapat menambahkan data parameter air sungai, mengubah data parameter air sungai dan menghapus data parameter air sungai seperti pada Gambar 4.13 berikut.



Gambar 4.13 DFD Level 2 Proses Kelola Data Air Sungai  
Sumber: [Perancangan]

## 3. DFD Level 2 Proses Pengolahan Aturan (rule)

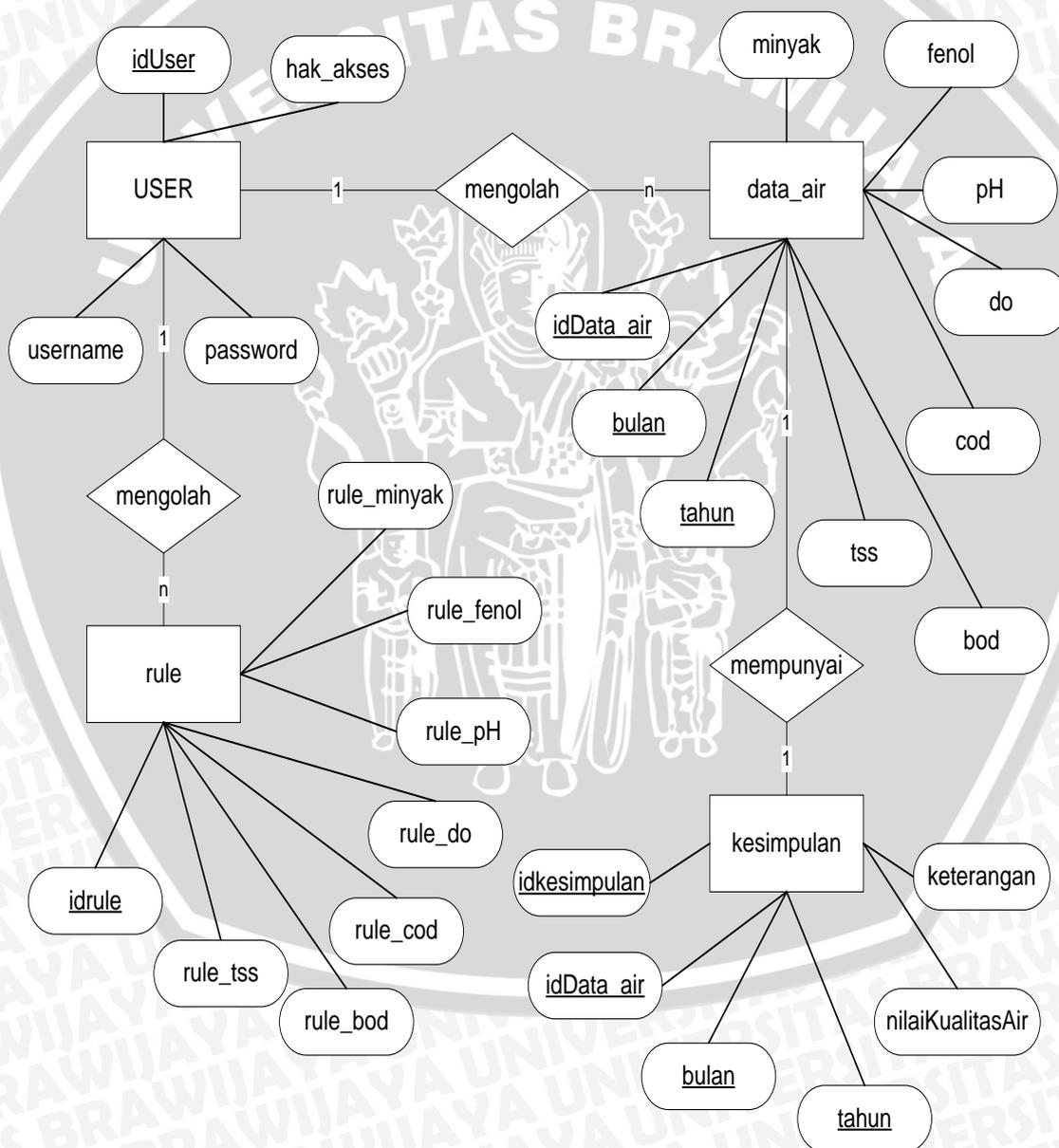
Pada proses ini KL dapat melakukan manajemen data rule. SL dapat menambahkan data rule, mengubah data rule dan menghapus data rule seperti pada Gambar 4.14 berikut.



Gambar 4.14 DFD Level 2 Proses Pengolahan Aturan(rule)  
Sumber: [Perancangan]

#### 4.2.2.2 Perancangan Entity Relationship Diagram (ERD)

ERD merupakan suatu model untuk menjelaskan hubungan antar data dalam basis data (*database*) berdasarkan objek-objek dasar data yang mempunyai hubungan antar relasi. Data yang tersimpan dalam *database* sistem diantaranya data air sungai, data aturan *fuzzy (rule)*, dan data hasil perhitungan *fuzzy mamdani*. Data-data yang tersimpan dalam *database* tersebut akan saling berelasi untuk memenuhi kebutuhan data yang diperlukan oleh sistem. ERD dari sistem ini ditunjukkan pada gambar 4.15.



Gambar 4.15. Gambar 4.15 ERD SPK Penentuan Kualitas Air Sungai  
 Sumber: [Perancangan]

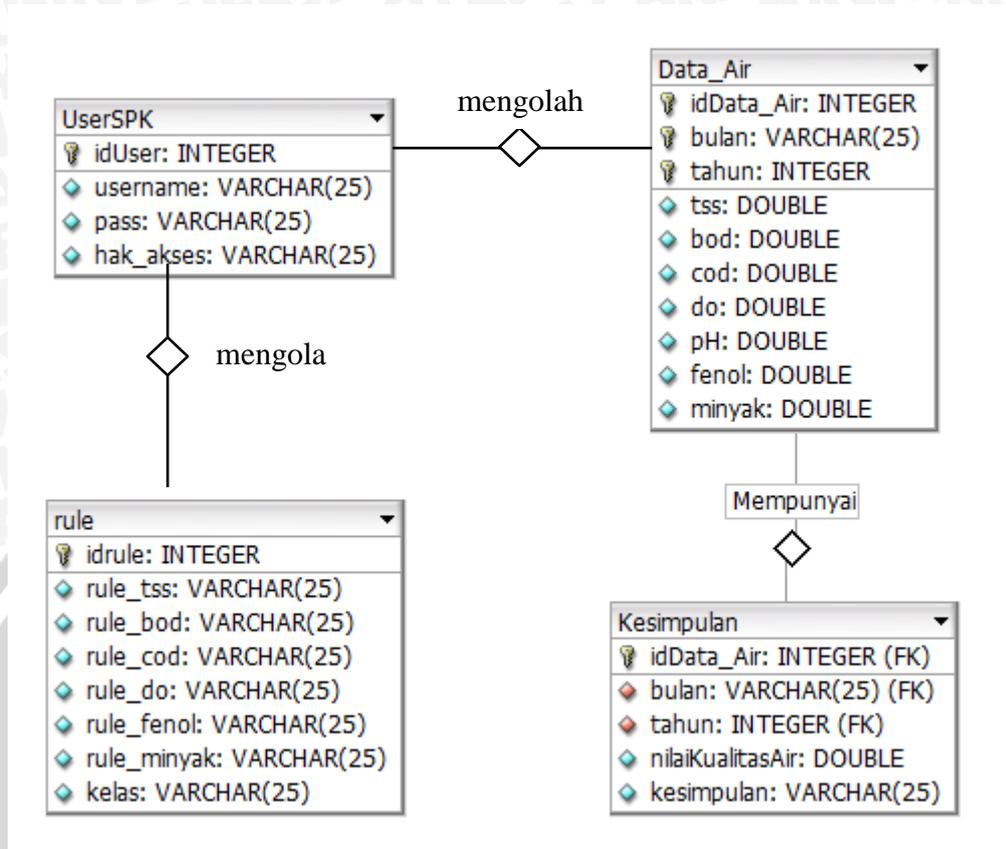
Setiap pengguna dalam sistem memiliki perannya masing-masing sesuai dengan otoritasnya yaitu IT, SL dan KL. IT disini dapat melakukan pengelolaan data user. Pengelolaan data user berupa penambahan, perubahan dan penghapusan data user yang disimpan dalam entitas “user”. Entitas “user” memiliki primary key idUser. Hasil dari pengolahan data user berupa idUser, hak\_akses, username dan password.

SL dapat melakukan pengujian kualitas air dengan memasukkan nilai setiap parameter uji pada entitas “data\_air”, entitas “data\_air” memiliki primary key idData\_air, bulan dan tahun. Hasil pengolahan entitas “data\_air” adalah entitas “kesimpulan” yang memiliki primary key idkesimpulan dan memiliki foreign key idDta\_air, bulan dan tahun yang didapat dari entitas “data\_air”. Hasil dari entitas “kesimpulan” adalah idkesimpulan, idData\_air, bulan, tahun, nilaiKualitasAir dan keterangan. SL juga dapat melihat data dari entitas “rule”, pada entitas ini SL hanya diberi hak melihat data bukan untuk mengubah.

KL merupakan pengguna yang dapat melihat data dari hasil entitas “kesimpulan”. KL dapat mengelola data rule yang direpresentasikan dalam entitas “rule”. Entitas “rule” memiliki primary key idrule.

#### 4.2.2.3 Physical Diagram (PD)

*Physical diagram* (PD) merupakan sebuah konsep dalam manajemen data yang menjelaskan bagaimana data ditampilkan dan disimpan. Desain physical diagram menjelaskan konfigurasi fisik dari sebuah basis data didalam media penyimpanan. Didalamnya juga terdapat penjelasan detail dari elemen data, tipe data dan parameter-parameter lainnya yang dikelola DBMS (Database Management System). Perancangan PD didasarkan pada rancangan ERD yang telah ditunjukkan pada gambar 4.15. Pendefinisian tabel dalam PD didasarkan pada entitas yang digunakan dalam ERD. Pendefinisian kolom dalam suatu tabel didasarkan pad atribut dan relasi yang ada pada ERD. PD dari sistem pendukung keputusan penentuan kualitas air sungai dengan metode *fuzzy mamdani* ditunjukkan pada gambar 4.16. Terdapat 4 tabel yang digunakan dalam sistem ini diantaranya tabel “UserSPK”, tabel “Data\_Air”, tabel “rule” dan tabel “Kesimpulan”.



Gambar 4.16 Physical Diagram (PD)  
Sumber: [Perancangan]

Struktur dari masing-masing tabel pada Gambar 4.12 Physical Diagram dari Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kualitas Air Sungai dengan menggunakan metode *Fuzzy Mamdani* dijelaskan sebagai berikut:

1. Tabel userSPK

Tabel userSPK digunakan untuk menyimpan data dari setiap pengguna sistem pendukung keputusan yang dimasukkan oleh TI pada form yang disediakan. Data yang disimpan dijelaskan pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Tabel Data\_Air

No.	Nama Field	Tipe Data	Lebar	Keterangan
1.	IdUser	INTEGER		Primary Key. Nama yang unik dari setiap data pengguna. Digunakan untuk identifikasi data pengguna.



2.	username	VARCHAR	25	Username yang digunakan oleh menggunakan sistem pendukung keputusan untuk memasuki sistem.
3.	pass	VARCHAR	25	Password yang digunakan oleh menggunakan sistem pendukung keputusan untuk memasuki sistem.
4.	Hak_akses	VARCHAR	25	Hak akses yang dimiliki oleh setiap pengguna sistem pendukung keputusan.

Sumber: [Perancangan]

## 2. Tabel rule

Tabel rule digunakan untuk menyimpan aturan-aturan yang digunakan sistem pendukung keputusan Penentuan Kualitas Air Sungai dengan menggunakan metode *Fuzzy Mamdani* yang merupakan kombinasi dari setiap parameter uji. Data yang disimpan dijelaskan pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Tabel rule

No.	Nama Field	Tipe Data	Lebar	Keterangan
1.	idrule	INTEGER		Identitas dari setiap rule yang digunakan sistem pendukung keputusan.
2.	rule_tss	VARCHAR	25	Derajat keanggotaan fuzzy TSS yaitu Baik dan Buruk.
3.	rule_bod	VARCHAR	25	Derajat keanggotaan fuzzy BOD yaitu Sangat baik, Baik, sedang dan Buruk.
4.	rule_cod	VARCHAR	25	Derajat keanggotaan fuzzy COD yaitu Sangat baik, Baik, sedang dan Buruk.
5.	rule_do	VARCHAR	25	Derajat keanggotaan fuzzy DO yaitu Sangat

				baik, Baik, sedang dan Buruk.
6.	rule_ph	VARCHAR	25	Derajat keanggotaan fuzzy pH yaitu Baik dan Buruk.
7.	rule_fenol	VARCHAR	25	Derajat keanggotaan fuzzy Fenol yaitu Baik dan Buruk.
8.	rule_minyak	VARCHAR	25	Derajat keanggotaan fuzzy minyak & lemak yaitu Baik dan Buruk.
9.	kelas	VARCHAR	25	Kelas A, B, C atau D

Sumber: [Perancangan]

### 3. Tabel kesimpulan

Tabel kesimpulan digunakan untuk menyimpan data hasil rekomendasi yang dihasilkan oleh sistem pendukung keputusan Penentuan Kualitas Air Sungai dengan menggunakan *Fuzzy Mamdani*. Data yang disimpan dijelaskan pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Tabel Hasil

No.	Nama Field	Tipe Data	Lebar	Keterangan
1.	idData_air	INTEGER		Primary Key. Identitas dari setiap data hasil pengujian sistem pendukung keputusan.
2.	tahun	INTEGER		Foreign key, tahun data hasil uji kualitas air.
3.	bulan	VARCHAR	25	Foreign key, bulan data hasil uji kualitas air.
4.	nilaiKualitasAir	DOUBLE		Nilai hasil perhitungan sistem pendukung keputusan Penentuan Kualitas Air Sungai dengan menggunakan Fuzzy Mamdani.
5.	Kesimpulan	VARCHAR	25	Memenuhi baku mutu, Tercemar

			ringan, Tercemar sedang dan Tercemar berat
--	--	--	--

Sumber: [Perancangan]

#### 4. Tabel Data\_Air

Tabel Data\_Air digunakan untuk menyimpan data parameter yang digunakan sistem pendukung keputusan Penentuan Kualitas Air Sungai dengan menggunakan *Fuzzy Mamdani*. Data yang disimpan dijelaskan pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Tabel Data\_Air

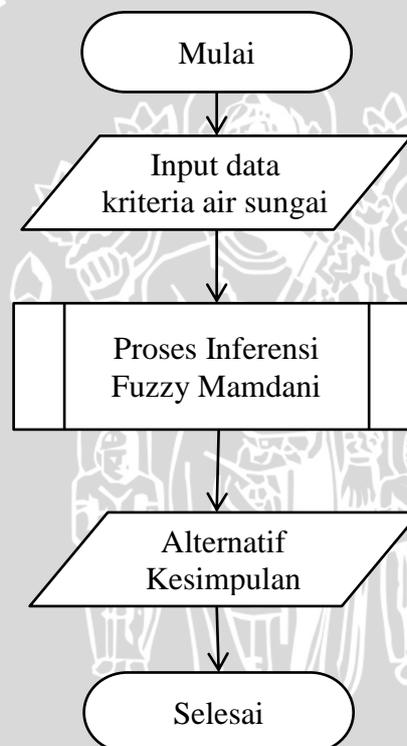
No.	Nama Field	Tipe Data	Lebar	Keterangan
1.	idData_air	INTEGER		Identitas dari setiap parameter yang digunakan sistem pendukung keputusan.
2.	bulan	VARCHAR	25	Primary key, bulan data hasil uji kualitas air.
3.	tahun	INTEGER		Primary key, tahun data hasil uji kualitas air.
4.	tss	DOUBLE		Nilai parameter uji kualitas air TSS
5.	bod	DOUBLE		Nilai parameter uji kualitas air BOD
6.	cod	DOUBLE		Nilai parameter uji kualitas air COD
7.	do	DOUBLE		Nilai parameter uji kualitas air DO
8.	ph	DOUBLE		Nilai parameter uji kualitas air pH
9.	fenol	DOUBLE		Nilai parameter uji kualitas air Fenol
10.	minyak	DOUBLE		Nilai parameter uji kualitas air minyak & lemak

Sumber: [Perancangan]

### 4.2.3 Subsistem Manajemen Model

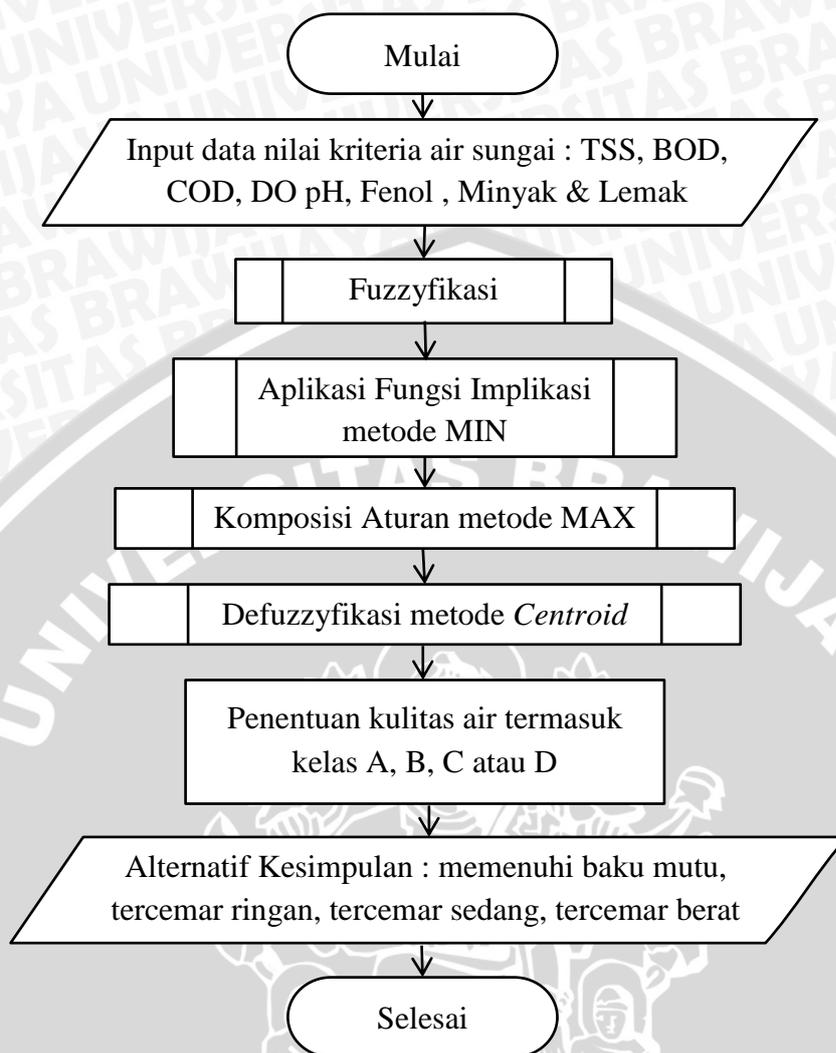
Manajemen model melibatkan berbagai model kuantitatif yang dapat memberikan ke sistem suatu kemampuan analitis, dan manajemen software yang diperlukan. Pada Sistem Pendukung Keputusan ini, pemodelan yang digunakan yaitu pemodelan dengan metode *Fuzzy Mamdani*.

Diagram alir menggunakan notasi-notasi untuk menggambarkan arus data yang membantu dalam proses memahami pemodelan menggunakan metode *Fuzzy Mamdani*. Dimulai dari penginputan data parameter air sungai hingga solusi yang dihasilkan oleh sistem. Tahapan model komputasi secara umum ditunjukkan pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17 Diagram Alir Sistem SPK Penentuan Kualitas Air Sungai  
Sumber: [Perancangan]

Diagram alir metode *Fuzzy Mamdani* untuk Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kualitas Air Sungai ditunjukkan pada gambar 4.18. Proses Fuzzy Mamdani terdiri dari 4 tahapan yaitu Pembentukan himpunan fuzzy (fuzzyfikasi), Aplikasi Fungsi Implikasi metode MIN, Komposisi aturan metode MAX, dan penegasan (defuzzyfikasi) metode *Centroid*.



Gambar 4.18 Diagram Alir Proses Fuzzy Mamdani  
 Sumber: [Perancangan]

Rancangan algoritma proses perhitungan Fuzzy Mamdani ditunjukkan dalam Gambar 4.19.

```

Nama algoritma: perhitungan fuzzy mamdani
Deklarasi:
- Double : nilaiTSS, nilaiBOD, nilaiCOD, nilaiDO,
  nilaipH, nilaiFenol, nilaiMiLem, MIN[rule], maxDtA,
  maxDtB, maxDtC, maxDtD, nilaiZ
- Integer : jmlhkriteria
- String : kesimpulan
Deskripsi:
• Input: nilaiTSS, nilaiBOD, nilaiCOD, nilaiDO, nilaipH,
  nilaiFenol, nilaiMiLem
• Proses:
  
```



1. Menghitung derajat keanggotaan masing-masing kriteria
  2. Menghitung aplikasi fungsi implikasi metode MIN dengan cara mencari nilai minimum dari setiap rule.
  3. Menghitung komposisi aturan metode MAX dengan cara mencari nilai maksimum dari nilai hasil implikasi yang dikelompokkan menjadi 4 kelas yaitu kelas A, B, C dan D.
  4. Menghitung nilai Z yang diperoleh dari proses defuzzifikasi dengan metode *centroid*.
  5. Menentukan alternatif kesimpulan kualitas air sungai berdasarkan nilai Z yang diperoleh.
- Output:
    - Alternatif Kesimpulan kualitas air sungai yang terdiri dari Kelas A(memenuhi baku mutu), kelas B(tercemar ringan), kelas C(tercemar sedang), dan kelas D(tercemar berat).

Gambar 4.19 Rancangan Algoritma Fuzzy Mamdani

Sumber : [Perancangan]

Untuk mengetahui cara kerja sistem yang akan diimplementasikan nantinya, maka perlu untuk dilakukan pemodelan. Pemodelan dilakukan dengan cara membuat contoh kasus permasalahan penentuan kualitas air sungai yang akan diinputkan oleh user. Pemodelan ini mengacu pada diagram model perancangan SPK penentuan kualitas air sungai pada Gambar 3.2 dan kerangka kerja setiap metode untuk perhitungan yang akan dilakukan pada Gambar 4.17 dan Gambar 4.18. Sistem akan melakukan perhitungan menggunakan metode Fuzzy Mamdani. Berikut ini merupakan langkah-langkah perhitungan yang dilakukan oleh sistem :

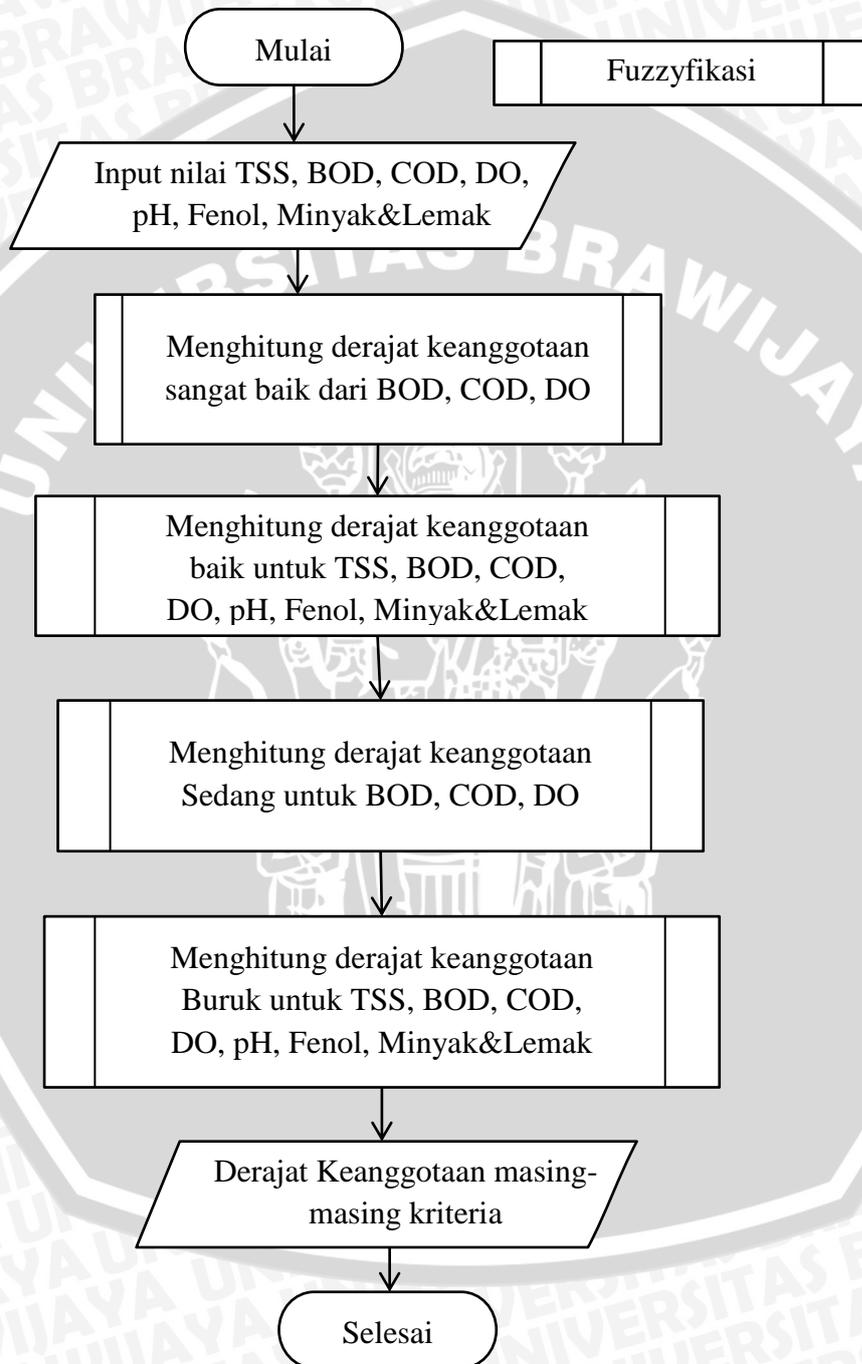
#### 4.2.3.1 Proses Input Data

Misalkan user atau pengguna aplikasi memiliki data-data air sungai yang diinputkan pada aplikasi sebagai berikut:

- TSS = 229.8 mg/L
- BOD = 3.85 mg/L
- COD = 20.7 mg/L
- DO = 7.2 mg/L
- pH = 6.95
- Fenol = 0.1135 mg/L
- Minyak & Lemak = 0 mg/L

### 4.2.3.2 Proses Fuzzyfikasi

Langkah pertama pada proses Fuzzy Mamdani adalah melakukan fuzzyfikasi/ menghitung derajat keanggotaan terhadap masing-masing kriteria air sungai yang diinputkan. Diagram alir proses fuzzyfikasi ditunjukkan pada gambar 4.20.



Gambar 4.20 Diagram Alir Proses Fuzzyfikasi  
 Sumber: [Perancangan]

Rancangan algoritma proses perhitungan Fuzzyfikasi ditunjukkan dalam gambar 4.21.

Nama algoritma: Proses Fuzzyfikasi

Deklarasi:

- Double : nilaiTSS, nilaiBOD, nilaiCOD, nilaiDO, nilaipH, nilaiFenol, nilaiMiLem, uTSSbaik, uTSSburuk, uBODsbaik, uBODbaik, uBODsedang, uBODburuk, uCODsbaik, uCODbaik, uCODsedang, uCODburuk, uDOSbaik, uDObaik, uDOSedang, uDOburuk, upHbaik, upHburuk, uFenolbaik, uFenolburuk, uMilembaik, uMilemburuk

Deskripsi:

- Input: nilaiTSS, nilaiBOD, nilaiCOD, nilaiDO, nilaipH, nilaiFenol, nilaiMiLem
- Proses:
  1. Menghitung derajat keanggotaan Baik dan Buruk untuk TSS, pH, Fenol, dan Minyak Lemak.
  2. Menghitung derajat keanggotaan SangatBaik, Baik, Sedang dan Buruk untuk BOD, COD, dan DO.
- Output:
  - Derajat keanggotaan (u) untuk masing-masing kriteria yaitu uTSSbaik, uTSSburuk, uBODsbaik, uBODbaik, uBODsedang, uBODburuk, uCODsbaik, uCODbaik, uCODsedang, uCODburuk, uDOSbaik, uDObaik, uDOSedang, uDOburuk, upHbaik, upHburuk, uFenolbaik, uFenolburuk, uMilembaik, uMilemburuk.

Gambar 4.21 Rancangan Algoritma Fuzzyfikasi

Sumber : [Perancangan]

Langkah pertama metode Fuzzy Mamdani adalah fuzzyfikasi / menghitung derajat keanggotaan masing-masing variable. Berikut ini perhitungan derajat keanggotaan untuk tiap kriteria:

• Residu Tersuspensi (TSS)

Berdasarkan gambar 4.2, persamaan himpunan *fuzzy* dari TSS dapat ditunjukkan pada persamaan (4-1) dan (4-2).

$$\mu_{baik}(A) = \begin{cases} 1 & x \leq 50 \\ \frac{60-x}{10} & 50 \leq x \leq 60 \\ 0 & x \geq 60 \end{cases} \dots\dots\dots (4-1)$$

$$\mu_{buruk}(A) = \begin{cases} 0 & x \leq 50 \\ \frac{x-50}{10} & 50 \leq x \leq 60 \\ 1 & 60 \leq x \leq 400 \end{cases} \dots\dots\dots (4-2)$$

Untuk TSS = 229.8, maka:

$$\mu_{\text{baik}}(A) = 0$$

$$\mu_{\text{buruk}}(A) = 1$$

- BOD

Berdasarkan gambar 4.3, persamaan himpunan *fuzzy* dari BOD dapat ditunjukkan pada persamaan (4-3), (4-4), (4-5) dan (4-6).

$$\mu_{\text{Sangat baik}}(B) = \begin{cases} 1 & x \leq 2 \\ \frac{3-x}{1} & 2 \leq x \leq 3 \\ 0 & x \geq 3 \end{cases} \dots\dots\dots (4-3)$$

$$\mu_{\text{baik}}(B) = \begin{cases} \frac{x-2}{1} & 2 \leq x \leq 3 \\ \frac{6-x}{3} & 3 \leq x \leq 6 \\ 0 & \text{lainnya} \end{cases} \dots\dots\dots (4-4)$$

$$\mu_{\text{sedang}}(B) = \begin{cases} \frac{x-3}{3} & 3 \leq x \leq 6 \\ \frac{12-x}{6} & 6 \leq x \leq 12 \\ 0 & \text{lainnya} \end{cases} \dots\dots\dots (4-5)$$

$$\mu_{\text{buruk}}(B) = \begin{cases} 0 & x \leq 6 \\ \frac{x-6}{6} & 6 \leq x \leq 12 \\ 1 & x \geq 12 \end{cases} \dots\dots\dots (4-6)$$

Untuk BOD=3.85 maka:

$$\mu_{\text{sangatbaik}}(B) = 0$$

$$\mu_{\text{baik}}(B) = \frac{6-x}{3} = \frac{6-3.85}{3} = \frac{2.15}{3} = 0.7167$$

$$\mu_{\text{sedang}}(B) = \frac{x-3}{3} = \frac{3.85-3}{3} = \frac{0.85}{3} = 0.8233$$

$$\mu_{\text{buruk}}(B) = 0$$

- COD

Berdasarkan gambar 4.4, persamaan himpunan *fuzzy* dari COD dapat ditunjukkan pada persamaan (4-7), (4-8), (4-9) dan (4-10).



$$\mu_{\text{Sangat baik}}(C) = \begin{cases} 1 & x \leq 10 \\ \frac{25-x}{15} & 10 \leq x \leq 25 \\ 0 & x \geq 25 \end{cases} \dots\dots\dots (4-7)$$

$$\mu_{\text{baik}}(C) = \begin{cases} \frac{x-10}{15} & 10 \leq x \leq 25 \\ \frac{50-x}{25} & 25 \leq x \leq 50 \\ 0 & \text{lainnya} \end{cases} \dots\dots\dots (4-8)$$

$$\mu_{\text{sedang}}(C) = \begin{cases} \frac{x-25}{25} & 25 \leq x \leq 50 \\ \frac{100-x}{50} & 50 \leq x \leq 100 \\ 0 & \text{lainnya} \end{cases} \dots\dots\dots (4-9)$$

$$\mu_{\text{buruk}}(C) = \begin{cases} 0 & x \leq 50 \\ \frac{x-50}{50} & 50 \leq x \leq 100 \\ 1 & x \geq 100 \end{cases} \dots\dots\dots (4-10)$$

Untuk COD=20.7 maka:

$$\mu_{\text{sangatbaik}}(C) = \frac{25-x}{15} = \frac{25-20.7}{15} = \frac{4.3}{15} = 0.2867$$

$$\mu_{\text{baik}}(C) = \frac{x-10}{15} = \frac{20.7-10}{15} = \frac{10.7}{15} = 0.7133$$

$$\mu_{\text{sedang}}(C) = 0$$

$$\mu_{\text{buruk}}(C) = 0$$

- DO

Berdasarkan gambar 4.5, persamaan himpunan *fuzzy* dari DO dapat ditunjukkan pada persamaan (4-11), (4-12), (4-13) dan (4-14).

$$\mu_{\text{buruk}}(D) = \begin{cases} 1 & x \leq 0 \\ \frac{3-x}{3} & 0 \leq x \leq 3 \\ 0 & x \geq 3 \end{cases} \dots\dots\dots (4-11)$$

$$\mu_{\text{sedang}}(D) = \begin{cases} \frac{x-0}{3} & 0 \leq x \leq 3 \\ \frac{4-x}{1} & 3 \leq x \leq 4 \\ 0 & \text{lainnya} \end{cases} \dots\dots\dots (4-12)$$

$$\mu_{\text{baik}}(D) = \begin{cases} \frac{x-3}{1} & 3 \leq x \leq 4 \\ \frac{6-x}{2} & 4 \leq x \leq 6 \\ 0 & \text{lainnya} \end{cases} \dots\dots\dots (4-13)$$



$$\mu_{Sangat\ baik}(D) = \begin{cases} 0 & x \leq 4 \\ \frac{x-4}{2} & 4 \leq x \leq 6 \\ 1 & x \geq 6 \end{cases} \dots\dots\dots (4-14)$$

Untuk DO = 7.2 maka:

$\mu_{sangatbaik}(D) = 1$

$\mu_{baik}(D) = 0$

$\mu_{sedang}(D) = 0$

$\mu_{buruk}(D) = 0$

- pH

Berdasarkan gambar 4.6, persamaan himpunan *fuzzy* dari pH dapat ditunjukkan pada persamaan (4-15) dan (4-16).

$$\mu_{buruk}(E) = \begin{cases} 1 & x \leq 5 \text{ or } x \geq 10 \\ \frac{6-x}{1} & 5 \leq x \leq 6 \\ \frac{x-9}{1} & 9 \leq x \leq 10 \\ 0 & 6 \leq x \leq 9 \end{cases} \dots\dots\dots (4-15)$$

$$\mu_{baik}(E) = \begin{cases} 1 & 6 \leq x \leq 9 \\ \frac{x-5}{1} & 5 \leq x \leq 6 \\ \frac{10-x}{1} & 9 \leq x \leq 10 \\ 0 & x \leq 5 \text{ or } x \geq 10 \end{cases} \dots\dots\dots (4-16)$$

Untuk pH = 6.95 maka:

$\mu_{buruk}(E) = 0$

$\mu_{baik}(E) = 1$

- Fenol

Berdasarkan gambar 4.7, persamaan himpunan *fuzzy* dari Fenol dapat ditunjukkan pada persamaan (4-17) dan (4-18).

$$\mu_{baik}(F) = \begin{cases} 1 & x \leq 0.001 \\ \frac{0.002-x}{0.001} & 0.001 \leq x \leq 0.002 \\ 0 & x \geq 0.002 \end{cases} \dots\dots\dots (4-17)$$



$$\mu_{buruk}(F) = \begin{cases} 0 & x \leq 0.001 \\ \frac{x-0.001}{0.001} & 0.001 \leq x \leq 0.002 \\ 1 & x \geq 0.002 \end{cases} \dots\dots\dots (4-18)$$

Untuk Fenol = 0.1135 maka:

$\mu_{buruk}(F) = 1$

$\mu_{baik}(F) = 0$

- Minyak & Lemak

Berdasarkan gambar 4.8, persamaan himpunan *fuzzy* dari Minyak & Lemak dapat ditunjukkan pada persamaan (4-19) dan (4-20).

$$\mu_{baik}(G) = \begin{cases} 1 & x \leq 1 \\ \frac{1.5-x}{0.5} & 1 \leq x \leq 1.5 \\ 0 & x \geq 1.5 \end{cases} \dots\dots\dots (4-19)$$

$$\mu_{buruk}(G) = \begin{cases} 0 & x \leq 1 \\ \frac{x-1}{0.5} & 1 \leq x \leq 1.5 \\ 1 & x \geq 1.5 \end{cases} \dots\dots\dots (4-20)$$

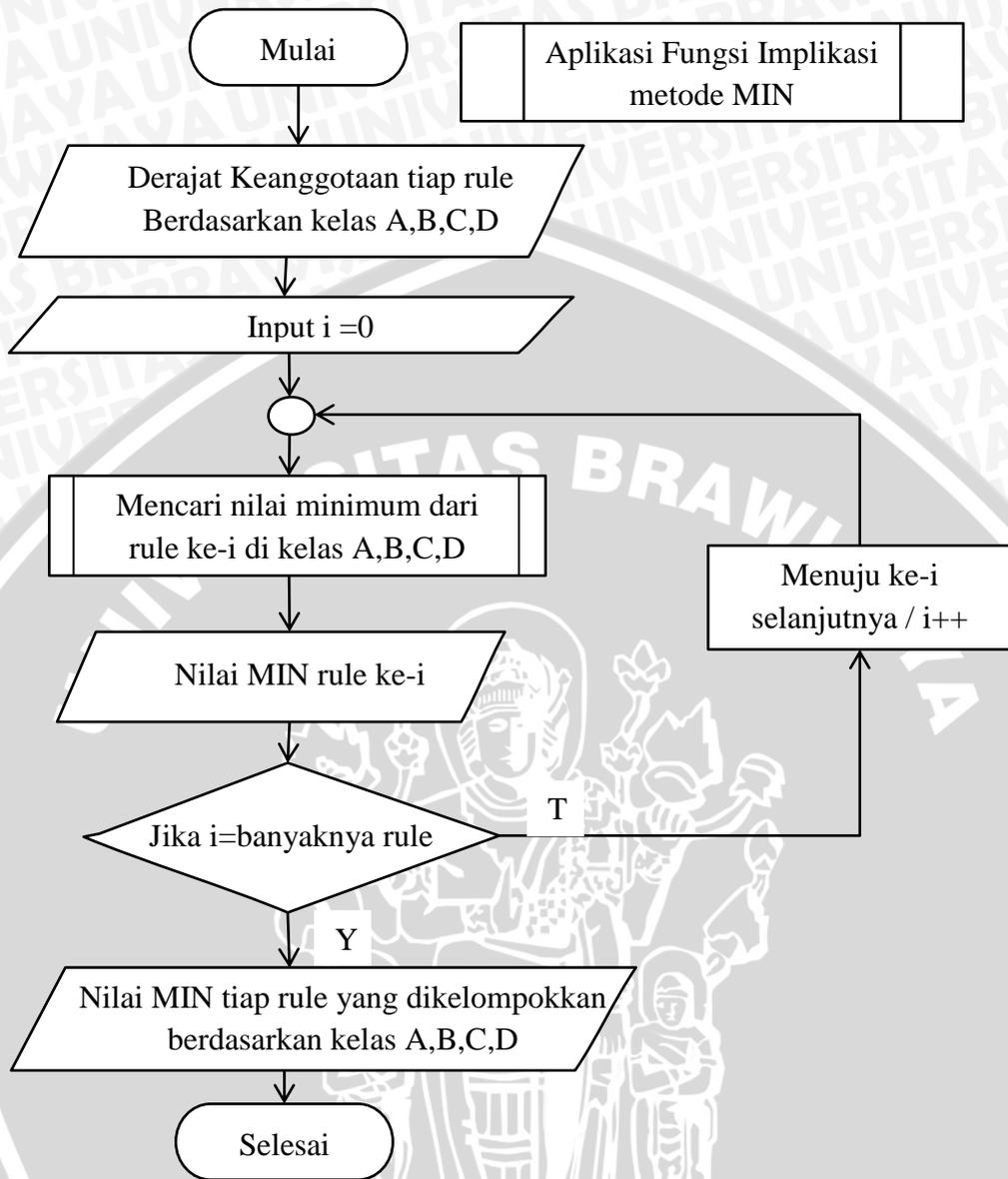
Untuk Minyak & Lemak = 0 maka:

$\mu_{buruk}(G) = 0$

$\mu_{baik}(G) = 1$

**4.2.3.3 Proses Aplikasi Fungsi Implikasi Metode MIN**

Langkah selanjutnya adalah proses aplikasi fungsi implikasi metode MIN. Proses ini dapat dilakukan setelah diperoleh nilai derajat keanggotaan masing-masing kriteria. Pada proses ini dihitung nilai MIN (minimum) dari derajat keanggotaan tiap kombinasi rule (aturan). Diagram alir proses ini ditunjukkan pada gambar 4.22.



Gambar 4.22 Diagram Alir Proses Aplikasi Fungsi Implikasi metode MIN  
 Sumber: [Perancangan]

Rancangan algoritma dari Proses Aplikasi Fungsi Implikasi metode MIN ditunjukkan dalam gambar 4.23.

**Nama algoritma:** Proses Aplikasi Fungsi Implikasi metode MIN  
**Deklarasi:**  
 - Double[] : rule, alfaA, alfaB, alfaC, alfaD  
**Deskripsi:**  
 • **Input:** rule  
 • **Proses:**  
 1. Mencari nilai minimum dari tiap rule yang ada yaitu:  
 alfaA = minimum dari rule pada kelas A

alfaB = minimum dari rule pada kelas B  
 alfaC = minimum dari rule pada kelas C  
 alfaD = minimum dari rule pada kelas D  
 2. Hasil perhitungan nilai minimum tiap rule disimpan dalam array yang dikelompokkan berdasarkan kelasnya yaitu alfaA, alfaB, alfaC dan AlfaD.

- **Output:**
  - Nilai minimum tiap rule(alfaA, alfaB, alfaC dan AlfaD).

Gambar 4.23 Rancangan Algoritma Aplikasi Fungsi Implikasi metode MIN  
Sumber : [Perancangan]

Setelah Pembentukan variable dan himpunan fuzzy, selanjutnya dibentuk aturan yang bersesuaian dengan mengambil data-data berdasarkan pengalaman keputusan dari pembuat keputusan. Aturan keputusan diperoleh dari kombinasi dari masing-masing himpunan fuzzy. Ada 4 parameter (TSS, pH, Fenol, serta minyak dan lemak) memiliki 2(dua) himpunan fuzzy yaitu baik dan buruk. Dan ada 3 parameter (BOD, COD dan DO) memiliki 4(empat) himpunan yaitu sangat baik, baik, sedang dan buruk. Jadi kombinasi aturannya dapat dihitung seperti dibawah ini :

$$2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 4 \times 4 \times 4 = 2^4 \times 4^3 = 1024 \text{ rule}$$

Jadi rule yang digunakan sebanyak 1024 rule. Berdasarkan hasil wawancara dan diskusi bersama pakar teknik pengairan, beberapa dari rule tersebut dapat ditunjukkan pada tabel 4.10.

Tabel 4.10 Aturan / Rule Fuzzy Mamdani

id	TSS	BOD	COD	DO	pH	fenol	minyak & lemak	Kelas Air
1	baik	sangat baik	sangat baik	sangat baik	baik	baik	baik	A
4	baik	baik	sangat baik	sangat baik	baik	baik	baik	A
7	baik	sangat baik	sangat baik	sangat baik	buruk	baik	baik	B
8	baik	sangat baik	sangat baik	sedang	baik	baik	baik	B
9	baik	sangat baik	sangat baik	buruk	baik	baik	baik	B
35	baik	sangat baik	baik	baik	baik	baik	buruk	C

337	buruk	baik	sangat baik	sangat baik	baik	buruk	baik	C
338	buruk	baik	sangat baik	sangat baik	buruk	baik	baik	C
350	buruk	baik	baik	sangat baik	baik	buruk	baik	C
374	buruk	sedang	sangat baik	sangat baik	baik	buruk	baik	C
375	buruk	sedang	sangat baik	sangat baik	buruk	baik	baik	C
404	baik	sangat baik	sangat baik	sedang	buruk	buruk	buruk	D
824	buruk	sedang	baik	sangat baik	baik	baik	buruk	D
825	buruk	sedang	baik	sangat baik	baik	buruk	baik	D
826	buruk	sedang	baik	sangat baik	baik	buruk	buruk	D

Sumber: [Perancangan dan Wawancara]

Keterangan :

- Kelas A : Sangat Baik / Memenuhi baku mutu
- Kelas B : Baik / Tercemar Ringan
- Kelas C : Sedang / Tercemar Sedang
- Kelas D : Buruk / Tercemar Berat

Pada aplikasi fungsi implikasi ini digunakan metode MIN (minimum), berikut perhitungannya :

$$\begin{aligned}
 [R1] &= \text{MIN}(\mu_{\text{baik}}TSS, \mu_{\text{sangat baik}}BOD, \mu_{\text{sangat baik}}COD, \mu_{\text{sangat baik}}DO, \\
 &\quad \mu_{\text{baik}}PH, \mu_{\text{baik}}Fenol, \mu_{\text{baik}}Minyaklemak) \\
 &= \text{MIN}(0; 0; 0.2867; 1; 1; 0; 1) = 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 [R4] &= \text{MIN}(\mu_{\text{baik}}TSS, \mu_{\text{baik}}BOD, \mu_{\text{sangat baik}}COD, \mu_{\text{sangat baik}}DO, \mu_{\text{baik}}PH, \\
 &\quad \mu_{\text{baik}}Fenol, \mu_{\text{baik}}Minyaklemak) \\
 &= \text{MIN}(0; 0.7167; 0.2867; 1; 1; 0; 1) = 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 [R7] &= \text{MIN}(\mu_{\text{baik}}TSS, \mu_{\text{sangat baik}}BOD, \mu_{\text{sangat baik}}COD, \mu_{\text{sangat baik}}DO, \\
 &\quad \mu_{\text{buruk}}PH, \mu_{\text{baik}}Fenol, \mu_{\text{baik}}Minyaklemak) \\
 &= \text{MIN}(0; 0; 0.2867; 1; 0; 0; 1) = 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 [R8] &= \text{MIN}(\mu_{\text{baik}}TSS, \mu_{\text{sangat baik}}BOD, \mu_{\text{sangat baik}}COD, \mu_{\text{sedang}}DO, \\
 &\quad \mu_{\text{baik}}PH, \mu_{\text{baik}}Fenol, \mu_{\text{baik}}Minyaklemak)
 \end{aligned}$$

$$= \text{MIN}(0; 0; 0.2867; 0; 1; 0; 1) = 0$$

$$\begin{aligned} [R9] &= \text{MIN}(\mu_{\text{baik}}TSS, \mu_{\text{sangatbaik}}BOD, \mu_{\text{sangatbaik}}COD, \mu_{\text{buruk}}DO, \\ &\quad \mu_{\text{baik}}PH, \mu_{\text{baik}}Fenol, \mu_{\text{baik}}Minyaklemak) \\ &= \text{MIN}(0; 0; 0.2867; 0; 1; 0; 1) = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [R35] &= \text{MIN}(\mu_{\text{baik}}TSS, \mu_{\text{sangatbaik}}BOD, \mu_{\text{baik}}COD, \mu_{\text{baik}}DO, \mu_{\text{baik}}PH, \\ &\quad \mu_{\text{baik}}Fenol, \mu_{\text{buruk}}Minyaklemak) \\ &= \text{MIN}(0; 0; 0.7133; 0; 1; 0; 0) = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [R337] &= \text{MIN}(\mu_{\text{buruk}}TSS, \mu_{\text{baik}}BOD, \mu_{\text{sangatbaik}}COD, \mu_{\text{sangatbaik}}DO, \\ &\quad \mu_{\text{baik}}PH, \mu_{\text{buruk}}Fenol, \mu_{\text{baik}}Minyaklemak) \\ &= \text{MIN}(1; 0.7167; 0.2867; 1; 1; 1; 1) = 0.2867 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [R338] &= \text{MIN}(\mu_{\text{buruk}}TSS, \mu_{\text{baik}}BOD, \mu_{\text{sangatbaik}}COD, \mu_{\text{sangatbaik}}DO, \\ &\quad \mu_{\text{buruk}}PH, \mu_{\text{baik}}Fenol, \mu_{\text{baik}}Minyaklemak) \\ &= \text{MIN}(1; 0.7167; 0.2867; 1; 0; 0; 1) = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [R350] &= \text{MIN}(\mu_{\text{buruk}}TSS, \mu_{\text{baik}}BOD, \mu_{\text{baik}}COD, \mu_{\text{sangatbaik}}DO, \mu_{\text{baik}}PH, \\ &\quad \mu_{\text{buruk}}Fenol, \mu_{\text{baik}}Minyaklemak) \\ &= \text{MIN}(1; 0.7167; 0.7133; 1; 1; 1; 1) = 0.7133 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [R374] &= \text{MIN}(\mu_{\text{buruk}}TSS, \mu_{\text{sedang}}BOD, \mu_{\text{sangatbaik}}COD, \mu_{\text{sangatbaik}}DO, \\ &\quad \mu_{\text{baik}}PH, \mu_{\text{buruk}}Fenol, \mu_{\text{baik}}Minyaklemak) \\ &= \text{MIN}(1; 0.2833; 0.2867; 1; 1; 1; 1) = 0.2833 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [R375] &= \text{MIN}(\mu_{\text{buruk}}TSS, \mu_{\text{sedang}}BOD, \mu_{\text{sangatbaik}}COD, \mu_{\text{sangatbaik}}DO, \\ &\quad \mu_{\text{buruk}}PH, \mu_{\text{baik}}Fenol, \mu_{\text{baik}}Minyaklemak) \\ &= \text{MIN}(1; 0.2833; 0.2867; 1; 0; 0; 1) = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [R404] &= \text{MIN}(\mu_{\text{baik}}TSS, \mu_{\text{sangatbaik}}BOD, \mu_{\text{sangatbaik}}COD, \mu_{\text{sedang}}DO, \\ &\quad \mu_{\text{buruk}}PH, \mu_{\text{buruk}}Fenol, \mu_{\text{buruk}}Minyaklemak) \\ &= \text{MIN}(0; 0; 0.2867; 0; 0; 1; 0) = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [R824] &= \text{MIN}(\mu_{\text{buruk}}TSS, \mu_{\text{sedang}}BOD, \mu_{\text{baik}}COD, \mu_{\text{sangatbaik}}DO, \mu_{\text{baik}}PH, \\ &\quad \mu_{\text{baik}}Fenol, \mu_{\text{buruk}}Minyaklemak) \\ &= \text{MIN}(1; 0.2833; 0.7133; 1; 1; 0; 0) = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [R825] &= \text{MIN}(\mu_{\text{buruk}}TSS, \mu_{\text{sedang}}BOD, \mu_{\text{baik}}COD, \mu_{\text{sangatbaik}}DO, \mu_{\text{baik}}PH, \\ &\quad \mu_{\text{buruk}}Fenol, \mu_{\text{baik}}Minyaklemak) \end{aligned}$$

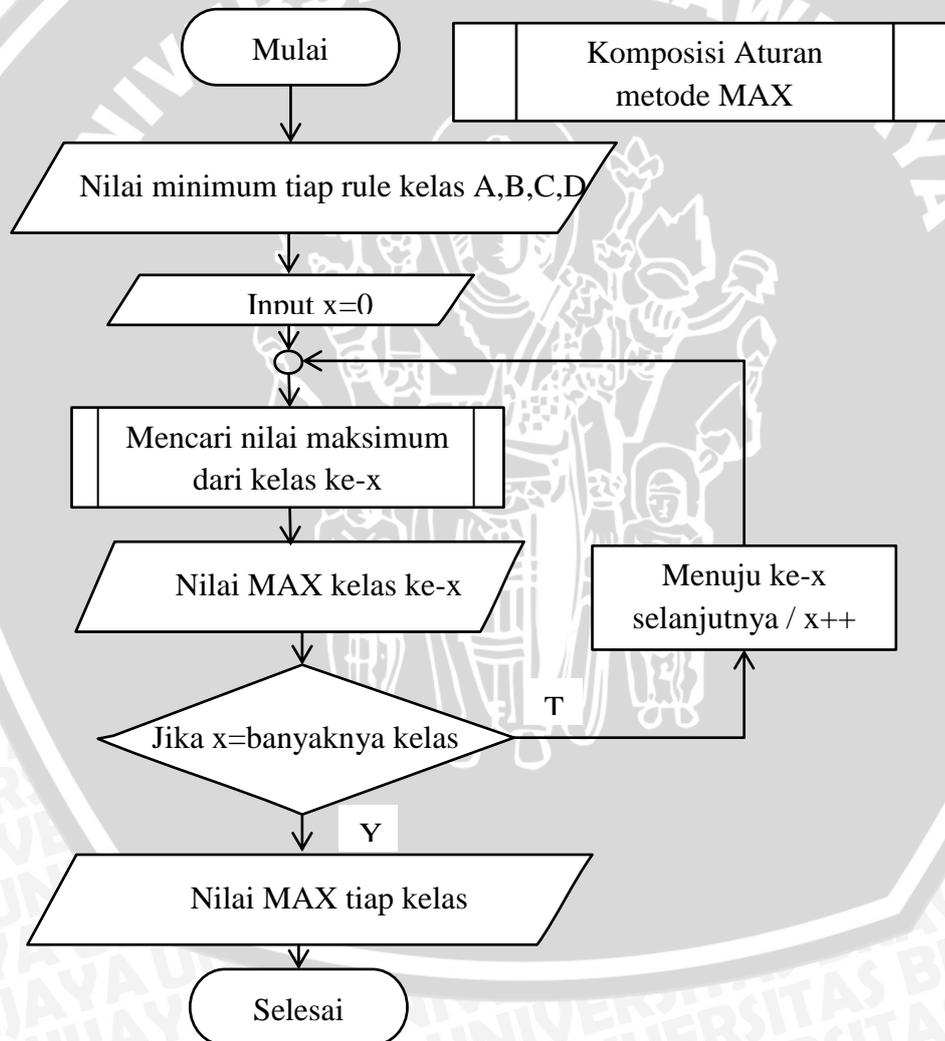
$$= \text{MIN}(1; 0.2833; 0.7133; 1; 1; 1; 1) = 0.2833$$

$$[R826] = \text{MIN}(\mu_{\text{buruk}}TSS, \mu_{\text{sedang}}BOD, \mu_{\text{baik}}COD, \mu_{\text{sangatbaik}}DO, \mu_{\text{baik}}PH, \mu_{\text{buruk}}Fenol, \mu_{\text{buruk}}Minyaklemak)$$

$$= \text{MIN}(1; 0.2833; 0.7133; 1; 1; 1; 0) = 0$$

#### 4.2.3.4 Proses Komposisi Aturan(rule) Metode MAX

Dari hasil aplikasi fungsi implikasi dari tiap aturan, digunakan metode MAX untuk melakukan komposisi antar semua aturan. Diagram alir proses komposisi aturan metode MAX ditunjukkan pada gambar 4.24.



Gambar 4.24 Diagram Alir Proses Komposisi Aturan Metode MAX  
Sumber: [Perancangan]

Rancangan algoritma dari Proses Komposisi Aturan Metode MAX ditunjukkan dalam gambar 4.25.

<p><b>Nama algoritma:</b> Proses Komposisi Aturan Metode MAX</p> <p><b>Deklarasi:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Double[] : alfaA, alfaB, alfaC, alfaD</li> <li>- Double : MaxDtA, MaxDtB, MaxDtC, MaxDtD</li> </ul> <p><b>Deskripsi:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Input:</b> alfaA, alfaB, alfaC, alfaD</li> <li>• <b>Proses:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menghitung nilai Maksimum dari alfaA, alfaB, alfaC, dan alfaD : <ul style="list-style-type: none"> <li>maxDtA = maksimum dari alfaA</li> <li>maxDtB = maksimum dari alfaB</li> <li>maxDtC = maksimum dari alfaC</li> <li>maxDtD = maksimum dari alfaD</li> </ul> </li> </ol> </li> <li>• <b>Output:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nilai Maksimum derajat keanggotaan tiap kelas (MaxDtA, MaxDtB, MaxDtC, MaxDtD).</li> </ul> </li> </ul>
---

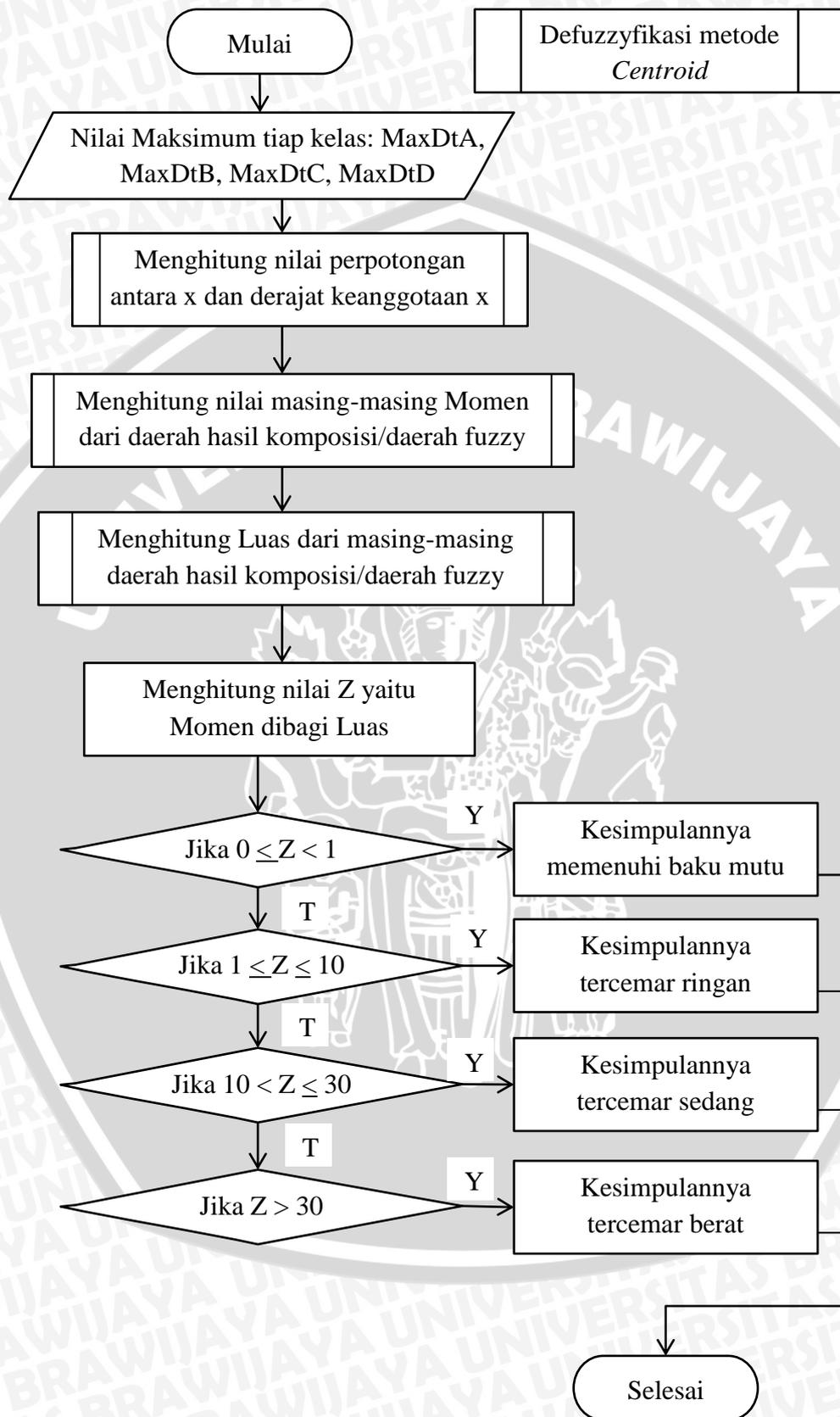
Gambar 4.25 Rancangan Algoritma Komposisi Aturan Metode MAX  
Sumber : [Perancangan]

Dari hasil aplikasi fungsi implikasi dari tiap aturan, digunakan metode MAX untuk melakukan komposisi antar semua aturan.

- Memenuhi baku mutu = MAX([R1]; [R4])  
(MaxDtA) = MAX(0 ; 0) = 0
- Tercemar ringan = MAX([R7]; [R8]; [R9])  
(MaxDtB) = MAX(0 ; 0 ; 0) = 0
- Tercemar sedang = MAX([R35]; [R337]; [R338]; [R350]; [374]; [R375])  
(MaxDtC) = MAX(0 ; 0.2867 ; 0 ; 0.7133 ; 0.2833 ; 0)  
= 0.7133
- Tercemar berat = MAX([R404]; [R824]; [R825]; [R826])  
(MaxDtD) = MAX(0 ; 0 ; 0.2833 ; 0) = 0.2833

#### 4.2.3.5 Proses Defuzzyfikasi Metode *Centroid* dan Penentuan Kualitas Air

Langkah selanjutnya adalah proses defuzzyfikasi dengan metode *centroid* dan penentuan kualitas air sungai. Diagram alir proses defuzzyfikasi dan penentuan kualitas air sungai ditunjukkan pada gambar 4.26.



Gambar 4.26 Diagram Alir Defuzzyfikasi Metode Centroid  
 Sumber: [Perancangan]



Rancangan algoritma dari Proses Defuzzyfikasi Metode *Centroid* ditunjukkan dalam gambar 4.27.

<p><b>Nama algoritma:</b> Proses Defuzzyfikasi Metode <i>Centroid</i></p> <p><b>Deklarasi:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Double : x1, x2, x3, M1, M2, M3, M4, L1, L2, L3, L4, MaxDtA, MaxDtB, MaxDtC, MaxDtD, Z</li> <li>- String : kesimpulan</li> </ul> <p><b>Deskripsi:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Input:</b> MaxDtA, MaxDtB, MaxDtC, MaxDtD</li> <li>• <b>Proses:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menghitung nilai perpotongan antara x dengan derajat keanggotaan x, misal: <ul style="list-style-type: none"> <li>x1 = nilai perpotongan x dengan maxDtC</li> <li>x2 = nilai perpotongan x dengan maxDtC</li> <li>x3 = nilai perpotongan x dengan maxDtD</li> </ul> </li> <li>2. Menghitung nilai Momen (M1, M2, M3, M4) untuk masing-masing daerah hasil komposisi (daerah fuzzy) dengan cara menghitung integral dari daerah fuzzy.</li> <li>3. Menghitung Luas (L1, L2, L3, L4) dari masing-masing daerah hasil komposisi (daerah fuzzy).</li> <li>4. Menghitung nilai centroid(Z) yaitu Momen dibagi Luas: <math display="block">Z = (M1 + M2 + M3 + M4) / (L1 + L2 + L3 + L4)</math> </li> <li>5. Jika Z bernilai antara 0 s/d 1, maka kesimpulannya memenuhi baku mutu.</li> <li>6. Jika Z bernilai 1 s/d 10, maka kesimpulannya tercemar ringan.</li> <li>7. Jika Z bernilai antara 10 s/d 30, maka kesimpulannya tercemar sedang.</li> <li>8. Jika Z bernilai diatas 30, maka kesimpulannya tercemar berat.</li> </ol> </li> <li>• <b>Output:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nilai centroid(Z).</li> <li>- Kesimpulan.</li> </ul> </li> </ul>
---

Gambar 4.27 Rancangan algoritma Defuzzyfikasi Metode Centroid

Sumber : [Perancangan]

Sebelum menghitung nilai defuzzy perlu dibuat persamaan himpunan fuzzy untuk variable pembatas / variable kesimpulan yang ditunjukkan pada persamaan (4-21), (4-22), (4-23) dan (4-24). Pembentukan himpunan fuzzy ini mengacu pada gambar 4.9.

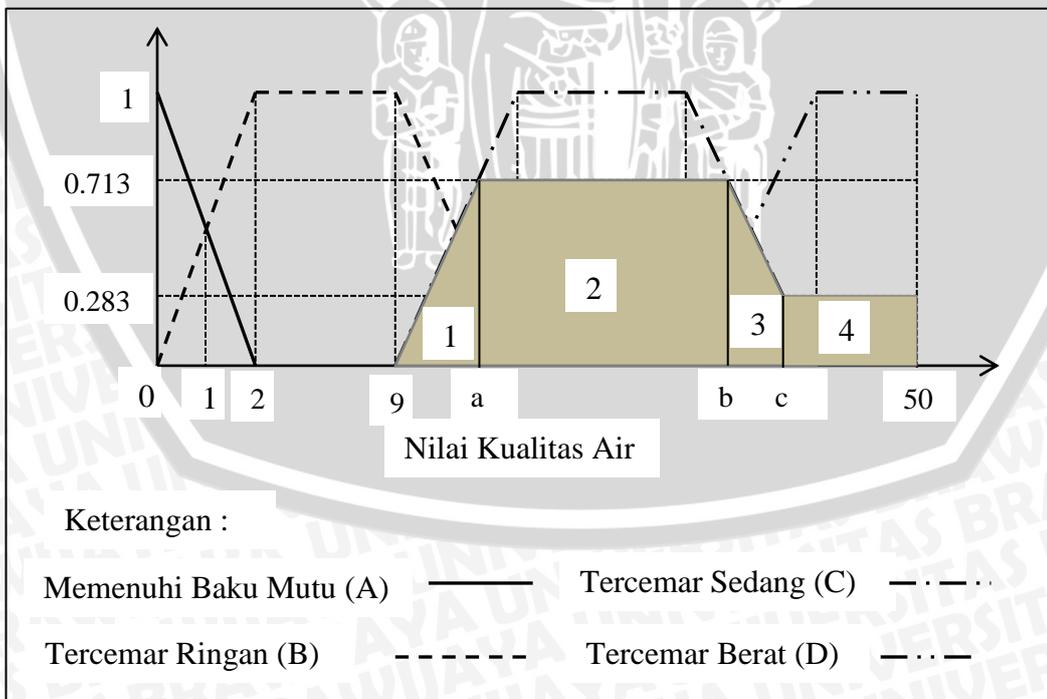
$$\mu_{\text{memenuhi baku mutu}}(K) = \begin{cases} 1 & x = 0 \\ \frac{2-x}{2} & 0 \leq x \leq 2 \\ 0 & x \geq 2 \end{cases} \dots\dots\dots (4-21)$$

$$\mu_{\text{tercemar ringan}}(K) = \begin{cases} \frac{x-0}{2} & 0 \leq x \leq 2 \\ \frac{11-x}{2} & 9 \leq x \leq 11 \\ 0 & \text{lainnya} \\ 1 & 2 \leq x \leq 9 \end{cases} \dots\dots\dots (4-22)$$

$$\mu_{\text{tercemar sedang}}(K) = \begin{cases} \frac{x-9}{2} & 9 \leq x \leq 11 \\ \frac{31-x}{2} & 29 \leq x \leq 31 \\ 1 & 11 \leq x \leq 29 \\ 0 & \text{lainnya} \end{cases} \dots\dots\dots (4-23)$$

$$\mu_{\text{tercemar berat}}(K) = \begin{cases} 0 & x \leq 29 \\ \frac{x-29}{2} & 29 \leq x \leq 31 \\ 1 & x \geq 31 \end{cases} \dots\dots\dots (4-24)$$

Dari hasil komposisi antar semua aturan diperoleh nilai maksimum derajat keanggotaan untuk masing-masing kelas. Nilai maksimum ini digunakan untuk menggambar daerah hasil komposisi yang ditunjukkan pada gambar 4.28.



Gambar 4.28 Daerah hasil komposisi  
Sumber: [Perancangan]



Pada Gambar 4.28, daerah hasil terdiri dari 4 daerah yaitu A1, A2, A3, dan A4. Daerah A1 batasnya pada nilai  $a$ , daerah A2 batasnya pada nilai  $b$ , daerah A3 batasnya pada nilai  $c$ , dan daerah A4 batasnya pada nilai 80. Nilai  $a, b$ , dan  $c$  dapat dihitung seperti dibawah ini:

- Untuk mencari nilai  $a$ , menggunakan rumus pada persamaan (4-24) untuk range  $9 \leq X \leq 11$ .

$$\mu_{sedang}(K) = \frac{x-9}{2} = \frac{a-9}{2}$$

$$0.7133 = \frac{a-9}{2}$$

$$a = (0.7133 * 2) + 9 = 10.4266$$

- Untuk mencari nilai  $b$ , menggunakan rumus pada persamaan (4-24) untuk range  $29 \leq X \leq 31$ .

$$\mu_{sedang}(K) = \frac{31-x}{2} = \frac{31-b}{2}$$

$$0.7133 = \frac{31-b}{2}$$

$$b = 31 - (0.7133 * 2) = 29.5734$$

- Untuk mencari nilai  $c$ , menggunakan rumus pada persamaan (4-24) untuk range  $29 \leq X \leq 31$ .

$$\mu_{sedang}(K) = \frac{31-x}{2} = \frac{31-c}{2}$$

$$0.2833 = \frac{31-c}{2}$$

$$c = 31 - (0.2833 * 2) = 30.4334$$

Setelah diperoleh nilai  $a, b$ , dan  $c$ , maka dapat dibuat fungsi keanggotaan untuk hasil komposisi (gambar 4.21) seperti pada persamaan (4-25) dibawah ini:

$$\mu_{[z]}(E) = \begin{cases} \frac{x-9}{2} & 9 \leq x \leq 10.4266 \\ 0.7133 & 10.4266 \leq x \leq 29.5734 \\ \frac{31-x}{2} & 29.5734 \leq x \leq 30.4334 \\ 0.2833 & 30.4334 \leq x \leq 50 \end{cases} \dots\dots\dots (4-25)$$

Metode *defuzzy centroid* dapat dihitung dengan rumus seperti pada persamaan (2-3) yaitu jumlah momen daerah hasil komposisi dibagi jumlah luas



daerah hasil komposisi. Untuk menghitung momen dan luas setiap daerah dapat dihitung dengan cara seperti dibawah ini:

$$M1 = \int_9^{10.4266} \frac{x-9}{2} z dz = \frac{x^2(2x-27)}{12} \Big|_9^{10.4266} = 5.063$$

$$M2 = \int_{10.4266}^{29.5734} (0.7133)z dz = 0.35665 z^2 \Big|_{10.4266}^{29.5734} = 273.148$$

$$M3 = \int_{29.5734}^{30.4334} \frac{31-x}{2} z dz = \frac{x^2(-2x+93)}{12} \Big|_{29.5734}^{30.4334} = 12.831$$

$$M4 = \int_{30.4334}^{50} (0.2833)z dz = 0.14165 z^2 \Big|_{30.4334}^{50} = 222.93$$

$$\begin{aligned} LuasA1 &= \text{luas segitiga} = 0.5 \times \text{alas} \times \text{tinggi} \\ &= 0.5 \times (10.4266 - 9) \times 0.7133 = 0.509 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LuasA2 &= \text{luas persegi panjang} = \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= (29.5734 - 10.4266) \times 0.7133 = 13.657 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LuasA3 &= \text{luas trapesium} = 0.5 \times \text{jumlah sisi sejajar} \times \text{tinggi} \\ &= 0.5 \times (0.2833 + 0.7133) \times (30.4334 - 29.5734) \\ &= 0.5 \times 0.9966 \times 0.86 = 0.4285 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LuasA4 &= \text{luas persegi panjang} = \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= (50 - 30.4334) \times 0.2833 = 5.543 \end{aligned}$$

Jadi nilai centroid(Z) dapat dihitung dengan cara seperti dibawah ini:

$$\begin{aligned} Z &= \frac{\text{Jumlah momen}}{\text{luas momen}} = \frac{M1 + M2 + M3 + M4}{Luas A1 + A2 + A3 + A4} \\ &= \frac{5.063 + 273.148 + 12.831 + 222.93}{0.509 + 13.657 + 0.4285 + 5.543} = \frac{513.972}{20.1375} = 25.523 \end{aligned}$$

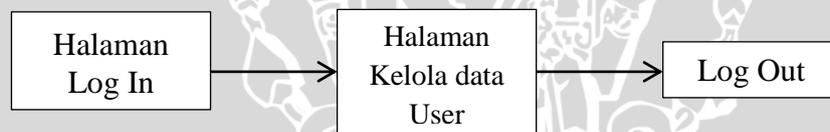
Proses penentuan alternatif kesimpulan mengacu pada gambar 4.9 yaitu dengan cara menentukan apakah nilai hasil *centroid* (Z) berada di daerah memenuhi baku mutu, tercemar ringan, tercemar sedang atau tercemar berat. Nilai

hasil proses *defuzzyfikas centroid* (Z) adalah 25.523 yang artinya berdasarkan gambar 4.9 nilai ini termasuk golongan tercemar sedang.

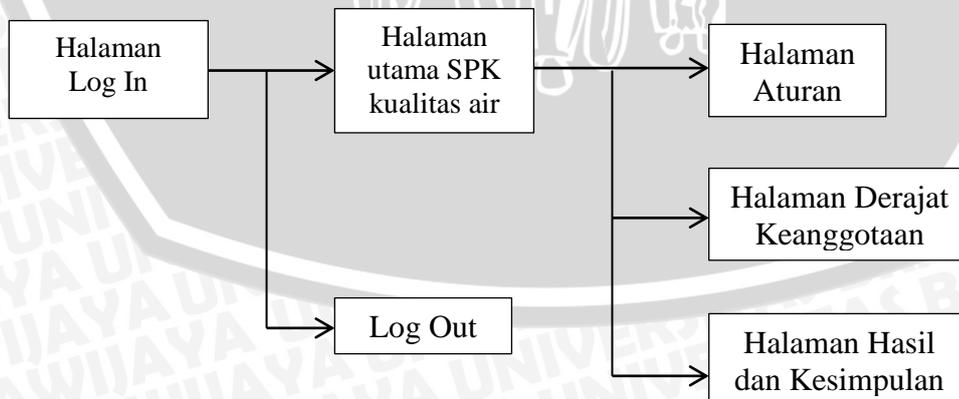
Jadi TSS = 229.8 mg/L, BOD = 3.85 mg/L, COD = 20.7 mg/L, DO = 7.2 mg/L, pH = 6.95, Fenol = 0.1135 mg/L, Minyak & Lemak = 0 mg/L termasuk golongan “Tercemar Sedang” atau kelas C.

#### 4.2.4 Subsistem Antarmuka

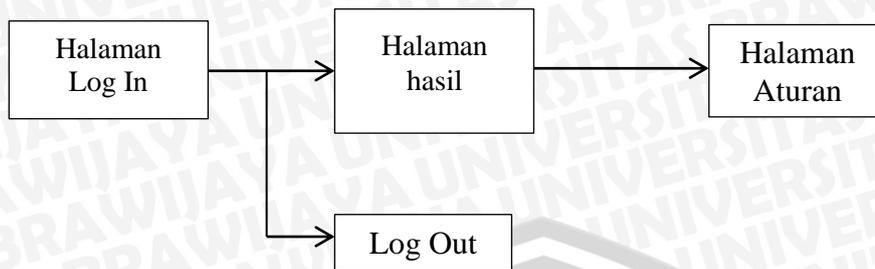
Subsistem antarmuka ini bertujuan agar pengguna dapat berkomunikasi dan memberikan perintah pada sistem. Subsistem antarmuka dalam sistem ini akan dijelaskan melalui alur sitemap, flowchart dan desain antarmuka tiap halaman. Subsistem ini dibuat untuk menggambarkan aplikasi yang dibuat. Berikut ini sitemap yang ditujukan untuk masing-masing aktor, sitemap untuk biro IT dapat dilihat pada Gambar 4.29 dan sitemap untuk Staff laboratorium dapat dilihat pada Gambar 4.30, serta sitemap untuk Kepala Laboratorium dapat dilihat pada Gambar 4.31.



Gambar 4.29 Sitemap halaman untuk biro IT  
Sumber: [Perancangan]



Gambar 4.30 Sitemap halaman untuk Staff Laboratorium  
Sumber: [Perancangan]



Gambar 4.31 Sitemap halaman untuk Kepala Laboratorium  
Sumber: [Perancangan]

#### 4.2.4.1 Halaman Log In

Pada halaman login, setiap pengguna sistem pendukung keputusan dapat memulai untuk menjalankan sistem dengan menginputkan username dan password. Perancangan tampilan untuk halaman login dapat ditunjukkan pada Gambar 4.32.

Gambar 4.32 Halaman *LogIn*  
Sumber: [Perancangan]

Keterangan Gambar 4.32:

1. Nama Sistem Pendukung Keputusan penentuan kualitas air.
2. *Field* untuk mengisikan *username* dari setiap pengguna aplikasi.
3. *Field* untuk mengisikan *password* dari setiap pengguna aplikasi.
4. Tombol Log In.
5. Tombol batal atau Cancel.

#### 4.2.4.2 Halaman Kelola data user (Biro IT)

Halaman ini merupakan halaman yang ditampilkan pada saat biro IT melakukan log in. Dalam halaman ini biro IT dapat melihat, mengubah dan

melakukan hapus data user. Perancangan tampilan dari halaman Data User ditunjukkan pada Gambar 4.33.

The screenshot shows a user management interface with the following elements:

- Input field for "Id pengguna" (labeled 1) with a value of "10" in a separate box (labeled 10).
- Input field for "Username" (labeled 2) with a value of "2".
- Input field for "Password" (labeled 3) with a value of "3".
- Drop-down menu for "Hak Akses" (labeled 4) with a value of "4".
- Buttons for "5" (add), "6" (update), "7" (delete), and "8" (cancel).
- A table area (labeled 9) for displaying user data.

Gambar 4.33 Halaman kelola data user  
Sumber: [Perancangan]

Keterangan Gambar 4.33 :

1. *Field* untuk mengisi identitas pengguna (id pengguna).
2. *Field* untuk mengisi username pengguna.
3. *Field* untuk mengisi password pengguna.
4. *Drop down menu* untuk memilih hak akses yang diberikan kepada pengguna.
5. Tombol add, untuk menambahkan user.
6. Tombol update, untuk mengubah data user.
7. Tombol delete, untuk menghapus data user
8. Tombol cancel, untuk kembali ke tampilan awal.
9. Tabel data user, untuk menampilkan tabel data user
10. Tombol Log Out, untuk keluar dari halaman Admin/Biro IT dan kembali ke halaman Log In.

#### 4.2.4.3 Halaman Staff Laboratorium

Halaman ini merupakan halaman yang ditampilkan setelah *Staff Laboratorium/SL* melakukan log in sebagai SL. Dalam halaman ini *Staff Laboratorium/SL* dapat memasukkan nilai setiap parameter air yang akan diuji.

SL dapat menyimpan, mengedit, dan menghapus data kualitas air sungai yang berada pada tabel “Data Air”. Setelah data air sungai diisi maka SL dapat melakukan proses perhitungan kualitas air sungai dengan cara menekan tombol “Proses” dan hasilnya akan langsung tampil pada bagian “Field Hasil Perhitungan”. Perancangan tampilan dari halaman staff laboratorium untuk mengolah data berada pada halaman “beranda” yang dapat ditunjukkan pada Gambar 4.34.

Gambar 4.34 Halaman kelola data air  
 Sumber : [Perancangan]

Keterangan Gambar 4.34:

1. Judul halaman Sistem Pendukung Keputusan.

2. Tombol Log Out.
3. *Tab menu* data air.
4. *Tab menu* aturan.
5. *Tab menu* derajat keanggotaan.
6. *Tab menu* hasil dan kesimpulan.
7. *Field* untuk mengisi nomor data air.
8. *Drop down menu* untuk memilih bulan data air.
9. *Drop down menu* untuk memilih tahun data air.
10. *Field* untuk mengisi parameter TSS.
11. *Field* untuk mengisi parameter BOD.
12. *Field* untuk mengisi parameter COD.
13. *Field* untuk mengisi parameter DO.
14. *Field* untuk mengisi parameter pH.
15. *Field* untuk mengisi parameter fenol.
16. *Field* untuk mengisi parameter minyak dan lemak.
17. Tombol add.
18. Tombol update.
19. Tombol delete.
20. Tombol cancel.
21. Tabel data air.
22. Tombol proses menghitung kualitas air.
23. Tombol reset.
24. *Field* nilai hasil perhitungan sistem pendukung keputusan.
25. *Field* hasil keputusan sistem.
26. Tombol simpan hasil keputusan sistem.

Setelah *Staff Laboratorium/SL* menekan tombol “Proses” maka SL dapat melihat nilai keanggotaan *fuzzy* dari setiap parameter/kriteria kualitas air sungai yang digunakan oleh sistem dalam mengambil keputusan. Perancangan tampilan dari halaman Derajat Keanggotaan dapat ditunjukkan pada Gambar 4.35.

1				2	
3	4	5	6		
TSS	BOD	COD	DO		
7	9	13	17		
8	10	14	18		
	11	15	19		
	12	16	20		
pH	Fenol	Minvak & Lemak			
21	23	25			
22	24	26			

Gambar 4.35 Halaman Derajat Keanggotaan  
Sumber : [Perancangan]

Keterangan Gambar 4.35:

1. Judul halaman Sistem Pendukung Keputusan.
2. Tombol Log Out.
3. *Tab menu* data air.
4. *Tab menu* aturan.
5. *Tab menu* derajat keanggotaan.
6. *Tab menu* hasil dan kesimpulan.
7. *Field* nilai keanggotaan baik parameter TSS.
8. *Field* nilai keanggotaan buruk parameter TSS.
9. *Field* nilai keanggotaan sangat baik parameter BOD.
10. *Field* nilai keanggotaan baik parameter BOD.
11. *Field* nilai keanggotaan sedang parameter BOD.
12. *Field* nilai keanggotaan buruk parameter BOD.
13. *Field* nilai keanggotaan sangat baik parameter COD.
14. *Field* nilai keanggotaan baik parameter COD.
15. *Field* nilai keanggotaan sedang parameter COD.
16. *Field* nilai keanggotaan buruk parameter COD.

17. *Field* nilai keanggotaan sangat baik parameter DO.
18. *Field* nilai keanggotaan baik parameter DO.
19. *Field* nilai keanggotaan sedang parameter DO.
20. *Field* nilai keanggotaan buruk parameter DO.
21. *Field* nilai keanggotaan baik parameter pH.
22. *Field* nilai keanggotaan buruk parameter pH.
23. *Field* nilai keanggotaan baik parameter fenol.
24. *Field* nilai keanggotaan buruk parameter fenol.
25. *Field* nilai keanggotaan baik parameter minyak dan lemak.
26. *Field* nilai keanggotaan buruk parameter minyak dan lemak.

#### 4.2.4.4 Halaman Kepala Laboratorium

Halaman ini merupakan halaman yang ditampilkan setelah Kepala Laboratorium/KL melakukan log in dan memilih menu hasil dan kesimpulan pada *tab menu*. Dalam halaman ini Kepala Laboratorium/SL dapat melihat hasil dan kesimpulan keputusan yang dihasilkan oleh sistem pendukung keputusan. Perancangan tampilan dari halaman Data Air ditunjukkan pada Gambar 4.36.

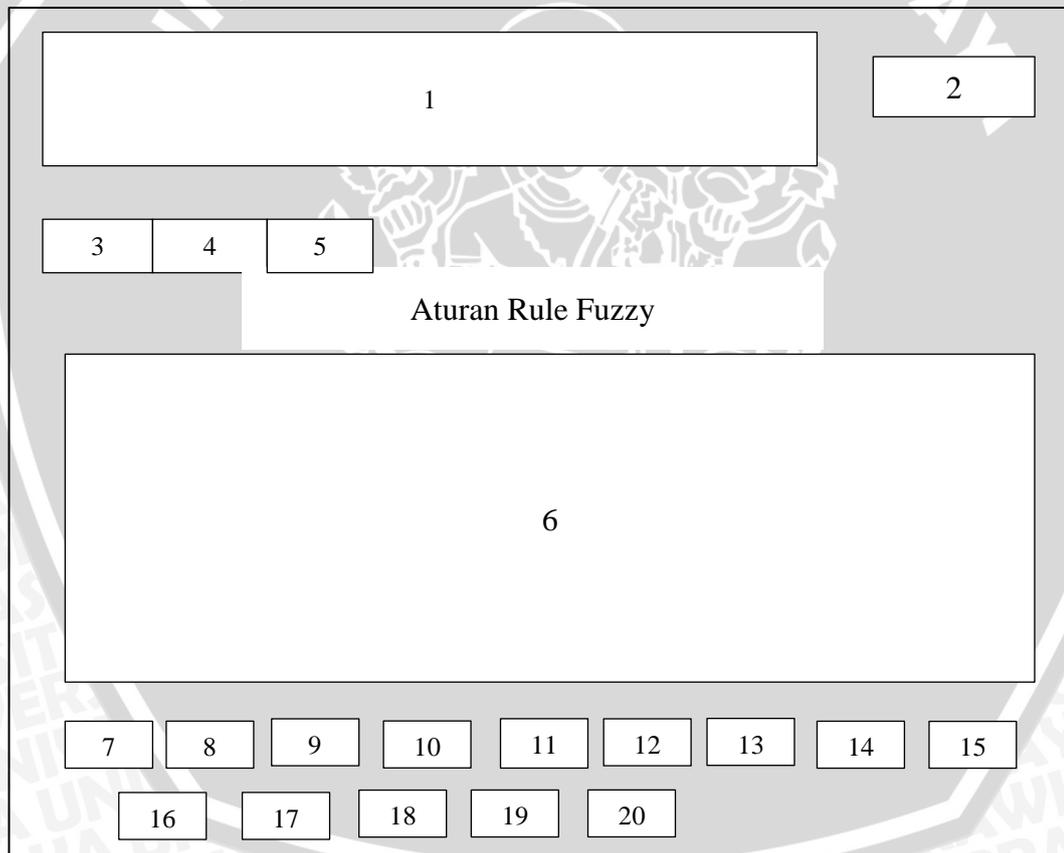
1		2
3	4	5
Data Kualitas Air Sungai		
6		

Gambar 4.36 Halaman Hasil Dan Kesimpulan  
Sumber : [Perancangan]

Keterangan Gambar 4.36:

1. Judul halaman Sistem Pendukung Keputusan.
2. Tombol Log Out.
3. *Tab menu* hasil dan kesimpulan.
4. *Tab menu* aturan (rule) Fuzzy.
5. Tabel hasil keputusan sistem pendukung keputusan penentuan kualitas air.

Dalam halaman Kepala Laboratorium/KL juga dapat melihat, mengubah, menambah dan menghapus setiap aturan yang digunakan oleh sisitem dalam mengambil keputusan. Perancangan tampilan dari halaman Rule Fuzzy ditunjukkan pada Gambar 4.32.



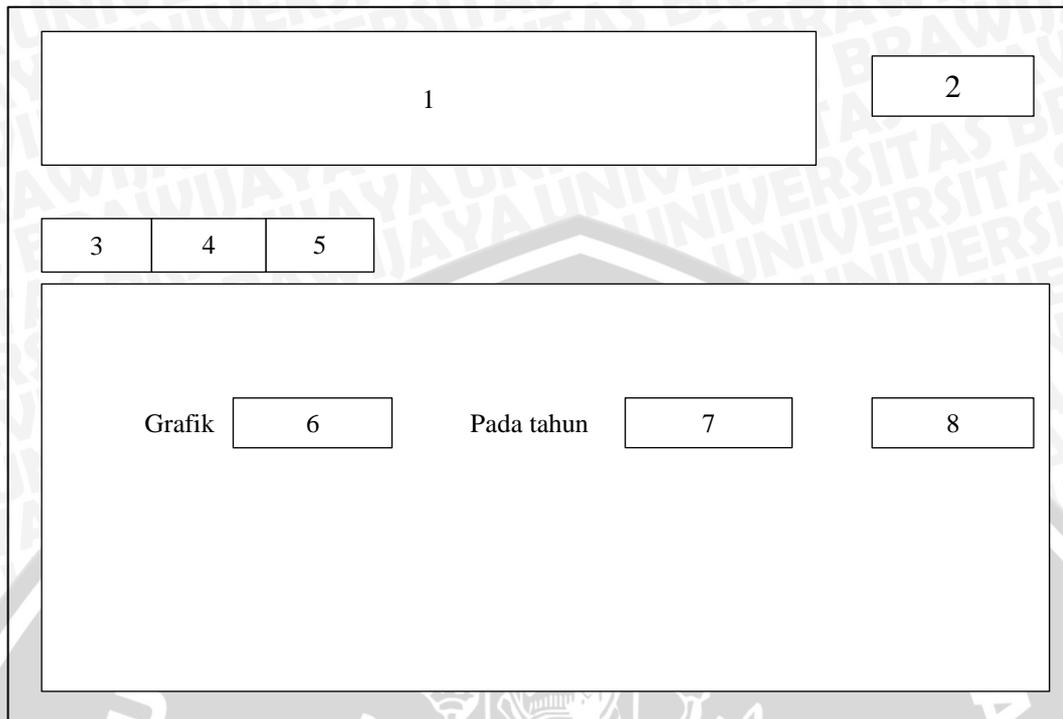
Gambar 4.37 Halaman Aturan / Rule Fuzzy  
Sumber : [Perancangan]

Keterangan Gambar 4.37:

1. Judul halaman Sistem Pendukung Keputusan.
2. Tombol Log Out.

3. *Tab menu* hasil dan kesimpulan.
4. *Tab menu* aturan (rule) Fuzzy.
5. *Tab menu* aturan Grafik Laporan.
6. Tabel rule sistem pendukung keputusan penentuan kualitasn air.
7. *Field* untuk mengisikan nomor aturan.
8. *Drop down menu* untuk memilih parameter TSS baik dan buruk.
9. *Drop down menu* untuk memilih parameter BOD sangat baik, baik, sedang dan buruk.
10. *Drop down menu* untuk memilih parameter COD sangat baik, baik, sedang dan buruk.
11. *Drop down menu* untuk memilih parameter DO sangat baik, baik, sedang dan buruk.
12. *Drop down menu* untuk memilih parameter pH baik dan buruk.
13. *Drop down menu* untuk memilih parameter fenol baik dan buruk.
14. *Drop down menu* untuk memilih parameter minyak dan lemak baik dan buruk.
15. *Drop down menu* untuk memilih parameter kesimpulan kelas A, B, C dan D.
16. Tombol add.
17. Tombol update.
18. Tombol delete.
19. Tombol cancel.
20. Tombol search.

Dalam halaman Kepala Laboratorium/KL dapat melihat grafik nilai setiap parameter sesuai dengan tahun data yang diuji sisitem pendukung keputusan. Perancangan tampilan dari halaman Grafik Laporan dapat ditunjukkan pada Gambar 4.38.



Gambar 4.38 Halaman Grafik Laporan(KL)

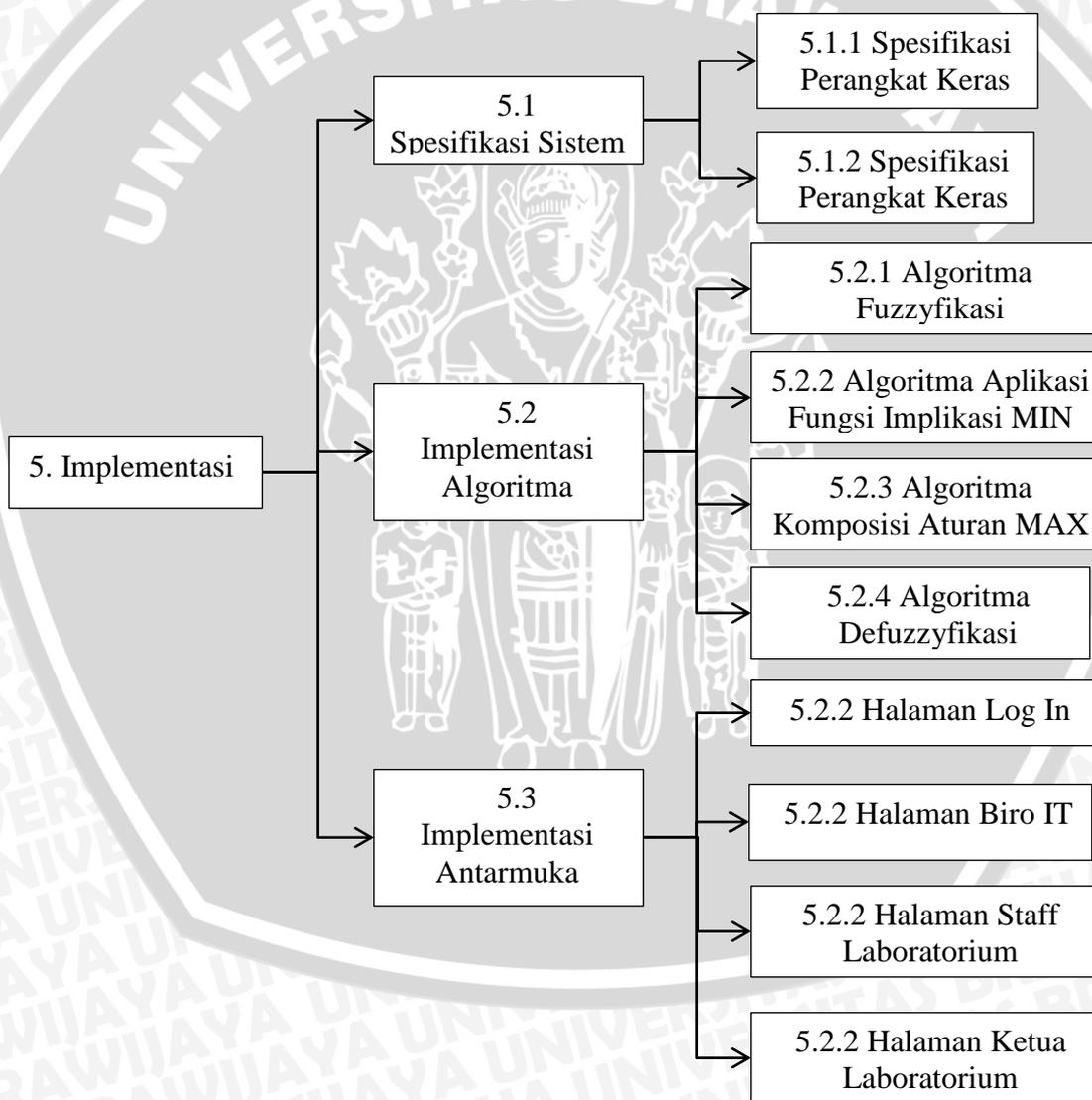
Sumber : [Perancangan]

Keterangan Gambar 4.38:

1. Judul halaman Sistem Pendukung Keputusan.
2. Tombol Log Out.
3. *Tab menu* hasil dan kesimpulan.
4. *Tab menu* aturan (rule) Fuzzy.
5. *Tab menu* aturan Grafik Laporan.
6. *Drop down menu* untuk memilih parameter yang akan dilihat grafiknya.
7. *Drop down menu* untuk memilih tahun.
8. Tombol lihat grafik.

## BAB V IMPLEMENTASI

Pada bab ini dibahas mengenai implementasi perangkat lunak berdasarkan hasil yang telah diperoleh dari analisis kebutuhan dan proses perancangan perangkat lunak yang dibuat. Pembahasan terdiri dari penjelasan tentang spesifikasi sistem, implementasi algoritma dan implementasi antarmuka sistem pendukung keputusan penentuan kualitas air sungai dengan metode *Fuzzy Mamdani*. Berikut pohon implementasi ditunjukkan pada gambar 5.1.



Gambar 5.1 Pohon Implementasi  
Sumber : [implementasi]



## 5.1 Spesifikasi Sistem

Pada sub bab ini akan membahas spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam proses pengembangan sistem pendukung keputusan penentuan kualitas air sungai dengan metode *fuzzy mamdani*.

### 5.1.1 Spesifikasi Perangkat Keras

Spesifikasi perangkat keras yang digunakan dalam pengembangan sistem pendukung keputusan dapat dilihat pada tabel 5.1.

Tabel 5.1 Spesifikasi Perangkat Keras

Perangkat Keras	Keterangan
Processor	Intel® Core™ i3 CPU M 350 @ 2.27 GHz (4 CPUs)
Memory RAM	4096 MB
Chip Type	Intel(R) HD Graphics (Core i3)
DAC Type	Internal

Sumber : [Implementasi]

### 5.1.2 Spesifikasi Perangkat Lunak

Spesifikasi perangkat lunak yang digunakan dalam pengembangan sistem pendukung keputusan dapat dilihat pada tabel 5.2.

Tabel 5.2 Spesifikasi Perangkat Lunak

Perangkat Lunak	Keterangan
Sistem Operasi	Windows 7 Home Premium 32-bit
Bahasa Pemrograman	Java
Tools	NetBeans IDE 7.0, Firefox 33.1
Server	XAMPP 1.7.4
DBMS	MySQL

Sumber : [Implementasi]

## 5.2 Implementasi Algoritma

Sub bab implementasi algoritma akan menjelaskan tentang implementasi algoritma yang digunakan dalam pengembangan sistem pendukung keputusan penentuan kualitas air sungai. Algoritma yang akan dibahas dalam sub bab ini adalah algoritma *Fuzzy Mamdani* yang terdiri dari Algoritma Fuzzyfikasi,

Algoritma Aplikasi Fungsi Implikasi metode MIN, Algoritma Komposisi Aturan metode MAX, Algoritma Defuzzyfikasi.

### 5.2.1 Algoritma Fuzzyfikasi

Algoritma fuzzyfikasi merupakan algoritma yang digunakan untuk mencari nilai derajat keanggotaan masing-masing kriteria kualitas air sungai. Implementasi algoritma fuzzyfikasi dapat ditunjukkan pada tabel 5.3.

Tabel 5.3 Implementasi Algoritma Fuzzyfikasi

```

1 public class FuzzyTSS {
2     public double dataTSS;
3     public void setTSS(double dataTSS){
4         this.dataTSS = dataTSS;
5     }
6     public double TSSBaik(){
7         if(dataTSS<=50){
8             return 1;
9         }
10        else if (dataTSS>=50 && dataTSS<=60){
11            return ((60-dataTSS)/10);
12        }
13        else{
14            return 0;
15        }
16    }
17    public double TSSBuruk(){
18        if(dataTSS<=50){
19            return 0;
20        }
21        else if(dataTSS>=50 && dataTSS<=60){
22            return ((dataTSS-50)/10);
23        }
24        else {
25            return 1;
26        }
27    }
28 }
29 public class FuzzyBOD {
30     public double dataBOD;
31     public void setBOD(double dataBOD){
32         this.dataBOD = dataBOD;
33     }
34     public double BODSBaik(){
35         if(dataBOD<=2){
36             return 1;
37         }
38         else if (dataBOD>=2 && dataBOD<=3){
39             return ((3-dataBOD)/1);
40         }
41         else{
42             return 0;
43         }
44     }
45     public double BODBaik(){

```

```
46         if(dataBOD<=2 || dataBOD>=6){
47             return 0;
48         }
49         else if(dataBOD>=2 && dataBOD<=3){
50             return ((dataBOD-2)/1);
51         }
52         else if(dataBOD>=3 && dataBOD<=6){
53             return ((6-dataBOD)/3);
54         }
55         else{
56             return 1;
57         }
58     }
59     public double BODSedang(){
60         if(dataBOD<=3 || dataBOD>=12){
61             return 0;
62         }
63         else if(dataBOD>=3 && dataBOD<=6){
64             return ((dataBOD-3)/3);
65         }
66         else if(dataBOD>=6 && dataBOD<=12){
67             return ((12-dataBOD)/6);
68         }
69         else{
70             return 1;
71         }
72     }
73     public double BODBuruk(){
74         if(dataBOD<=6){
75             return 0;
76         }
77         else if(dataBOD>=6 && dataBOD<=12){
78             return ((dataBOD-6)/6);
79         }
80         else {
81             return 1;
82         }
83     }
84 }
85 public FuzzyEngine mamdani = new FuzzyEngine();
86 mamdani.fuzzyfier(nilaiTSS, nilaiBOD, nilaiCOD, nilaiDO,
87 nilaipH, nilaiFenol, nilaiMiLem);
88 uTSSbaik.setText("" +format.format(mamdani.dkTSSbaik));
89 uTSSburuk.setText("" +format.format(mamdani.dkTSSburuk));
90 uBODsbaik.setText("" +format.format(mamdani.dkBODsbaik));
91 uBODbaik.setText("" +format.format(mamdani.dkBODbaik));
92 uBODsedang.setText("" +format.format(mamdani.dkBODsedang));
93 uBODburuk.setText("" +format.format(mamdani.dkBODburuk));
94 uCODsbaik.setText("" +format.format(mamdani.dkCODsbaik));
95 uCODbaik.setText("" +format.format(mamdani.dkCODbaik));
96 uCODsedang.setText("" +format.format(mamdani.dkCODsedang));
97 uCODburuk.setText("" +format.format(mamdani.dkCODburuk));
98 uDOSbaik.setText("" +format.format(mamdani.dkDOSbaik));
99 uDObaik.setText("" +format.format(mamdani.dkDObaik));
100 uDOSedang.setText("" +format.format(mamdani.dkDOSedang));
101 uDOburuk.setText("" +format.format(mamdani.dkDOburuk));
102 upHbaik.setText("" +format.format(mamdani.dkpHbaik));
```

```

103 upHburuk.setText(" " +format.format(mamdani.dkpHburuk));
104 uFenolbaik.setText(" " +format.format(mamdani.dkFenolbaik));
105 uFenolburuk.setText(" "
106 +format.format(mamdani.dkFenolburuk));
107 uMilembaik.setText(" " +format.format(mamdani.dkMilembaik));
    uMilemburuk.setText(" "
    +format.format(mamdani.dkMilemburuk));

```

Sumber : [Implementasi]

Baris 2-5 : deklarasi variable TSS, untuk menyimpan nilai dari TSS yang diinputkan.

Baris 6-16 : metode untuk menghitung nilai derajat keanggotaan TSS baik.

Baris 17-27 : metode untuk menghitung nilai derajat keanggotaan TSS buruk.

Baris 30-33 : deklarasi variable BOD, untuk menyimpan nilai dari BOD yang diinputkan.

Baris 34-44 : metode untuk menghitung nilai derajat keanggotaan BOD sangat baik.

Baris 45-58 : metode untuk menghitung nilai derajat keanggotaan BOD baik.

Baris 59-72 : metode untuk menghitung nilai derajat keanggotaan BOD sedang.

Baris 72-83 : metode untuk menghitung nilai derajat keanggotaan BOD buruk.

Baris 88-107: Hasil perhitungan derajat keanggotaan disimpan pada variable uTSSbaik, uTSSburuk, uBODsbaik, uBODbaik, uBODsedang, uBODburuk, uCODsbaik, uCODbaik, uCODsedang, uCODburuk, uDOsbaik, uDObaik, uDOsedang, uDOburuk, upHbaik, upHburuk, uFenolbaik, uFenolburuk, uMilembaik, uMilemburuk.

### 5.2.2 Algoritma Fungsi Implikasi Metode MIN

Algoritma fungsi implikasi metode MIN merupakan algoritma yang digunakan untuk mencari nilai Minimum derajat keanggotaan dari masing-masing *rule fuzzy* (aturan). Implementasi algoritma fungsi implikasi metode MIN dapat ditunjukkan pada tabel 5.4.

Tabel 5.4 Implementasi algoritma fungsi implikasi metode MIN

```

1 int jmlkriteria = 7;
2 double[] rule = new double[jmlkriteria];
3 public double[] minA(int jmlA) {
4     double[] alfaA = new double[jmlA];
5     for (int i = 0; i < jmlA; i++) {
6         rule = rule(i);
7         Arrays.sort(rule);
8         alfaA[i] = rule[0];
9     }

```

```
10     return alfaA;
11 }
12 public double[] minB(int jmlA, int jmlB) {
13     double[] alfaB = new double[jmlB];
14     int d = 0;
15     for (int i = jmlA; i < jmlA + jmlB; i++) {
16         rule = rule(i);
17         Arrays.sort(rule);
18         alfaB[d] = rule[0];
19         d++;
20     }
21     return alfaB;
22 }
23 public double[] minC(int jmlA, int jmlB, int jmlC) {
24     double[] alfaC = new double[jmlC];
25     int c = 0;
26     for (int i = jmlA + jmlB; i < (jmlA + jmlB + jmlC); i++)
27 {
28     rule = rule(i);
29     Arrays.sort(rule);
30     alfaC[c] = rule[0];
31     c++;
32 }
33     return alfaC;
34 }
35 public double[] minD(int jmlA, int jmlB, int jmlC, int jmlD)
36 {
37     double[] alfaD = new double[jmlD];
38     int d = 0;
39     for (int i = jmlA + jmlB + jmlC; i < (jmlA + jmlB + jmlC
40 + jmlD); i++) {
41         rule = rule(i);
42         Arrays.sort(rule);
43         alfaD[d] = rule[0];
44         d++;
45     }
46     return alfaD;
47 }
```

Sumber : [Implementasi]

Penjelasan algoritma fungsi implikasi metode MIN pada tabel 5.4, yaitu:

1. Baris 2 merupakan deklarasi variable rule, untuk menyimpan data derajat keanggotaan tiap rule.
2. Baris 4, 13, 24, 35 merupakan deklarasi variable alfaA, alfaB, alfaC, alfaD yang digunakan untuk menyimpan data nilai minimum tiap rule kelas A, rule kelas B, rule kelas C, rule kelas D.
3. Baris 6-8 merupakan proses perhitungan nilai alfaA, yaitu nilai minimum tiap rule kelas A.
4. Baris 16-18 merupakan proses perhitungan nilai alfaB, yaitu nilai minimum tiap rule kelas B.

5. Baris 27-29 merupakan proses perhitungan nilai alfaC, yaitu nilai minimum tiap rule kelas C.
6. Baris 39-41 merupakan proses perhitungan nilai alfaD, yaitu nilai minimum tiap rule kelas D.
7. Baris 10, 21, 32, 42 untuk mengembalikan nilai alfaA, alfaB, alfaC, dan alfaD yang tersimpan dalam bentuk array.

### 5.2.3 Algoritma Komposisi Aturan Metode MAX

Algoritma komposisi aturan metode MAX merupakan algoritma yang digunakan untuk mencari nilai Maksimum derajat keanggotaan dari nilai minimum tiap rule yang dikelompokkan berdasarkan kelasnya. Implementasi algoritma ini dapat ditunjukkan pada tabel 5.5.

Tabel 5.5 Implementasi algoritma komposisi aturan metode MAX

```

1 public double maxDtA, maxDtB, maxDtC, maxDtD;
2 public double maxA(int jmlA, double[] alfaA) {
3     Double alfatempA[] = new Double[jmlA];
4     for (int i = 0; i < jmlA; i++) {
5         alfatempA[i] = alfaA[i];
6     }
7     Arrays.sort(alfatempA, Collections.reverseOrder());
8     maxDtA = alfatempA[0];
9     System.out.println("maxA" + maxDtA);
10    return maxDtA;
11 }
12 public double maxB(int jmlB, double[] alfaB) {
13     Double alfatempB[] = new Double[jmlB];
14     for (int i = 0; i < jmlB; i++) {
15         alfatempB[i] = alfaB[i];
16     }
17     Arrays.sort(alfatempB, Collections.reverseOrder());
18     maxDtB = alfatempB[0];
19     System.out.println("maxB" + maxDtB);
20     return maxDtB;
21 }
22 public double maxC(int jmlC, double[] alfaC) {
23     Double alfatempC[] = new Double[jmlC];
24     for (int i = 0; i < jmlC; i++) {
25         alfatempC[i] = alfaC[i];
26     }
27     Arrays.sort(alfatempC, Collections.reverseOrder());
28     maxDtC = alfatempC[0];
29     System.out.println("maxC" + maxDtC);
30     return maxDtC;
31 }
32 public double maxD(int jmlD, double[] alfaD) {
33     Double alfatempD[] = new Double[jmlD];
34     for (int i = 0; i < jmlD; i++) {
35         alfatempD[i] = alfaD[i];
36     }

```

```

37 Arrays.sort(alfatempD, Collections.reverseOrder());
38 maxDtD = alfatempD[0];
39 System.out.println("maxD" + maxDtD);
40 return maxDtD;
41 }

```

Sumber : [Implementasi]

Penjelasan algoritma komposisi aturan metode MAX pada tabel 5.5, yaitu:

1. Baris 1 merupakan deklarasi variable maxDtA, maxDtB, maxDtC, maxDtD yang digunakan untuk menyimpan nilai maksimum.
2. Baris 4-8 merupakan proses perhitungan maksimum (maxDtA) dari nilai minimum tiap rule kelas A (alfaA).
3. Baris 14-18 merupakan proses perhitungan maksimum (maxDtB) dari nilai minimum tiap rule kelas B (alfaB).
4. Baris 24-28 merupakan proses perhitungan maksimum (maxDtC) dari nilai minimum tiap rule kelas C (alfaC).
5. Baris 34-38 merupakan proses perhitungan maksimum (maxDtD) dari nilai minimum tiap rule kelas D (alfaD).

#### 5.2.4 Algoritma Defuzzyfikasi dan Penentuan Kualitas Air Sungai

Algoritma defuzzyfikasi merupakan algoritma yang digunakan untuk menghitung nilai *centroid* (Z) dari daerah hasil komposisi aturan. Dari nilai *centroid* (Z) yang diperoleh ditentukan kualitas air sungai apakah memenuhi baku mutu, tercemar ringan, tercemar sedang atau tercemar berat. Implementasi algoritma defuzzyfikasi dan penentuan kualitas air sungai dapat ditunjukkan pada tabel 5.6.

Tabel 5.6 Implementasi algoritma defuzzyfikasi dan penentuan kualitas air sungai

```

1 double x1 = 0, x2 = 0, x3 = 0, M1 = 0, M2 = 0, M3 = 0, M4 =
2 0, L1 = 0, L2 = 0, L3 = 0, L4 = 0, Z = 0;
3 x1 = (maxDtC * 2) + 9;
4 x2 = 31 - (maxDtC * 2);
5 x3 = 31 - (maxDtD * 2);
6 M1 = ((x1 * x1 * ((2 * x1) - 27)) / 12) - ((9 * 9 * ((2 * 9)
7 - 27)) / 12);
8 M2 = ((maxDtC * x2 * x2) / 2) - ((maxDtC * x1 * x1) / 2);
9 M3 = ((x3 * x3 * ((-2 * x3) + 93)) / 12) - ((x2 * x2 * ((-2 *
10 x2) + 93)) / 12);
11 M4 = ((maxDtD * 50 * 50) / 2) - ((maxDtD * x3 * x3) / 2);
12 L1 = 0.5 * (x1 - 9) * maxDtC;
13 L2 = (x2 - x1) * maxDtC;
14 L3 = 0.5 * (maxDtC + maxDtD) * (x3 - x2);
15 L4 = (50 - x3) * maxDtD;
16 Z = (M1 + M2 + M3 + M4) / (L1 + L2 + L3 + L4);

```

```

17 //-----
18     if(Z>=0 && Z<1){
19         jKesimpulan.setText("Memenuhi Baku Mutu");
20     }
21     else if(Z>=1 && Z<=10){
22         jKesimpulan.setText("Tercemar Ringan");
23     }
24     else if(Z>10 && Z<=30){
25         jKesimpulan.setText("Tercemar Sedang");
26     }
27     else if(Z>30){
28         jKesimpulan.setText("Tercemar Berat");
29     }

```

Sumber : [Implementasi]

Penjelasan algoritma defuzzyfikasi dan penentuan kualitas air sungai pada tabel 5.6, yaitu:

1. Baris 1-2 merupakan deklarasi variable yang akan digunakan dalam perhitungan defuzzyfikasi metode centroid.
2. Baris 3 merupakan proses perhitungan  $x_1$  (nilai perpotongan  $x$  dengan  $\max DtC$ ).
3. Baris 4 merupakan proses perhitungan  $x_2$  (nilai perpotongan  $x$  dengan  $\max DtC$ ).
4. Baris 5 merupakan proses perhitungan  $x_3$  (nilai perpotongan  $x$  dengan  $\max DtD$ ).
5. Baris 6-7 merupakan proses untuk menghitung nilai  $M_1$  (Momen 1).
6. Baris 8 merupakan proses untuk menghitung nilai  $M_2$  (Momen 2).
7. Baris 9-10 merupakan proses untuk menghitung nilai  $M_3$  (Momen 3).
8. Baris 11 merupakan proses untuk menghitung nilai  $M_4$  (Momen 4).
9. Baris 12 merupakan proses untuk menghitung nilai  $L_1$  (Luas Daerah 1).
10. Baris 13 merupakan proses untuk menghitung nilai  $L_2$  (Luas Daerah 2).
11. Baris 14 merupakan proses untuk menghitung nilai  $L_3$  (Luas Daerah 3).
12. Baris 15 merupakan proses untuk menghitung nilai  $L_4$  (Luas Daerah 4).
13. Baris 16 merupakan proses untuk menghitung nilai centroid( $Z$ ) yaitu jumlah Momen dibagi jumlah Luas.
14. Baris 18-20 yaitu jika nilai  $Z$  bernilai antara 0 s/d 1, maka alternative kesimpulan untuk kualitas air sungai adalah memenuhi baku mutu (Kelas A).

15. Baris 21-23 yaitu jika nilai Z bernilai antara 1 s/d 10, maka alternative kesimpulan untuk kualitas air sungai adalah tercemar ringan (Kelas B).
16. Baris 24-26 yaitu jika nilai Z bernilai antara 10 s/d 30, maka alternative kesimpulan untuk kualitas air sungai adalah tercemar sedang (Kelas C).
17. Baris 27-29 yaitu jika nilai Z bernilai diatas 30, maka alternative kesimpulan untuk kualitas air sungai adalah tercemar berat (Kelas D).

### 5.3 Implementasi Antarmuka

Implementasi antarmuka bertujuan untuk mengimplementasikan rancangan antarmuka pada sistem yang akan dibangun pada bab sebelumnya. Implementasi antarmuka akan menampilkan halaman login, halaman biro IT, halaman ketua laboratorium, dan halaman staff laboratorium.

#### 5.3.1 Halaman Log In

Halaman login merupakan antarmuka yang tampil pada awal sistem berjalan. Pada halaman login terdapat textfield yang dapat digunakan untuk mengisi username dan password oleh pengguna sistem. Implementasi halaman login dapat dilihat pada gambar 5.2.



Gambar 5.2 Implementasi Halaman Log In  
Sumber : [Implementasi]

#### 5.3.2 Halaman Biro IT

Halaman Biro IT merupakan antarmuka bagi Biro IT untuk mengelola data pengguna sistem. Biro IT dapat mengubah, menambah dan menghapus pengguna sistem pendukung keputusan penentuan kualitas air. Implementasi halaman biro IT dapat ditunjukkan pada gambar 5.3.



Gambar 5.3 Implementasi Halaman Biro IT  
Sumber : [Implementasi]

### 5.3.3 Halaman Staff Laboratorium

Halaman staff laboratoium merupakan antarmuka yang digunakan oleh staff laboratorium untuk mengolah data kualitas air sungai. Pada tampilan awal beranda staff laboratorium dapat menginputkan data kualitas air sungai dan dapat menambahkan pada tabel “Data Air Sungai”. Staff laboratorium dapat memproses data yang diinputkan untuk menentukan kualitas air sungai yang diuji apakah memenuhi baku mutu, tercemar ringan, tercemar sedang atau tercemar berat. Halaman staff laboratorium bagian beranda dapat ditunjukkan pada gambar 5.4.



Gambar 5.4 Implementasi Halaman Staff Laboratorium Bagian Beranda  
Sumber : [Implementasi]

Staff laboratorium juga dapat melihat derajat keanggotaan masing-masing kriteria kualitas air sungai pada halaman staff laboratorium tabpane “Derajat Keanggotaan” yang ditunjukkan pada gambar 5.5.

**SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN KUALITAS AIR SUNGAI  
DENGAN METODE FUZZY MAMDANI**

Derajat Keanggotaan

TSS	BOD	COD	DO
Baik: 0	Sangat Baik: 0	Sangat Baik: 0.2867	Sangat Baik: 1
Buruk: 1	Baik: 0.7167	Baik: 0.7133	Baik: 0
	Sedang: 0.2833	Sedang: 0	Sedang: 0
	Buruk: 0	Buruk: 0	Buruk: 0
pH	Fenol	Minyak & Lemak	
Baik: 1	Baik: 0	Baik: 1	
Buruk: 0	Buruk: 1	Buruk: 0	

Gambar 5.5 Halaman Staff Laboratorium Tabpane “Derajat Keanggotaan”  
Sumber : [Implementasi]

### 5.3.4 Halaman Ketua Laboratorium

Ketua laboratorium dapat melihat laporan kualitas air sungai yang diuji oleh staff laboratorium setelah Log In sebagai Ketua Laboratorium. Halaman awal dari halaman ketua laboratoium adalah halaman Laporan Kualitas Air Sungai yang ditunjukkan pada gambar 5.6.

**SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN KUALITAS AIR SUNGAI  
DENGAN METODE FUZZY MAMDANI**

Laporan Kualitas Air Sungai

**Data Kualitas Air Sungai**

No	Bulan	Tahun	TSS	BOD	COD	DO	pH	Fenol	Minyak	Nilai Z	Kesimpulan
1	Januari	2005	0	15.36	56.8	11.2	7.5	0.0775	0.8	20	Tercemar Sedang
2	Februari	2005	0	10	34.8	15.3	8.05	0.0145	4.5	32.5049	Tercemar Berat
3	Maret	2005	44.85	12.6	35.4	18.55	8.85	0.1185	4.25	39.7543	Tercemar Berat
4	April	2005	72.75	19.75	62.85	10.45	8.1	0.172	0	38.8303	Tercemar Berat
5	Mei	2005	10	6.2	13.9	10.15	7.55	0.172	1.5	20.7733	Tercemar Sedang
6	Juni	2005	6.2	11.3	35.1	16.925	8.45	0.086	1.425	35.6604	Tercemar Berat
7	Juli	2005	24.25	6.95	15.6	10.85	7.3	0.067	0.8	20	Tercemar Sedang
8	Agustus	2005	26.25	7.9	21	11.75	7	0.196	0	20	Tercemar Sedang
9	September	2005	17.4	6.9	16.3	7.95	6.6	0.128	0.9	20	Tercemar Sedang
10	Oktober	2005	21.25	6.25	13.4	7.45	6.95	0.0925	0.8	20	Tercemar Sedang
11	November	2005	17.75	5.05	20.6	3.5	6.9	0.0885	0.8	20	Tercemar Sedang
12	Desember	2005	25.35	4.1	16.85	6.75	7	0.151	3.5	20	Tercemar Sedang
13	Januari	2006	35	2.5	11.2	8.9	7.4	0.188	0.8	10	Tercemar Ringan
14	Februari	2006	229.8	3.85	20.7	7.2	6.95	0.1135	0	25.4853	Tercemar Sedang
15	Maret	2006	41.3	12.8	41.45	8.7	7.95	0.0915	0	20	Tercemar Sedang
16	April	2006	69.6	21.3	97.15	13.2	8.5	0.119	0	39.5421	Tercemar Berat
17	Mei	2006	23.7	12.15	32.5	11.95	8.2	0.008	0	20	Tercemar Sedang
18	Juni	2006	17.8	3.4	10.25	6.8	7.45	0.178	0	20	Tercemar Sedang
19	Juli	2006	7.1	3.6	9.85	5.85	7.35	0.104	1.3	20	Tercemar Sedang
20	Agustus	2006	15.7	5.85	19.9	6.7	7.2	0.167	2.9	20	Tercemar Sedang
21	September	2006	15.55	3.25	9.25	7.6	6.95	0.1705	0.4	20	Tercemar Sedang
22	Oktober	2006	15.65	2.85	11.45	8.85	7	0.047	0.4	15.6661	Tercemar Sedang

Gambar 5.6 Halaman Laporan Kualitas Air Sungai  
Sumber : [Implementasi]

Ketua Laboratorium juga dapat mengatur rule(aturan) fuzzy yang digunakan untuk menentukan kualitas air sungai yang akan diuji pada halaman Aturan (rule) Fuzzy. Ketua laboratorium dapat menambah, mengedit, dan menghapus rule(aturan) fuzzy. Halaman Aturan (rule) Fuzzy dapat ditunjukkan pada gambar 5.7.

No	TSS	BOD	COD	DO	pH	Fenol	Minyak & Lemak	Kesimpulan
1	baik	sangat baik	sangat baik	sangat baik	baik	baik	baik	A
2	baik	sangat baik	sangat baik	baik	baik	baik	baik	A
3	baik	sangat baik	baik	sangat baik	baik	baik	baik	A
4	baik	baik	sangat baik	sangat baik	baik	baik	baik	A
5	baik	sangat baik	sangat baik	sangat baik	baik	baik	buruk	B
6	baik	sangat baik	sangat baik	sangat baik	buruk	baik	baik	B
7	baik	sangat baik	sangat baik	sangat baik	buruk	baik	baik	B
8	baik	sangat baik	sangat baik	sedang	baik	baik	baik	B
9	baik	sangat baik	sangat baik	buruk	baik	baik	baik	B
10	baik	sangat baik	baik	baik	baik	baik	baik	B
11	baik	sangat baik	baik	sedang	baik	baik	baik	B
12	baik	sangat baik	sedang	sangat baik	baik	baik	baik	B
13	baik	sangat baik	sedang	baik	baik	baik	baik	B
14	baik	sangat baik	buruk	sangat baik	baik	baik	baik	B
15	baik	baik	sangat baik	buruk	baik	baik	baik	B
16	baik	baik	sangat baik	baik	baik	baik	baik	B

Gambar 5.7 Halaman Aturan (rule) Fuzzy  
Sumber : [Implementasi]

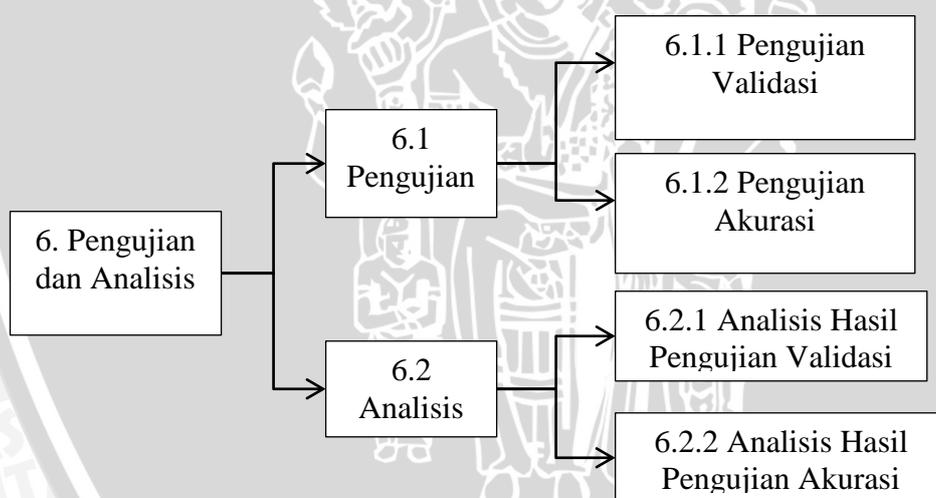
Ketua Laboratorium juga dapat melihat grafik laporan dari parameter kualitas air sungai yang diuji. Halaman grafik laporan parameter kualitas air sungai ini dapat ditunjukkan pada gambar 5.8.



Gambar 5.8 Halaman Grafik Laporan Parameter Kualitas Air Sungai  
Sumber : [Implementasi]

## BAB VI PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini membahas mengenai tahapan pengujian dan analisis Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kualitas Air Sungai dengan Metode Fuzzy Mamdani. Proses pengujian dilakukan melalui dua tahapan yaitu pengujian validasi dan pengujian akurasi. Pada pengujian validasi akan digunakan teknik pengujian Black-Box (Black-Box Testing). Pengujian akurasi digunakan untuk menguji tingkat akurasi antara perhitungan Penentuan Kualitas Air Sungai dengan Metode STORET (perhitungan manual) dengan perhitungan metode Fuzzy Mamdani yang telah diimplementasikan menjadi Sistem Pendukung Keputusan. Pengujian akurasi Sistem Pendukung Keputusan juga dilakukan dengan mencocokkan antara data kasus uji dengan output perangkat lunak. Gambar 6.1 merupakan pohon pengujian dan analisis.



Gambar 6.1 Pohon Pengujian dan Analisis  
Sumber : [Pengujian dan Analisis]

### 6.1 Pengujian

Proses pengujian dilakukan melalui dua tahapan (strategi) yaitu pengujian validasi dan pengujian akurasi. Pengujian validasi dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dibangun sudah menyediakan fungsi-fungsi yang sesuai dengan yang dibutuhkan. Pengujian akurasi dilakukan untuk mengetahui performa

dari Sistem Pendukung Keputusan untuk memberikan rekomendasi alternatif kesimpulan penentuan kualitas air sungai dengan metode Fuzzy Mamdani.

### 6.1.1 Pengujian Validasi

Pengujian validasi digunakan untuk mengetahui apakah sistem yang dibangun sudah benar sesuai dengan yang dibutuhkan. Item-item yang telah dirumuskan dalam daftar kebutuhan akan menjadi acuan untuk melakukan pengujian validasi. Pengujian validasi menggunakan metode pengujian Black Box, karena tidak difokuskan terhadap alur jalannya algoritma program namun lebih ditekankan untuk menemukan kesesuaian antara kinerja sistem dengan daftar kebutuhan. Pada setiap kebutuhan dilakukan proses pengujian dengan kasus uji masing-masing untuk mengetahui kesesuaian antara kebutuhan dengan kinerja sistem.

#### 6.1.1.1 Kasus Uji Log In

Kasus uji login terdiri dari pengujian validasi *login* sah dan tidak sah yang ditunjukkan pada Tabel 6.1 dan Tabel 6.2.

Tabel 6.1 Kasus Uji untuk pengujian validasi login sah

Nama kasus uji	<i>Log In</i> sah
Tujuan pengujian	Untuk menguji validitas kinerja dari sistem dalam menyediakan fasilitas <i>login</i> bagi admin(biro IT), SL, dan KL untuk masuk ke menu utama
Prosedur uji	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem dijalankan ketika program dieksekusi</li> <li>2. Aktor masuk ke Halaman <i>Login</i></li> <li>3. Aktor mengisi <i>username</i> dan <i>password</i> yang valid</li> <li>4. Aktor menekan tombol Login</li> </ol>
Hasil yang diharapkan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem melakukan pemeriksaan karakter <i>username</i> dan <i>password</i></li> <li>2. Sistem melakukan pemeriksaan data ke dalam database</li> <li>3. Jika <i>username</i> dan <i>password</i> benar maka aktor akan masuk ke menu utama sesuai level masing-masing.</li> </ol>

Sumber : [Pengujian]

Tabel 6.2 Kasus Uji untuk pengujian validasi login tidak sah

Nama kasus uji	<i>Log In</i> tidak sah
Tujuan pengujian	Untuk menguji validitas kinerja dari sistem dalam

	menyediakan fasilitas <i>login</i> bagi admin(biro IT), SL, dan KL untuk masuk ke menu utama
Prosedur uji	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem dijalankan ketika program dieksekusi</li> <li>2. Aktor masuk ke Halaman <i>Login</i></li> <li>3. Aktor mengisi <i>username</i> dan <i>password</i> yang salah</li> <li>4. Aktor menekan tombol Login</li> </ol>
Hasil yang diharapkan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem melakukan pemeriksaan karakter <i>username</i> dan <i>password</i></li> <li>2. Sistem melakukan pemeriksaan data ke dalam database</li> <li>3. Jika <i>username</i> dan <i>password</i> tidak valid maka aktor akan tidak bisa masuk ke menu utama dan sistem menampilkan pesan peringatan</li> </ol>

Sumber : [Pengujian]

#### 6.1.1.2 Kasus Uji Pengolahan Data Akun (Halaman Biro IT)

Kasus uji pengolahan data akun terdiri dari pengujian validasi tambah akun, edit akun, dan hapus akun. Kasus Uji untuk pengujian validasi tambah akun ditunjukkan pada tabel 6.3. Untuk pengujian validasi edit akun ditunjukkan pada tabel 6.4. Untuk pengujian validasi hapus akun ditunjukkan pada tabel 6.5.

Tabel 6.3 Kasus Uji untuk pengujian validasi tambah akun

Nama kasus uji	Tambah Akun
Tujuan pengujian	Untuk menguji validitas kinerja dari sistem dalam menyediakan fasilitas menambah akun oleh admin(Biro IT)
Prosedur uji	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Admin masuk ke menu utama</li> <li>2. Admin mengisi data yang dibutuhkan</li> <li>3. Admin menekan tombol "Add"</li> </ol>
Hasil yang diharapkan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem melakukan pemeriksaan karakter</li> <li>2. Sistem melakukan pemeriksaan data di database</li> <li>3. Jika username belum ada di database maka data akan ditambahkan ke database dan menampilkan data tersebut ke tabel</li> </ol>

Sumber : [Pengujian]

Tabel 6.4 Kasus Uji untuk pengujian validasi edit akun

Nama kasus uji	Edit Akun
Tujuan pengujian	Untuk menguji validitas kinerja dari sistem dalam menyediakan fasilitas mengedit data akun oleh admin(Biro IT)
Prosedur uji	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Admin masuk ke menu utama</li> <li>2. Admin memilih data mana yang akan diubah</li> </ol>

	<p>dengan cara memasukkan id pengguna dan menekan tombol enter</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Admin melakukan <i>edit</i> data yang dipilih</li> <li>Admin menekan tombol “Update”</li> </ol>
Hasil yang diharapkan	<ol style="list-style-type: none"> <li>Sistem akan mengedit data dan menyimpan data yang diganti tersebut ke database dan menampilkan kembali ke tabel</li> <li>Sistem menampilkan pesan berhasil edit data</li> </ol>

Sumber : [Pengujian]

Tabel 6.5 Kasus Uji untuk pengujian validasi hapus akun

Nama kasus uji	Hapus Akun
Tujuan pengujian	Untuk menguji validitas kinerja dari sistem dalam menyediakan fasilitas untuk menghapus data akun oleh admin(Biro IT)
Prosedur uji	<ol style="list-style-type: none"> <li>Admin masuk ke menu utama</li> <li>Admin memilih data mana yang akan dihapus dengan cara memasukkan id pengguna dan menekan tombol enter</li> <li>Admin menekan tombol “Delete”</li> </ol>
Hasil yang diharapkan	<ol style="list-style-type: none"> <li>Sistem akan menghapus data dari database dan menghapus data dari tabel</li> <li>Sistem menampilkan pesan berhasil hapus data</li> </ol>

Sumber : [Pengujian]

### 6.1.1.3 Kasus Uji Pengolahan Data Air Sungai oleh Staff Lab (SL)

Kasus uji pengolahan data air sungai terdiri dari pengujian validasi tambah data air sungai, edit data air sungai, dan hapus data air sungai. Kasus uji tambah data air sungai ditunjukkan pada tabel 6.6. Kasus uji edit data air sungai ditunjukkan pada tabel 6.7. Kasus uji hapus data air sungai ditunjukkan pada Tabel 6.8.

Tabel 6.6 Kasus Uji untuk pengujian validasi tambah data air sungai

Nama kasus uji	Tambah data air sungai
Tujuan pengujian	Untuk menguji validitas kinerja dari sistem dalam menyediakan fasilitas menambah data air sungai yang dilakukan staff lab(SL)
Prosedur uji	<ol style="list-style-type: none"> <li>SL <i>login</i> dan masuk ke menu utama</li> <li>SL mengisi data air sungai yang dibutuhkan</li> <li>SL menekan tombol “Add”</li> </ol>
Hasil yang diharapkan	<ol style="list-style-type: none"> <li>Sistem melakukan pemeriksaan karakter</li> <li>Sistem melakukan pemeriksaan data di database</li> </ol>

	3. Jika no/idDataAir, bulan, dan tahun belum ada di database maka data akan ditambahkan ke database dan menampilkan data tersebut ke tabel air sungai
--	---

Sumber : [Pengujian]

Tabel 6.7 Kasus Uji untuk pengujian validasi edit data air sungai

Nama kasus uji	Edit data air sungai
Tujuan pengujian	Untuk menguji validitas kinerja dari sistem dalam menyediakan fasilitas mengedit data air sungai yang dilakukan staff lab(SL)
Prosedur uji	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. SL <i>login</i> dan masuk ke menu utama</li> <li>2. SL memilih data mana yang akan diubah dengan cara memasukkan no/idDataAir dan menekan tombol enter</li> <li>3. SL melakukan <i>edit</i> data yang dipilih</li> <li>4. SL menekan tombol “Update”</li> </ol>
Hasil yang diharapkan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem akan mengedit data dan menyimpan data yang diganti tersebut ke database dan menampilkan kembali ke tabel air sungai</li> <li>2. Sistem menampilkan pesan berhasil edit data</li> </ol>

Sumber : [Pengujian]

Tabel 6.8 Kasus Uji untuk pengujian validasi hapus data air sungai

Nama kasus uji	Hapus data air sungai
Tujuan pengujian	Untuk menguji validitas kinerja dari sistem dalam menyediakan fasilitas menghapus data air sungai yang dilakukan staff lab(SL)
Prosedur uji	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. SL <i>login</i> dan masuk ke menu utama</li> <li>2. SL memilih data mana yang akan dihapus dengan cara memasukkan no/idDataAir dan menekan tombol enter</li> <li>3. SL menekan tombol “Delete”</li> </ol>
Hasil yang diharapkan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem akan menghapus data dari database dan menghapus data dari tabel air sungai</li> <li>2. Sistem menampilkan pesan berhasil hapus data</li> </ol>

Sumber : [Pengujian]

#### 6.1.1.4 Kasus Uji Perhitungan Derajat Keanggotaan Fuzzy

Kasus uji perhitungan derajat keanggotaan fuzzy dapat dilakukan oleh staff lab(SL) setelah menekan tombol “Proses”. Kasus uji perhitungan derajat keanggotaan fuzzy ditunjukkan pada tabel 6.9.

Tabel 6.9 Kasus Uji untuk pengujian validasi perhitungan derajat keanggotaan

Nama kasus uji	Perhitungan Derajat Keanggotaan Fuzzy
Tujuan pengujian	Untuk menguji validitas kinerja dari sistem dalam menyediakan fasilitas Perhitungan Derajat Keanggotaan Fuzzy bagi staff lab(SL)
Prosedur uji	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. SL <i>login</i> dan masuk ke menu utama</li> <li>4. SL mengisi data air sungai yang akan diuji</li> <li>5. SL menekan tombol “Proses”</li> </ol>
Hasil yang diharapkan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem secara otomatis melakukan Perhitungan Derajat Keanggotaan Fuzzy dari masing-masing kriteria yang ada.</li> <li>2. Sistem menampilkan hasil dari Perhitungan Derajat Keanggotaan Fuzzy pada halaman “Derajat Keanggotaan”</li> </ol>

Sumber : [Pengujian]

#### 6.1.1.5 Kasus Uji Pengolahan Aturan (rule) Fuzzy

Kasus uji pengolahan *rule fuzzy* dilakukan oleh ketua laboratorium (KL) setelah melakukan *login*. Kasus uji untuk pengujian validasi pengolahan *rule fuzzy* ditunjukkan pada tabel 6.10.

Tabel 6.10 Kasus Uji untuk pengujian validasi pengolahan rule fuzzy

Nama kasus uji	Pengolahan <i>rule fuzzy</i>
Tujuan pengujian	Untuk menguji validitas kinerja dari sistem dalam menyediakan fasilitas untuk mengolah <i>rule fuzzy</i> yang dapat dilakukan oleh ketua laboratorium (KL)
Prosedur uji	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. KL <i>login</i> dan masuk ke menu utama</li> <li>2. KL memilih tab Aturan (<i>rule</i>) fuzzy</li> <li>3. KL dapat mengolah data <i>rule fuzzy</i> dengan cara Add, Update, atau Delete</li> </ol>
Hasil yang diharapkan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem melakukan pemeriksaan karakter</li> <li>2. Sistem melakukan pemeriksaan data di database</li> <li>3. Jika <i>rule fuzzy</i> belum ada di database maka data akan ditambahkan ke database dan menampilkan data tersebut ke tabel <i>rule fuzzy</i></li> </ol>

Sumber : [Pengujian]

#### 6.1.1.6 Kasus Uji Perhitungan Fuzzy Mamdani

Kasus uji perhitungan fuzzy mamdani bagi Staff Laboratorium (SL). Kasus uji perhitungan fuzzy mamdani ditunjukkan pada tabel 6.11.

Tabel 6.11 Kasus Uji untuk pengujian perhitungan fuzzy mamdani

Nama kasus uji	Perhitungan Fuzzy Mamdani
Tujuan pengujian	Untuk menguji validitas kinerja dari sistem dalam menyediakan fasilitas Perhitungan Fuzzy Mamdani bagi staff lab(SL)
Prosedur uji	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. SL <i>login</i> dan masuk ke menu utama</li> <li>2. SL mengisi data air sungai yang akan diuji</li> <li>3. SL menekan tombol “Proses”</li> </ol>
Hasil yang diharapkan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem secara otomatis melakukan Perhitungan Fuzzy Mamdani</li> <li>2. Sistem menampilkan hasil dari Perhitungan Fuzzy Mamdani pada antarmuka “Beranda” pada label Nilai Z dan Kesimpulan</li> </ol>

Sumber : [Pengujian]

#### 6.1.1.7 Kasus Uji Menampilkan Laporan Kualitas Air Sungai

Laporan kualitas air sungai dapat dilihat oleh Ketua Laboratorium (KL). Kasus uji untuk menampilkan laporan kualitas air sungai ditunjukkan pada tabel 6.12.

Tabel 6.12 Kasus Uji untuk Menampilkan laporan kualitas air sungai

Nama kasus uji	Laporan Kulititas Air Sungai
Tujuan pengujian	Untuk menguji validitas kinerja dari sistem dalam menyediakan antamuka untuk menampilkan laporan kualitas air sungai bagi KL
Prosedur uji	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. KL <i>login</i> dan masuk ke menu utama</li> <li>2. KL memilih Tab Laporan Kualitas Air Sungai</li> </ol>
Hasil yang diharapkan	1. Sistem menampilkan Tabel Laporan Kualitas Air Sungai dari semua data yang ada.

Sumber : [Pengujian]

#### 6.1.1.8 Kasus Uji Menampilkan Grafik Laporan Kualitas Air Sungai

Grafik laporan kualitas air sungai dapat dilihat oleh Ketua Laboratorium (KL). Kasus uji untuk menampilkan grafik laporan kualitas air sungai ditunjukkan pada tabel 6.13.

Tabel 6.13 Kasus Uji untuk Menampilkan grafik laporan kualitas air sungai

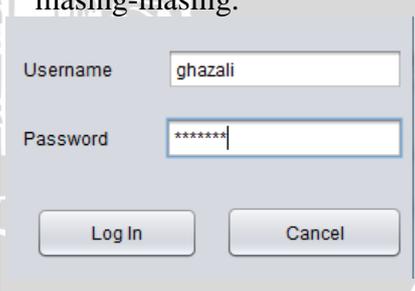
Nama kasus uji	Grafik Laporan Kulititas Air Sungai
Tujuan pengujian	Untuk menguji validitas kinerja dari sistem dalam menyediakan antamuka untuk menampilkan grafik

	laporan kualitas air sungai bagi KL
Prosedur uji	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. KL <i>login</i> dan masuk ke menu utama</li> <li>2. KL memilih Tab Grafik Laporan</li> <li>3. KL memilih parameter mana dan tahun berapa yang mau dilihat grafiknya</li> <li>4. KL menekan tombol “Lihat Grafik”</li> </ol>
Hasil yang diharapkan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem menampilkan Grafik Laporan Kualitas Air Sungai sesuai dengan parameter dan tahun yang dipilih</li> </ol>

Sumber : [Pengujian]

Berdasarkan kasus uji yang telah dilaksanakan sesuai dengan prosedur pengujian, didapatkan hasil seperti ditunjukkan pada tabel 6.14.

Tabel 6.14 Hasil Pengujian Validasi

No	Nama Kasus Uji	Hasil yang diharapkan	Hasil yang didapatkan	Status validitas
1	<i>LogIn</i> sah	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem melakukan pemeriksaan karakter <i>username</i> dan <i>password</i></li> <li>2. Sistem melakukan pemeriksaan data ke dalam database</li> <li>3. Jika <i>username</i> dan <i>password</i> benar maka aktor akan masuk ke menu utama sesuai level masing-masing.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem melakukan pemeriksaan karakter <i>username</i> dan <i>password</i></li> <li>2. Sistem melakukan pemeriksaan data ke dalam database</li> <li>3. Jika <i>username</i> dan <i>password</i> benar maka aktor akan masuk ke menu utama sesuai level masing-masing.</li> </ol> 	Valid
2	<i>Log In</i> tidak sah	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem melakukan pemeriksaan karakter <i>username</i> dan <i>password</i></li> <li>2. Sistem melakukan pemeriksaan data ke dalam database</li> <li>3. Jika <i>username</i> dan <i>password</i> tidak valid maka aktor</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem melakukan pemeriksaan karakter <i>username</i> dan <i>password</i></li> <li>2. Sistem melakukan pemeriksaan data ke dalam database</li> <li>3. Jika <i>username</i> dan <i>password</i> tidak valid maka aktor akan tidak bisa masuk ke menu utama dan sistem</li> </ol>	Valid

		akan tidak bisa masuk ke menu utama dan sistem menampilkan pesan peringatan	menampilkan pesan peringatan 	
3	Tambah Akun	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem melakukan pemeriksaan karakter</li> <li>2. Sistem melakukan pemeriksaan data di database</li> <li>3. Jika username belum ada di database maka data akan ditambahkan ke database dan menampilkan data tersebut ke tabel</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem melakukan pemeriksaan karakter</li> <li>2. Sistem melakukan pemeriksaan data di database</li> <li>3. Jika username belum ada di database maka data akan ditambahkan ke database dan menampilkan data tersebut ke tabel</li> </ol> 	Valid
4	Edit Akun	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem akan mengedit data dan menyimpan data yang diganti tersebut ke database dan menampilkan kembali ke tabel</li> <li>2. Sistem menampilkan pesan berhasil edit data</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem akan mengedit data dan menyimpan data yang diganti tersebut ke database dan menampilkan kembali ke tabel</li> <li>2. Sistem menampilkan pesan berhasil edit data</li> </ol> 	Valid

<p>5</p>	<p>Hapus Akun</p>	<p>1. Sistem akan menghapus data dari database dan menghapus data dari tabel 2. Sistem menampilkan pesan berhasil hapus data</p>	<p>1. Sistem akan menghapus data dari database dan menghapus data dari tabel 2. Sistem menampilkan pesan berhasil hapus data</p> 	<p>Valid</p>
<p>6</p>	<p>Tambah Data Air Sungai</p>	<p>1. Sistem melakukan pemeriksaan karakter 2. Sistem melakukan pemeriksaan data di database 3. Jika no/idDataAir, bulan, dan tahun belum ada di database maka data akan ditambahkan ke database dan menampilkan data tersebut ke tabel air sungai</p>	<p>1. Sistem melakukan pemeriksaan karakter 2. Sistem melakukan pemeriksaan data di database 3. Jika no/idDataAir, bulan, dan tahun belum ada di database maka data akan ditambahkan ke database dan menampilkan data tersebut ke tabel air sungai</p> 	<p>Valid</p>
<p>7</p>	<p>Edit Data Air Sungai</p>	<p>1. Sistem akan mengedit data dan menyimpan data yang diganti tersebut ke database dan menampilkan kembali ke tabel air sungai 2. Sistem menampilkan pesan berhasil edit data</p>	<p>1. Sistem akan mengedit data dan menyimpan data yang diganti tersebut ke database dan menampilkan kembali ke tabel air sungai 2. Sistem menampilkan pesan berhasil edit data</p> 	<p>Valid</p>



8	Hapus Data Air Sungai	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem akan menghapus data dari database dan menghapus data dari tabel air sungai</li> <li>2. Sistem menampilkan pesan berhasil hapus data</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem akan menghapus data dari database dan menghapus data dari tabel air sungai</li> <li>2. Sistem menampilkan pesan berhasil hapus data</li> </ol> 	Valid
9	Perhitungan Derajat Keanggotaan Fuzzy	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem secara otomatis melakukan Perhitungan Derajat Keanggotaan Fuzzy dari masing-masing kriteria yang ada.</li> <li>2. Sistem menampilkan hasil dari Perhitungan Derajat Keanggotaan Fuzzy pada halaman “Derajat Keanggotaan”</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem secara otomatis melakukan Perhitungan Derajat Keanggotaan Fuzzy dari masing-masing kriteria yang ada.</li> <li>2. Sistem menampilkan hasil dari Perhitungan Derajat Keanggotaan Fuzzy pada halaman “Derajat Keanggotaan”</li> </ol> 	Valid
10	Pengolahan <i>rule fuzzy</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem melakukan pemeriksaan karakter</li> <li>2. Sistem melakukan pemeriksaan data di database</li> <li>3. Jika <i>rule fuzzy</i> belum ada di database maka data akan ditambahkan ke database dan menampilkan data tersebut ke tabel <i>rule fuzzy</i></li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem melakukan pemeriksaan karakter</li> <li>2. Sistem melakukan pemeriksaan data di database</li> <li>3. Jika <i>rule fuzzy</i> belum ada di database maka data akan ditambahkan ke database dan menampilkan data tersebut ke tabel <i>rule fuzzy</i></li> </ol> 	Valid

11	Perhitungan Fuzzy Mamdani	<p>1. Sistem secara otomatis melakukan Perhitungan Fuzzy Mamdani</p> <p>2. Sistem menampilkan hasil dari Perhitungan Fuzzy Mamdani pada antarmuka “Beranda” pada label Nilai Z dan Kesimpulan</p>	<p>1. Sistem secara otomatis melakukan Perhitungan Fuzzy Mamdani</p> <p>2. Sistem menampilkan hasil dari Perhitungan Fuzzy Mamdani pada antarmuka “Beranda” pada label Nilai Z dan Kesimpulan</p> 	Valid
12	Laporan Kualitas Air Sungai	Sistem menampilkan Tabel Laporan Kualitas Air Sungai dari semua data yang ada	Sistem menampilkan Tabel Laporan Kualitas Air Sungai dari semua data yang ada	Valid
13	Grafik Laporan Kualitas Air Sungai	Sistem menampilkan Grafik Laporan Kualitas Air Sungai sesuai dengan parameter dan tahun yang dipilih	Sistem menampilkan Grafik Laporan Kualitas Air Sungai sesuai dengan parameter dan tahun yang dipilih	Valid

Sumber : [Pengujian]

Dari 13 kasus uji yang telah dilakukan pengujian Black Box, masing-masing memberikan hasil valid. Dalam hal ini, hasil pengujian Black Box

menunjukkan nilai valid sebesar 100% yang menandakan bahwa fungsionalitas sistem dapat berjalan sesuai dengan daftar kebutuhan.

### 6.1.2 Pengujian Akurasi

Pengujian akurasi dilakukan untuk mengetahui performa dari Sistem Pendukung Keputusan untuk memberikan rekomendasi alternatif kesimpulan dalam menentukan kualitas air sungai dengan metode Fuzzy Mamdani. Pada pengujian akurasi dilakukan pengujian akurasi dengan 5 parameter dan pengujian akurasi dengan 7 parameter.

#### 6.1.2.1 Pengujian Akurasi dengan 5 Parameter

Pada kasus ini, objek uji adalah data kualitas air sungai dengan membandingkan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya, dimana pada penelitian ini menggunakan 5 parameter (TSS, BOD, COD, DO, pH) dengan metode Fuzzy Mamdani dan pada penelitian sebelumnya menggunakan 9 parameter (TSS, BOD, COD, DO, pH, Amonia (NH<sub>3</sub>\_N), fenol, minyak & lemak, dan sianida(CN)) dengan metode STORET. Prosedur pengujiannya adalah memasukkan data air sungai ke dalam sistem, kemudian sistem secara otomatis menghitung dengan metode Fuzzy Mamdani sehingga menghasilkan alternatif kesimpulan. Hasil alternatif kesimpulan yang diperoleh dari Sistem Pendukung Keputusan penentuan kualitas air sungai dengan metode Fuzzy Mamdani, dicocokkan dengan kesimpulan yang diperoleh dengan metode STORET. Rincian hasil perhitungan SPK Fuzzy Mamdani dan perhitungan dengan metode STORET ditunjukkan pada tabel 6.15.

Tabel 6.15 Hasil Pengujian Akurasi SPK dengan 5 Parameter Uji

No	Data Air Sungai		Metode STORET		Metode Fuzzy Mamdani		Akurasi
	Bulan	Tahun	Skor	Kesimpulan	Nilai Z	Kesimpulan	
1	Januari	2005	-30	Tercemar Sedang	22.6	Tercemar Sedang	1
2	Februari	2005	-42	Tercemar Berat	20	Tercemar Sedang	0
3	Maret	2005	-39	Tercemar Berat	20	Tercemar Sedang	0
4	April	2005	-32	Tercemar Berat	39.8	Tercemar Berat	1
5	Mei	2005	-30	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
6	Juni	2005	-30	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
7	Juli	2005	-20	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1

8	Agustus	2005	-22	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
9	September	2005	-20	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
10	Oktober	2005	-20	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
11	November	2005	-30	Tercemar Sedang	16.7	Tercemar Sedang	1
12	Desember	2005	-30	Tercemar Sedang	14.2	Tercemar Sedang	1
13	Januari	2006	-6	Tercemar Ringan	4.8	Tercemar Ringan	1
14	Februari	2006	-22	Tercemar Sedang	12.3	Tercemar Sedang	1
15	Maret	2006	-30	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
16	April	2006	-31	Tercemar Berat	39.9	Tercemar Berat	1
17	Mei	2006	-28	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
18	Juni	2006	-20	Tercemar Sedang	9.3	Tercemar Ringan	0
19	Juli	2006	-26	Tercemar Sedang	10.8	Tercemar Sedang	1
20	Agustus	2006	-26	Tercemar Sedang	19.5	Tercemar Sedang	1
21	September	2006	-18	Tercemar Sedang	7.99	Tercemar Ringan	0
22	Oktober	2006	-16	Tercemar Sedang	5.35	Tercemar Ringan	0
23	November	2006	-54	Tercemar Berat	26.8	Tercemar Sedang	0
24	Desember	2006	-30	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
25	Januari	2007	-20	Tercemar Sedang	16.6	Tercemar Sedang	1
26	Februari	2007	-22	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
27	Maret	2007	-38	Tercemar Berat	28.3	Tercemar Sedang	0
28	April	2007	-21	Tercemar Sedang	5.33	Tercemar Ringan	0
29	Mei	2007	-28	Tercemar Sedang	11.1	Tercemar Sedang	1
30	Juni	2007	-20	Tercemar Sedang	12.9	Tercemar Sedang	1
31	Juli	2007	-22	Tercemar Sedang	10	Tercemar Ringan	0
32	Agustus	2007	-16	Tercemar Sedang	16.6	Tercemar Sedang	1
33	September	2007	-22	Tercemar Sedang	17.7	Tercemar Sedang	1
34	Oktober	2007	-16	Tercemar Sedang	18.7	Tercemar Sedang	1
35	November	2007	-32	Tercemar Berat	20	Tercemar Sedang	0
36	Desember	2007	-24	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
37	Januari	2008	-35	Tercemar Berat	18.2	Tercemar Sedang	0
38	Februari	2008	-37	Tercemar Berat	11.4	Tercemar Sedang	0
39	Maret	2008	-24	Tercemar Sedang	4.82	Tercemar Ringan	0
40	April	2008	-10	Tercemar Ringan	4.82	Tercemar Ringan	1
41	Mei	2008	-31	Tercemar Berat	12.1	Tercemar Sedang	0
42	Juni	2008	-29	Tercemar Sedang	21.5	Tercemar Sedang	1
43	Juli	2008	-26	Tercemar Sedang	16.7	Tercemar Sedang	1
44	Agustus	2008	-20	Tercemar Sedang	4.99	Tercemar Ringan	0
45	September	2008	-22	Tercemar Sedang	5.33	Tercemar Ringan	0
46	Oktober	2008	-35	Tercemar Berat	14.4	Tercemar Sedang	0
47	November	2008	-28	Tercemar Sedang	17.7	Tercemar Sedang	1

48	Desember	2008	-22	Tercemar Sedang	14.2	Tercemar Sedang	1
49	Januari	2009	-22	Tercemar Sedang	15.1	Tercemar Sedang	1
50	Februari	2009	-31	Tercemar Berat	16.2	Tercemar Sedang	0
51	Maret	2009	-28	Tercemar Sedang	19.5	Tercemar Sedang	1
52	April	2009	-27	Tercemar Sedang	10	Tercemar Ringan	0
53	Mei	2009	-26	Tercemar Sedang	16.9	Tercemar Sedang	1
54	Juni	2009	-22	Tercemar Sedang	8.66	Tercemar Ringan	0
55	Juli	2009	-10	Tercemar Ringan	0	Memenuhi baku mutu	0
56	Agustus	2009	-19	Tercemar Sedang	6.39	Tercemar Ringan	0
57	September	2009	-28	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
58	Oktober	2009	-31	Tercemar Berat	11.7	Tercemar Sedang	0
59	November	2009	-20	Tercemar Sedang	9.43	Tercemar Ringan	0
60	Desember	2009	-16	Tercemar Sedang	11.4	Tercemar Sedang	1

Sumber : [Pengujian]

Hasil akurasi bernilai 1 artinya keluaran dari perhitungan Sistem Pendukung Keputusan penentuan kualitas air metode Fuzzy Mamdani sama dengan hasil perhitungan kualitas air metode STORET. Sebaliknya, hasil akurasi berniali 0 artinya keluaran dari perhitungan Sistem Pendukung Keputusan penentuan kualitas air metode Fuzzy Mamdani tidak sama dengan hasil perhitungan kualitas air metode STORET. Berdasarkan Tabel 6.15, didapat 24 data yang berbeda antara perhitungan Sistem Pendukung Keputusan penentuan kualitas air metode Fuzzy Mamdani dengan hasil perhitungan kualitas air metode STORET. Maka, dapat dihitung akurasi sistem sebagai berikut :

$$Akurasi = \frac{(60 - 24)}{60} \times 100\% = 60\%$$

Jadi, dapat disimpulkan bahwa akurasi SPK metode Fuzzy Mamdani dengan 5 parameter uji, dari 60 data yang diuji 60% sesuai antara hasil perhitungan Sistem Pendukung Keputusan penentuan kualitas air metode Fuzzy Mamdani dengan hasil perhitungan kualitas air metode STORET.

#### 6.1.2.2 Pengujian Akurasi dengan 7 Parameter

Pada kasus ini, objek uji adalah data kualitas air sungai dengan membandingkan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya, dimana pada penelitian ini menggunakan 7 (TSS, BOD, COD, DO, pH, Fenol, dan Minyak &

Lemak) parameter dengan metode Fuzzy Mamdani dan pada penelitian sebelumnya menggunakan 9 parameter dengan metode STORET. Prosedur pengujiannya adalah memasukkan data air sungai ke dalam sistem, kemudian sistem secara otomatis menghitung dengan metode Fuzzy Mamdani sehingga menghasilkan alternatif kesimpulan. Hasil alternatif kesimpulan yang diperoleh dari Sistem Pendukung Keputusan penentuan kualitas air sungai dengan metode Fuzzy Mamdani, dicocokkan dengan kesimpulan yang diperoleh dengan metode STORET. Rincian hasil perhitungan SPK Fuzzy Mamdani dan perhitungan dengan metode STORET ditunjukkan pada tabel 6.15.

Tabel 6.16 Hasil Pengujian Akurasi SPK dengan 7 Parameter Uji

No	Data Air Sungai		Metode STORET		Metode Fuzzy Mamdani		Akurasi
	Bulan	Tahun	Skor	Kesimpulan	Nilai Z	Kesimpulan	
1	Januari	2005	-30	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
2	Februari	2005	-42	Tercemar Berat	32.6	Tercemar Berat	1
3	Maret	2005	-39	Tercemar Berat	39.7	Tercemar Berat	1
4	April	2005	-32	Tercemar Berat	39.8	Tercemar Berat	1
5	Mei	2005	-30	Tercemar Sedang	20.7	Tercemar Sedang	1
6	Juni	2005	-30	Tercemar Sedang	35.6	Tercemar Berat	0
7	Juli	2005	-20	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
8	Agustus	2005	-22	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
9	September	2005	-20	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
10	Oktober	2005	-20	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
11	November	2005	-30	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
12	Desember	2005	-30	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
13	Januari	2006	-6	Tercemar Ringan	10	Tercemar Ringan	1
14	Februari	2006	-22	Tercemar Sedang	25.4	Tercemar Sedang	1
15	Maret	2006	-30	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
16	April	2006	-31	Tercemar Berat	39.9	Tercemar Berat	1
17	Mei	2006	-28	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
18	Juni	2006	-20	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
19	Juli	2006	-26	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
20	Agustus	2006	-26	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
21	September	2006	-18	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
22	Oktober	2006	-16	Tercemar Sedang	18.6	Tercemar Sedang	1
23	November	2006	-54	Tercemar Berat	35.8	Tercemar Berat	1
24	Desember	2006	-30	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
25	Januari	2007	-20	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1

26	Februari	2007	-22	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
27	Maret	2007	-38	Tercemar Berat	39.7	Tercemar Berat	1
28	April	2007	-21	Tercemar Sedang	27.7	Tercemar Sedang	1
29	Mei	2007	-28	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
30	Juni	2007	-20	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
31	Juli	2007	-22	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
32	Agustus	2007	-16	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
33	September	2007	-22	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
34	Oktober	2007	-16	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
35	November	2007	-32	Tercemar Berat	20.8	Tercemar Sedang	0
36	Desember	2007	-24	Tercemar Sedang	21.3	Tercemar Sedang	1
37	Januari	2008	-35	Tercemar Berat	39.8	Tercemar Berat	1
38	Februari	2008	-37	Tercemar Berat	39.8	Tercemar Berat	1
39	Maret	2008	-24	Tercemar Sedang	29.7	Tercemar Sedang	1
40	April	2008	-10	Tercemar Ringan	10	Tercemar Ringan	1
41	Mei	2008	-31	Tercemar Berat	39.8	Tercemar Berat	1
42	Juni	2008	-29	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
43	Juli	2008	-26	Tercemar Sedang	20.5	Tercemar Sedang	1
44	Agustus	2008	-20	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
45	September	2008	-22	Tercemar Sedang	22.2	Tercemar Sedang	1
46	Oktober	2008	-35	Tercemar Berat	21.2	Tercemar Sedang	0
47	November	2008	-28	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
48	Desember	2008	-22	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
49	Januari	2009	-22	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
50	Februari	2009	-31	Tercemar Berat	39.7	Tercemar Berat	1
51	Maret	2009	-28	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
52	April	2009	-27	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
53	Mei	2009	-26	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
54	Juni	2009	-22	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
55	Juli	2009	-10	Tercemar Ringan	5.5	Tercemar Ringan	1
56	Agustus	2009	-19	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
57	September	2009	-28	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
58	Oktober	2009	-31	Tercemar Berat	20	Tercemar Sedang	0
59	November	2009	-20	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
60	Desember	2009	-16	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1

Sumber : [Pengujian]

Hasil akurasi bernilai 1 artinya keluaran dari perhitungan Sistem Pendukung Keputusan penentuan kualitas air metode Fuzzy Mamdani sama dengan hasil perhitungan kualitas air metode STORET. Sebaliknya, hasil akurasi

berniali 0 artinya keluaran dari perhitungan Sistem Pendukung Keputusan penentuan kualitas air metode Fuzzy Mamdani tidak sama dengan hasil perhitungan kualitas air metode STORET. Berdasarkan Tabel 6.15, didapat 4 data yang berbeda antara perhitungan Sistem Pendukung Keputusan penentuan kualitas air metode Fuzzy Mamdani dengan hasil perhitungan kualitas air metode STORET. Maka, dapat dihitung akurasi sistem sebagai berikut :

$$\text{Akurasi} = \frac{(60 - 4)}{60} \times 100\% = 93.33\%$$

Jadi, dapat disimpulkan bahwa akurasi SPK dengan 7 parameter uji 60 data yang diuji 93.33% sesuai antara hasil perhitungan Sistem Pendukung Keputusan penentuan kualitas air metode Fuzzy Mamdani dengan hasil perhitungan kualitas air metode STORET.

Berdasarkan hasil pengujian akurasi dengan 5 parameter dan pengujian akurasi dengan 7 parameter, dapat disimpulkan bahwa SPK dengan 7 parameter uji lebih akurat dengan akurasi sebesar 93.33%. Jadi pada SPK penentuan kualitas air sungai dengan metode Fuzzy Mamdani ini digunakan 7 parameter uji yang menghasilkan nilai akurasi sebesar 93.33%.

## 6.2 Analisis

Proses analisis bertujuan untuk mendapatkan kesimpulan dari hasil pengujian SPK penentuan kualitas air sungai dengan metode Fuzzy Mamdani yang telah dilakukan. Analisis dilakukan terhadap hasil pengujian di setiap tahap pengujian. Proses analisis yang dilakukan meliputi analisis hasil pengujian validasi dan analisis hasil pengujian akurasi.

### 6.2.1 Analisis Hasil Pengujian Validasi

Proses analisis terhadap hasil pengujian validasi dilakukan dengan melihat kesesuaian antara hasil kinerja sistem dengan daftar kebutuhan. Hasil pengujian validasi pada Subbab 6.1 dengan metode black-box testing adalah 100%, sehingga dapat disimpulkan bahwa implementasi dan fungsionalitas SPK Penentuan Kualitas Air Sungai dengan Metode Fuzzy Mamdani dapat berjalan sesuai kebutuhan yang telah dijabarkan pada tahap analisis kebutuhan.

### 6.2.2 Analisis Hasil Pengujian Akurasi

Proses analisis terhadap hasil pengujian akurasi SPK penentuan kualitas air sungai dengan melihat persentase keakurasian dan ketidakakurasian sistem dalam menampilkan kesimpulan dalam menentukan kualitas air sungai. Pada hasil pengujian sistem menunjukkan adanya ketidaksesuaian kesimpulan kualitas air sungai yang muncul. Ketidakakurasian SPK disebabkan karena beberapa kemungkinan diantaranya perbedaan jumlah parameter yang digunakan, dan perbedaan dalam proses perhitungannya. Pada SPK ini menggunakan 7 parameter yaitu TSS, BOD, COD, DO, pH, Fenol, dan Minyak & Lemak. Sedangkan perhitungan kualitas air sungai metode STORET menggunakan 9 parameter yaitu TSS, BOD, COD, DO, pH, Amonia ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ), fenol, minyak & lemak, dan sianida (CN).

Berdasarkan hasil pengujian akurasi dapat disimpulkan bahwa 93.33% sesuai antara hasil perhitungan Sistem Pendukung Keputusan penentuan kualitas air metode Fuzzy Mamdani dengan hasil perhitungan kualitas air metode STORET. Sistem Pendukung Keputusan penentuan kualitas air sungai dapat berjalan sesuai dengan prosedur dari metode Fuzzy Mamdani.

## BAB VII PENUTUP

### 7.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan, implementasi dan hasil pengujian dari Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kualitas Air Sungai dengan Metode Fuzzy Mamdani, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan dengan metode Fuzzy Mamdani telah dibuat sesuai perancangan dan dapat digunakan dalam menentukan kualitas air sungai apakah memenuhi baku mutu, tercemar ringan, tercemar sedang atau tercemar berat.
2. Sistem Pendukung Keputusan penentuan kualitas air sungai dengan metode Fuzzy Mamdani memiliki kinerja sistem yang mampu berjalan sesuai dengan kebutuhan fungsional. Hal ini dibuktikan dengan hasil pengujian Black Box yang memberikan nilai presentase sebesar 100%.
3. Berdasarkan hasil pengujian akurasi dapat disimpulkan bahwa dari 60 data yang diuji, 93.33% sesuai antara hasil perhitungan Sistem Pendukung Keputusan penentuan kualitas air metode Fuzzy Mamdani dengan hasil perhitungan kualitas air sungai metode STORET.

### 7.2 Saran

Saran yang diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya, antara lain:

1. Sistem dapat dikembangkan menjadi sebuah sistem yang dinamis sehingga dapat memolah dan mengedit basis pengetahuan dari sistem ini untuk mendapatkan hasil yang optimal.
2. Sistem dapat dikembangkan menjadi sebuah sistem yang lebih bersifat dinamis yaitu sistem memiliki fasilitas untuk menambah dan mengurangi parameter uji jika sewaktu-waktu ada penambahan atau pengurangan kriteria kualitas air sungai.
3. Untuk pengembangan metode, dapat dicoba menggunakan metode lain yang berbasis kecerdasan buatan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [ALA-84] Alaerta, G. dan Sri Sumentri, S. 1984. *Metoda Penelitian Air*. Surabaya: Penerbit Usaha Nasional.
- [IKA-07] Ika, Kurnianti A, & Fajar, S, & Taufiq H. 2007. “*Sistem Pendukung Keputusan Penanganan Kesehatan Balita Menggunakan Penalaran Fuzzy Mamdani*”. Yogyakarta. Universitas Islam Indonesia.
- [KEP-03] *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air*. Menteri Negara Lingkungan Hidup. Jakarta.
- [KUS-07] Kusrini. 2007. *Konsep dan Aplikasi Sistem pendukung keputusan*. Yogyakarta: ANDI Offset.
- [KUS-04] Kusumadewi, Sri, & Purnomo, Hari. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan – Edisi Pertama*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [LIQ-09] Li, Qing & Chen, Yu-Liu. 2009. *Modeling and Analysis of Enterprise and Information Systems From Requirements to Realization*. Higher Education Press, Beijing and Springer-Verlag GmbH Berlin Heidelberg.
- [ANN-11] Annisah, Paramadyastha. 2011. “*Studi Penentuan Status Mutu Air dengan Metode Storet dan Metode Indek Pencemaran di Waduk Sutami*”. Malang. Teknik Pengairan Universitas Brawijaya.
- [PAR-11] Parno, S.Kom. 2011. *Lecture Notes: Sistem Informasi Data Flow Diagram*.
- [PER-10] *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010. Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air*. Menteri Negara Lingkungan Hidup. Jakarta.

- [PER-01] *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Presiden Republik Indonesia. Jakarta.
- [SHE-12] Sherly, Jayanti, & Sri, Hartati. 2012. “*Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Anggota Paduan Suara Dewasa Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani*”. Yogyakarta. FMIPA UGM.
- [SUG-87] Sugiharto. 1987. *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*. Jakarta : Penerbit Universitas Indonesia.
- [SUM-13] Sumiati, Shodik Nuryadin. 2013. “*Sistem Pendukung Keputusan Dalam Menentukan Penilaian Kinerja Dosen Dengan Metode Fuzzy Database Model Mamdani*”. Banten. Universitas Serang Raya - Banten.
- [TUR-05] Turban, Efrain. 2005. *Decision Support System and Intelligent Systems. 7<sup>th</sup> Ed. Jilid 1 (sistem pendukung keputusan dan sistem cerdas)*. Yogyakarta: ANDI Offset.

