

**IMPLEMENTASI *FUZZY INFERENCE SYSTEM* (FIS)  
METODE TSUKAMOTO PADA SISTEM PENDUKUNG  
KEPUTUSAN PENENTUAN KUALITAS AIR SUNGAI**

**SKRIPSI**

**LABORATORIUM KOMPUTASI CERDAS DAN VISUALISASI**

Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer



Disusun oleh :

**GALUH MAZENDA RAMADHAN ALAM**

**NIM. 105060803111018**

**KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**PROGRAM TEKNOLOGI INFORMASI DAN ILMU KOMPUTER**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA / ILMU KOMPUTER**

**MALANG**

**2015**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**IMPLEMENTASI FUZZY INFERENCE SYSTEM (FIS)  
METODE TSUKAMOTO PADA SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN  
PENENTUAN KUALITAS AIR SUNGAI  
SKRIPSI  
LABORATORIUM KOMPUTASI CERDAS DAN VISUALISASI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Komputer



Disusun Oleh :

**Galuh Mazenda Ramadhan Alam**  
**NIM. 105060803111018**

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

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Arief Andy Soebroto., S.T., M.Kom.**

**NIP. 19720425 199903 1 002**

**Candra Dewi, S.Kom., MSc**

**NIP. 19771114 200312 2 001**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**IMPLEMENTASI FUZZY INFERENCE SYSTEM (FIS)  
METODE TSUKAMOTO PADA SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN  
PENENTUAN KUALITAS AIR SUNGAI**

**SKRIPSI**

Disusun Oleh :

**Galuh Mazenda Ramadhan Alam**

**NIM. 105060803111018**

Skrripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus  
tanggal 19 Januari 2015

**Dosen Penguji I**

**Dosen Penguji II**

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

**Imam Cholissodin, S.Si., M.Kom.**

**NIP. 19720919 199702 1 001**

**NIK. 850719 16 1 1 0422**

**Dosen Penguji III**

**Edy Santoso, S.Si., M.Kom.**

**NIP. 19740414 200312 1 004**

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Informatika / Ilmu Komputer

**Drs. Marji, MT**

**NIP. 19670801 199203 1001**

## LEMBAR PERNYATAAN

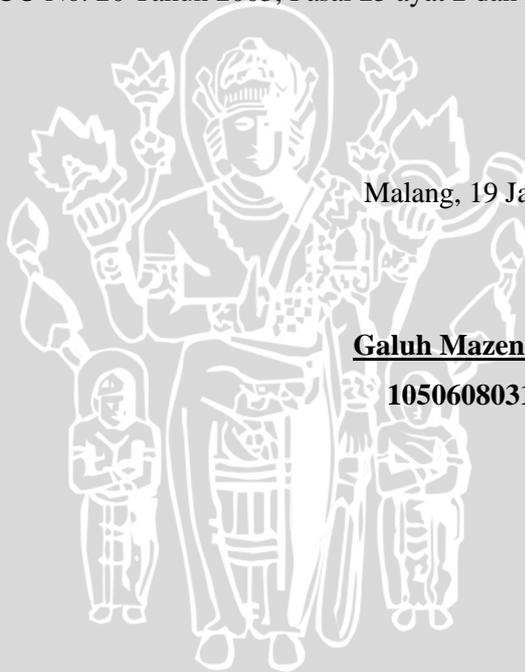
Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah SKRIPSI ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan 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 perturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 19 Januari 2015

**Galuh Mazenda R. Alam**

**105060803111018**



## 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 **“IMPLEMENTASI FUZZY INFERENCE SYSTEM (FIS) METODE TSUKAMOTO PADA SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN KUALITAS AIR SUNGAI”**

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 Candra Dewi, S.Kom., MSc 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 Riwayatli Yulia C., Ayahanda Erwin Laksono Alam, Kakak Kenzarah Zhetira Alam 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 Ghazali dan Muhammad Garisa P. Serta teman dekat Afan Amarullah, Wisnu Tri, Wahyu Indra, Andreas Yuan, Burhan, Mahfud, Fajar, Faridul yang selalu bertukar pikiran dan semangat dengan penulis selama menyelesaikan skripsi ini.
8. Teman dekat Vanny Lestari yang selalu menjadi pendengar yang baik dan memberi semangat penulis selama menyelesaikan skripsi ini.
9. 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, Mei 2014

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR PERSAMAAN.....	xiii
DAFTAR PERSAMAAN.....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Kajian Pustaka.....	6
2.2 Air.....	12
2.2.1 Pencemaran Air.....	13
2.2.2 Parameter Fisika-Kimia untuk Uji Kualitas Air.....	14
2.2.3 Metode STORET.....	17
2.3 Sistem Pendukung Keputusan (SPK).....	20
2.3.1 Proses Pengambilan Keputusan.....	21
2.3.2 Arsitektur Sistem Pendukung Keputusan.....	22
2.4 Pengertian Himpunan <i>Fuzzy</i> .....	24
2.5 Metode <i>Fuzzy Tsukamoto</i> .....	28
2.6 <i>Data Flow Diagram (DFD)</i> .....	29
2.7 <i>Entity-Relationship Diagram (ERD)</i> .....	28
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>37</b>
3.1 Studi Literatur.....	37
3.2 Pengumpulan Data dan Pengolahan Data.....	38
3.3 Analisis Kebutuhan.....	38
3.4 Desain dan Perancangan Sistem.....	39
3.4.1 Arsitektur SPK.....	40
3.4.2 Diagram Blok Sistem.....	41
3.5 Implementasi.....	42
3.6 Pengujian dan Evaluasi.....	42
3.7 Pengambilan Kesimpulan.....	43
<b>BAB IV PERANCANGAN.....</b>	<b>44</b>
4.1 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak.....	45
4.1.1 Identifikasi Pengguna.....	45
4.1.2 Daftar Kebutuhan Sistem.....	46
4.2 Perancangan Sistem Pendukung Keputusan.....	48

4.2.1	Subsistem Basis Pengetahuan.....	49
4.2.2	Subsistem Manajemen Data.....	59
4.2.3	Subsistem Manajemen Model.....	89
<b>BAB V IMPLEMENTASI.....</b>		<b>103</b>
5.1	Spesifikasi Sistem.....	104
5.1.1	Spesifikasi Perangkat Keras.....	104
5.1.2	Spesifikasi Perangkat Lunak.....	104
5.2	Implementasi Algoritma.....	104
5.2.1	Algoritma <i>Fuzzyfikasi</i> .....	105
5.2.2	Algoritma menentukan nilai $\alpha$ -predikat.....	107
5.2.3	Perhitungan Nilai Z dan Penentuan Kualitas Air Sungai.....	112
5.3	Implementasi Antarmuka.....	113
5.3.1	Halaman <i>LogIn</i> .....	113
5.3.2	Halaman Biro IT.....	114
5.3.3	Halaman Staff Laboratorium.....	114
5.3.4	Halaman Ketua Laboratorium.....	116
<b>BAB VI PENGUJIAN DAN ANALISIS.....</b>		<b>118</b>
6.1	Pengujian.....	118
6.1.1	Pengujian Validasi.....	119
6.1.2	Pengujian Akurasi.....	130
6.2	Analisis.....	135
6.2.1	Analisis Hasil Pengujian Validasi.....	135
6.2.2	Analisis Hasil Pengujian Akurasi.....	135
<b>BAB VII PENUTUP.....</b>		<b>137</b>
7.1	Kesimpulan.....	137
7.2	Saran.....	137
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>138</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tahapan Pengambilan Keputusan menurut Simon (1997).....	21
Gambar 2.2 Arsitektur DSS.....	24
Gambar 2.3 Grafik Keanggotaan Umur.....	25
Gambar 2.4 Grafik Keanggotaan <i>Fuzzy</i> Untuk Kriteria Umur.....	26
Gambar 2.5 inferensi <i>fuzzy Tsukamoto</i> .....	29
Gambar 2.6 Simbol Terminator.....	30
Gambar 2.7 Jenis Terminator.....	30
Gambar 2.8 Simbol Proses.....	31
Gambar 2.9 Jenis Proses.....	31
Gambar 2.10 Simbol Data Store.....	32
Gambar 2.11 Jenis Data Store.....	32
Gambar 2.12 Simbol Data Flow.....	34
Gambar 2.13 Konsep Data Flow.....	34
Gambar 2.14 Simbol ERD.....	35
Gambar 2.15 Macam Relasi.....	36
Gambar 3.1 Diagram Alur Metode Penelitian.....	37
Gambar 3.2 Arsitektur SPK Penentuan Kualitas Air Sungai.....	40
Gambar 3.3 Diagram blok SPK Penentuan Kualitas Air Sungai.....	41
Gambar 4.1 Pohon Perancangan.....	44
Gambar 4.2 Grafik <i>Fuzzy TSS</i> .....	52
Gambar 4.3 Grafik <i>Fuzzy BOD</i> .....	53
Gambar 4.4 Grafik <i>Fuzzy COD</i> .....	54
Gambar 4.5 Grafik <i>Fuzzy DO</i> .....	55
Gambar 4.6 Grafik <i>Fuzzy pH</i> .....	56
Gambar 4.7 Grafik <i>Fuzzy Fenol</i> .....	57
Gambar 4.8 Grafik <i>Fuzzy Minyak &amp; Lemak</i> .....	58
Gambar 4.9 Grafik <i>Fuzzy Variabel pembatas / kesimpulan</i> .....	59
Gambar 4.10 Context Diagram.....	61
Gambar 4.11 DFD Level 1.....	62
Gambar 4.12 DFD Level 2 Proses Kelola Data Akun.....	65



Gambar 4.13 DFD Level 2 Proses Kelola Data Air Sungai.....	65
Gambar 4.14 DFD Level 2 Proses Kelola Pengolahan Aturan ( <i>rule</i> ).....	66
Gambar 4.15 ERD SPK Penentuan Kualitas Air Sungai.....	67
Gambar 4.16 <i>Physical Diagram</i> (PD) .....	69
Gambar 4.17 Kerangka model komputasi.....	73
Gambar 4.18 Diagram Alir Proses <i>Fuzzy Tsukamoto</i> .....	74
Gambar 4.19 Diagram Alir Proses <i>Fuzzyfikasi</i> .....	77
Gambar 4.20 Diagram Alir Proses Aplikasi Fungsi Implikasi metode MIN.....	81
Gambar 4.21 Diagram Alir Perhitungan Nilai Z.....	88
Gambar 4.22 <i>Sitemap</i> untuk halaman Biro IT.....	90
Gambar 4.23 <i>Sitemap</i> untuk halaman Staff Laboratorium.....	90
Gambar 4.24 <i>Sitemap</i> untuk halaman Kepala Laboratorium.....	90
Gambar 4.25 Halaman <i>LogIn</i> .....	91
Gambar 4.26 Halaman Kelola Data User.....	92
Gambar 4.27 Halaman Kelola Data Air.....	93
Gambar 4.28 Halaman Derajat Keanggotaan.....	95
Gambar 4.29 Halaman Hasil dan Kesimpulan.....	96
Gambar 4.30 Halaman Aturan/ <i>Rule Fuzzy</i> .....	98
Gambar 4.31 Halaman Hasil dan Kesimpulan (KL).....	99
Gambar 4.32 Halaman Grafik Laporan (KL).....	102
Gambar 5.1 Pohon Implementasi.....	103
Gambar 5.2 Implementasi Halaman <i>LogIN</i> .....	113
Gambar 5.3 Implementasi Halaman Biro IT.....	114
Gambar 5.4 Implementasi Halaman Staff Laboratorium bagian Beranda.....	115
Gambar 5.5 Halaman Staff Laboratorium <i>Tabpane</i> “Derajat Keanggotaan”.....	115
Gambar 5.6 Halaman Laporan Kualitas Air Sungai .....	116
Gambar 5.7 Halaman Aturan ( <i>rule</i> ) <i>Fuzzy</i> .....	117
Gambar 5.8 Halaman Grafik Laporan Parameter Kualitas Air Sungai .....	117
Gambar 6.1 Pohon Pengujian dan Analisis .....	118

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Kajian Pustaka.....	7
Tabel 2.2 Kriteria mutu air berdasarkan kelasnya.....	17
Tabel 2.3 Klasifikasi Status Mutu Air Menurut “US-EPA”.....	17
Tabel 2.4 Penentuan sistem nilai untuk menentukan status mutu air .....	18
Tabel 4.1 Identifikasi Pengguna.....	45
Tabel 4.2 Daftar Kebutuhan Fungsional.....	46
Tabel 4.3 Daftar Kebutuhan Non-Fungsional.....	48
Tabel 4.4 Kriteria yang berpengaruh terhadap kualitas air sungai.....	50
Tabel 4.5 Kriteria Penentuan Kualitas Air Sungai.....	51
Tabel 4.6 Tabel UserSPK.....	69
Tabel 4.7 Tabel rule.....	70
Tabel 4.8 Tabel Hasil .....	71
Tabel 4.9 Tabel Data_Air.....	72
Tabel 4.10 Aturan / Rule <i>Fuzzy Tsukamoto</i> .....	82
Tabel 5.1 Spesifikasi Perangkat Keras.....	104
Tabel 5.2 Spesifikasi Perangkat Lunak.....	104
Tabel 6.1 Kasus Uji untuk pengujian validasi login sah.....	119
Tabel 6.2 Kasus Uji untuk pengujian validasi login tidak sah.....	119
Tabel 6.3 Kasus Uji untuk pengujian validasi tambah akun.....	120
Tabel 6.4 Kasus Uji untuk pengujian validasi edit akun.....	120
Tabel 6.5 Kasus Uji untuk pengujian validasi hapus akun.....	121
Tabel 6.6 Kasus Uji untuk pengujian validasi tambah data air sungai.....	121
Tabel 6.7 Kasus Uji untuk pengujian validasi edit data air sungai.....	122
Tabel 6.8 Kasus Uji untuk pengujian validasi hapus data air sungai.....	122
Tabel 6.9 Kasus Uji unuk pengujian validasi perhitungan derajat keanggotaan.....	123
Tabel 6.10 Kasus Uji untuk pengujian validasi pengolahan rule <i>fuzzy</i> .....	123
Tabel 6.11 Kasus Uji untuk pengujian perhitungan <i>fuzzy</i> Tsukamoto.....	124
Tabel 6.12 Kasus Uji untuk Menampilkan laporan kualitas air sungai.....	124
Tabel 6.13 Kasus Uji untuk Menampilkan grafik laporan kualitas air sungai... ..	125
Tabel 6.14 Hasil Pengujian Validasi.....	125



Tabel 6.15 Hasil Pengujian Akurasi SPK Penentuan Kualitas Air Sungai..... 131

Tabel 6.16 Hasil Pengujian Akurasi SPK Penentuan Kualitas Air Sungai..... 133



**DAFTAR PERSAMAAN**

Persamaan (4-1) Fungsi Derajat Keanggotaan TSS Baik.....	52
Persamaan (4-2) Fungsi Derajat Keanggotaan TSS Buruk.....	52
Persamaan (4-3) Fungsi Derajat Keanggotaan BOD Sangat Baik.....	53
Persamaan (4-4) Fungsi Derajat Keanggotaan BOD Baik.....	53
Persamaan (4-5) Fungsi Derajat Keanggotaan BOD Sedang .....	53
Persamaan (4-6) Fungsi Derajat Keanggotaan BOD Buruk.....	54
Persamaan (4-7) Fungsi Derajat Keanggotaan COD Sangat Baik.....	54
Persamaan (4-8) Fungsi Derajat Keanggotaan COD Baik.....	54
Persamaan (4-9) Fungsi Derajat Keanggotaan COD Sedang .....	55
Persamaan (4-10) Fungsi Derajat Keanggotaan COD Buruk .....	55
Persamaan (4-11) Fungsi Derajat Keanggotaan DO Buruk.....	55
Persamaan (4-12) Fungsi Derajat Keanggotaan DO Sedang.....	56
Persamaan (4-13) Fungsi Derajat Keanggotaan DO Baik.....	56
Persamaan (4-14) Fungsi Derajat Keanggotaan DO Sangat Baik.....	56
Persamaan (4-15) Fungsi Derajat Keanggotaan pH Buruk.....	56
Persamaan (4-16) Fungsi Derajat Keanggotaan pH Baik.....	57
Persamaan (4-17) Fungsi Derajat Keanggotaan Fenol Baik.....	57
Persamaan (4-18) Fungsi Derajat Keanggotaan Fenol Buruk.....	57
Persamaan (4-19) Fungsi Derajat Keanggotaan Minyak & Lemak Baik.....	58
Persamaan (4-20) Fungsi Derajat Keanggotaan Minyak & Lemak Buruk.....	58
Persamaan (4-21) Fungsi Derajat Keanggotaan Pembatas.....	84
Persamaan (4-23) Fungsi Derajat Keanggotaan Pembatas.....	84
Persamaan (4-24) Fungsi Derajat Keanggotaan Pembatas.....	84



**DAFTAR SOURCE CODE**

*Source Code 5.1* implementasi algoritma fuzzyfikasi..... 105  
*Source Code 5.2* implementasi algoritma  $\alpha$ -predikat..... 107  
*Source Code 5.3* implementasi algoritma Z..... 112



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

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 [PER-01]. Sungai merupakan suatu wadah mengalirnya sumberdaya air secara gravitasi dari hulu ke hilir. Banyaknya aktivitas domestik dan industri di sepanjang sungai serta adanya dinamika aliran tersebut menimbulkan perubahan kualitas dan kuantitas sungai secara signifikan. Diperlukan suatu cara pemantauan kualitas air dengan parameter uji, agar dapat diketahui kualitas air yang diuji. Salah satu 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]. Pengujian kualitas air sungai umumnya dilakukan secara manual dengan menggunakan metode perhitungan STORET. Perhitungan manual dengan metode STORET, menghitung satu-persatu data parameter pengujian. Karena dilakukan penghitungan satu-persatu akan dibutuhkan waktu yang banyak dalam proses pengujian kualitas air sungai. Sistem pendukung keputusan (SPK) bisa digunakan sebagai solusi untuk mempermudah penentuan kualitas air sungai. Proses pengujian akan lebih singkat dan mudah dalam pengerjaannya, hanya perlu memasukkan data yang diuji dan hasil uji akan langsung didapatkan.

Penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penentuan status mutu air telah dilakukan oleh (Paramadyastha, 2011). Pada penelitian tersebut Annisah meneliti status mutu air sungai di waduk sutami dengan metode *STORET*. Parameter yang digunakan terdiri dari BOD, COD, DO, TSS, pH, Amonia ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ), fenol, minyak dan lemak, dan sianida (CN). Hasil dari penelitian tersebut dalam menentukan status mutu air dibagi menjadi 4 (empat) kriteria yaitu memenuhi baku mutu (kondisi baik), tercemar ringan, tercemar sedang, dan tercemar berat [PAR-11]. Namun metode *STORET* memiliki kelemahan yaitu jika

dalam perhitungan tidak terdapat ambang batas suatu parameter yang diukur, maka parameter tersebut tidak dihitung [KHA-14]. Jika data yang ada hanya satu maka tidak bisa menentukan maksimum dan minimum baku mutu airnya. Sehingga bisa menghasilkan kesimpulan yang berbeda-beda atau tidak pasti pada setiap data yang diuji.

Penelitian yang dilakukan oleh aprilianai (2012). menggunakan *Fuzzy Inference System (FIS) Tsukamoto* dengan keluaran tingkat kompetensi kepribadian. Untuk mendapatkan tingkat kepribadian, digunakan data skor dari komponen, yaitu: pengalaman mengajar, penilaian dari atasan dan pengawas, pengalaman menjadi pengurus organisasi di bidang kependidikan dan sosial (pengurus organisasi di bidang kependidikan dan sosial, tugas tambahan), dan penghargaan yang relevan dengan bidang pendidikan. Skor penilaian dengan skala A (Kurang Baik), B (Cukup), C (Baik Sekali). Hasil dari perhitungan dengan *Fuzzy Inference System (FIS) Tsukamoto* adalah Kompetensi kepribadian guru yaitu kurang baik, cukup baik dan baik sekali [APR-12]. Berdasarkan penelitian yang telah ada sebelumnya dapat disimpulkan bahwa metode *Fuzzy Inference System Tsukamoto* dapat digunakan untuk mengelompokkan data kedalam beberapa kelas berdasarkan kriteria-kriteria yang ditentukan. Dapat menganalisis hasil yang tidak pasti atau angka yang dihitung kabur (*fuzzy*). SPK dengan metode *Fuzzy Inference System Tsukamoto* diharapkan memberikan hasil yang tepat dan cepat.

Berdasarkan dari paparan permasalahan dan penelitian sebelumnya, maka penulis mengusulkan judul **“Implementasi *Fuzzy Inference System (Fis) Metode Tsukamoto* Pada Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kualitas Air Sungai”**. Penulis menerapkan metode *fuzzy Inference System (FIS) Tsukamoto*. 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 [PAR-11]. Dari data uji kualitas air sungai digunakan Metode *Fuzzy Tsukamoto* 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 sistem pendukung keputusan agar dapat mengidentifikasi kualitas air sungai berdasarkan parameter fisika-kimia menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto*.
2. Bagaimana pengimplementasi *Fuzzy Tsukamoto* untuk mengidentifikasi kualitas air sungai.
3. Bagaimana akurasi dari penerapan *Fuzzy Tsukamoto* dalam mengidentifikasi 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 [PAR-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 Tsukamoto*.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk membangun dan menganalisa metode perhitungan Sistem Pendukung Keputusan penentuan kualitas air sungai dengan menggunakan metode *Fuzzy Inference System (FIS) Tsukamoto*.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan alternatif metode perhitungan dalam mengidentifikasi kualitas air sungai, dengan hasil perhitungan yang seoptimal mungkin untuk memudahkan dalam penentuan kualitas air dalam aliran sungai yang diuji.
2. Memberikan kontribusi dalam memberikan pengetahuan tentang penerapan sistem pendukung keputusan untuk mengidentifikasi kualitas air dengan metode *Fuzzy Tsukamoto*, karena dengan semakin banyak ilmu yang diterapkan akan didapat hasil pengujian yang semakin beragam dan semakin akurat.

#### 1.6 Sistematika Penulisan

Proposal ini disusun berdasarkan sistematika penulisan 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 SPK, definisi air, parameter-parameter uji kualitas air, teori-teori metode Fuzzy Tsukamoto dan metode Fuzzy lainnya, MySQL, JAVA.

##### 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 PERANCANGAN**

Bab ini membahas analisis kebutuhan dan perancangan SPK untuk hasil rekomendasi kualitas air sungai menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto.

#### 5. **BAB V IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN**

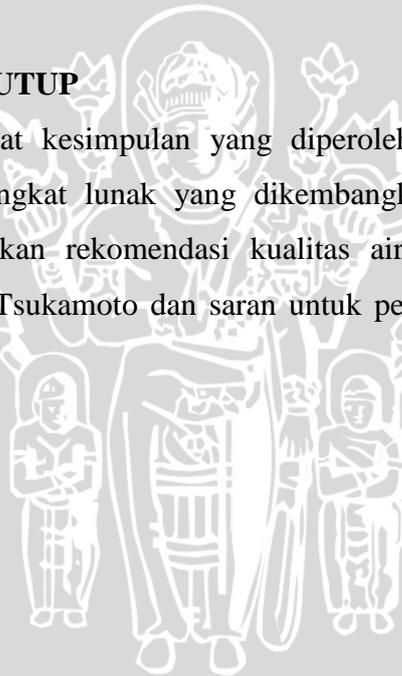
Bab ini membahas proses implementasi dari perancangan SPK untuk rekomendasi kualitas air sungai menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto.

#### 6. **BAB VI PENGUJIAN**

Bab ini memuat hasil pengujian terhadap SPK tentang rekomendasi kualitas air sungai menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto yang telah direalisasikan.

#### 7. **BAB VII PENUTUP**

Bab ini memuat kesimpulan yang diperoleh dari pembuatan dan pengujian perangkat lunak yang dikembangkan dalam SPK untuk merekomendasikan rekomendasi kualitas air sungai menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto 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 Fenoel Thamrin [THA-12], Annisah Paramadyastha [PAR-11], Ginanjar Abdurrahman [ABD-11] dan Trivia Falopi [FAL-13]. Dasar teori yang dipergunakan untuk mendukung penelitian ini antara lain Sistem Pendukung Keputusan, Pencemaran Air, Logika *Fuzzy* dan *Fuzzy Tsukamoto*.

#### 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 Tsukamoto* diantaranya:

1. “*Fuzzy Inference System* untuk Menentukan Tingkat Kompetensi Kepribadian Guru (*Fuzzy Inference System to Determine the Personality Competency Level of Teachers*)” yang dilakukan oleh Mawaddah Isfa Apriliyani, Hindayati Mustafidah, dan Dwi Aryanto [APR-12].
2. “Penerapan Metode Tsukamoto (Logika Fuzzy) Dalam Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Jumlah Produksi Barang Berdasarkan Data Persediaan Dan Jumlah Permintaan” yang dilakukan oleh Ginanjar Abdurrahman [ABD-11].
3. “Aplikasi Fuzzy Inference System (Fis) Tsukamoto Untuk Menganalisa Tingkat Resiko Penyakit Dalam” yang dilakukan oleh Trivia Falopi [FAL-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”.

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	<i>Fuzzy Inference System</i> untuk Menentukan Tingkat Kompetensi Kepribadian Guru [APR-12]	Skor <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengalaman Mengajar</li> <li>- Penilaian dari atasan dan pengawas</li> <li>- Pengurus organisasi di bidang kependidikan dan sosial</li> <li>- Pengalaman menjadi pengurus organisasi tambahan</li> <li>- Penghargaan yang relevan dengan bidang pendidikan</li> </ul>	Metode <i>Fuzzy Tsukamoto</i> Langkah-langkah: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pembentukan himpunan <i>Fuzzy</i></li> <li>2. Aplikasi fungsi implikasi, yang digunakan adalah <i>MIN</i>.</li> <li>3. Komposisi aturan, menggunakan IF-THEN.</li> <li>4. Melakukan perhitungan setiap masukan, menentukan nilai <i>Z</i> output sesuai rule yang telah terbentuk sebelumnya.</li> </ol>	Tingkat kompetensi kepribadian guru.
2	Penerapan metode tsukamoto (logika fuzzy) Dalam sistem pendukung keputusan Untuk	Produksi barang <ul style="list-style-type: none"> <li>- Data persediaan dan jumlah permintaan.</li> </ul>	Metode <i>Fuzzy Tsukamoto</i> Langkah-langkah: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pembentukan himpunan <i>Fuzzy</i>.</li> <li>2. Inferensi, pembentukan aturan dengan IF-THEN.</li> <li>3. Defuzzyfikasi, menentukan nilai output <i>crisp</i>.</li> </ol>	Jumlah produksi barang.

	menentukan jumlah produksi barang Berdasarkan data persediaan dan jumlah permintaan [ABD-11]	Variabel permintaan dan variabel persediaan.	defuzifikasi rata-rata terpusat.	
3	Aplikasi Fuzzy Inference System (Fis) Tsukamoto Untuk Menganalisa Tingkat Resiko Penyakit Dalam [FAL-13]	Penyakit dalam - Data gejala penyakit dalam : Nyeri pipi, Nyeri kepala, Nyeri gigi geraham, Hidung buntu, Suara bindeng, Tenggorokan kering, Pilek, Demam, Batuk, Otot, sakit, Rasa lelah, Bersin, Gatal pada mata, Hidung gatal, Mata sembab, Bersin alergi.	Metode <i>Fuzzy Tsukamoto</i> Langkah-langkah: 1. Fuzzifikasi, membuat fungsi keanggotaan. 2. Inferensi ( <i>rule</i> dalam bentuk IF THEN) 3. Penentuan output <i>crisp</i>	Hasil diagnosis penyakit.

4	Studi Penentuan Status Mutu Air dengan Metode Storet dan Metode Indek Pencemaran di Waduk Sutami [PAR-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: Implementasi <i>Fuzzy Inference System (FIS) Tsukamoto</i> pada Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kualitas Air Sungai	Status Mutu Air - Data Mutu Air Waduk Sutami: TSS, BOD, COD, DO, pH, Fenol, Minyak & Lemak	Metode <i>Fuzzy Tsukamoto</i> Langkah-langkah: 1. Pembentukan himpunan <i>Fuzzy</i> 2. Menentukan nilai $\alpha$ -predikat setiap aturan dengan metode MIN. 3. Penentuan nilai z untuk setiap aturan menggunakan fungsi MIN pada aplikasi fungsi implikasinya dan $\alpha$ -predikat setiap aturan. 4. Proses penegasan/ <i>defuzzifikasi</i> (Z).	Satus mutu air yang terdiri dari memenuhi baku mutu, tercemar ringan, tercemar sedang, dan tercemar berat.

Sumber: [APR-12] [ABD-11] [FAL-13] [PAR-11]

Penelitian pertama yang berjudul *Fuzzy Inference System* untuk Menentukan Tingkat Kompetensi Kepribadian Guru (*Fuzzy Inference System to Determine the Personality Competency Level of Teachers*) dilakukan oleh Mawaddah Isfa Apriliyani, Hindayati Mustafidah, dan Dwi Aryanto. Pada penelitian ini, digunakan perhitungan *Fuzzy Inference System Tsukamoto* pada setiap variable atau kriteria untuk mendapatkan keluaran berupa tingkat kompetensi kepribadian guru. Kriteria yang digunakan dalam menentukan keputusan yaitu Pengalaman Mengajar, Penilaian dari atasan dan pengawas, Pengurus organisasi di bidang kependidikan dan sosial, Pengalaman menjadi pengurus organisasi tambahan, Penghargaan yang relevan dengan bidang pendidikan. Kriteria Pengalaman Mengajar memiliki tiga kategori yaitu cukup, baik, baik sekali. Kriteria Penilaian dari atasan dan pengawas memiliki tiga kategori yaitu kurang baik, baik, baik sekali. Kriteria Pengurus organisasi di bidang kependidikan dan sosial memiliki tiga kategori yaitu sedikit, cukup, banyak. Kriteria Pengalaman menjadi pengurus organisasi tambahan memiliki tiga kategori yaitu sedikit, cukup dan banyak. Kriteria Penghargaan yang relevan dengan bidang pendidikan memiliki tiga kategori yaitu sedikit, cukup dan banyak. Tiap kategori dari kriteria-kriteria tersebut dihitung nilai derajat keanggotaannya, kemudian masing-masing nilai dikombinasikan dan dicari nilai minimum derajat keanggotaannya. Setelah itu menghitung komposisi aturannya dengan IF-THEN. Nilai akhirnya diperoleh dari perhitungan rata-rata dari setiap aturan yang ada. Hasil akhir yang diperoleh dari proses perhitungan rata-rata tersebut adalah kompetensi kepribadian guru kurang baik, cukup, baik sekali [APR-12].

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Ginanjar Abdurrahman yang berjudul Penerapan Metode Tsukamoto (Logika Fuzzy) Dalam Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Jumlah Produksi Barang Berdasarkan Data Persediaan Dan Jumlah Permintaan. Untuk mendapatkan nilai jumlah produksi barang dilakukan proses perhitungan menggunakan *fuzzy Tsukamoto*. Terdapat tiga variable yang digunakan dalam perhitungan yaitu variabel permintaan, persediaan dan produksi barang. Permintaan terdiri dari dua himpunan *fuzzy* turun dan naik. Persediaan memiliki tiga himpunan *fuzzy* yaitu sedikit, sedang dan banyak. Produksi barang memiliki tiga himpunan *fuzzy* yaitu berkurang, tetap dan

bertambah. Proses berikutnya inferensi yaitu pembentukan premis-premis aturan dengan IF-THEN. Terakhir pembentukan  $\alpha$ -predikat dan penentuan nilai produksi barang dengan rata-rata terpusat. Hasil akhir yang diperoleh adalah nilai jumlah produksi barang [ABD-11].

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Trivia Falopi yang berjudul Aplikasi Fuzzy Inference System (FIS) Tsukamoto Untuk Menganalisa Tingkat Resiko Penyakit Dalam. Sistem ini dirancang untuk menganalisa tingkat resiko penyakit dalam pada pengguna aplikasi. Variabel input pada sistem terdiri dari : nyeri pipi, nyeri kepala, nyeri gigi geraham, hidung buntu, suara bindeng, tenggorakan kering, pilek, demam, batuk, otot sakit, rasa lelah, bersin, gatal pada mata, hidung gatal, mata sembab, dan bersin alergi. Variabel output antara lain Rinitis Alergi, Rinitis Vasomotor, Sinusitis Maksilaris Kronik, Sinusitis Maksilaris Akut, Influenza, Polip Hidung. Pembentukan aturan dilakukan dengan menggunakan IF-THEN. Setelah proses penentuan nilai output dengan menggunakan rata-rata terbobot dengan hasil akhir atau output diagnosis penyakit [FAL-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*) dengan mengklasifikasin mutu air dalam empat kelas yaitu memenuhi baku mutu, tercemar ringan, tercemar sedang, dan tercemar berat [PAR-11].

Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya, dapat penulis simpulkan bahwa dengan penggunaan logika *fuzzy* dapat digunakan untuk menentukan keputusan dari data yang bias atau kabur. Pengujian kualitas air sungai dengan metode *STORET* pada penilitian sebelumnya juga menggunakan data yang dapat

dihitung dengan proses perhiyungan logika *fuzzy*. Penulis mengusulkan penelitian yang berjudul Implementasi *Fuzzy Inference System* (FIS) metode *Tsukamoto* pada Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kualitas Air Sungai. 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 Tsukamoto* 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  $\alpha$ -predikat dai masing-masing aturan dan menentukan  $z$ . Nilai  $z$  didapat dari perhitungan fungsi keanggotaan kesimpulan. Nilai akhirnya diperoleh dari perhitungan *deFuzzy* (penegasan) dengan menghitung rata-rata terpusat atau  $Z$ , 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 pertanian, 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 pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;

Kelas IV : air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian 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 [PEM-10]. 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: [PEM-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]. Parameter yang digunakan antara lain:

**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 [PAR-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 ditunjukkan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Kriteria mutu air berdasarkan kelasnya

No	Parameter	Satuan	Kelas			
			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]

### 2.2.3 Metode STORET

Metode STORET merupakan salah satu metode untuk menentukan status mutu air yang umum digunakan. Metode STORET ini mengetahui 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 [KEP-03]. 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 :

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	-2	-6	-9
> 10	Maksimum	-2	-4	-6
	Minimum	-2	-4	-6
	Rata-rata	-6	-12	-18

Sumber : Canter (1977)

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)

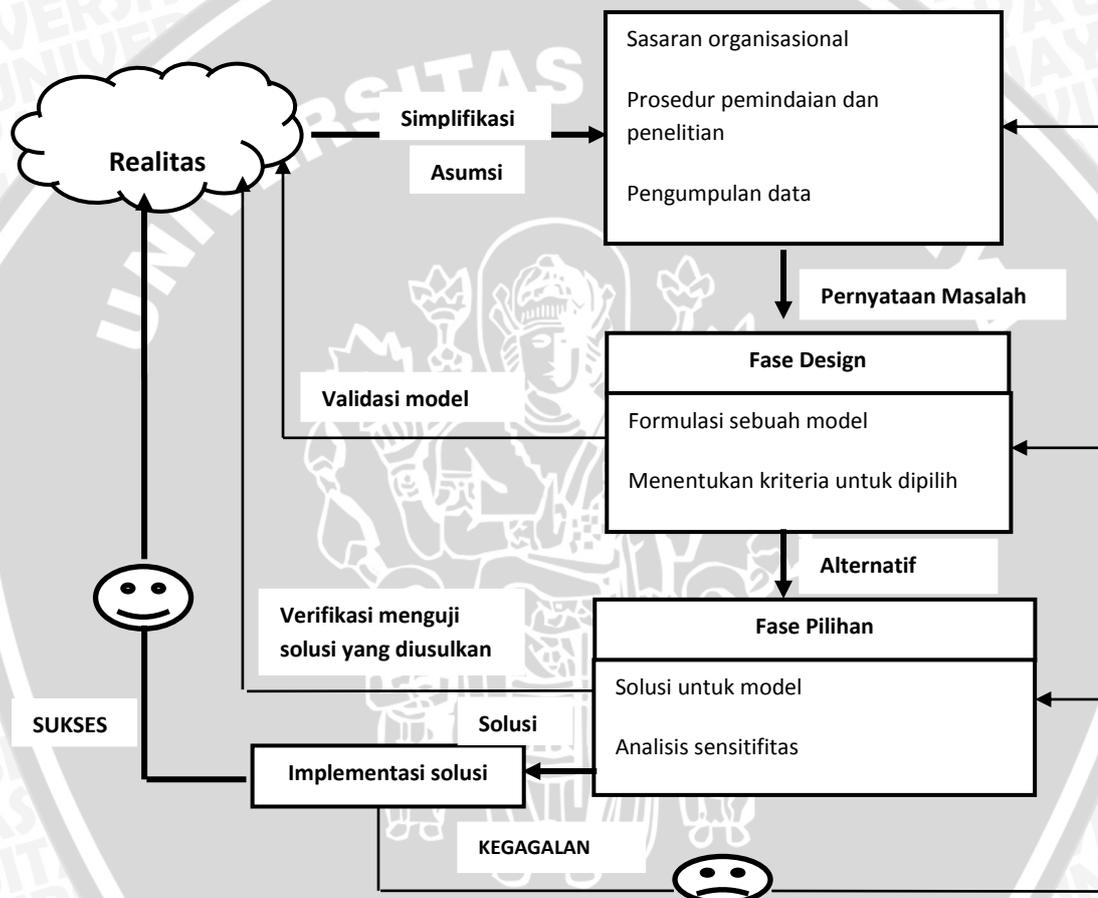
Menurut (Alter, 2002) SPK merupakan sistem informasi interaktif yang menyediakan informasi, pemodelan, dan manipulasi data. Sistem itu digunakan untuk membantu pengambilan keputusan dalam situasi yang semiterstruktur dan situasi yang tidak terstruktur, dimana tak seorang pun tahu secara pasti bagaimana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

Tujuan dari SPK adalah (Turban, 2005) [KUS-07]:

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 efesiansinya.
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 ditunjukkan gambar 2.1.



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

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

- 2 Kecerdasan (*Intelligence*)

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

3 Perancangan (*Design*)

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

4 Pemilihan (*Choice*)

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

5 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.

### 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 sistuasi 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.

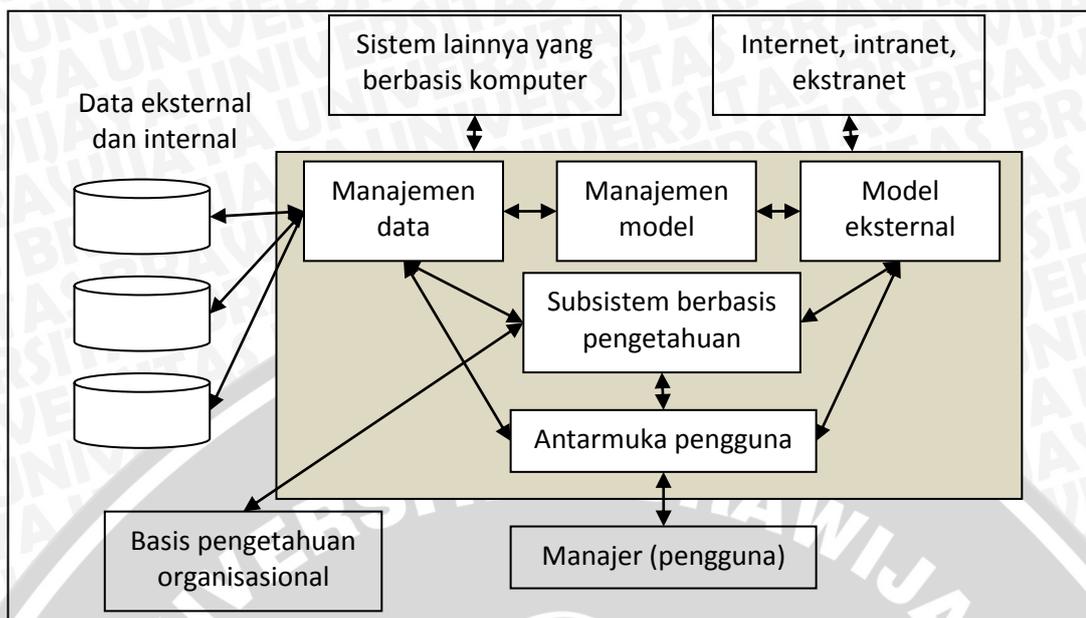
### 3. Subsistem antarmuka pengguna

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  $4 \notin A$ .

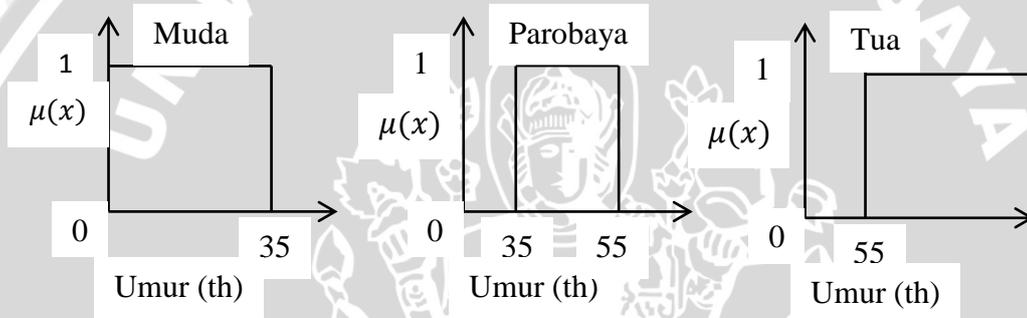
- Nilai keanggotaan 2 pada himpunan B,  $\mu_B [2]=0$ , karena  $2 \notin B$ .
- Nilai keanggotaan 3 pada himpunan B,  $\mu_B [3]=1$ , karena  $3 \in B$ .

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 dilihat pada gambar 2.3 dibawah ini.



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

Pada gambar 2.3, ditunjukkan bahwa:

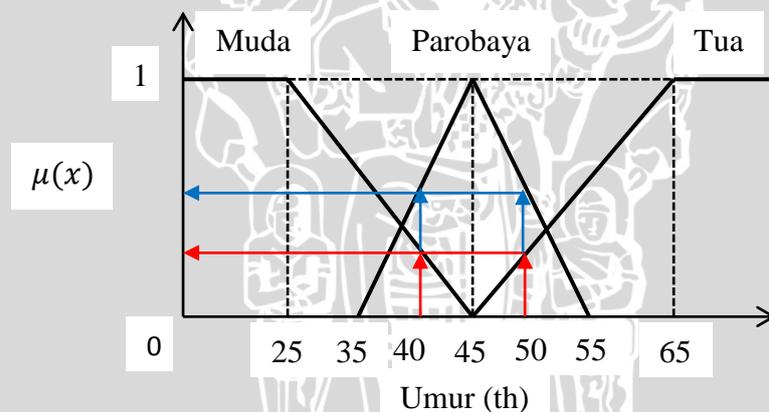
- apabila seseorang berusia 34 tahun, maka ia dikatakan MUDA ( $\mu_{MUDA}[34]=1$ );
- apabila seseorang berusia 35 tahun, maka ia dikatakan TIDAK MUDA ( $\mu_{MUDA}[35]=0$ );
- apabila seseorang berusia 35 tahun kurang 1 hari, maka ia dikatakan TIDAK MUDA ( $\mu_{MUDA}[35 \text{ th} - 1 \text{ hr}]=0$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

- 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.

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, ditunjukkan:

- 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.

#### 4.5 Metode *Fuzzy Tsukamoto*

*Fuzzy Inference System* metode Tsukamoto setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF-Then harus direpresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan  $\alpha$ -predikat (*fire strength*). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot. [KUS-04]

Untuk mendapatkan output, diperlukan beberapa tahapan, yaitu:

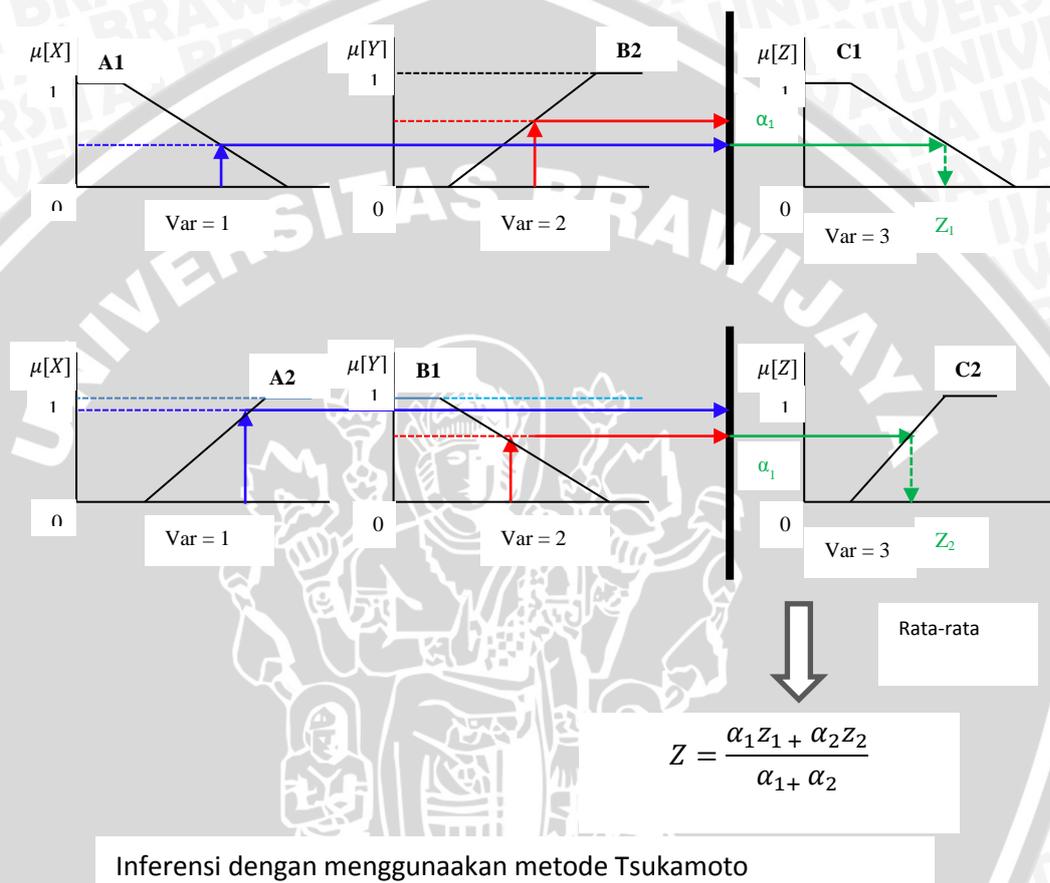
1. Pembentukan himpunan *Fuzzy*  
Pada Metode Tsukamoto, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *Fuzzy*.
2. Aplikasi fungsi implikasi (aturan) atau penentuan  $\alpha$ -predikat dan penentuan nilai  $\alpha$ -predikat  $\times$  fungsi keanggotaan output ( $z$ )  
Pada Metode tsukamoto, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min. Kemudian dicari nilai  $z$  yang didapat dari hasil perhitungan  $\alpha$ -predikat  $\times$  fungsi keanggotaan output ( $z$ ).
5. Penentuan nilai crisp  $Z$   
Pada Metode tsukamoto, untuk mendapatkan nilai output dilakukan perhitungan dengan metode rata-rata terbobot.

Misalkan ada 2 variabel input, Var-1 ( $x$ ) dan Var-2 ( $y$ ), serta 1 variabel output, Var-3 ( $z$ ), dimana Var-1 terbagi atas 2 himpunan yaitu  $A_1$  dan  $A_2$  terbagi atas 2 himpunan yaitu  $B_1$  dan  $B_2$ , Var-3 juga terbagi atas 2 himpunan yaitu  $C_1$  dan  $C_2$  ( $C_1$  dan  $C_2$  HARUS MONOTON). Ada 2 aturan yang digunakan, yaitu:

[R1] IF (x is A<sub>1</sub>) and (y is B<sub>2</sub>) THEN (z is C<sub>1</sub>)

[R2] IF (x is A<sub>2</sub>) and (y is B<sub>1</sub>) THEN (z is C<sub>2</sub>)

Alur inferensi seperti untuk mendapatkan satu nilai crisp z seperti terlihat pada gambar 2.5 berikut :



Gambar 2.5 Inferensi metode Tsukamoto  
Sumber : [KUS-04]

## 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-00]. 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 symbol-simbol yang digunakan dalam DFD [PAR-00]:

- **Terminator / Entitas Luar**

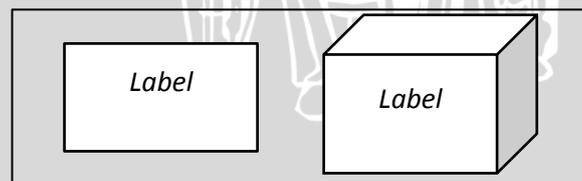
Terminator / Entitas Luar adalah entitas yang berkomunikasi dengan sistem yang dibangun, simbol terminator dapat dilihat pada Gambar 2.6.

Terminator dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu [PAR-00] :

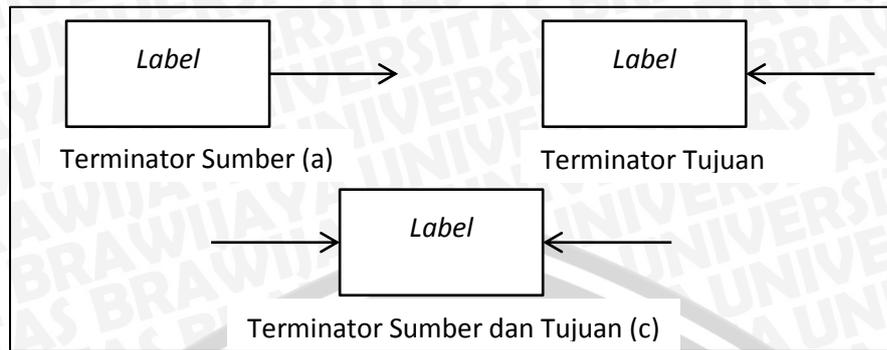
- Terminator Sumber (source) adalah terminator yang menjadi sumber sistem, ditunjukkan pada Gambar 2.7 (a).
- Terminator Tujuan (sink) adalah terminator yang menjadi tujuan data / informasi sistem, ditunjukkan pada Gambar 2.7 (b).

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]



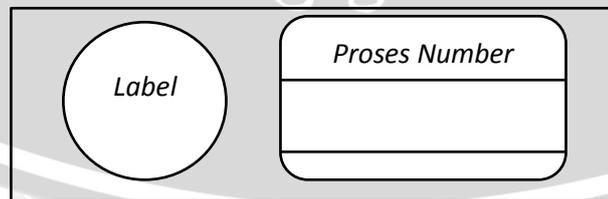
Gambar 2.7. Jenis Terminator  
Sumber: [PAR-00]

• **Proses**

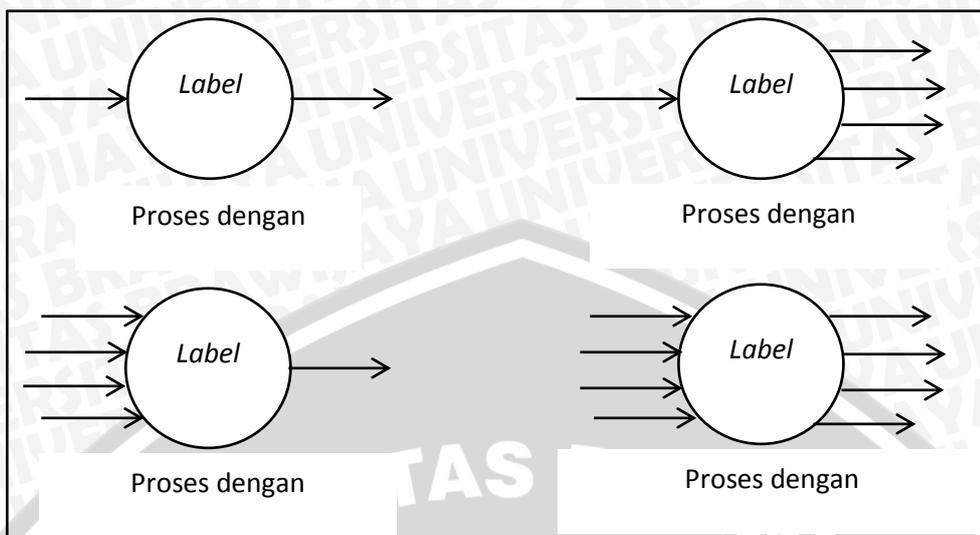
Proses adalah komponen yang menggambarkan bagian dari sistem yang dibangun dengan mengubah input menjadi output, simbol proses dapat dilihat pada Gambar 2.8. Proses dapat dibedakan menjadi 4 kemungkinan terjadinya proses yang dapat dilihat pada Gambar 2.9 [PAR-00].

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-00]

• **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-00] :

- 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).

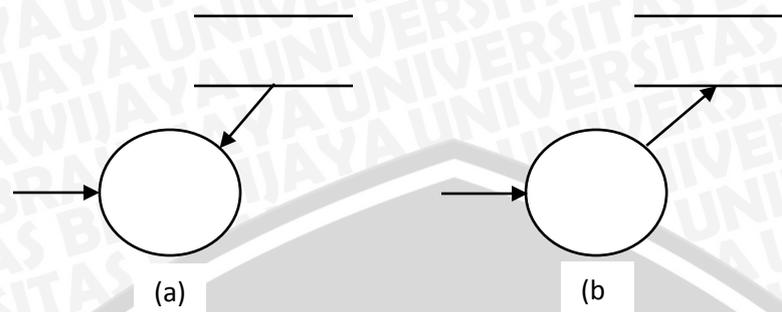
Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menggunakan simbol data store ini antara lain [LIQ-09]:

- 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 : [6:87]



Gambar 2.11. Jenis Data Store

Sumber: [PAR-00]

- **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-00] :

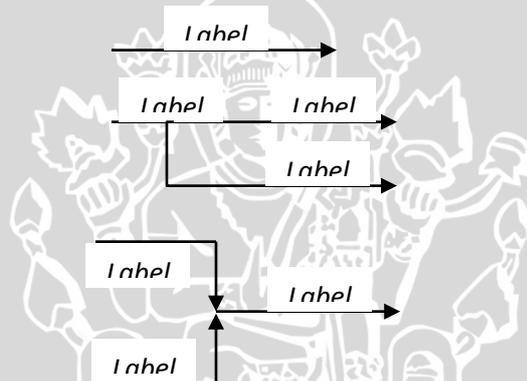
- **Konsep paket data**, merupakan alur data yang menggabungkan beberapa data berhubungan menjadi satu paket data yang sama. Dengan ketentuan alur data tersebut mempunyai sumber dan tujuan yang sama. Contohnya, terdapat data pribadi siswa yang terdiri dari Nama, Nomer Induk, Tempat Tanggal Lahir, Alamat 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.

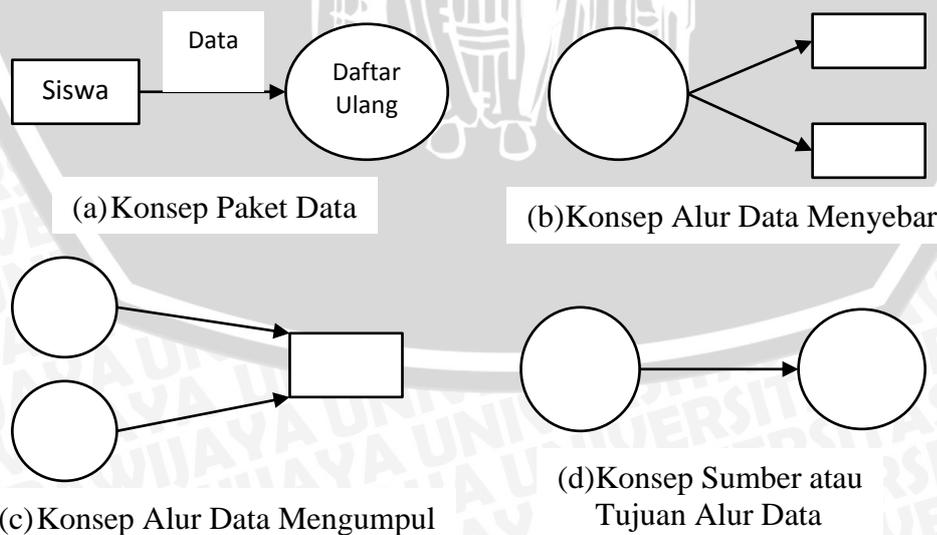
Penggambaran konsep sumber atau tujuan alur data dapat dilihat pada Gambar 2.13 (d).

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-00]

## 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 macam-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).

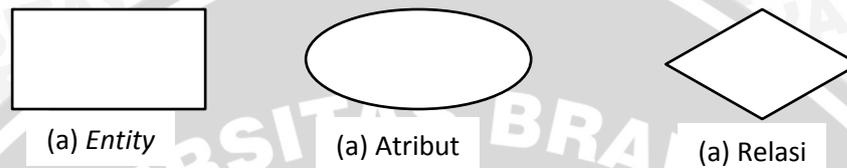
- Satu Ke Banyak (*One to Many*)

Relasi antara entitas A dengan entitas B, dimana entitas A mempunyai banyak hubungan dengan entitas B, sedangkan entitas B hanya

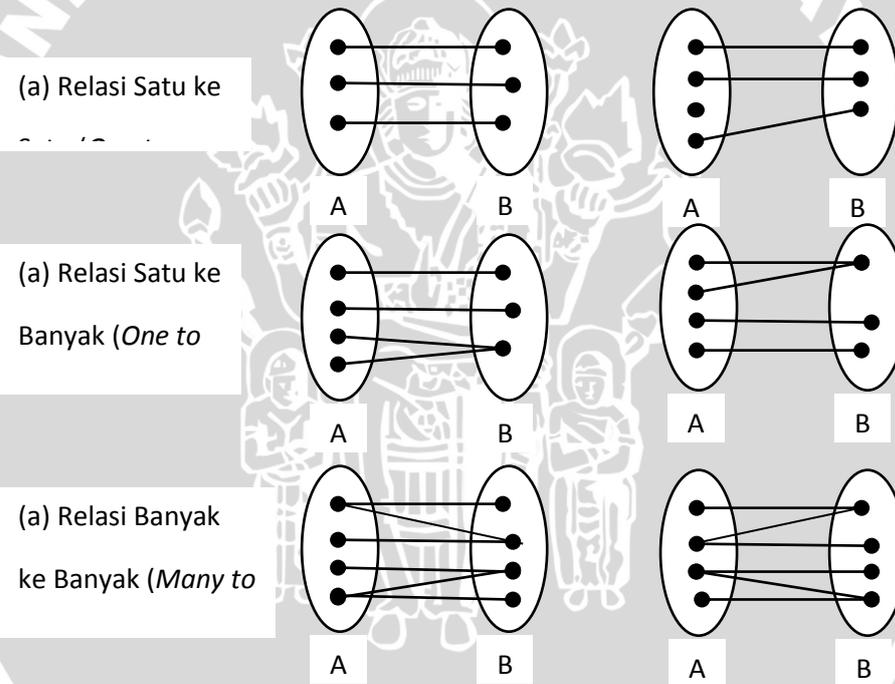
mempunyai satu hubungan dengan antitas A, yang digambarkan pada Gambar 2.15 (b).

- 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).



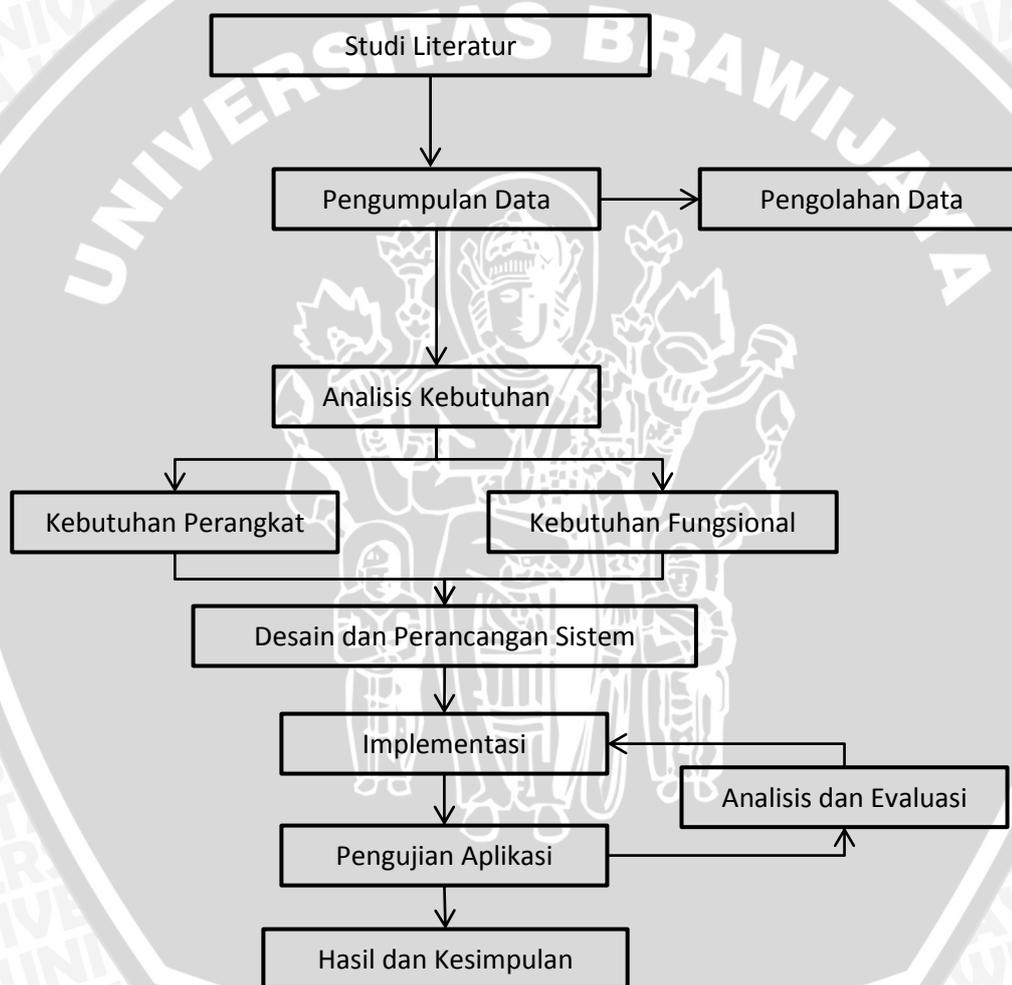
Gambar 2.14. Simbo ERD  
Sumber: [LIQ-09]



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 *Fuzzy Inference System (FIS)* metode *Tsukamoto* 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 :

3. Air, Pencemaran Perairan, dan Parameter Fisika-Kimia untuk Uji Kualitas Air
4. Sistem Pendukung Keputusan / Decision Support Sistem (DSS)
5. Pengertian Himpunan Fuzzy
6. *Fuzzy Inference System (FIS)* metode *Tsukamoto*

### **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:

#### **3.3.1 Kebutuhan perangkat**

1. Kebutuhan *Hardware*, meliputi:
  - Komputer jinjing/laptop
2. Kebutuhan *Software*, meliputi:
  - Microsoft *Windows 7 Home Premium 32-bit*
  - Netbeans IDE sebagai aplikasi untuk pembuatan sistem menggunakan bahasa pemrograman *JAVA*
  - MySQL sebagai server Database Management System

#### **3.3.2 Kebutuhan fungsional**

1. Data yang dibutuhkan, meliputi:

- Data parameter TSS, BOD, COD, DO, pH, fenol, serta minyak dan lemak.
- Data hasil uji kualitas air yang diperoleh dari status mutu air sungai di waduk sutami dengan metode perhitungan *STORET*.

### 3.4 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 *Fuzzy Inference System* (FIS) metode *Tsukamoto* sebagai model untuk pengambilan keputusan yang terbaik. Subsistem manajemen model menjelaskan penggunaan metode perhitungan Fuzzy *Tsukamoto* sebagai penentuan status mutu air untuk mendukung pengujian SPK.

5. Perancangan subsistem antarmuka pengguna

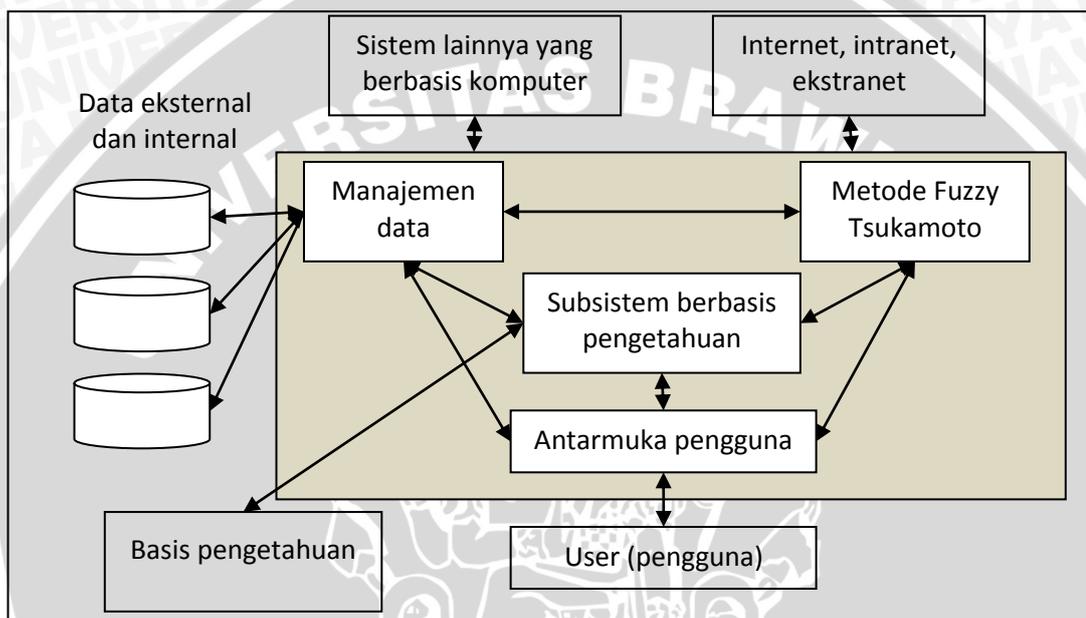
Perancangan subsistem memudahkan pengguna untuk menggunakan sistem yang dibangun.

6. Perancangan Algoritma

Perancangan algoritma *Fuzzy Inference System (FIS)* metode *Tsukamoto* meliputi proses pengolahan data kriteria, data *rule* (basis pengetahuan), proses perhitungan *Fuzzy Tsukamoto*, 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 Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kualitas Air Sungai

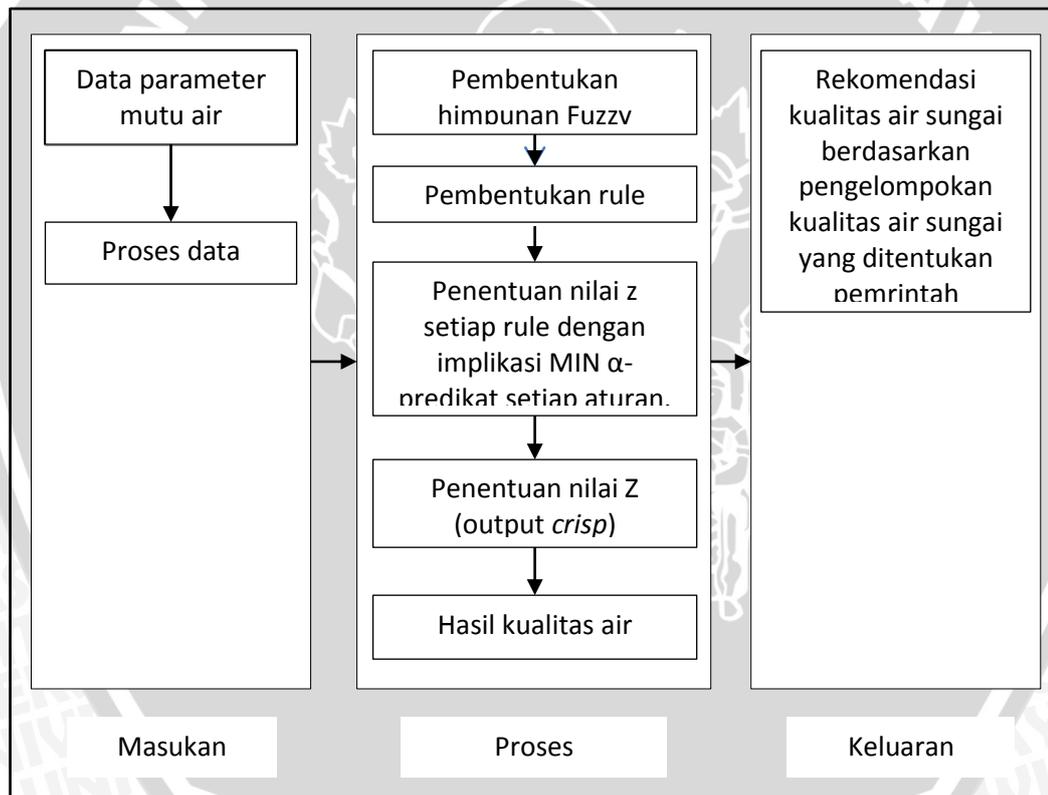
Sumber : Perancangan

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 [PAR-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 Inference System (FIS)* metode *Tsukamoto*, Subsistem berbasis pengetahuan menjelaskan dalam membentuk alternatif dari basis pengetahuan organisasional yang sesuai kriteria dan data status mutu air sungai. 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 Blok Diagram SPK

Perancangan blok diagram SPK menjelaskan tentang diagram alir dari sistem yang akan dibangun. Secara umum sistem ini terdiri dari proses input, proses *Fuzzy tsukamoto*, 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:

- 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  
Setelah data status mutu air sungai diinputkan selanjutnya akan diproses kedalam *Fuzzy Tsukamoto*. Pada proses perhitungan *Fuzzy Tsukamoto* diperlukan 4(empat) tahapan yaitu: (1) Pembentukan himpunan Fuzzy. (2) Pembentukan *rule*, dengan IF-THEN. (3) Penentuan nilai  $z$  untuk setiap aturan menggunakan fungsi MIN pada aplikasi fungsi implikasinya dan  $\alpha$ -predikat setiap aturan. (4) Penentuan output *crisp* ( $Z$ ), dengan rata-rata terpusat. [KUSU-04]
- Output  
Output dari sistem ini adalah kualitas air sungai apakah termasuk kelas 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, manajemen database menggunakan MySQL, serta tools pendukung lainnya. Tahapan-tahapan yang ada dalam implementasi antara lain:

1. Pembuatan antarmuka
2. Perhitungan dengan *Fuzzy Inference system (FIS)* metode *Tsukamoto* setiap data yang diinputkan
3. Output berupa rekomendasi kualitas air sungai

### 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 *Fuzzy Inference System (FIS)* metode *Tsukamoto*. SPK ini akan diuji untuk mengetahui hasil keputusan sistem apakah telah sesuai dengan hasil keputusan pada penelitian sebelumnya yang

dilakukan oleh Annisah Paramadyastha [PAR-11]. Pengujian ini lebih difokuskan untuk mengetahui perbandingan penentuan status mutu air antara *Fuzzy Inference System (FIS)* metode *Tsukamoto* dan metode *Storet* pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Annisah Paramadyastha [PAR-11]. Pengujian yang dilakukan meliputi :

1. Pengujian validasi, dilakukan dengan menggunakan tabel yang menjelaskan hubungan kesesuaian antara fungsi hasil kerja sistem dengan daftar kebutuhan sistem.
2. Pengujian akurasi, dilakukan dengan membandingkan data output sistem perhitungan manual dengan data output perhitungan sistem.

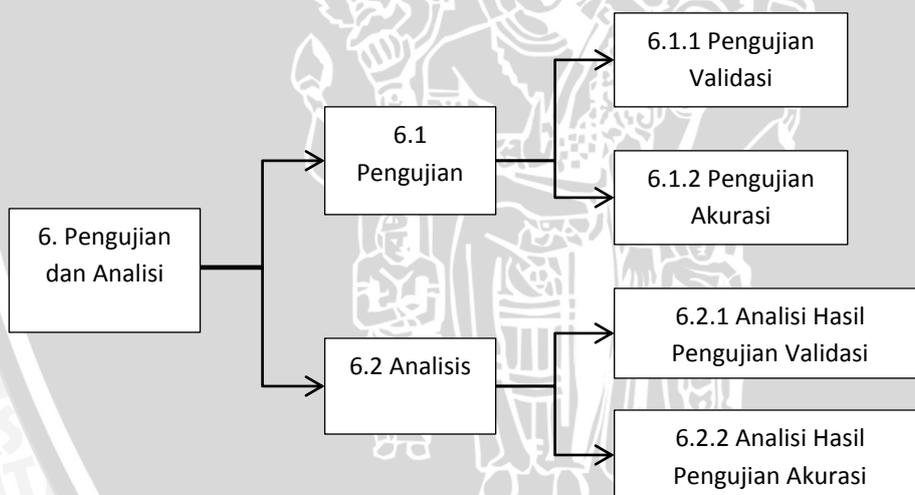
### 3.7 Hasil dan Kesimpulan

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 VI

### PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini membahas mengenai tahapan pengujian dan analisis Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kualitas Air Sungai dengan Metode Fuzzy Tsukamoto. 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 Tsukamoto 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]

#### a. 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 Tsukamoto.

### i. 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.

#### 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 <i>Login</i></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]

## 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 dengan cara memasukkan id pengguna dan menekan tombol enter</li> <li>3. Admin melakukan <i>edit</i> data yang dipilih</li> <li>4. Admin 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</li> <li>2. 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>1. Admin masuk ke menu utama</li> <li>2. Admin memilih data mana yang akan dihapus dengan cara memasukkan id pengguna dan menekan tombol enter</li> <li>3. Admin 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</li> <li>2. Sistem menampilkan pesan berhasil hapus data</li> </ol>

Sumber : [Pengujian]

### 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>1. SL <i>login</i> dan masuk ke menu utama</li> <li>2. SL mengisi data air sungai yang dibutuhkan</li> </ol>

Hasil yang diharapkan	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. SL menekan tombol “Add”</li> <li>1. Sistem melakukan pemeriksaan karakter</li> <li>2. Sistem melakukan pemeriksaan data di database</li> <li>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</li> </ol>
-----------------------	---

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]

#### 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]

#### 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>) <i>fuzzy</i></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. Kasus Uji Perhitungan Fuzzy Tsukamoto

Kasus uji perhitungan fuzzy Tsukamoto bagi Staff Laboratorium (SL).

Kasus uji perhitungan fuzzy Tsukamoto ditunjukkan pada tabel 6.11.

Tabel 6.11 Kasus Uji untuk pengujian perhitungan fuzzy Tsukamoto

Nama kasus uji	Perhitungan Fuzzy Tsukamoto
Tujuan pengujian	Untuk menguji validitas kinerja dari sistem dalam menyediakan fasilitas Perhitungan Fuzzy Tsukamoto 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 Tsukamoto</li> <li>2. Sistem menampilkan hasil dari Perhitungan Fuzzy Tsukamoto pada antarmuka “Beranda” pada label Nilai Z dan Kesimpulan</li> </ol>

Sumber : [Pengujian]

## 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	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem menampilkan Tabel Laporan Kualitas Air Sungai dari semua data yang ada.</li> </ol>

Sumber : [Pengujian]

## 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 Kualitas Air Sungai
Tujuan pengujian	Untuk menguji validitas kinerja dari sistem dalam menyediakan antarmuka 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	1. Sistem menampilkan Grafik Laporan Kualitas Air Sungai sesuai dengan parameter dan tahun yang dipilih

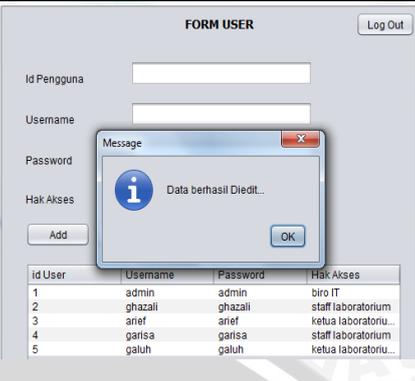
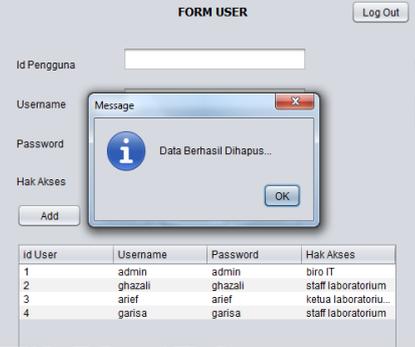
Sumber : [Pengujian]

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

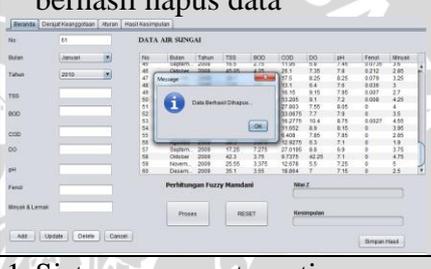
Tabel 6.14 Hasil Pengujian Validasi

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

<p>2</p>	<p>Log In tidak sah</p>	<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>	<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> 	<p>Valid</p>																								
<p>3</p>	<p>Tambah Akun</p>	<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>username</i> 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 <i>username</i> belum ada di database maka data akan ditambahkan ke database dan menampilkan data tersebut ke tabel</li> </ol>  <table border="1" data-bbox="879 1570 1299 1666"> <thead> <tr> <th>Id User</th> <th>Username</th> <th>Password</th> <th>Hak Akses</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>admin</td> <td>admin</td> <td>biro IT</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>ghazali</td> <td>ghazali</td> <td>staff laboratorium</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>arief</td> <td>arief</td> <td>ketua laboratorium</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>mahtud</td> <td>mahtud</td> <td>staff laboratorium</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>galuh</td> <td>galuh</td> <td>ketua laboratorium</td> </tr> </tbody> </table>	Id User	Username	Password	Hak Akses	1	admin	admin	biro IT	2	ghazali	ghazali	staff laboratorium	3	arief	arief	ketua laboratorium	4	mahtud	mahtud	staff laboratorium	5	galuh	galuh	ketua laboratorium	<p>Valid</p>
Id User	Username	Password	Hak Akses																									
1	admin	admin	biro IT																									
2	ghazali	ghazali	staff laboratorium																									
3	arief	arief	ketua laboratorium																									
4	mahtud	mahtud	staff laboratorium																									
5	galuh	galuh	ketua laboratorium																									
<p>4</p>	<p>Edit Akun</p>	<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> </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>	<p>Valid</p>																								

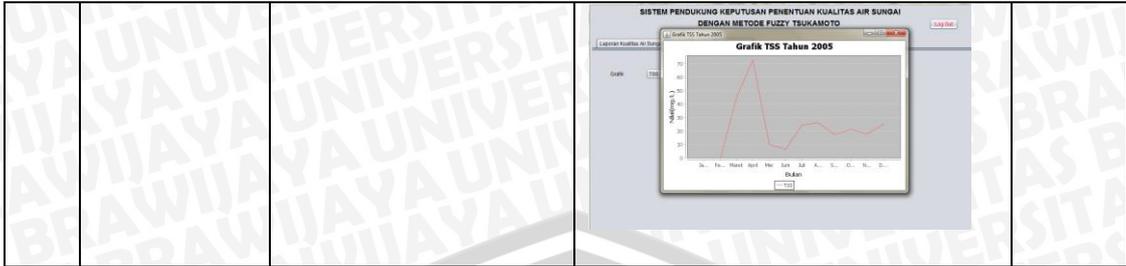
		2. Sistem menampilkan pesan berhasil edit data		
5	Hapus Akun	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem akan menghapus data dari database dan menghapus data dari tabel</li> <li>2. Sistem menampilkan pesan berhasil hapus data</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem akan menghapus data dari database dan menghapus data dari tabel</li> <li>2. Sistem menampilkan pesan berhasil hapus data</li> </ol> 	Valid
6	Tambah Data Air Sungai	<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 no/idDataAir, bulan, dan tahun belum ada di database maka data akan ditambahkan ke database dan menampilkan data tersebut ke tabel air sungai</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 no/idDataAir, bulan, dan tahun belum ada di database maka data akan ditambahkan ke database dan menampilkan data tersebut ke tabel air sungai</li> </ol> 	Valid
7	Edit Data Air Sungai	1. Sistem akan mengedit data dan menyimpan data	1. Sistem akan mengedit data dan menyimpan data yang diganti tersebut ke database	Valid



		<p>yang diganti tersebut ke database dan menampilkan kembali ke tabel air sungai</p> <p>2. Sistem menampilkan pesan berhasil edit data</p>	<p>dan menampilkan kembali ke tabel air sungai</p> <p>2. Sistem menampilkan pesan berhasil edit data</p> 	
8	Hapus Data Air Sungai	<p>1. Sistem akan menghapus data dari database dan menghapus data dari tabel air sungai</p> <p>2. Sistem menampilkan pesan berhasil hapus data</p>	<p>1. Sistem akan menghapus data dari database dan menghapus data dari tabel air sungai</p> <p>2. Sistem menampilkan pesan berhasil hapus data</p> 	Valid
9	Perhitungan Derajat Keanggotaan Fuzzy	<p>1. Sistem secara otomatis melakukan Perhitungan Derajat Keanggotaan Fuzzy dari masing-masing kriteria yang ada.</p> <p>2. Sistem menampilkan hasil dari Perhitungan Derajat Keanggotaan Fuzzy pada halaman "Derajat Keanggotaan"</p>	<p>1. Sistem secara otomatis melakukan Perhitungan Derajat Keanggotaan Fuzzy dari masing-masing kriteria yang ada.</p> <p>2. Sistem menampilkan hasil dari Perhitungan Derajat Keanggotaan Fuzzy pada halaman "Derajat Keanggotaan"</p> 	Valid
10	Pengolahan rule fuzzy	<p>1. Sistem melakukan pemeriksaan karakter</p> <p>2. Sistem melakukan pemeriksaan data di database</p>	<p>1. Sistem melakukan pemeriksaan karakter</p> <p>2. Sistem melakukan pemeriksaan data di database</p> <p>3. Jika rule fuzzy belum ada di database maka data akan</p>	Valid

		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>	ditambahkan ke database dan menampilkan data tersebut ke tabel <i>rule fuzzy</i> 	
11	Perhitungan Fuzzy Tsukamoto	1. Sistem secara otomatis melakukan Perhitungan Fuzzy Tsukamoto 2. Sistem menampilkan hasil dari Perhitungan Fuzzy Tsukamoto pada antarmuka "Beranda" pada label Nilai Z dan Kesimpulan	1. Sistem secara otomatis melakukan Perhitungan Fuzzy Tsukamoto 2. Sistem menampilkan hasil dari Perhitungan Fuzzy Tsukamoto pada antarmuka "Beranda" pada label Nilai Z dan Kesimpulan 	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.

## ii. 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 Tsukamoto. 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 Tsukamoto dan pada penelitian sebelumnya menggunakan 9 parameter (TSS, BOD, COD, DO, pH, Amonia ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ), 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 Tsukamoto sehingga menghasilkan alternatif kesimpulan. Hasil alternatif kesimpulan yang diperoleh dari Sistem Pendukung Keputusan penentuan kualitas air sungai dengan metode Fuzzy Tsukamoto, dicocokkan dengan kesimpulan yang diperoleh dengan metode STORET. Rincian

hasil perhitungan SPK Fuzzy Tsukamoto dan perhitungan dengan metode STORET ditunjukkan pada tabel 6.15.

Tabel 6.15 Hasil Pengujian Akurasi SPK Penentuan Kualitas Air Sungai

No	Data Air Sungai		Metode STORET		Metode Fuzzy Tsukamoto		hasil
	Bulan	Tahun	Skor	Kesimpulan	Nilai Z	Kesimpulan	
1	1	2005	-30	Tercemar Sedang	21.612	Tercemar Sedang	1
2	2	2005	-42	Tercemar Berat	20.539	Tercemar Sedang	0
3	3	2005	-39	Tercemar Berat	28.185	Tercemar Sedang	0
4	4	2005	-32	Tercemar Berat	36.191	Tercemar Berat	1
5	5	2005	-30	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
6	6	2005	-30	Tercemar Sedang	24.616	Tercemar Sedang	1
7	7	2005	-20	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
8	8	2005	-22	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
9	9	2005	-20	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
10	10	2005	-20	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
11	11	2005	-30	Tercemar Sedang	16.848	Tercemar Sedang	1
12	12	2005	-30	Tercemar Sedang	11.634	Tercemar Sedang	1
13	1	2006	-6	Tercemar Ringan	3.56	Tercemar Ringan	1
14	2	2006	-22	Tercemar Sedang	10.7	Tercemar Sedang	1
15	3	2006	-30	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
16	4	2006	-31	Tercemar Berat	35.185	Tercemar Berat	1
17	5	2006	-28	Tercemar Sedang	21.85	Tercemar Sedang	1
18	6	2006	-20	Tercemar Sedang	7.604	Tercemar Ringan	0
19	7	2006	-26	Tercemar Sedang	8.967	Tercemar Ringan	0
20	8	2006	-26	Tercemar Sedang	18.861	Tercemar Sedang	1
21	9	2006	-18	Tercemar Sedang	6.768	Tercemar Ringan	0
22	10	2006	-16	Tercemar Sedang	5.061	Tercemar Ringan	0
23	11	2006	-54	Tercemar Berat	21.520	Tercemar Sedang	0
24	12	2006	-30	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
25	1	2007	-20	Tercemar Sedang	13.683	Tercemar Sedang	1
26	2	2007	-22	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
27	3	2007	-38	Tercemar Berat	22.28	Tercemar Sedang	0
28	4	2007	-21	Tercemar Sedang	5.235	Tercemar Ringan	0
29	5	2007	-28	Tercemar Sedang	8.641	Tercemar Ringan	0
30	6	2007	-20	Tercemar Sedang	10.091	Tercemar Ringan	0
31	7	2007	-22	Tercemar Sedang	12.75	Tercemar Sedang	1
32	8	2007	-16	Tercemar Sedang	14.2	Tercemar Sedang	1
33	9	2007	-22	Tercemar Sedang	15.297	Tercemar Sedang	1
34	10	2007	-16	Tercemar Sedang	17.583	Tercemar Sedang	1
35	11	2007	-32	Tercemar Berat	22.26	Tercemar Sedang	0
36	12	2007	-24	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
37	1	2008	-35	Tercemar Berat	13.409	Tercemar Sedang	0
38	2	2008	-37	Tercemar Berat	12.38	Tercemar Sedang	0

39	3	2008	-24	Tercemar Sedang	7.762	Tercemar Ringan	0
40	4	2008	-10	Tercemar Ringan	3.25	Tercemar Ringan	1
41	5	2008	-31	Tercemar Berat	11.857	Tercemar Sedang	0
42	6	2008	-29	Tercemar Sedang	28.857	Tercemar Sedang	1
43	7	2008	-26	Tercemar Sedang	13.932	Tercemar Sedang	1
44	8	2008	-20	Tercemar Sedang	2.97	Tercemar Ringan	0
45	9	2008	-22	Tercemar Sedang	4.897	Tercemar Ringan	0
46	10	2008	-35	Tercemar Berat	12.225	Tercemar Sedang	0
47	11	2008	-28	Tercemar Sedang	20.006	Tercemar Sedang	1
48	12	2008	-22	Tercemar Sedang	11.724	Tercemar Sedang	1
49	1	2009	-22	Tercemar Sedang	12.484	Tercemar Sedang	1
50	2	2009	-31	Tercemar Berat	13.427	Tercemar Sedang	0
51	3	2009	-28	Tercemar Sedang	19.988	Tercemar Sedang	1
52	4	2009	-27	Tercemar Sedang	15.593	Tercemar Sedang	1
53	5	2009	-26	Tercemar Sedang	24.429	Tercemar Sedang	1
54	6	2009	-22	Tercemar Sedang	12.531	Tercemar Sedang	1
55	7	2009	-10	Tercemar Ringan	0	Memenuhi Baku	0
56	8	2009	-19	Tercemar Sedang	6.19	Tercemar Ringan	0
57	9	2009	-28	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
58	10	2009	-31	Tercemar Berat	9.125	Tercemar Ringan	0
59	11	2009	-20	Tercemar Sedang	9.404	Tercemar Ringan	0
60	12	2009	-16	Tercemar Sedang	9.39	Tercemar Ringan	0

Hasil akurasi bernilai 1 artinya keluaran dari perhitungan Sistem Pendukung Keputusan penentuan kualitas air metode Fuzzy Tsukamoto 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 Tsukamoto tidak sama dengan hasil perhitungan kualitas air metode STORET. Berdasarkan Tabel 6.15, didapat 25 data yang berbeda antara perhitungan Sistem Pendukung Keputusan penentuan kualitas air metode Fuzzy Tsukamoto dengan hasil perhitungan kualitas air metode STORET. Maka, dapat dihitung akurasi sistem sebagai berikut :

$$Akurasi = \frac{(60 - 25)}{60} \times 100\% = 58,33\%$$

Jadi, dapat disimpulkan bahwa akurasi Sistem Pendukung Keputusan berdasarkan 60 data yang diuji adalah 58,33% terbukti adanya kesesuaian hasil perhitungan Sistem Pendukung Keputusan penentuan kualitas air metode Fuzzy Tsukamoto 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 parameter (TSS, BOD, COD, DO, pH, Fenol, dan Minyak & Lemak) dengan metode Fuzzy Tsukamoto 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 Tsukamoto sehingga menghasilkan alternatif kesimpulan. Hasil alternatif kesimpulan yang diperoleh dari Sistem Pendukung Keputusan penentuan kualitas air sungai dengan metode Fuzzy Tsukamoto, dicocokkan dengan kesimpulan yang diperoleh dengan metode STORET. Rincian hasil perhitungan SPK Fuzzy Tsukamoto dan perhitungan dengan metode STORET ditunjukkan pada tabel 6.16.

Tabel 6.166 Hasil Pengujian Akurasi SPK Penentuan Kualitas Air Sungai

No	Data Air Sungai		Metode STORET		Metode Fuzzy Tsukamoto		hasil
	Bulan	Tahun	Skor	Kesimpulan	Nilai Z	Kesimpulan	
1	1	2005	-30	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
2	2	2005	-42	Tercemar Berat	35.193	Tercemar Berat	1
3	3	2005	-39	Tercemar Berat	39.79	Tercemar Berat	1
4	4	2005	-32	Tercemar Berat	41.98	Tercemar Berat	1
5	5	2005	-30	Tercemar Sedang	20.30	Tercemar Sedang	1
6	6	2005	-30	Tercemar Sedang	32.01	Tercemar Berat	0
7	7	2005	-20	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
8	8	2005	-22	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
9	9	2005	-20	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
10	10	2005	-20	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
11	11	2005	-30	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
12	12	2005	-30	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
13	1	2006	-6	Tercemar Ringan	13.75	Tercemar Sedang	0
14	2	2006	-22	Tercemar Sedang	22.7	Tercemar Sedang	1
15	3	2006	-30	Tercemar Sedang	47.74	Tercemar Sedang	1
16	4	2006	-31	Tercemar Berat	39.9	Tercemar Berat	1
17	5	2006	-28	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
18	6	2006	-20	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
19	7	2006	-26	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1

20	8	2006	-26	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
21	9	2006	-18	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
22	10	2006	-16	Tercemar Sedang	18.32	Tercemar Sedang	1
23	11	2006	-54	Tercemar Berat	35.69	Tercemar Berat	1
24	12	2006	-30	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
25	1	2007	-20	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
26	2	2007	-22	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
27	3	2007	-38	Tercemar Berat	38.34	Tercemar Berat	1
28	4	2007	-21	Tercemar Sedang	28.21	Tercemar Sedang	1
29	5	2007	-28	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
30	6	2007	-20	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
31	7	2007	-22	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
32	8	2007	-16	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
33	9	2007	-22	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
34	10	2007	-16	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
35	11	2007	-32	Tercemar Berat	20.37	Tercemar Sedang	0
36	12	2007	-24	Tercemar Sedang	20.53	Tercemar Sedang	1
37	1	2008	-35	Tercemar Berat	38.7	Tercemar Berat	1
38	2	2008	-37	Tercemar Berat	41.71	Tercemar Berat	1
39	3	2008	-24	Tercemar Sedang	29.75	Tercemar Sedang	1
40	4	2008	-10	Tercemar Ringan	12.75	Tercemar Sedang	0
41	5	2008	-31	Tercemar Berat	38.02	Tercemar Berat	1
42	6	2008	-29	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
43	7	2008	-26	Tercemar Sedang	20.26	Tercemar Sedang	1
44	8	2008	-20	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
45	9	2008	-22	Tercemar Sedang	20.66	Tercemar Sedang	1
46	10	2008	-35	Tercemar Berat	20.4	Tercemar Sedang	0
47	11	2008	-28	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
48	12	2008	-22	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
49	1	2009	-22	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
50	2	2009	-31	Tercemar Berat	37.83	Tercemar Berat	1
51	3	2009	-28	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
52	4	2009	-27	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
53	5	2009	-26	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
54	6	2009	-22	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
55	7	2009	-10	Tercemar Ringan	5.5	Tercemar Ringan	1
56	8	2009	-19	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
57	9	2009	-28	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
58	10	2009	-31	Tercemar Berat	20	Tercemar Sedang	0
59	11	2009	-20	Tercemar Sedang	20	Tercemar Sedang	1
60	12	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 Tsukamoto 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 Tsukamoto tidak sama dengan hasil perhitungan kualitas air metode STORET. Berdasarkan Tabel 6.16, didapat 6 data yang berbeda antara perhitungan Sistem Pendukung Keputusan penentuan kualitas air metode Fuzzy Tsukamoto dengan hasil perhitungan kualitas air metode STORET. Maka, dapat dihitung akurasi sistem sebagai berikut :

$$Akurasi = \frac{(60 - 6)}{60} \times 100\% = 90\%$$

Jadi, dapat disimpulkan bahwa akurasi Sistem Pendukung Keputusan berdasarkan 60 data yang diuji adalah 90% terbukti adanya kesesuaian hasil perhitungan Sistem Pendukung Keputusan penentuan kualitas air metode Fuzzy Tsukamoto dengan hasil perhitungan kualitas air metode STORET.

#### **b. Analisis**

Proses analisis bertujuan untuk mendapatkan kesimpulan dari hasil pengujian SPK penentuan kualitas air sungai dengan metode Fuzzy Tsukamoto 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.

##### **i. Analisis Hasil Pengujian Validasi**

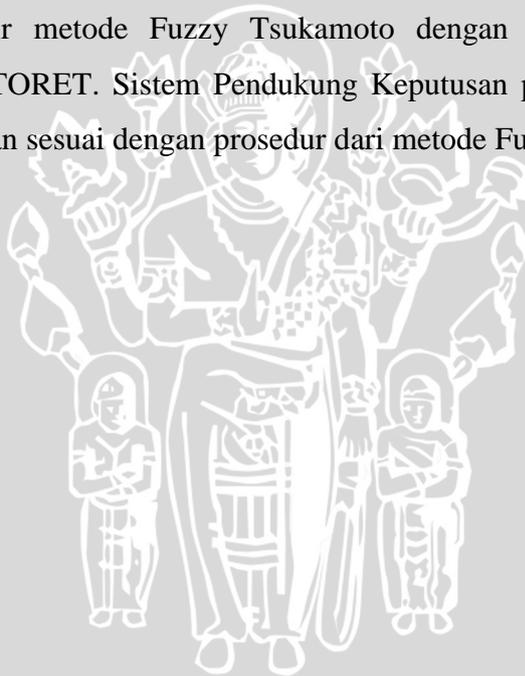
Proses analisis terhadap hasil pengujian validasi dilakukan dengan melihat kesesuaian antara hasil kinerja sistem dengan daftar kebutuhan. Hasil pengujian validasi pada Subbab 6.1 dengan metode black-box testing adalah 100%, sehingga dapat disimpulkan bahwa implementasi dan fungsionalitas SPK Penentuan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

##### **ii. 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 90% terbukti adanya kesesuaian hasil perhitungan Sistem Pendukung Keputusan penentuan kualitas air metode Fuzzy Tsukamoto dengan hasil perhitungan kualitas air metode STORET. Sistem Pendukung Keputusan penentuan kualitas air sungai dapat berjalan sesuai dengan prosedur dari metode Fuzzy Tsukamoto.



## BAB VII

### PENUTUP

#### 7.1 Kesimpulan

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

1. Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan dengan metode Fuzzy Tsukamoto 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 Tsukamoto 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, diperoleh 90% kesesuaian hasil perhitungan Sistem Pendukung Keputusan penentuan kualitas air metode Fuzzy Tsukamoto 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 Fuzzy lain misalnya Fuzzy Mamdani, Fuzzy Sugeno dan metode lain yang berbasis kecerdasan buatan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [ALA-84] Alaerta, G. dan Sri Sumentri, S. 1984. *Metoda Penelitian Air*. Surabaya: Penerbit Usaha Nasional.
- [APR-12] Apriliani, Mawaddah dan Mustafidah, Hindayati dan Aryanto, Dwi.2012. “*Fuzzy Inference System untuk Menentukan Tingkat Kompetensi Kepribadian Guru (Fuzzy Inference System to Determine the Personality Competency Level of Teachers)*”. Purwokerto. Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- [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.
- [PAR-11] Paramadyastha, Annisah. 2011. “*Studi Penentuan Status Mutu Air dengan Metode Storet dan Metode Indek Pencemaran di Waduk Sutami*”. Malang. Teknik Pengairan Universitas Brawijaya.
- [PEM-10] *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010. Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air*. Menteri Negara Lingkungan Hidup. Jakarta.
- [PER-01] Republik Indonesia, *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*.
- [ABD-11] Abdurrahman, Ginanjar. 2011. “*penerapan metode tsukamoto (logika fuzzy) Dalam sistem pendukung keputusan Untuk menentukan jumlah produksi barang Berdasarkan data persediaan dan jumlah permintaan*”. Yogyakarta. Universitas Negeri Yogyakarta.

- [SUG-87] Sugiharto. 1987. *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*. Jakarta : Penerbit Universitas Indonesia.
- [FAL-13] Falopi, Trivia. 2013. “ Aplikasi *Fuzzy Inference System (Fis) Tsukamoto Untuk Menganalisa Tingkat Resiko Penyakit Dalam*”. Surabaya. Institut Teknolgi Sepuluh Nopember.
- [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.
- [PAR-00] Parno, S.Kom., M.Msi. Lecture Notes: Sistem Informasi Data Flow Diagram.
- [LIQ-09] Li, Qing & Chen, Yu-Liu. *Modeling and Analysis of Enterprise and Information Systems From Requirements to Realization*. 2009. Higher Education Press, Beijing and Springer-Verlag GmbH Berlin Heidelberg.
- [KHA-14] Khairil, Ardhi. *Penentuan Status Mutu Air Dengan Metode Storet*. 20 Mei 2014. <http://ardhikhairil.blogspot.com/2014/01/penentuan-status-mutu-air-dengan.html>.