

***SISTEM CERDAS BERBASIS FUZZY UNTUK MENENTUKAN
SCREENING CRITERIA PADA ENHANCED OIL RECOVERY
TECHNOLOGIES***

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Pada Fakultas Teknik
Universitas Islam Riau



OLEH :

WIDYA LESTARI
153510349

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2019

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI

Nama : Widya Lestari
NPM : 153510349
Jurusan : Teknik
Program Studi : Teknik Informatika
Jenjang Pendidikan : Strata Satu (S1)
Judul Skripsi : Sistem Cerdas Berbasis Fuzzy Untuk Menentukan Screening Criteria Pada Enhanced Oil Recovery Technologies

Format sistematika dan pembahasan materi pada masing-masing bab dan sub bab dalam skripsi ini telah dipelajari dan dinilai relatif telah memenuhi ketentuan-ketentuan dan kriteria-kriteria dalam metode penulisan ilmiah. Oleh karena itu, skripsi ini dinilai layak dapat disetujui untuk disidangkan dalam ujian komprehensif.

Pekanbaru, 15 November 2019

Disetujui Oleh
PEKANBARU
Dosen Pembimbing

NESISYARITRI, S.Kom., M.Cs

Disahkan Oleh :



Dekan Fakultas Teknik

H. H. ABRIKLUBUS ZAHRA, MT, MS., TR
NPM: 8503000098

Ketua Prodi Teknik Informatika

Handwritten signature

Handwritten signature

AUSE LABEL LAPANSA, ST., M.Cs., M.Kom

LEMBAR PENGESAHAN
TIM PENGUJI UJIAN SKRIPSI

Nama : Widya Lestari
NPM : 153510349
Jurusan : Teknik
Program Studi : Teknik Informatika
Jenjang Pendidikan : Strata Satu (S1)
Judul Skripsi : Sistem Cerdas Berbasis Fuzzy Untuk Menentukan Screening Criteria Pada Enhanced Oil Recovery Technologies

Skripsi ini secara keseluruhan dipertahankan memenuhi ketentuan-ketentuan dan kaidah-kaidah dalam penulisan penelitian ilmiah. Skripsi telah diuji dan dapat dipertahankan dihadapan tim penguji. Oleh karena itu, Tim Penguji Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Islam Riau menyatakan bahwa mahasiswa yang bersangkutan dinyatakan **Telah Lulus Mengikuti Ujian Komprehensif Pada Tanggal 15 November 2019** dan disetujui serta diterima untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu Bidang Ilmu Teknik Informatika.

Pekanbaru, 15 November 2019

Tim Penguji

1. Dr. Arbi Haza Nasution, M.M. Sebagai Tim Penguji I
2. Ir. Hj. Des Suryani, M.Sc. Sebagai Tim Penguji II

Disetujui Oleh

Dosen Pembimbing

NESI SYAFITRI, S.Kom., M.Cs

Disahkan Oleh :

Ketua Prodi Teknik Informatika

AUSE LABELLAPANSA



Ir. H. A. M. H. ZAINI, MT., MS., TR
NPK : 88 03 02 098

AUSE LABELLAPANSA, ST., M.Cs., M.Kom

LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Widya Lestari
Tempat/Tanggal Lahir : Purnama/ 05 September 1997
Alamat : Jl. Samudra No.04 Rt. 07 Kelurahan Purnama
Kecamatan Dumai Barat
Adalah mahasiswa Universitas Islam Riau terdaftar pada :
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Informatika
Program Studi : Teknik Informatika
Jenjang Pendidikan : Strata-1 (S1)

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang saya tulis adalah benar dan asli bahwa dari penelitian yang telah saya lakukan dengan judul **“Sistem Cerdas Berbasis Fuzzy Logic Untuk Menentukan Screening Criteria Pada Enhanced Oil Recovery”**.

Apabila kemudian hari ada merasa dirugikan dan atau menuntut karena penelitian ini menggunakan sebagian hasil tulisan karya orang lain tanpa mencantumkan nama penulis yang bersangkutan, atau plagiat hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Pekanbaru, 26 November 2019

Yang Membuat Pernyataan,



WIDYA LESTARI

LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Widya Lestari
Tempat/Tanggal Lahir : Purnama/ 05 September 1997
Alamat : Jl. Samudra No.04 Rt. 07 Kelurahan Purnama
Kecamatan Dumai Barat
Adalah mahasiswa Universitas Islam Riau yang terdaftar pada :
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Informatika
Program Studi : Teknik Informatika
Jenjang Pendidikan : Strata-1 (S1)

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang saya tulis adalah benar dan asli bahwa dari penelitian yang telah saya lakukan dengan judul **“Sistem Cerdas Berbasis Fuzzy Untuk Menentukan Screening Criteria Pada Enhanced Oil Recovery”**.

Apabila kemudian hari ada merasa dirugikan dan atau menuntut karena penelitian ini menggunakan sebagian hasil tulisan karya orang lain tanpa mencantumkan nama penulis yang bersangkutan, atau plagiat hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Pekanbaru, 25 November 2019

Yang Membuat Pernyataan,

WIDYA LESTARI

LEMBAR IDENTITAS PENULIS

Npm : 153510349
Nama : Widya Lestari
Tempat/Tgl Lahir : Purnama/ 05 September 1997
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Alamat Orang Tua : Jl. Samudra No.04 Rt. 007 Kelurahan Purnama
Kecamatan Dumai Barat, Dumai
Nama Orang Tua
- Ayah : Yanto
- Ibu : Marmi
No. Hp/ Telp : 0813-6477-6237
Email : Widyalestari@student.uir.ac.id
Jenjang : Strata-1 (S1)
Jurusan : Teknik Informatika
Fakultas : Teknik
Masuk Th. Ajaran : 2015
Wisuda Th. Ajaran : 2020
Judul Skripsi : SISTEM CERDAS BERBASIS FUZZY UNTUK
MENENTUKAN *SCREENING CRITERIA* PADA
ENHANCED OIL RECOVERY TECHNOLOGIES

Demikian lah identitas penulis, dibuat dengan sebenarnya.

Pekanbaru, 20 November 2019

Mahasiswa Ybs,

Widya Lestari

HALAMAN PERSEMBAHAN

Assalammu’alaikum.Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah Robbil’Alamin, Puji syukur saya ucapkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta’ala atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan kepada saya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi dengan judul **“SISTEM CERDAS BERBASIS FUZZY UNTUK MENENTUKAN SCREENING CRITERIA PADA ENHANCED OIL RECOVERY TECHNOLOGIES”**.

Tugas akhir skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat Strata-1 (S1) di Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dari pihak-pihak lain, usaha yang saya lakukan dalam menyelesaikan laporan skripsi ini tidak akan membuahkan hasil yang berarti. Dalam kesempatan ini saya menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Allah Subhanahu Wa Ta’ala, karena hanya atas izin dan karunia-Nya maka skripsi ini dapat dibuat dan selesai pada waktunya. Puji syukur yang tak terhingga kepada Allah Subhanahu Wa Ta’ala yang telah meridho’i dan mengabulkan segala do’a.
2. Teristimewa Ayahanda Yanto dan Ibunda Marmi tercinta, beliau adalah orang tua terhebat yang telah membesarkan dan mendidik saya dengan penuh kasih sayang. Terima kasih atas pengorbanannya, nasehat, semangat, motivasi dan do’a yang tiada hentinya beliau berikan kepada saya selama ini.

3. Terima kasih buat Abang saya Eko Prawito, kakak ipar saya Tengku Khairunisa dan kakak saya Yuliawati beserta adek saya Susi Susi Lawati yang turut mendo'akan dan memotivasi agar saya terus semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Teristimewa Bayu Afrizatul Rizki terima kasih untuk kebersamaan serta motivasi dan selalu memberikan semangat dalam segala hal.
5. Saudara dan sahabat-sahabat saya Ika Desiana, Dwi Amelia, Sri Harmidah Nur Komala Sari, Riska Aprelia, Dilla Dermadini, Hesty Ramadhani, Sahabat seperjuangan saya Rinda Puspita Dewi, Windi Indah Sari, Dian Indriani, Citra Yunela sari, Teman-teman Angkatan 15 khususnya Kelas C, Adik-adik Junior, Kakak senior Setia Wulandari, terima kasih banyak atas semangat motivasi dan kebersamaannya selama ini.

Akhir kata saya mohon maaf atas kekeliruan dan kesalahan yang terdapat dalam skripsi ini dan berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembacanya.

Wassalammu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Pekanbaru, 25 November 2019

Widya Lestari

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan mengucapkan Alhamdulillah Robbil 'Alamin, berkat rahmat dan hidayah Allah SWT serta nikmat yang tak terhingga, penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini dengan judul “Sistem Cerdas Berbasis Fuzzy Untuk Menentukan Screening Criteria Pada Enhanced Oil Recovery Technologies” sebagai salah satu syarat Penelitian Skripsi pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Informatika Universitas Islam Riau.

Dalam penyusunan laporan skripsi ini, penulis sadar bahwa tanpa bantuan dan bimbingan berbagai pihak maka laporan skripsi ini sulit untuk terwujud. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Ause Labellapansa, ST., M.Cs., M.Kom sebagai Ketua Program Studi Teknik Informatika, atas bimbingan dan motivasi yang telah diberikan.
2. Ibu Ana Yulianti, ST., M.Kom sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Informatika, atas saran dan motivasi yang telah diberikan.
3. Ibu Nesi Syafitri, ST., M.Cs sebagai Dosen Pembimbing Kerja Praktek sekaligus Dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan saran, motivasi dan bantuan yang berarti bagi penulis.
4. Ibu Ir. Des Suryani, M.Sc sebagai Dosen Penguji Skripsi yang telah memberikan saran dan motivasi yang bermanfaat.
5. Bapak Apri Siswanto, S.Kom.M.Kom sebagai Dosen Penasehat Akademis, atas bimbingan dan motivasi yang telah diberikan.

6. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Informatika yang mendidik serta memberi arahan hingga laporan skripsi kini selesai.
7. Orang tua, kakak, dan abang, yang selalu mendo'akan, serta memberikan dukungan baik moril maupun materil.
8. Rekan-rekan kelas C angkatan 2015 Teknik Informatika Universitas Islam Riau, yang telah memberikan semangat dan motivasi selama penyusunan laporan skripsi ini.
9. Dan terakhir, untuk semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan skripsi ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan laporan skripsi ini masih banyak kekurangan, untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun, guna memperbaiki laporan skripsi ini.

Akhir kata semoga laporan skripsi ini dapat menambah ilmu pengetahuan dan bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Pekanbaru, 25 November 2019

Penulis

FUZZY-BASED INTELLIGENT SYSTEM TO DETERMINE CRITERIA SCREENING IN ENHANCED OIL RECOVERY TECHNOLOGIES

Widya Lestari

Department of Informatics, Faculty of Engineering, Islamic University of Riau.

Email : widyalestari@student.uir.ac.id

ABSTRACT

According to Aladasani (2010) Improvement of Oil Recovery is currently focusing on research and development of appropriate methods of Enhanced Oil recovery in a field. Screening Criteria can be used as a guide or first step in implementing Enhanced Oil Recovery (EOR). If Screening Criteria is successful, the selection of the next step method is easier. This research tries to build an intelligent system that uses the Mamdani method in its application to make the work easier. In this study, the input criteria used were Nine (9) criteria and for the output criteria (EOR method) produced fourteen (14). The information entered in the system is in the form of Case study data and the information displayed in the system is the highest Screening Criteria calculated from 14 EOR methods. Testing accuracy of intelligent systems based on Mamdani fuzzy logic is 72%. Performance appraisal by completing the questionnaire by 86.9% so that it can be implemented.

Keywords: mamdani, fuzzy logic, Enhanced Oil Recovery, Screening Criteria.

SISTEM CERDAS BERBASIS FUZZY UNTUK MENENTUKAN SCREENING CRITERIA PADA ENHANCED OIL RECOVERY TECHNOLOGIES

Widya Lestari

Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Islam Riau

Email : widyalestari@student.uir.ac.id

ABSTRAK

Menurut Aladasani (2010) Peningkatan *Oil Recovery* saat ini sedang berfokus pada penelitian dan pengembangan metode *Enhanced Oil Recovery* yang tepat pada suatu lapangan. *Screening Criteria* dapat digunakan sebagai panduan atau langkah pertama dalam pelaksanaan *Enhanced Oil Recovery* (EOR). Jika *Screening Criteria* berhasil dilakukan, maka pemilihan metode tahapan selanjutnya menjadi lebih mudah dilakukan. Penelitian ini mencoba untuk membangun suatu sistem cerdas yang menerapkan metode mamdani dalam pengaplikasiannya membuat pekerjaan menjadi lebih mudah. Dalam penelitian ini, kriteria *input* yang digunakan yaitu Sembilan (9) kriteria dan untuk kriteria *output* (metode EOR) yang di hasilkan yaitu empat belas (14). Informasi yang dimasukan dalam sistem berupa data studi Case dan informasi yang ditampilkan dalam sistem berupa hasil perhitungan *Screening Criteria* tertinggi dari 14 method EOR. Pengujian akurasi system cerdas berbasis fuzzy logic mamdani adalah 72%. Penilaian performance dengan pengisian kuisioner sebesar 86,9% sehingga dapat dimplementasikan.

Kata Kunci : *mamdani, fuzzy logic, Enhanced Oil Recovery, Screening Criteria*

DAFTAR ISI

	Hal
LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	i
LEMBAR IDENTITAS PENULIS	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Tujuan	4
1.6 Manfaat Penelitian	5
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 Screening Criteria EOR	6

2.2.2	Logika Fuzzy	9
2.2.3	Himpunan Fuzzy	10
2.2.4	Fungsi Keanggotaan	13
2.2.4.1	Fungsi Keanggotaan Linier	13
2.2.4.2	Fungsi Keanggotaan Segitiga	14
2.2.4.3	Fungsi Keanggotaan Trapesium	14
2.2.4.4	Fungsi Keanggotaan Gaussian	15
2.2.5	Operator Zadeh	15
2.2.5.1	Gabungan (Union)	16
2.2.5.2	Irisan (Intersection).....	16
2.2.5.3	Komplomen	16
2.2.6	Fungsi Implikasi	17
2.2.7	Sistem Berbasis Aturan Fuzzy	17
2.2.7.1	Fuzzyfikasi	18
2.2.7.2	Inferensi	18
2.2.7.3	Defuzzifikasi	18
2.2.8	Sistem Inferensi Fuzzy	18
2.2.9	Java	22
2.2.9.1	Komponen Utama JDBC	25
2.2.10	Mysql	26
2.2.11	Data Flow Diagram	26
2.2.12	Flowchart	27
2.2.13	Entity Relation Diagram	29

2.2.14 Akurasi	30
2.2.15 Sensitivitas dan Spesifisitas	31

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 33

3.1 Alat dan Bahan Penelitian yang Digunakan	33
3.1.1 Teknik Pengumpulan Data	33
3.1.2 Spesifikasi Perangkat Keras (Hardware)	34
3.1.2.1 Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	34
3.1.2.2 Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	35
3.2 Analisis Sistem yang Sedang Berjalan	35
3.2.1 Analisis Prosedur yang Sedang Berjalan	35
3.2.2 Evaluasi Sistem yang Sedang Berjalan	36
3.3 Perancangan Sistem	36
3.3.1 <i>Data Flow Diagram</i>	37
3.3.1.1 <i>Context Diagram</i>	37
3.3.1.2 <i>Hierarchy Chart</i>	38
3.3.1.3 <i>Data Flow Diagram (DFD) Level 0</i>	39
3.3.1.4 <i>Data Flow Diagram (DFD) Level 1 Proses 2 ..</i>	40
3.3.2 <i>Desain Output</i>	41
3.3.2.1 <i>Desain Output Form Criteria</i>	41
3.3.2.2 <i>Desain Output Form Method EOR</i>	41
3.3.2.3 <i>Desain Output Prediction</i>	42
3.3.3 <i>Desain Input</i>	42
3.3.4 <i>Desain Database</i>	43

3.3.5	Desain Antarmuka	51
3.3.6	Desain Logika Program	52
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		56
4.1	Pengujian <i>Black Box</i>	56
4.1.1	Halaman Utama.....	57
4.1.2	Data Criteria	57
4.1.3	Data Method EOR	58
4.1.4	Data Studi Case	58
4.1.4.1	Proses Hitung Studi Case	58
4.1.4.2	Proses Tambah Data Studi Kasus	60
4.1.5	Tampilan Hasil Prediction	62
4.1.6	Tampilan About Aplikasi	63
4.1.7	Kesimpulan Hasil Pengujian <i>Black Box</i>	64
4.2	Pengujian Akurasi Sistem.....	65
4.2.1	Hasil Uji <i>Confusion Matrix</i>	69
4.2.2	Kesimpulan Hasil Pengujian Akurasi <i>Confusion Matrix</i> ..	80
4.3	Implementasi Sistem	81
BAB V PENUTUP		84
5.1	Kesimpulan	84
5.2	Saran	84

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Simbol dan Fungsi DFD	27
Tabel 2.2 Simbol dan Fungsi Flowchart	28
Tabel 2.3 Simbol dan Fungsi ERD.....	29
Tabel 2.4 Akurasi	30
Tabel 2.5 Confusio Matrix Sensitivitas	31
Tabel 3.1 Alur Sistem yang Sedang Berjalan.....	36
Tabel 3.2 Tabel Kriteria	46
Tabel 3.3 Tabel Derajat Keanggotaan	46
Tabel 3.4 Tabel EOR.....	47
Tabel 3.5 Tabel Rules	47
Tabel 3.6 Tabel Kasus	48
Tabel 3.7 Tabel Nilai	48
Tabel 3.8 Tabel Fuzzyfikasi	49
Tabel 3.9 Tabel Rule	49
Tabel 3.10 Tabel Perhitungan	50
Tabel 4.1 Hitung Studi Kasus.....	59
Tabel 4.2 Tambah Data Studi Kasus	61

Tabel 4.3 Data Penelitian P Sang Kang dan J (2014).....	65
Tabel 4.4 Data Penelitian dari Nageh (2015)	66
Tabel 4.5 Data Penelitian dari Saleh (2014).....	67
Tabel 4.6 Data Penelitian dari Hartono(2017)	68
Tabel 4.7 Data Penelitian dari Alvarado (2017).....	68
Tabel 4.8 Data Penelitian dari Elradi Abass 2011	69
Tabel 4.9 Pengujian Akurasi Sistem dari Penelitian Tabel 4.3	70
Tabel 4.10 Pengujian Akurasi Sistem dari Penelitian Tabel 4.4	70
Tabel 4.11 Pengujian Akurasi Sistem dari Penelitian Tabel 4.5	72
Tabel 4.12 Pengujian Akurasi Sistem dari Penelitian Tabel 4.6	72
Tabel 4.13 Pengujian Akurasi Sistem dari Penelitian Tabel 4.7	73
Tabel 4.14 Pengujian Akurasi Sistem dari Penelitian Tabel 4.8	73
Tabel 4.15 <i>Confusion Matrik</i>	74
Tabel 4.16 Perhitungan Nilai Sensitivitas dan Sensifisitas EOR CO2MF	75
Tabel 4.17 Perhitungan Nilai Sensitivitas dan Sensifisitas EOR CO2IMMF ...	75
Tabel 4.18 Perhitungan Nilai Sensitivitas dan Sensifisitas EOR HMCF	76
Tabel 4.19 Perhitungan Nilai Sensitivitas dan Sensifisitas EOR N2IMMF	77
Tabel 4.20 Perhitungan Nilai Sensitivitas dan Sensifisitas EOR Polymer	77

Tabel 4.21 Perhitungan Nilai Sensitivitas dan SensifisitasEOR ASP.....	78
Tabel 4.22 Perhitungan Nilai Sensitivitas dan SensifisitasEOR Combustion...	79
Tabel 4.23 Perhitungan Nilai Sensitivitas dan SensifisitasEOR Steam	80
Tabel 4.24 Hasil Nilai Persentase Tiap Pertanyaan Kuisisioner.....	83



DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Himpunan Fuzzy Variabel Umur	11
Gambar 2.2 Grafik Fungsi Keanggotaan Linier (naik).....	13
Gambar 2.3 Grafik Fungsi Keanggotaan Linier (turun).....	14
Gambar 2.4 Grafik Fungsi Keanggotaan Segitiga.....	14
Gambar 2.5 Grafik Fungsi Keanggotaan Trapesium.....	15
Gambar 2.6 Grafik Fungsi Keanggotaan Gaussian	15
Gambar 2.7 Tahapan Sistem Berbasis Aturan <i>Fuzzy</i>	17
Gambar 3.1 <i>Use Case</i> Sistem Yang Sedang Berjalan	35
Gambar 3.2 <i>Context Diagram</i> Sistem Cerdas Screening Criteria pada EOR....	38
Gambar 3.3 <i>Hierarchy Chart</i> Sistem Cerdas Screening Criteria pada EOR.....	38
Gambar 3.4 <i>DFD Level 0</i> Sistem Cerdas Screening Criteria pada EOR.....	39
Gambar 3.5 <i>DFD Level 1</i> Proses 2 Proses Inferensi Mamdani	40
Gambar 3.6 Desain <i>Output</i> Criteria.....	41
Gambar 3.7 Desain <i>Output</i> Method EOR.....	41
Gambar 3.8 Desain <i>Output Prediction</i>	42
Gambar 3.9 Desain <i>Input</i> Hitung Studi Case	43
Gambar 3.10 Desain Database.....	44

Gambar 3.11 Desain Antarmuka	51
Gambar 3.12 Program <i>Flowchart</i> Menu Utama	52
Gambar 3.13 Program <i>Flowchart</i> Menu Studi Case	53
Gambar 3.14 Program <i>Flowchart</i> Perhitungan Inferensi Mamdani	55
Gambar 4.1 Halaman Utama.....	57
Gambar 4.2 Tampilan Data Criteria.....	57
Gambar 4.3 Tampilan Data Metode EOR.....	58
Gambar 4.4 Hitung Studi Kasus	59
Gambar 4.5 Hasil Proses Hitung Studi Kasus.....	60
Gambar 4.6 Tambah Data Studi Kasus.....	61
Gambar 4.7 Hasil Proses Tambah Data Studi Kasus	62
Gambar 4.8 Tampilan Data prediction.....	63
Gambar 4.9 Tampilan About Aplikasi.....	64
Gambar 4.10 Grafik Hasil Kuisisioner.....	82



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Menurut Aladasani (2010) Peningkatan *Oil Recovery* saat ini sedang berfokus pada penelitian dan pengembangan metode *Enhanced Oil recovery* yang tepat pada suatu lapangan yang diharapkan produksi minyak pada suatu reservoir dapat meningkat. *Screening Criteria* dapat digunakan sebagai panduan atau langkah pertama dalam pelaksanaan *Enhanced Oil Recovery* (EOR). Jika *Screening Criteria* berhasil dilakukan, maka pemilihan metode tahapan selanjutnya menjadi lebih mudah dilakukan.

Menurut Trujilo (2010) *Screening Criteria* merupakan tahapan pengidentifikasi parameter yang diketahui dari suatu reservoir, Sedangkan *Enhanced Oil Recovery* adalah metode yang digunakan untuk meningkatkan perolehan cadangan minyak yang berdasarkan 14 parameter yang ada pada *Screening Criteria* EOR seperti : API Gravity, Oil Saturasion, Formation Type, Net Thickness, Viscosity, Permeability, Temperature, Porosity dan Depth yang terdapat pada Derajat API dan kedalaman suatu reservoir (Taber., 1997).

Sistem cerdas atau biasa disebut AI (*Artificial Intelligence*) adalah sistem yang mener apkan kecerdasan buatan. Jadi “kecerdasan” inilah yang diciptakan untuk kemudian dimasukkan ke dalam suatu mesin atau komputer. Sistem ini dibuat agar dapat berpikir layaknya manusia. Sistem ini juga dibuat agar dapat “meniru” seperti manusia, sehingga sistem ini seolah-olah mempunyai kehendak sendiri dan mampu berpikir seperti halnya manusia. Dengan menggunakan sistem

ini, komputer dapat digunakan untuk menyelesaikan tugas tertentu dengan memproses sejumlah data yang besar dan mengenali pola dalam data. Alasan inilah yang menjadi dasar untuk menggunakan *fuzzy logic* yang merupakan cabang dari bagian sistem cerdas yang bertujuan memberikan kemudahan dalam melakukan *Screening Criteria* EOR.

Fuzzy Logic memiliki beberapa metode yang dapat digunakan sesuai kebutuhan yang ada, salah satu metode *Fuzzy Logic* adalah Metode Mamdani. *Fuzzy Logic* Mamdani merupakan salah satu metode penalaran (*inference*) yang paling sering digunakan untuk persoalan kendali logika fuzzy. Metode ini mempunyai kelebihan yang lebih dibandingkan dengan metode sistem penalaran fuzzy yang lain, diantaranya karena bersifat intuitif, mencakup bidang yang luas, dan sesuai dengan proses input informasi manusia.

Dengan dukungan sistem cerdas EOR yang menerapkan metode mamdani dalam pengaplikasiannya membuat pekerjaan dibuat menjadi lebih mudah dalam pengerjaannya. Sehingga hasil *screening criteria* yang diusulkan, diharapkan dapat berguna sebagai tahapan pengidentifikasi parameter yang diketahui dari suatu reservoir.

1.2. Identifikasi Masalah

Sesuai latar belakang masalah yang telah diuraikan maka yang menjadi pokok permasalahan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Rumus dalam menentukan hasil dari *screening criteria* sendiri sangat beragam, maka diterapkanlah menggunakan *Fuzzy logic*.

2. Didalam EOR Method menghasilkan output dari inputan data oil reservoir menggunakan aplikasi Matlab.
3. Setiap pengerjaan tugas dan penelitian, Mahasiswa/i hanya bisa menggunakan aplikasi Matlab.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan permasalahan yang ada yaitu bagaimana membuat sistem cerdas berbasis Fuzzy untuk menentukan Screening Criteria pada EOR method menggunakan aplikasi java ?

1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya meneliti untuk menentukan *screening criteria* yang tepat sebagai panduan atau langkah pertama dalam pelaksanaan EOR.
2. Kriteria input yang digunakan untuk melakukan *screening criteria* EOR terdapat 9 inputan, yaitu : kriteria *API Gravity, Oil Saturation, Formation Type, Net Thicknes, Viscosity, Permeability, Temperature, Porosity, Depth*.
3. Kriteria output yang dihasilkan dari perhitungan *screening criteria* EOR terdapat 14 output, yaitu : *EOR CO₂ MF Miscible Flooding, CO₂ IMMF Immiscible Flooding, HC MF Miscible Flooding, HC IMMF Immiscible Flooding, N₂ MF Miscible Flooding, N₂ IMMF Immiscible Flooding, WAG*

MF *Miscible Flooding*, HC+WAG *IMMF Immiscible Flooding*, *Polymer*, *ASP*, *Combustion*, *Steam*, *Hot Water*, *Microbial* .

1.5. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan pemilihan metode EOR yang tepat dilapangan dengan membuat sistem cerdas berbasis Fuzzy menggunakan aplikasi java.

1.6. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Membantu seorang insinyur reservoir untuk memperoleh suatu panduan atau langkah pertama dalam pelaksanaan EOR selanjutnya, yang dimana sistem cerdas EOR akan membuat pekerjaan dibuat menjadi lebih mudah dalam pengerjaannya. Sehingga hasil *screening criteria* yang diusulkan, diharapkan dapat berguna sebagai tahapan pengidentifikasi parameter.
2. Membantu mahasiswa/i perminyakan dalam menerapkan metode EOR pada setiap pembelajaran menggunakan aplikasi java.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Studi kepustakaan yang pertama adalah berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Saiful Arifin, Much Aziz Muslim, dan Sugiman (2015), tentang implementasi logika fuzzy mamdani untuk mendeteksi kerentanan daerah banjir di Semarang Utara. Dari permasalahan tersebut, solusi yang diambil adalah dengan merancang sebuah sistem mendeteksi kerentanan daerah banjir di Semarang Utara dengan menggunakan metode fuzzy mamdani.

Berdasarkan masalah dan solusi tersebut, maka dapat diambil kesimpulan dari penelitian tersebut yaitu pengujian dilakukan dengan metode *Mamdani Fuzzy Inference System*. secara manual dan program menggunakan 5 defuzifikasi, yaitu *Centroid*, *SOM (Smallest Of Maximum)*, *LOM (Large Of Maximum)*, *MOM (Mean Of Maximum)*, *Bisector*. Dari 2 contoh kasus diperoleh hasil pengujian dengan kesimpulan yang sama.

Orisinalitas pada penelitian ini dengan penelitian tersebut yaitu sistem yang dikembangkan sama dengan penelitian tersebut menggunakan *fuzzy logic mamdani* dan yang menjadi perbedaan adalah pada penelitian ini mengangkat masalah sistem cerdas EOR berbasis *fuzzy logic mamdani*.

Studi kepustakaan yang kedua adalah mempelajari penelitian yang dilakukan oleh Munjiat Setiani Asih (2018), tentang sistem pendukung keputusan *fuzzy mamdani* pada alat penyiram tanaman otomatis. Dari permasalahan tersebut,

solusi yang diperoleh adalah dengan membuat sistem pendukung keputusan pada alat penyiraman tanaman otomatis menggunakan metode *fuzzy mamdani*.

Berdasarkan penelitian tersebut, maka dapat diambil kesimpulan yaitu, dari hasil pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa *fuzzy* sudah diterapkan dengan baik, hal ini terlihat dari hasil pengujian dimana saat suhu udara 30°C dan kelembaban tanah 50% maka tanaman tersebut tidak akan disiram. Hal ini didapatkan dari pengetahuan yang diterapkan ke dalam mikrokontroler, kemudian ketika suhu udara mencapai 31°C dan kelembaban tanah 22% maka waktu penyiraman tanaman tersebut berdurasi “Lama”. Dimana kondisi “Lama” ini telah diatur sesuai dengan rule yang ditanamkan pada mikrokontroler.

Orisinalitas pada penelitian ini dengan penelitian tersebut yaitu sistem yang dikembangkan sama dengan penelitian tersebut menggunakan *fuzzy logic mamdani* dan yang menjadi perbedaan adalah pada penelitian ini mengangkat masalah Sistem Cerdas Berbasis Fuzzy Untuk Menentukan Screening Criteria Pada Enhanced Oil Recovery Technologies.

2.2. Dasar Teori

2.2.1 Screening Criteria EOR

Menurut Trujilo (2010) *Screening Criteria* merupakan Tahapan pengidentifikasi parameter yang diketahui dari suatu reservoir. Sedangkan *Enhanced Oil Recovery* adalah metode yang digunakan untuk meningkatkan perolehan cadangan minyak berdasarkan parameter inputan dan output yang dihasilkan. Satuan yang digunakan setiap inputan dan penjelasannya yaitu :

1. API Gravity ($^{\circ}$ API) : Derajat Gravity
2. Oil Saturation (%) : persen

3. Formation Type (SC) : Sandstone and Carbonate
4. Net Thickness (ft) : Feet
5. Viscosity (Cp) : Centipose
6. Permeability (mD) : Mili darcy
7. Temperature ⁰F : Derajat Fahrenheit
8. Porosity (%) : Persen
9. Depth (ft) : Feet

Kriteria input yang digunakan untuk melakukan *screening criteria* EOR adalah sebagai berikut :

1. Kriteria API *Gravity* (0-60), terdiri dari Rendah (0-20), Sedang (5-60), dan Tinggi (40-60)
2. Kriteria *Oil Saturasion* (0-1), terdiri dari Rendah (0-0.6), Sedang (0.4-1), dan Tinggi (0.8-1)
3. Kriteria *Formation Type* (0-18), terdiri dari *Standstone* (0-5), *Sorc* (2-18), dan *Cargonate* (10-18)
4. Kriteria *Net Thickness* (0-20), terdiri dari Thin (0-10), NC (5-20), dan Wide (15-20)
5. Kriteria *Viscosity* (0.0001-100000), terdiri dari Rendah (0.0001-1000), Sedang (1-10000), dan Tinggi (5000-10000)
6. Kriteria *Permeability*, terdiri dari Rendah (0-100), Sedang (10-100000), dan Tinggi (10000-100000)
7. Kriteria *Temperature* (0-400), terdiri dari Rendah (0-200), Sedang (100-400), dan Tinggi (300-400)
8. Kriteria *Porosity* (0-70), terdiri dari Rendah (0-30), Sedang (10-70), dan Tinggi (50-70)

9. Kriteria *Depth* (0-20000), terdiri dari Rendah (0-10000), Sedang (5000-20000), dan Tinggi (15000-20000)

Kriteria output yang dihasilkan dari perhitungan *screening criteria* EOR adalah sebagai berikut :

1. EOR CO₂ MF *Miscible Flooding* (0-100), terdiri dari Tidak Layak (0-60), Layak (40-100), dan Sangat Layak (80-100)
2. EOR CO₂ IMMF *Immiscible Flooding* (0-100), terdiri dari Tidak Layak (0-60), Layak (40-100), dan Sangat Layak (80-100)
3. EOR HC MF *Miscible Flooding* (0-100), terdiri dari Tidak Layak (0-60), Layak (40-100), dan Sangat Layak (80-100)
4. EOR HM IMMF *Immiscible Flooding* (0-100), terdiri dari Tidak Layak (0-60), Layak (40-100), dan Sangat Layak (80-100)
5. EOR N₂ MF *Miscible Flooding* (0-100), terdiri dari Tidak Layak (0-60), Layak (40-100), dan Sangat Layak (80-100)
6. EOR N₂ IMMF *Immiscible Flooding* (0-100), terdiri dari Tidak Layak (0-60), Layak (40-100), dan Sangat Layak (80-100)
7. EOR WAG MF *Miscible Flooding* (0-100), terdiri dari Tidak Layak (0-60), Layak (40-100), dan Sangat Layak (80-100)
8. EOR HCTWAG IMMF *Immiscible Flooding* (0-100), terdiri dari Tidak Layak (0-60), Layak (40-100), dan Sangat Layak (80-100)
9. EOR *Polymer* (0-100), terdiri dari Tidak Layak (0-60), Layak (40-100), dan Sangat Layak (80-100)
10. EOR ASP (0-100), terdiri dari Tidak Layak (0-60), Layak (40-100), dan Sangat Layak (80-100)

11. EOR *Combustion* (0-100), terdiri dari Tidak Layak (0-60), Layak (40-100), dan Sangat Layak (80-100)
12. EOR *Steam* (0-100), terdiri dari Tidak Layak (0-60), Layak (40-100), dan Sangat Layak (80-100)
13. EOR *Hot Water* (0-100), terdiri dari Tidak Layak (0-60), Layak (40-100), dan Sangat Layak (80-100)
14. EOR *Microbial* (0-100), terdiri dari Tidak Layak (0-60), Layak (40-100), dan Sangat Layak (80-100)

2.2.2 Logika Fuzzy

Menurut Soleh (2013) *Fuzzy Logic* adalah metodologi sistem kontrol pemecahan masalah yang cocok untuk diimplementasikan pada sistem. Mulai dari sistem yang sederhana, sistem kecil, *embedded system*, jaringan PC, *multi channel* atau *workstation* berbasis akuisisi data dan sistem kontrol.

Konsep *Fuzzy Logic* diperkenalkan oleh Prof. Lutfi Astor Zadeh pada 1962. Kelebihan *fuzzy logic* dapat digunakan pada sebagian besar permasalahan yang terjadi di dunia nyata. Permasalahan di dunia nyata kebanyakan bukan biner dan bersifat non linier sehingga *fuzzy logic* cocok digunakan karena menggunakan nilai linguistik yang tidak linier. Beberapa alasan yang dapat diutarakan mengapa kita menggunakan *Fuzzy Logic* diantaranya adalah mudah dimengerti, memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat, mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinier yang sangat kompleks, dapat bekerja sama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional dan didasarkan pada bahasa alami.

Kelebihan metode Mamdani dibandingkan metode sistem penalaran fuzzy lainnya yaitu bersifat intuitif, mencakup berbagai bidang dan sesuai dengan proses input informasi manusia.

2.2.3 Himpunan Fuzzy

Himpunan *fuzzy* adalah pengelompokan sesuatu berdasarkan variabel bahasa (*linguistik variable*) yang dinyatakan dengan fungsi keanggotaan (Saelan, 2009). Dalam logika *fuzzy* ada dua jenis himpunan, yaitu himpunan *crisp* (tegas) dan himpunan fuzzy (samar).

1. Himpunan *crisp* (tegas) adalah himpunan yang menyatakan suatu obyek merupakan anggota dari satu himpunan dengan memiliki nilai keanggotaan (μ) = ya (1) atau tidak (0), oleh karena itu himpunan *crisp* disebut himpunan tegas.
2. Himpunan fuzzy adalah himpunan yang menyatakan suatu obyek dapat menjadi anggota dari beberapa himpunan dengan nilai keanggotaan (μ) yang berbeda.

Menurut Sri Kusumadewi (2003) himpunan *fuzzy* memiliki 2 atribut yaitu:

- a. Linguistik, yaitu penamaan suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti: RENDAH, SEDANG dan TINGGI.
- b. Numerik, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel, seperti: 40, 50, 60, dan sebagainya.

Hal – hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy* yaitu:

a. Variabel *Fuzzy*

Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*, variabel *fuzzy* terdiri dari beberapa himpunan *fuzzy*. Contoh: Variabel suhu, terbagi menjadi 5 himpunan *fuzzy* yaitu: dingin, sejuk, normal, hangat dan panas.

b. Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *fuzzy* merupakan suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*.

Misalkan variabel Parameter dibagi 3 kategori, yaitu: RENDAH $< 5^{\circ}$ API, SEDANG $20 \leq \text{ukuran} \leq 40$ kriteria, > 60 derajat API. Seseorang dapat masuk ke dua kategori secara bersamaan, misalnya seseorang yang berukuran 20° API kurang 1 derajat API dapat masuk kategori RENDAH dan SEDANG sekaligus, tetapi dengan nilai keanggotaan yang berbeda. Lihat Gambar 2.12 dibawah:



Gambar 2.1 Himpunan Fuzzy Variabel kriteria

c. Semesta Pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Ada kalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya.

Jika U adalah kumpulan objek-objek yang dilambangkan $\{u\}$, maka U dinyatakan sebagai semesta pembicaraan, dan u adalah elemen dari U .

Contoh :

- 1) Semesta pembicaraan untuk variabel umur : $[0, 60]$

0 derajat API menyatakan ukuran rendah

60 derajat API menyatakan ukuran tinggi

- d. Domain

Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif.

Contoh domain dari himpunan *fuzzy* kecepatan adalah sebagai berikut:

- 1) RENDAH : $[0, 20]$

Kecepatan dikatakan RENDAH apabila dimulai dari 0 derajat API sampai 20 derajat API.

- 2) SEDANG : $[20, 40]$

Kecepatan dikatakan SEDANG apabila dimulai dari 20 derajat API sampai 40 derajat API.

- 3) TINGGI : $[40, 60]$

Kecepatan dikatakan Tinggi apabila dimulai dari 40 derajat API sampai 60 derajat API.

2.2.4 Fungsi Keanggotaan

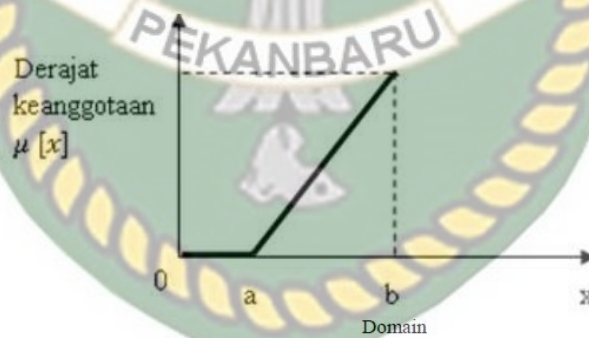
Menurut Sri kusumadewi (2003) Fungsi keanggotaan (*Membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data kedalam

nilai keanggotaan (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan yaitu :

2.2.4.1 Fungsi Keanggotaan Linier

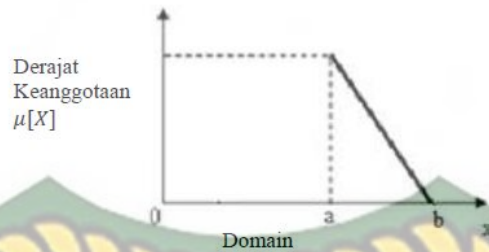
Pada fungsi linear, pemetaan input ke derajat keanggotannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Ada dua keadaan himpunan *fuzzy* linear, yaitu linear naik dan linear turun.

Himpunan *fuzzy* linear naik, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak kekanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi. Seperti yang ditunjukkan Gambar 2.13



Gambar 2.2 Grafik Fungsi Keanggotaan Linier (naik) (Wulandari, 2011)

Himpunan *fuzzy* linear turun, garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah. Seperti yang ditunjukkan Gambar 2.14

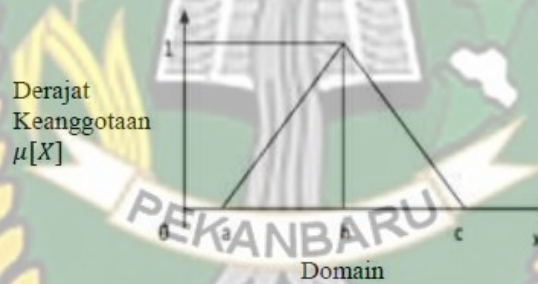


Gambar 2.3 Grafik Fungsi Keanggotaan Linier (turun) (Wulandari, 2011)

2.2.4.2 Fungsi Keanggotaan Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linier).

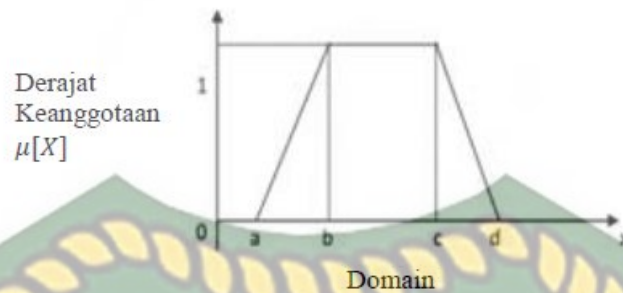
Bentuk grafik sebagai berikut :



Gambar 2.4 Grafik Fungsi Keanggotaan Segitiga (Wulandari, 2011)

2.2.4.3 Fungsi Keanggotaan Trapesium

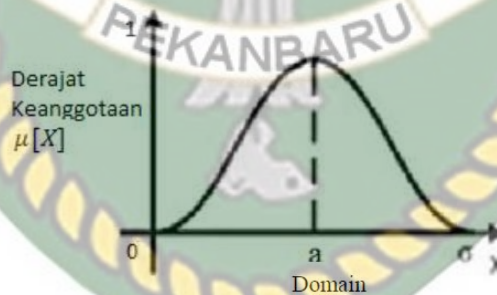
Kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1. Bentuk grafik sebagai berikut:



Gambar 2.5 Grafik Fungsi Keanggotaan Trapesium (Wulandari, 2011)

2.2.4.4 Fungsi Keanggotaan Gaussian

Pada kurva yang memiliki representasi gaussian memiliki bentuk yang hampir sama dengan segitiga dengan permukaan yang tumpul. Biasanya kurva gaussian digunakan untuk mengolah data-data yang acak. Bentuk grafik sebagai berikut:



Gambar 2.6 Grafik Fungsi Keanggotaan Gaussian(Wulandari, 2011)

2.2.5 Operator Zadeh

Menurut wulandari (2011: 21-22) ada beberapa operasi yang didefinisikan secara khusus untuk mengkombinasi dan memodifikasi himpunan *fuzzy*. Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi 2 himpunan sering dikenal dengan nama

fire strength atau predikat. Ada 3 operator dasar yang diciptakan oleh Zadeh, yaitu:

2.2.5.1 Gabungan (*Union*)

Operasi gabungan (union) pada himpunan *fuzzy* adalah sebagai hasil operasi dengan operator OR diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan yang bersangkutan.

$$A \cup B \rightarrow \mu_{A \cup B} = \mu_A(x) \vee \mu_B(x) \dots\dots\dots (2.1)$$

2.2.5.2 Irisan (*Intersection*)

Operasi irisan (intersection) pada himpunan *fuzzy* adalah sebagai hasil operasi dengan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan yang bersangkutan.

$$A \cap B \rightarrow \mu_{A \cap B} = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x) \dots\dots\dots (2.2)$$

2.2.5.3 Komplemen

Operator ini berhubungan dengan operasi komplemen himpunan. -predikat sebagai hasil operasi dengan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggolaat terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan

$$\bar{A} \rightarrow \mu_{\bar{A}} = 1 - \mu_A(x) \dots\dots\dots (2.3)$$

2.2.6 Fungsi Implikasi

Tiap – tiap aturan (proposisi) pada basis pengetahuan *fuzzy* akan berhubungan dengan suatu relasi *fuzzy*. Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah

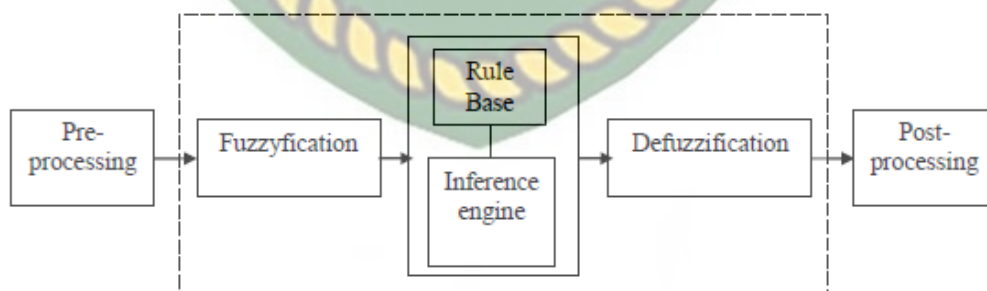
$$\text{IF } x \text{ is } A \text{ THEN } y \text{ is } B$$

Dengan x dan y adalah skalar sedangkan A dan B adalah himpunan *fuzzy*. Proposisi yang mengikuti IF disebut sebagai anteseden, sedangkan proposisi yang mengikuti THEN disebut sebagai konsekuen. Secara umum ada dua fungsi implikasi yang digunakan dalam operasi *fuzzy* yaitu:

1. Min (minimum). Fungsi ini memotong output himpunan fuzzy.
2. Dot (*product*). Fungsi ini menskala output himpunan fuzzy.

2.2.7 Sistem Berbasis Aturan *Fuzzy*

Pendekatan logika *fuzzy* diimplementasikan dalam tiga tahapan, yakni: fuzzifikasi, evaluasi rule (inferensi) dan defuzzifikasi.



Gambar 2.7 Tahapan Sistem Berbasis Aturan *Fuzzy* (Fauziah,2008)

2.2.7.1 Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi merupakan fase pertama dari perhitungan *fuzzy* yaitu mengubah masukan yang nilai kebenarannya bersifat pasti ke dalam bentuk *fuzzy* input yang berupa tingkat keanggotaan/tingkat kebenaran. Dengan demikian, tahap ini mengambil nilai-nilai *crisp* dan menentukan derajat di mana nilai-nilai tersebut menjadi anggota dari setiap himpunan *fuzzy* yang sesuai.

2.2.7.2 Inferensi

Inferensi adalah melakukan penalaran menggunakan *fuzzy* input dan *fuzzy* rules yang telah ditentukan sehingga menghasilkan *fuzzy* output. Secara sintaks, suatu *fuzzy* rule (aturan *fuzzy*) dituliskan sebagai berikut:

IF antecedent THEN consequent

2.2.7.3 Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah mengubah *fuzzy* output menjadi nilai tegas berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan. Sistem inferensi hanya dapat membaca nilai yang tegas, maka diperlukan suatu mekanisme untuk mengubah nilai *fuzzy* output itu menjadi nilai yang tegas. Itulah peranan defuzzifikasi yang memuat fungsi-fungsi penegasan dalam sistem, sehingga defuzzifikasi merupakan metode yang penting dalam pemodelan sistem *fuzzy*.

2.2.8 Sistem Inferensi Fuzzy

Menurut Solikin (2011) Salah satu aplikasi logika *fuzzy* yang telah berkembang amat luas dewasa ini adalah sistem inferensi *fuzzy* (*Fuzzy Inference*

System / FIS) yaitu kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan *fuzzy*, aturan *fuzzy* berbentuk *IF THEN* dan penalaran *fuzzy*. Misalnya penentuan produksi barang, sistem pendukung keputusan, sistem klasifikasi data, sistem pakar, sistem pengenalan pola, robotika dan sebagainya.

Ada tiga metode dalam sistem inferensi *fuzzy* yang sering digunakan yaitu metode Tsukamoto, metode Mamdani dan metode Takagi Sugeno. Dalam penelitian ini akan dibahas sistem cerdas EOR menggunakan metode Mamdani. Sistem ini berfungsi untuk mengambil keputusan melalui proses tertentu dengan mempergunakan aturan inferensi berdasarkan logika *fuzzy*. Metode Mamdani sering juga dikenal dengan Metode Max-Min. Metode ini dikenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan output, diperlukan 4 tahapan:

1. Pembentukan himpunan *fuzzy*

Pada metode mamdani, baik variabel *input* maupun variabel *output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.

2. Aplikasi fungsi implikasi (aturan)

Pada metode mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min.

3. Komposisi Aturan

Tidak seperti penalaran monoton, apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy* yaitu : *max*, *additive* dan *probabilistic OR*.

a. *Metode Max (Maximum)*

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

Ada beberapa metode defuzzikasi pada komposisi aturan mamdani, secara umum dapat dituliskan:

$$\mu_{sf}[xi] \leftarrow \max(\mu_{sf}[x_i], \mu_{kf}[x_i]) \dots\dots\dots (2.4)$$

Apabila digunakan fungsi implikasi Min, maka metode komposisi sering disebut dengan nama Max-Min atau Min-Max atau Mamdani (Kusumadewi, 2003).

b. *Metode Additif (sum)*

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

$$\mu_{sf}[xi] \leftarrow \min(1, \mu_{sf}[x_i] + \mu_{kf}[x_i]) \dots\dots\dots (2.5)$$

c. *Metode Probalistik OR (probor)*

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

$$\mu_{sf}[xi] \leftarrow (\mu_{sf}[x_i] + \mu_{kf}[x_i]) - (\mu_{sf}[x_i] - \mu_{kf}[x_i]) \dots\dots\dots (2.6)$$

4. Penegasan (defuzzifikasi)

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*. Output yang dihasilkan merupakan suatu

bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam range tertentu, maka dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu sebagai output.

Ada beberapa metode defuzzikasi pada komposisi aturan mamdani, antara lain:

a. Metode Centroid (*Composite Moment*)

Pada metode ini solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (z^*) daerah *fuzzy*. Secara umum dirumuskan :

$$z^* = \frac{\int_z z \mu(z) dz}{\int_z \mu(z) dz} \text{ untuk variabel kontinu} \dots\dots\dots(2.7)$$

$$z^* = \frac{\sum_{j=1}^n z_j \mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)} \text{ untuk variabel diskrit} \dots\dots\dots(2.8)$$

b. Metode Bisektor

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai pada domain *fuzzy* yang memiliki nilai keanggotaan separuh dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah *fuzzy*. Secara umum dituliskan:

$$z_p \text{ sedemikian sehingga } \int_{R_i}^p \mu(z) dz = \int_p^{R_n} \mu(z) dz \dots\dots\dots(2.9)$$

c. Metode *Mean Of Maximum* (MOM)

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

d. Metode *Largest Of Maximun* (LOM)

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

e. Metode *Smalles Of Maximum* (SOM)

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

2.2.9 JAVA

Menurut Ramadhani (2015) Java adalah sebuah bahasa pemrograman berorientasi objek murni dan dapat dijalankan di komputer atau ditelepon genggam. Bahasa ini awalnya dibuat oleh James Gosling saat masih bergabung dengan Sun Microsystems (yang saat ini menjadi bagian dari Oracle) dan dirilis tahun 1995. Jadi program-program Java berada dalam sebuah struktur kelas-kelas dan objek-objek. Pada dasarnya sintaks pada bahasa Java mirip dengan sintaks pada bahasa C atau C++. Java bertipe kuat (*strongly-typed*). Ini berarti semua tipe data terikat secara statis atau dengan kata lain setiap nama variabel diasosiasikan dengan sebuah tipe data tunggal yang dikenali pada saat kompilasi. Java juga merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi yang berorientasi objek (OOP) yaitu cara ampuh dalam pengorganisasian dan pengembangan perangkat lunak.

Keuntungan java untuk penggunaanya adalah dari kumpulan kelas di pustaka kelas Java, yang disebut dengan *Java Application Programming Interface* (API). Kelas-kelas ini diorganisasikan menjadi sekelompok yang disebut paket (*package*).

Jadi ada dua hal yang harus dipelajari dalam Java, yaitu mempelajari bahasa Java dan bagaimana mempergunakan kelas pada Java API. Kelas merupakan satu-satunya cara menyatakan bagian eksekusi program, tidak ada cara lain. Sedangkan pengertian API itu sendiri ialah seperangkat fungsi standar yang disediakan oleh

OS atau Bahasa. Dalam Java, API dimasukkan ke dalam package-package yang sesuai dengan fungsinya.

Dalam program java memiliki bagian-bagian struktur. Adapun bagiannya yaitu *class*, *method* dan deklarasi variabel sesuai dengan contoh program dibawah, yaitu:

1. *Class*

Class pada java terbentuk atas *atribute* (variabel/ ciri-ciri) dan *behaviour* (fungsi). Class mengizinkan Anda dalam mendeklarasikan tipe data baru. Ia dijalankan sebagai *blueprint*, dimana model dari *object* yang Anda buat berdasarkan pada tipe data baru ini.

2. *Method*

Sebuah *method* menjelaskan *behaviour* dari sebuah *object*. *Method* juga dikenal sebagai fungsi atau prosedur.

3. Variabel

Item yang digunakan data untuk menyimpan pernyataan dari objek.

Selain itu terdapat pula bagian struktur lainnya yang ada diluar program dibawah, yaitu:

1. Object

Sebuah entitas yang memiliki keadaan, *behaviour* dan identitas yang yang tugasnya dirumuskan dalam suatu lingkup masalah dengan baik. Inilah instance sebenarnya dari sebuah class. Ini juga dikenal sebagai *instance*. *Instance* dibuat sewaktu Anda meng-*instantiate* class menggunakan kata kunci *new*.

2. Atribut

Atribut menunjuk pada elemen data dari sebuah *object*. Atribut menyimpan informasi tentang *object*. Dikenal juga sebagai member data, variabel *instance*, properti atau sebuah *field* data.

3. Konstruktor

Sebuah tipe khusus dari *method* yang digunakan untuk membuat dan menginisialisasi sebuah *object* baru. Ingat bahwa konstruktor bukan member (yaitu atribut, *method* atau *inner class* dari sebuah *object*).

Database merupakan salah satu bagian inti dari Sistem Informasi yang menyimpan data untuk proses pengolahan nantinya. Agar aplikasi bisa mengakses data dari suatu *database engine*, maka diperlukan suatu mekanisme koneksi antara aplikasi dan database tersebut. Pada bahasa pemrograman java terdapat kumpulan kelas yang digunakan khusus untuk koneksi database.

Dalam teknologi java, teknologi yang digunakan untuk menyimpan data dalam database disebut dengan sebutan JDBC. JDBC adalah *Java Database Connectivity* yang mana tiap koneksinya diatur dengan kelas yang bernama *Connection* dengan cara mengimport driver sesuai dengan aplikasi DBMS yang kita gunakan. Dalam Memilih DBMS perlu diperhitungkan seberapa banyak transaksi yang nantinya akan terjadi, misalnya untuk data berskala kecil, kita cukup gunakan saja *mysql* atau *Microsoft Access*, untuk database yang berskala besar kita bisa gunakan *Oracle* atau *Microsoft SQL Server* dan DB2.

Komponen database pada java mengikuti standar SQL, sehingga *library* fungsinya dapat ditemukan dalam *package* *java.sql.** dan *javax.sql.**.

Terdapat 3 langkah utama untuk melakukan koneksi ke *database* :

1. membuat koneksi dengan *server database*.
2. Membuat perintah dan mengirimkannya ke *server database*.
3. menerima dan mengolah hasil.

Untuk melakukan koneksi ke suatu sumber data, diperlukan *database driver* yang akan menjadi jembatan antara Aplikasi dengan *Database*. *Database driver* ini bersifat spesifik untuk setiap sumber data. Misalnya, *Database Driver MySQL* hanya bisa digunakan untuk melakukan koneksi ke *database MySQL*. Menghubungkan *database MySQL* dengan Java, perlu dilakukan pemanggilan driver JDBC. *Driver* adalah sebuah *library* yang berisi perintah-perintah untuk berkomunikasi dengan *server database*.

2.2.9.1 Komponen Utama JDBC

1. *Driver*

Driver adalah komponen untuk menangani masalah komunikasi dengan server database.

2. *DriverManager*

DriverManager adalah komponen untuk menangani objek driver.

3. *Connection*

Connection adalah komponen yang menyimpan koneksi ke database.

4. *Statement*

Statement adalah komponen yang menangani perintah SQL ke database.

5. *ResultSet*

ResultSet adalah komponen yang menyimpan data hasil perintah ke database.

6. *SQLException*

SQLException adalah komponen untuk menangani kesalahan-kesalahan yang mungkin terjadi saat pengolahan database.

Untuk menghubungkan *database* MySQL dengan Java, perlu dilakukan pemanggilan driver JDBC. *Driver* adalah sebuah *library* yang berisi perintah-perintah untuk berkomunikasi dengan *server database*.

2.2.10 MySql

MySQL adalah sebuah aplikasi Relational Database Management System (RDMS) yang sangat cepat dan kokoh. Dengan menggunakan MySQL Server maka data dapat diakses oleh banyak pemakai secara bersamaan sekaligus dapat membatasi akses para pemakai berdasarkan privilege (hak akses) yang diberikan. MySQL menggunakan bahasa Structured Query Language (SQL) yaitu bahasa standar yang digunakan untuk pemrograman basis data. MySQL tersedia dibawah izin open source, tetapi juga ada izin untuk penggunaan secara komersial. Keunggulan MySQL adalah (Alexander, 2011):





1. Bersifat open source
2. Mempunyai koneksi yang stabil dan kecepatan tinggi.

2.2.11 Data Flow Diagram (DFD)

DFD adalah suatu diagram yang menggunakan simbol untuk menggambarkan arus dari data sistem untuk membantu memahami sistem secara logika, terstruktur dan jelas. DFD merupakan alat bantu dalam menggambarkan atau menjelaskan

proses kerja suatu sistem. Simbol DFD dan fungsinya dapat dilihat pada tabel sebagai berikut (A.S dan Shalahudin, 2013:69) :


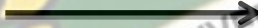




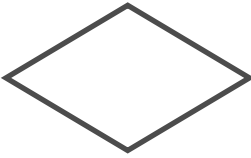
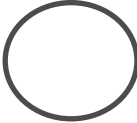
Tabel 2.1 Simbol dan Fungsi DFD

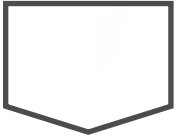
No.	Simbol	Nama Simbol	Keterangan
1.		Terminator/Entitas Eksternal	Entitas di luar sistem yang berhubungan langsung dengan sistem
2.		Proses	Fungsi yang mentransformasi data secara umum
3.		Data Store / Tempat penyimpanan data	Komponen yang berfungsi untuk menyimpan data atau file
4.		Alur Data	Menggambarkan alur data dari suatu proses ke proses

2.2.12 Flowchart

Flowchart adalah bagan-bagan yang mempunyai arus yang menggambarkan langkah-langkah penyelesaian suatu masalah. Flowchart merupakan cara penyajian dari suatu algoritma. Simbol flowchart dan fungsinya dapat dilihat pada tabel sebagai berikut (Ladjamudin, 2006:265) :

Tabel 2.2 Simbol dan Fungsi *Flowchart*


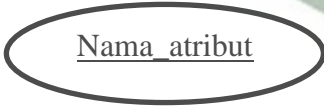
No.	Simbol	Nama Simbol	Keterangan
1.		Terminator	Permulaan / pengakhiran program
2.		Flow Line	Arah Aliran Program
3.		Preparation	Proses inialisasi/ pemberian nilai awal
4.		Process	Proses Pengolahan Data
5.		Input/Output Data	Proses data, input/output parameter, informasi
6.		Predefined Process	Permulaan sub program / proses menjalankan sub program
7.		Decision	Perbandingan pernyataan, penyeleksian data yang memberikan pilihan untuk langkah selanjutnya.
8.		On Page Connector	Penghubung bagian-bagian flowchart yang berada pada suatu halaman.



9.		Off Page Connector	Penghubung bagian-bagian flowchart yang berada pada halaman berbeda.
----	---	-----------------------	--

2.2.13 Entity Relation Diagram (ERD)

ERD dikembangkan berdasarkan teori himpunan dalam bidang matematika. ERD digunakan untuk permodelan basis data relasional sehingga jika penyimpanan basis data menggunakan OODBMS maka perancangan basis data tidak perlu menggunakan ERD. Simbol ERD dan fungsinya dapat dilihat pada tabel sebagai berikut (A.S dan Shalahuddin, 2013:50) :

Tabel 2.3 Simbol dan Fungsi ERD

No.	Simbol	Nama Simbol	Keterangan
1.		Entitas	Tabel yang ada didalam basis data
2.		Atribut	Field / kolom yang ada didalam suatu entitas
3.		Atribut Kunci Primer	Kunci akses/kunci primer dalam record, dapat lebih dari satu kolom apabila kombinasi dari beberapa kolom tersebut bersifat unik/berbeda.
4.		Atribut Multinilai	Kolom data yang butuh disimpan dalam suatu entitas yang dapat memiliki nilai lebih dari satu.

5.		Relasi	Relasi yang menghubungkan antar entitas.
6.		Asosiasi	Penghubung antar relasi dan entitas dimana di dua ujungnya memiliki multiplicity kemungkinan jumlah pemakaian.

2.2.14. Akurasi

Sebuah sistem yang melakukan pengujian diharapkan dapat melakukan pengujian semua set data dengan benar. Oleh karena itu, sebuah sistem pengujian harus diukur kinerjanya. Umum cara mengukur kinerja pengujian menggunakan confusion Matrix (Prasetyo, 2014:257).

Confusion Matrix merupakan tabel yang mencatat hasil kinerja klasifikasi. Tabel 2.6 merupakan contoh Confusion Matrix yang melakukan pengujian masalah biner (dua kelas) untuk 2 kelas, misalnya kelas 0 dan 1. Setiap sel f_{ij} dalam matriks menyatakan jumlah record/data dari kelas i yang hasil prediksinya masuk ke kelas j .

Tabel 2.4 Confusion Matrix 2 kelas

f_{ij}		Kelas Hasil Prediksi	
		Kelas=1	Kelas=0
Kelas Asli (i)	Kelas = 1	f_{11}	f_{10}
	Kelas = 0	f_{01}	f_{00}

Berdasarkan isi Confusion Matriks, maka dapat diketahui jumlah data dari masing-masing kelas yang di prediksi secara benar yaitu $(f_{11} + f_{00})$ dan data yang

diprediksi secara salah yaitu yaitu $(f_{10} + f_{01})$. Kuantitas Confusion Matrix dapat dilakukan akurasi. Dengan mengetahui jumlah data yang diuji secara benar maka dapat diketahui akurasi hasil prediksi. Untuk menghitung akurasi digunakan formula sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = \text{SV} = \left(\frac{p}{p+n} \right) + sp \left(\frac{n}{n+p} \right) \dots\dots\dots (2.10)$$

2.2.15. Sensitivitas dan Spesifisitas

Sensitivitas atau *true positive rate* mengukur proporsi positif asli yang diprediksi secara benar sebagai positif. Sensitivitas berhubungan erat dengan konsep eror tipe I dan II dalam bidang statistik. Spesifisitas atau *true negative rate* mengukur proporsi negatif asli yang diprediksi secara benar sebagai negatif.

Posisi kelompok hasil prediksi disajikan pada tabel 2.7. secara umum, positif adalah teridentifikasi dan negatif adalah tertolak, maka :

1. True Positive (TP) : Teridentifikasi secara benar
2. False Positive (FP) : Teridentifikasi secara salah
3. True Negative (TN) : Tertolak secara benar
4. False Negative (FN) : Tertolak secara salah

Tabel 2.5 Confusion Matrix Sensitivitas

f_{ij}		Kelas Hasil Prediksi	
		Positif	Negatif
Kelas Asli (<i>i</i>)	Positif	TP	FN
	Negatif	FP	TN

Sensitivitas berhubungan dengan kemampuan pengujian untuk mengidentifikasi hasil yang positif dari sejumlah data yang sebenarnya positif dan spesifisitas berhubungan dengan kemampuan pengujian untuk

mengidentifikasi hasil yang negatif dari sejumlah data yang sebenarnya negatif persamaan yang digunakan untuk menghitung nya disajikan sebagai berikut (Prasetyo, 2014:259) :

$$\text{Sensitivitas} = \frac{TP}{TP+FN} \dots\dots\dots (2.11)$$

$$\text{Spesifisitas} = \frac{TN}{TN+FP} \dots\dots\dots (2.12)$$



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan Penelitian yang Digunakan

3.1.1 Teknik Pengumpulan Data

Metodologi Penelitian merupakan tahapan-tahapan yang dilalui oleh peneliti untuk memperoleh gambaran yang jelas mengenai penelitian, maka penyusunan metodologi penelitian adalah sebagai berikut :

a. Jenis Data

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder. Data Sekunder adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan oleh orang yang melakukan penelitian dari sumber-sumber yang telah ada (Hasan, 2002 : 58). Data ini digunakan untuk mendukung informasi primer yang di peroleh yaitu dari bahan pustaka, literatur, penelitian terdahulu, buku dan lain sebagainya.

b. Perancangan Sistem

Pada tahap ini dilaksanakan perancangan sistem perangkat lunak yang akan dibuat berdasarkan hasil studi literatur yang ada. Perancangan perangkat lunak ini meliputi desain stuktur data, desain aliran informasi, desain antar muka, desain algoritma dan pemograman. Perancangan ini dilakukan dengan membuat alur program, menentukan algoritma yang sesuai agar sistem dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan tujuan yang akan dicapai.

c. Implementasi Sistem

Tahap implementasi sistem dilakukan secara bertahap dengan acuan studi literatur dan perancangan sistem yang telah dibuat. Perancangan sistem

tersebut akan diimplementasikan pada bahasa pemrograman yang telah disepakati.

d. Pengujian dan Evaluasi

Pada tahap ini dilakukan uji coba sistem untuk mencari permasalahan yang mungkin terjadi, mengavaluasi jalannya sistem dan melakukan perbaikan apabila dibutuhkan.

e. Pengujian Laporan Penelitian

Penyusunan laporan dilakukan pada tahap akhir sebagai dokumentasi. Dokumentasi ini dibuat untuk mempermudah orang lain dalam mempelajari dan mengembangkan sistem lebih lanjut.

3.1.2. Spesifikasi Perangkat Keras (*Hardware*)

Alat yang digunakan untuk mendukung proses pembangunan sistem dalam penelitian terdiri dari dua jenis alat, perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

3.1.2.1 Perangkat keras (*Hardware*)

Perangkat keras (*Hardware*) yang digunakan dalam pembangunan sistem adalah komputer dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Processor Intel Celeron N3350
2. Harddisk 500GB
3. Memori RAM 2GB

3.1.2.2 Perangkat lunak (*Software*)

Perangkat lunak (*Software*) dan bahasa pemrograman yang digunakan dalam proses pembangunan sistem dalam penelitian ini adalah:

1. Sistem operasi Windows 10 (*Ten*) 64-bit
2. JAVA
3. MySQL
4. XAMPP

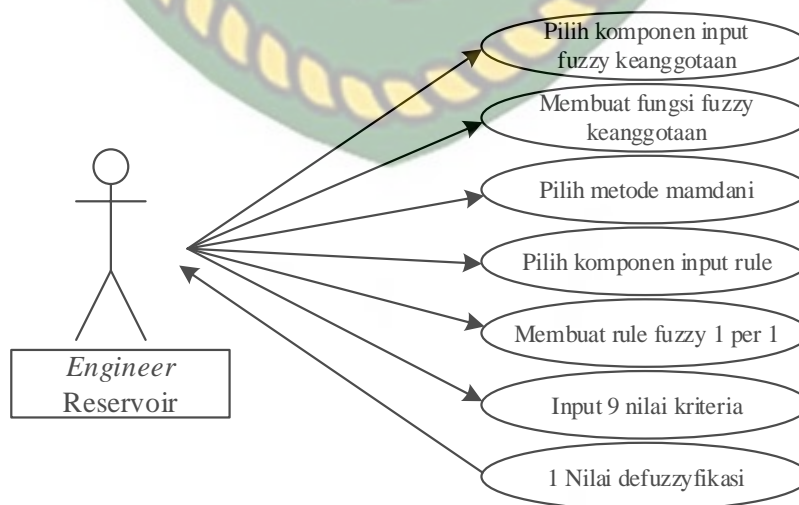
3.2 Analisis Sistem yang Sedang Berjalan

3.2.1 Analisis Prosedur yang Sedang Berjalan

Pada analisis prosedur ini, harus diketahui prosedur yang sedang berjalan untuk perancangan sistem yang baru. Harus diketahui pula hal-hal yang menjadi tujuan pemakai sehingga masalah tersebut dapat didefinisikan secara jelas.

1. Use Case Diagram

Berikut ini *use case* diagram dari sistem yang sedang berjalan adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1 Use Case Sistem Yang Sedang Berjalan

Pada gambar 3.1 diatas dapat dijelaskan dengan uraian tabel 3.1 sebagai berikut :

Tabel 3.1 Alur Sistem yang Sedang Berjalan

No.	User	Deskripsi Pekerjaan
1	Engineer Reservoir	1. <i>Engineer</i> reservoir memilih komponen input fuzzy keanggotaan 2. <i>Engineer</i> reservoir membuat fungsi fuzzy keanggotaan 3. <i>Engineer</i> reservoir memilih metode mamdani 4. <i>Engineer</i> reservoir memilih komponen input rule 5. <i>Engineer</i> reservoir membuat fule fuzzy 1 per 1 6. <i>Engineer</i> reservoir mengiput 9 nilai screening criteria 7. <i>Engineer</i> reservoir mendapatkan hasil nilai defuzzyfikasi 1 per 1

3.2.2. Evaluasi Sistem yang Sedang Berjalan

Melihat sistem yang sedang berjalan yang masih menggunakan aplikasi matlab, maka dapat disimpulkan beberapa kekurangan dalam prosedur yang berjalan, diantaranya didalam EOR Method untuk menghasilkan dari inputan rule oil reservoir menggunakan aplikasi perbayar dan perhitungan menggunakan aplikasi matlab sendiri harus memahami kondisi-kondisi yang ada pada matlab. Maka dari itu penulis akan membuat sistem cerdas berbasis fuzzy mamdani dengan harapan dapat membantu menyelesaikan masalah yang sedang terjadi.

3.3 Perancangan Sistem

Perancangan sistem ini dibuat sebagai tahapan untuk mempersiapkan proses implementasi sistem yang diinginkan dan untuk menggambarkan secara jelas proses-proses yang diinginkan oleh pengguna. Perancangan sistem cerdas bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai sistem yang diusulkan sebagai

penyempurnaan dari sistem yang sedang berjalan, sistem yang sedang berjalan secara keseluruhan dilakukan secara sederhana dan memakai waktu lama dalam pengerjaannya sedangkan sistem yang diusulkan akan lebih ditekankan pada pengolahan data secara terkomputerisasi dan tidak memakai waktu pengerjaan yang lama.

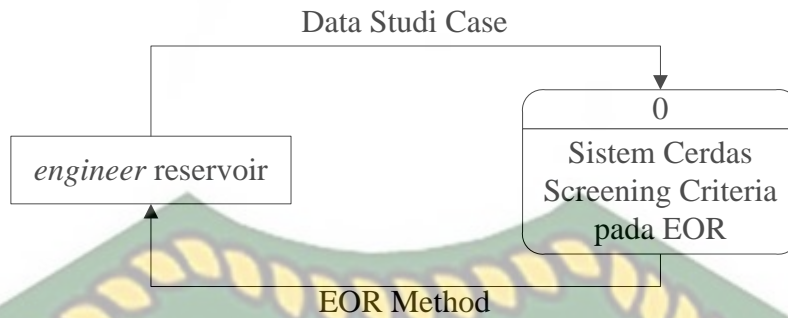
Berdasarkan hasil evaluasi terhadap sistem yang berjalan dilihat dari tahapan-tahapan analisis diatas, maka akan dibuat suatu rancangan pengembangan sistem berjalan mengenai penentuan EOR method yang akan diterapkan oleh *engineer* reservoir.

3.3.1 Data Flow Diagram

Data Flow Diagram (DFD) akan menjelaskan alur data atau aliran data pada sistem yang dibangun. Ada beberapa *level* dalam DFD sistem cerdas berbasis fuzzy mamdani yang dibangun yaitu *context diagram*, DFD *level 0*, *hierarchy chart*, dan DFD *Level 1*.

3.3.1.1 Context Diagram

Context Diagram adalah suatu diagram yang digunakan untuk mendesain sistem yang memberikan gambaran umum mengenai semua sistem cerdas berbasis fuzzy mamadani yang diterima maupun dihasilkan dari suatu aktivitas. Diagram ini menggambarkan sebuah sistem pada bagian tengah tanpa informasi internal tentang sistem tersebut, dan dikelilingi oleh semua proses yang terkait. Berikut ini *Context Diagram* pada sistem cerdas berbasis fuzzy mamdani.

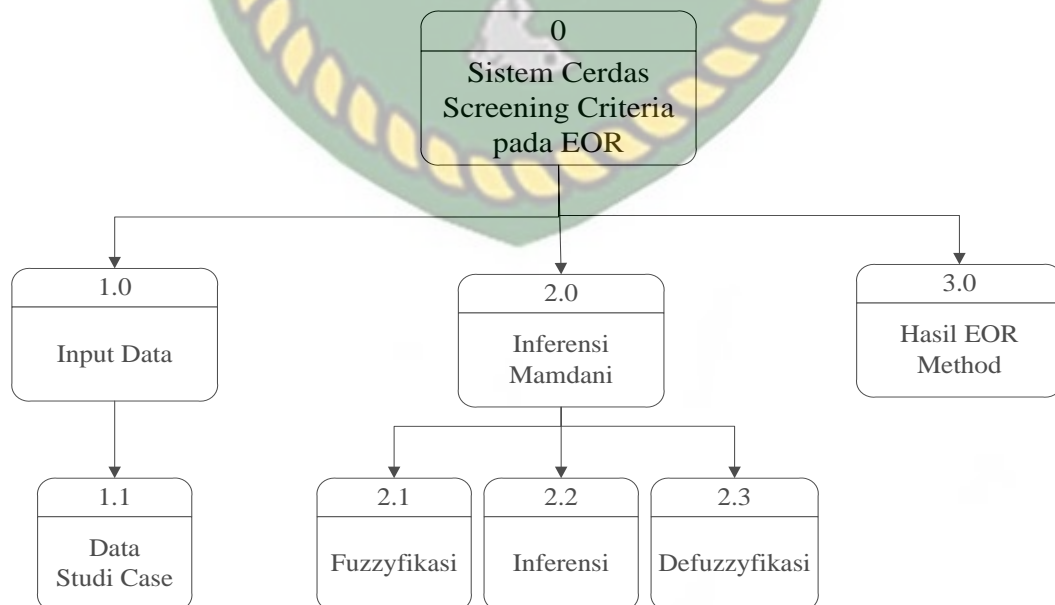


Gambar 3.2 Context Diagram Sistem Cerdas Screening Criteria pada EOR

Berdasarkan gambar 3.2 diatas menggambarkan *engineer reservoir* akan memasukkan data kriteria, data method EOR, data kasus dan data screening criteria EOR (kasus), kemudian diproses dalam sistem cerdas screening criteria pada EOR. Selanjutnya *engineer reservoir* akan menerima *output* EOR Method.

3.3.1.2 Hierarchy Chart

Hierarchy Chart digunakan untuk memperlihatkan jenjang atau hirarki dari program yang akan dikembangkan. Dengan demikian dapat dijabarkan urutan kerja dari tiap program.



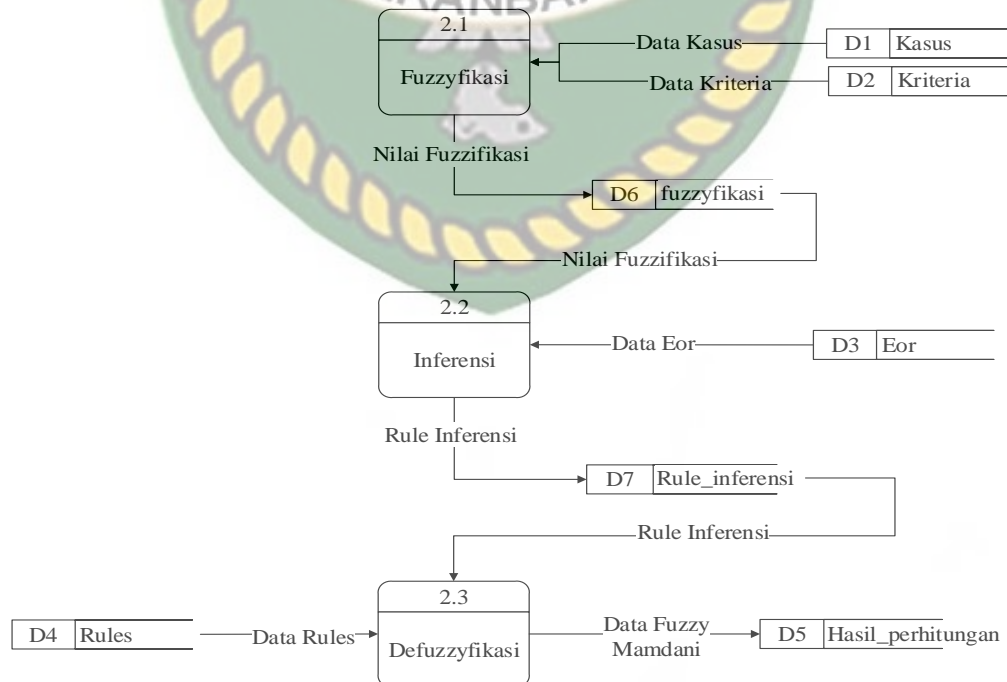
Gambar 3.3 Hierarchy Chart Sistem Cerdas Screening Criteria pada EOR

Berdasarkan gambar 3.3 diatas menjelaskan sistem cerdas screening criteria pada EOR yang dibangun terdiri dari tiga proses. Proses tersebut yaitu proses melakukan input data, inferensi mamdani, dan hasil EOR Method. Pada proses mempunyai sub proses antara lain :

- a. Input data terdapat sub proses input data kriteria, data method EOR, data kasus, dan input data screening criteria EOR.
- b. Inferensi mamdani terdapat sub proses fuzzyfikasi, inferensi dan defuzzyfikasi.

3.3.1.3 Data Flow Diagram Level 0

Data Flow Diagram (DFD) berfungsi untuk menggambarkan suatu sistem yang telah ada atau sistem baru yang akan dikembangkan secara logika tanpa memperhatikan lingkungan fisik dimana data tersebut mengalir.

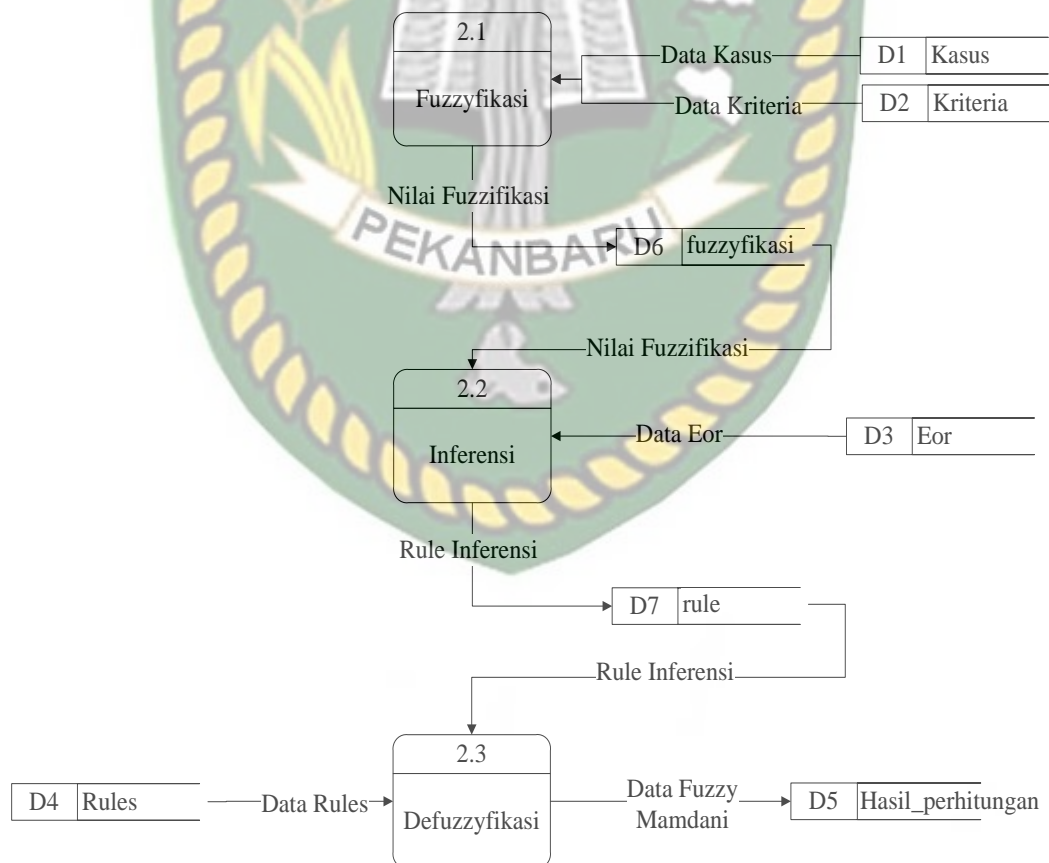


Gambar 3.4 DFD Level 0 Sistem Cerdas Screening Criteria pada EOR

Berdasarkan gambar 3.4 diatas dapat dilihat aliran data pada sistem dibangun. Proses pertama yang dilakukan adalah proses lakukan input data kriteria, input data method EOR, input data kasus, dan input data screening criteria EOR. Proses Kedua yang dilakukan adalah proses inferensi mamdani. Selanjutnya yaitu hasil EOR Method.

3.3.1.4 Data Flow Diagram (DFD) Level 1 Proses 2

DFD *level 1* digunakan untuk menggambarkan modul-modul yang ada dalam sistem yang akan dikembangkan. DFD *level 1* merupakan *breakdown* DFD *level 0* yang sebelumnya sudah dibuat.



Gambar 3.5 DFD Level 1 Proses 2 Proses Inferensi Mamdani

Berdasarkan gambar 3.5 *Data flow diagram level 1* proses 2 menggambarkan inferensi mamdani. Adapun terdapat 3 proses yaitu perhitungan *fuzzyfikasi*, *inferensi* dan *defuzzyfikasi*.

3.3.2 Desain Output

Desain *output* yang dihasilkan oleh sistem cerdas screening criteria pada EOR adalah sebagai berikut :

3.3.2.1 Desain Output Form Criteria

PARAMETER SCREENING CRITERIA	
Kode Kriteria X(15)	Nama Kriteria X (100)

Gambar 3.6 Desain *Output* Criteria

Form pada gambar 3.6 diatas adalah menu *output* criteria. Menu criteria ini merupakan *form* untuk menampilkan data *output* Criteria.

3.3.2.2 Desain Output Form Method EOR

METHOD EOR	
Kode Method EOR X(15)	Nama Method EOR X (100)

Gambar 3.7 Desain *Output* Method EOR

Form pada gambar 3.7 diatas adalah menu *output* method EOR. Menu method EOR ini merupakan *form* untuk menampilkan data *output* method EOR.

3.3.2.3 Desain *Output Prediction*

PREDICTION

Search X(100) / 99-99-9999

Note : Pencarian Berdasarkan Lapangan atau Tanggal

Kode Kasus	Engineer Reservoir	Lapangan	Tanggal	EOR	Nilai
X(15)	X (100)	X(100)	99-99-9999	X(100)	X(15)

Gambar 3.8 Desain *Output Prediction*

Form pada gambar 3.8 diatas adalah menu *output prediction* merupakan *form* untuk menampilkan data *prediction*. *Form prediction* ini terdapat menu pencarian data berdasarkan nama lapangan dan tanggal *prediction*.

3.3.3 Desain *Input*

Ada beberapa desain *input* yang akan di rancang dalam sistem cerdas screening criteria pada EOR adalah sebagai berikut :

1. Desain *Input* Hitung Studi Case

STUDI CASE

Input Engineering

Code Case

Engineer Reservoir

Field

Date

Output

CO2 MF Miscible Flooding

CO2 IMMF Immiscible Flooding

HC MF Miscible Flooding

N2 MF Miscible Flooding

N2 IMMF Immiscible Flooding

WAG MF Miscible Flooding

WAG MF Immiscible Flooding

Polymer

ASP

Combustion

Steam

Hot Water

Microbial

Input Kasus

API Gravity

Oil Saturasion

Formation Type

Net Thicknes

Viscosity

Permeability

Temperature

Porosity

Depth

Hasil Perhitungan

Nama EOR :

Nilai :

Kode Kasus	Engineer Reservoir	Lapangan	Waktu	EOR	Nilai
X(15)	X (100)	X(100)	99-99-9999	X(100)	X(15)

Gambar 3.9 Desain *Input* Hitung Studi Case

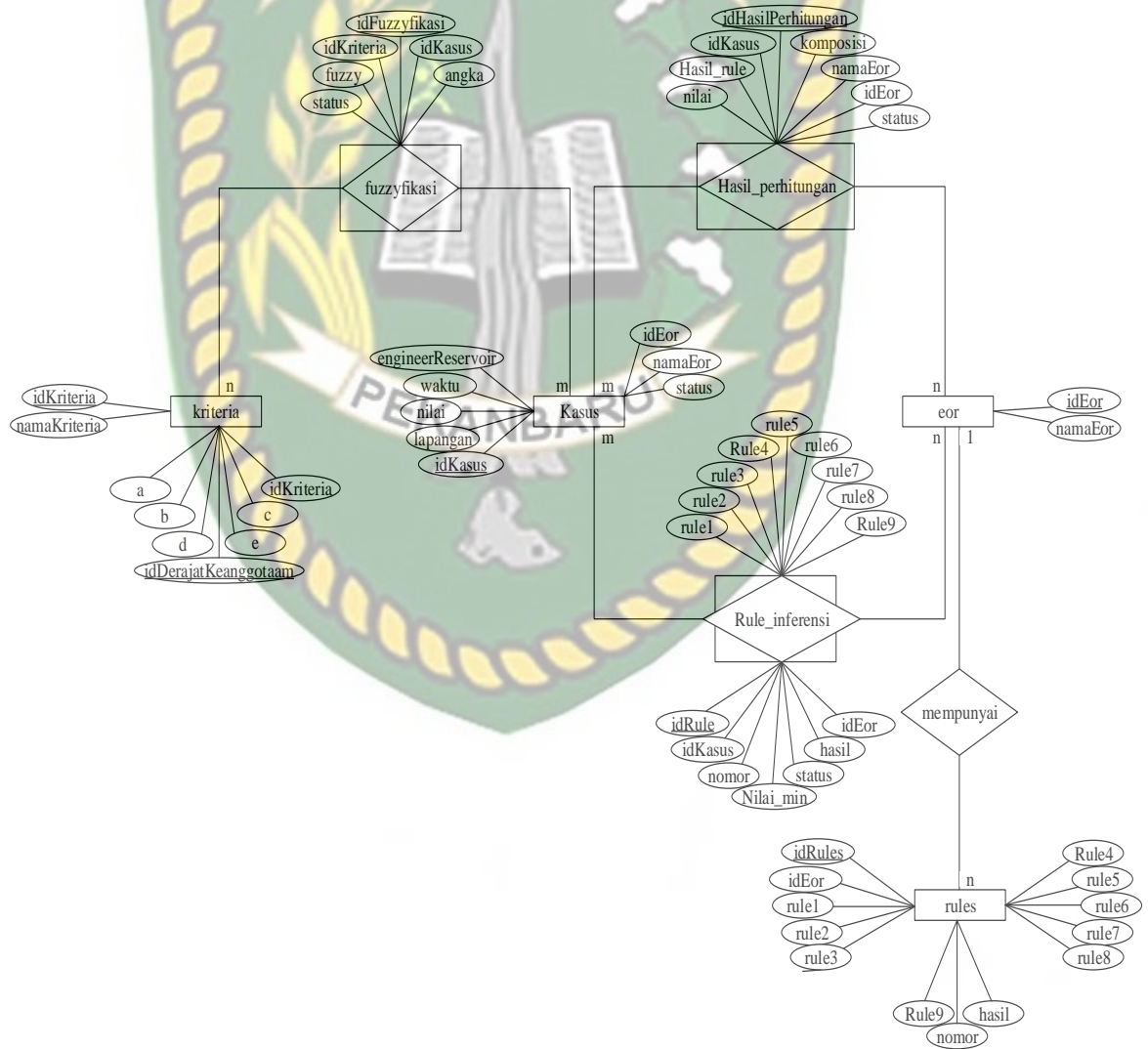
Form pada gambar 3.9 diatas adalah menu *input* data hitung studi case yang berfungsi untuk memasukkan data studi case yang dilakukan oleh *engineer* reservoir sehingga berguna bagi informasi saat diperlukan, didalam menu *input* data hitung studi case ini terdapat beberapa menu yaitu hitung, simpan dan reset data.

3.3.4 Desain Database

Desain Database yang dipakai dalam sistem cerdas screening criteria pada EOR terdiri dari :

1. Entity Relationship Diagram

Entity Relationship Diagram (ERD) adalah kumpulan file yang saling berakaitan. Pada model data relational, hubungan dengan file direlasikan dengan kunci relasi (*relation key*) yang merupaka kunci utama dari masing-masing file.



Gambar 3.10 Sistem Cerdas Berbasis Fuzzy untuk Menentukan Screening Criteria pada Enhanced Oil Recovery Technologies

Berdasarkan gambar 3.10 ERD Sistem cerdas berbasis fuzzy untuk menentukan screening criteria pada enhanced oil recovery technologies menjelaskan 4 relasi, yaitu :

- a. Relasi antara entitas kriteria dengan entitas kasus adalah *many to many* dimana satu idKriteria yang ada di entitas kriteria bisa mempunyai lebih dari satu idKasus pada entitas kasus. Satu idKasus pada entitas kasus bisa mempunyai lebih dari satu idKriteria yang ada pada entitas kriteria. Relasi antara entitas kriteria dengan entitas kasus menghasilkan tabel nilai dan fuzzyfikasi.
- b. Relasi antara entitas eor dengan entitas kasus adalah *many to many* dimana satu idEor yang ada di entitas eor bisa mempunyai lebih dari satu idKasus pada entitas kasus. Satu idKasus pada entitas kasus bisa mempunyai lebih dari satu idEor yang ada pada entitas eor. Relasi antara entitas eor dengan entitas kasus menghasilkan tabel rule dan hasil perhitungan.
- c. Relasi antara entitas eor dengan entitas rules adalah *one to many* dimana satu idEor yang ada di entitas eor bisa mempunyai lebih dari satu idRules pada entitas rules. Satu idRules pada entitas rules mempunyai satu idEor pada entitas eor.

2. Skema Database

Dari *Entity Relationship Diagram* dapat dibentuk skema *database* yang digambarkan kedalam tabel-tabel. Tabel-tabel tersebut dijelaskan seperti di bawah ini.

a. Tabel Kasus

Tabel Kasus digunakan untuk menyimpan inputan data kasus. Dalam *database*, tabel ini dibuat dengan nama “kasus”. Adapun bentuk struktur tabelnya adalah sebagai berikut :

Tabel 3.2 Tabel Kasus

No	Nama Field	Type	Ukuran	Keterangan
1	IdKasus	Int	11	Id kasus sebagai primary key
2	<i>engineer</i> reservoir	Varchar	100	nama <i>engineer</i> reservoir
3	Lapangan	Varchar	100	Nama lapangan
4	Waktu	Datetime		Waktu perhitungan kasus
5	IdEor	Int	11	Id EOR sebagai foreign key
6.	namaEor	Varchar	100	Nama Eor hasil metode tertinggi
7.	Nilai	Int	11	Nilai hasil akhir perhitungan mamdani tertinggi
8.	Status	Enum (“T”, ”F”)		Status kasus

b. Tabel Kriteria

Tabel kriteria digunakan untuk menyimpan penambahan data kriteria. Dalam *database*, tabel ini dibuat dengan nama “kriteria”. Adapun bentuk struktur tabelnya adalah sebagai berikut :

Tabel 3.3 Tabel kriteria

No.	Nama Field	Type	Ukuran	Keterangan
1.	IdKriteria	Int	11	ID Kriteria sebagai primary key
2.	NamaKriteria	Varchar	100	Nama Kriteria Screening
3.	A	Float		Nilai batas awal linier turun
4.	B	Float		Nilai batas 1 trapesium
5.	C	Float		Nilai batas akhir linier turun dan nilai batas 2 trapesium

6.	D	Float		Nilai batas awal linier naik dan nilai batas 3 trapesium
7.	E	Float		Nilai batas akhir linier naik dan nilai batas 4 trapesium

c. Tabel Fuzzyfikasi

Tabel fuzzyfikasi digunakan untuk menyimpan nilai perhitungan fuzzyfikasi. Dalam *database*, tabel ini dibuat dengan nama “fuzzyfikasi”. Adapun bentuk struktur tabelnya adalah sebagai berikut :

Tabel 3.4 Tabel Fuzzyfikasi

No	Nama Field	Type	Ukuran	Keterangan
1	idFuzzyfikasi	Int	11	Id Fuzzyfikasi sebagai primary key
2	IdKasus	Char	11	Id kasus sebagai foreign key
3	IdKriteria	Char	11	Id kriteria sebagai foreign key
4	fuzzy	Varchar	100	Nama fuzzy
5	angka	Float		Nilai kriteria
6	status	Enum ("T","F")		Status fuzzyfikasi

d. Tabel EOR

Tabel EOR digunakan untuk menyimpan data EOR. Dalam *database*, tabel ini dibuat dengan nama “eor”. Adapun bentuk struktur tabelnya adalah sebagai berikut :

Tabel 3.5 Tabel EOR

No.	Nama Field	Type	Ukuran	Keterangan
1.	IdEor	Int	11	Id eor sebagai primary key
2.	NamaEor	Varchar	100	Nama EOR pada Screening

e. Tabel Rule_inferensi

Tabel rule_inferensi digunakan untuk menyimpan data rule baru hasil perhitungan rule inferensi. Dalam *database*, tabel ini dibuat dengan nama “rule_inferensi”. Adapun bentuk struktur tabelnya adalah sebagai berikut :

Tabel 3.6 Tabel Rule

No.	Nama Field	Type	Ukuran	Keterangan
1	IdRule	Int	11	ID Rules sebagai primary key
2	idKasus	Char	11	ID Kasus sebagai foreign key
3	idEor	Char	11	ID EOR sebagai foreign key
4	Rule1	Varchar	20	Rule1
5	Rule2	Varchar	20	Rule2
6	Rule3	Varchar	20	Rule3
7	Rule4	Varchar	20	Rule4
8	Rule5	Varchar	20	Rule5
9	Rule6	Varchar	20	Rule6
10	Rule7	Varchar	20	Rule7
11	Rule8	Varchar	20	Rule8
12	Rule9	Varchar	20	Rule9
13	Hasil	Varchar	20	Hasil
14	Nomor	Varchar	15	Nomor rule
15	Nilai_min	Float		Nilai min setiap rule
16	Status	Enum ("T","F")		Status rule

f. Rules

Tabel rules digunakan untuk menyimpan data rules. Dalam *database*, tabel ini dibuat dengan nama “rules”. Adapun bentuk struktur tabelnya adalah sebagai berikut :

Tabel 3.7 Tabel Rules

No.	Nama Field	Type	Ukuran	Keterangan
1.	IdRules	Int	11	ID Rules sebagai primary key
2.	idEor	Char	100	ID EOR sebagai foreign key
3.	Rule1	Varchar	20	Rule1
4.	Rule2	Varchar	20	Rule2
5.	Rule3	Varchar	20	Rule3
6.	Rule4	Varchar	20	Rule4
7.	Rule5	Varchar	20	Rule5
8.	Rule6	Varchar	20	Rule6
9.	Rule7	Varchar	20	Rule7
10.	Rule8	Varchar	20	Rule8
11.	Rule9	Varchar	20	Rule9
12.	Hasil	Varchar	20	Hasil
13.	Nomor	Varchar	15	Nomor rule

g. Tabel Hasil Perhitungan

Tabel hasil_perhitungan digunakan untuk menyimpan nilai perhitungan dari defuzzyfikasi. Dalam *database*, tabel ini dibuat dengan nama “hasil_perhitungan”.

Adapun bentuk struktur tabelnya adalah sebagai berikut:

Tabel 3.8 Tabel Hasil Perhitungan

No	Nama Field	Type	Ukuran	Keterangan
1	idHasilPerhitungan	Int	11	Id Hasil Perhitungan sebagai primary key
2	IdKasus	Char	11	Id kasus sebagai foreign key
3	idEor	Char	11	Id EOR sebagai foreign key
4	komposisi	Float		Nilai perhitungan komposisi
5	Hasil_rule	Varchar	100	Nomor rule
6	Nilai	Float		Nilai perhitungan defuzzyfikasi
7	namaEor	Varchar	100	Nama EOR
8	Status	Enum ("T", "F")		Status hasil perhitungan defuzzyfikasi

3.3.5 Desain Antarmuka

Desain antarmuka merupakan bagian dari sistem cerdas berbasis fuzzy yang akan digunakan sebagai media interaksi antara sistem dengan pengguna (*user*). Adapun desain antarmuka dari sistem cerdas screening criteria pada EOR. Pada saat membuka halaman utama terdapat tampilan *login* yang terdapat akses *login* Engineer Reservoir, yakni :

1. Desain Antarmuka

PETROLEUM ENGINEERING

Jam 99:99:99
Tanggal 99-99-9999



Gambar 3.11 Desain Antarmuka

Penjelasan menu-menu sistem pada gambar 3.11 dapat dirincikan sebagai berikut :

a. Menu Criteria

Menu ini menampilkan data kriteria

b. Menu Method EOR

Menu ini menampilkan data method EOR.

c. Menu Studi Case

Menu ini menginputkan data studi case dan data screening kriteria dan didukung dengan fitur hitung data, simpan data dan reset data.

d. Menu *Prediction*

Menu ini menampilkan data *prediction* dan di dukung fitur pencarian data berdasarkan nama lapangan dan tanggal *prediction*.

e. About

Menu ini menampilkan data tentang screening kriteria pada EOR.

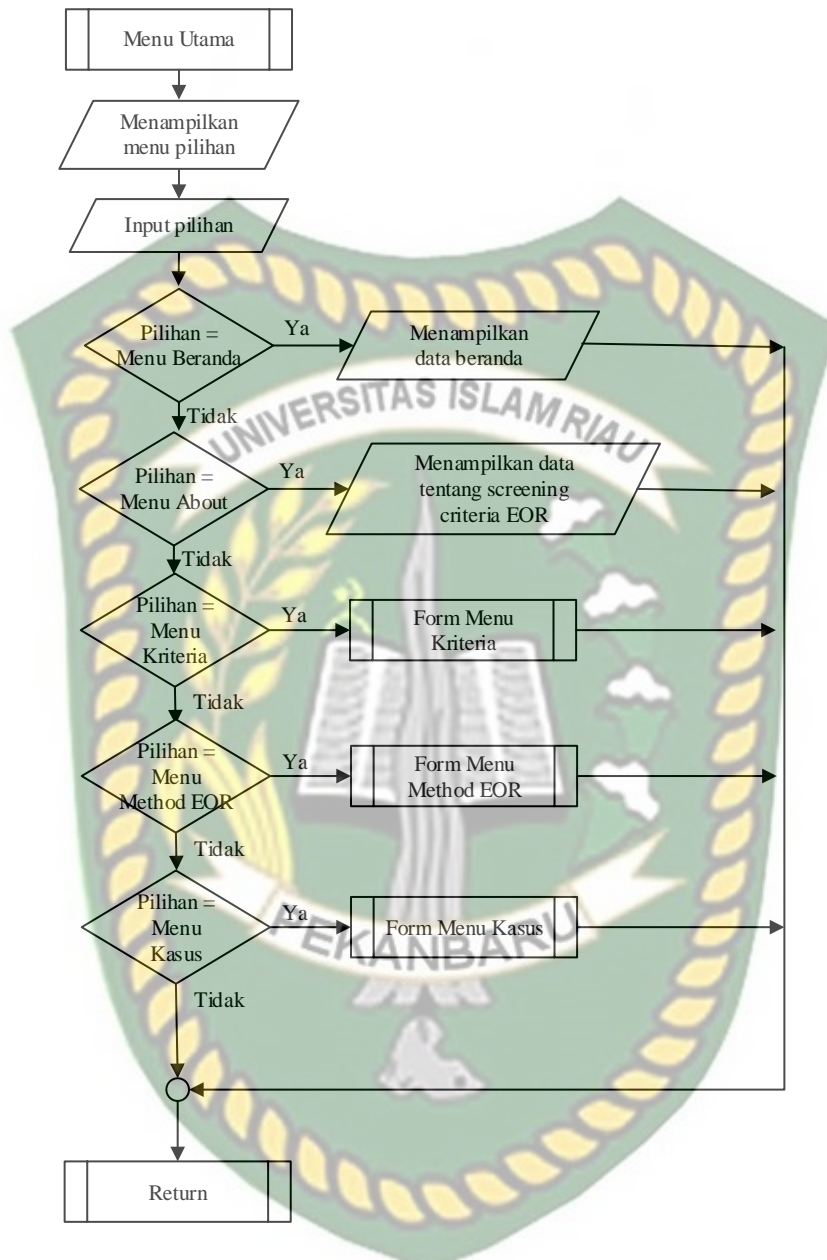
3.3.6 Desain Logika Program

Desain logika program adalah skema atau bagan yang menunjukkan aliran data didalam suatu program dan menggambarkan urutan logika dari suatu prosedur pemecahan masalah. Didalam sistem yang dibangun, terdapat beberapa desain logika program yang dirancang, diantaranya.

1. *Program Flowchart* Menu Utama

Program flowchart menu utama adalah rancangan dibangun untuk menggambarkan aliran secara global yang terdapat dalam menu utama. Menu utama merupakan rancangan menu yang dibangun untuk digunakan oleh *engineer* reservoir dalam mengolah berbagai data, rancangan *Program flowchart* menu utama dapat dilihat pada gambar 3.12.



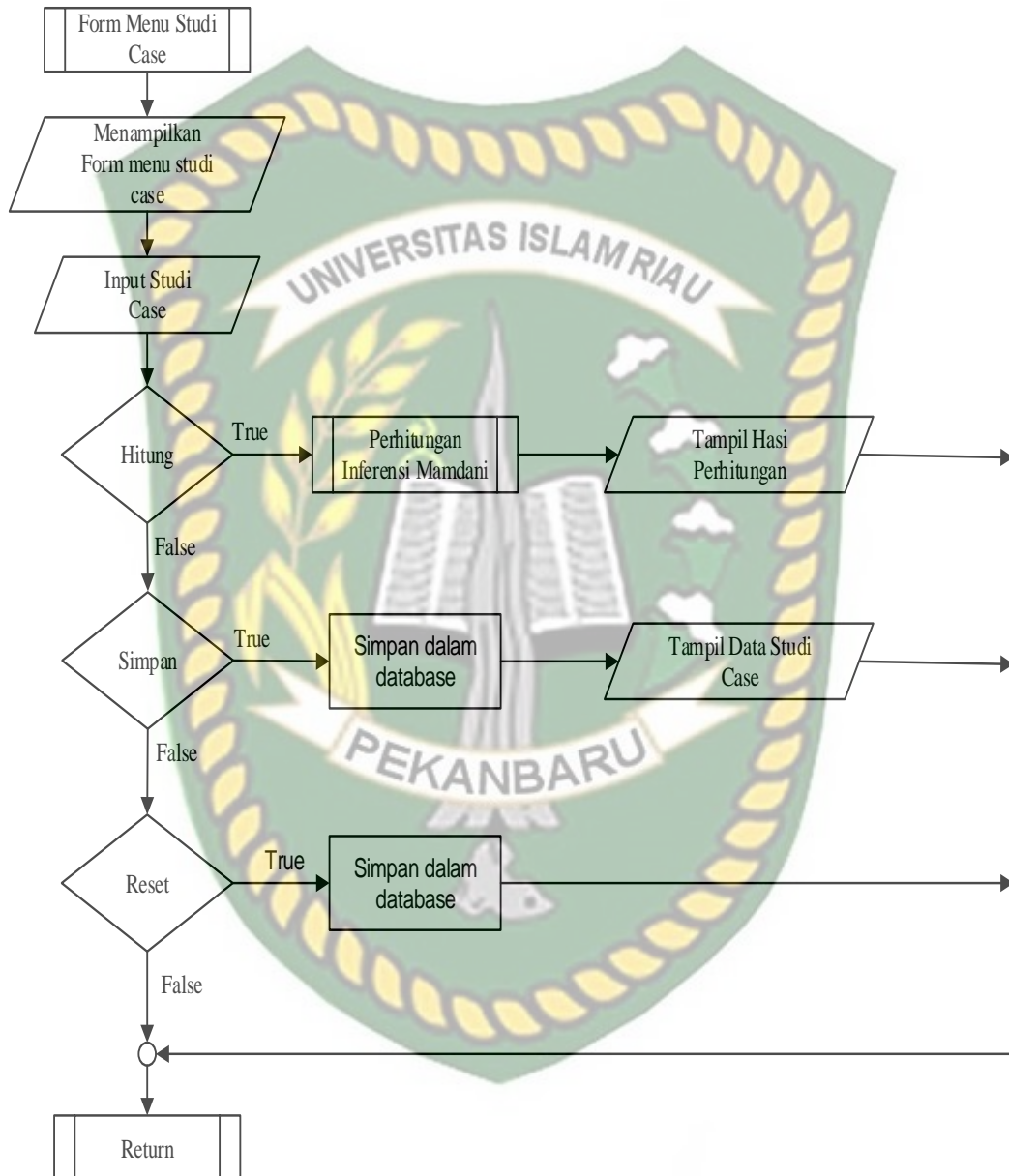


Gambar 3.12 Program *Flowchart* Menu Utama

2. Program *Flowchart* Menu Studi Case

Program flowchart menu studi case adalah rancangan dibangun untuk menggambarkan aliran secara global yang terdapat dalam menu studi case. Menu studi case merupakan rancangan menu yang dibangun untuk digunakan oleh

engineer reservoir dalam mengolahan berbagai data, rancangan Program flowchart menu studi case dapat dilihat pada gambar 3.13.



Gambar 3.13 Program Flowchart Menu Studi Case

3. Program Flowchart Perhitungan Inferensi Mamdani

Program flowchart perhitungan inferensi mamdani adalah rancangan dibangun untuk menggambarkan aliran secara global yang terdapat dalam proses perhitungan inferensi mamdani. Proses perhitungan inferensi mamdani merupakan rancangan yang dibangun untuk digunakan oleh *engineer* reservoir dapat melihat hasil data yang telah diproses dengan perhitungan inferensi mamdani, rancangan Program flowchart perhitungan inferensi mamdani dapat dilihat pada gambar 3.14.



Gambar 3.14 Program Flowchart Perhitungan Inferensi Mamdani

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem yang telah dibangun dilakukan pengujian terlebih dahulu, pengujian dilakukan untuk mengetahui hasil yang diberikan sistem aplikasi cerdas berbasis fuzzy logic mamdani. Dari sisi pengguna sistem menampilkan beberapa menu diantaranya adalah menu criteria, menu metode EOR, menu studi case, Prediksi, dan menu about.

Dalam proses pengujian sistem melewati beberapa tahapan diantaranya *login sistem* yang dilakukan oleh pengguna, kemudian setelah pengguna berhasil *login*, sistem akan menampilkan beberapa adalah menu criteria, menu metode EOR, menu studi case, menu prediksi, dan menu about. Sebelum aplikasi yang di bangun dipublikasikan, ada beberapa tahapan yang harus dilakukan, hal ini dimaksudkan agar sewaktu aplikasi benar-benar sudah dipublikasikan tidak terjadi lagi kesalahan. Dalam pengujian sistem ini dilakukan dengan pengujian *black box* dan pengujian data uji .

4.1 Pengujian *Black Box*

Pengujian *black box* (*black box testing*) adalah salah satu metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada sisi fungsionalitas, khususnya pada *input* dan *output* aplikasi (apakah sudah sesuai dengan apa yang diharapkan atau belum).

4.1.1 Halaman Utama

Tampilan halam utama adalah *form* yang menampilkan menu data kriteria, menu method EOR, menu studi case, menu prediction dan menu about. Tampilan halama utama dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Halaman Utama

4.1.2 Data Criteria

Tampilan data kriteria adalah *form* yang menampilkan data kriteria. Tampilan data kriteria dapat dilihat pada Gambar 4.2.

Kode Kriteria	Nama Kriteria
K00001	Api Gravity
K00002	Oil Saturation
K00003	Formation Type
K00004	Net Thicknes
K00005	Viscosity
K00006	Permeability
K00007	Temperature
K00008	Porosity
K00009	Depth

Gambar 4.2 Tampilan Data Criteria

4.1.3 Data Metode EOR

Tampilan data metode EOR adalah *form* yang menampilkan data metode EOR. Tampilan data metode EOR dapat dilihat pada Gambar 4.3.



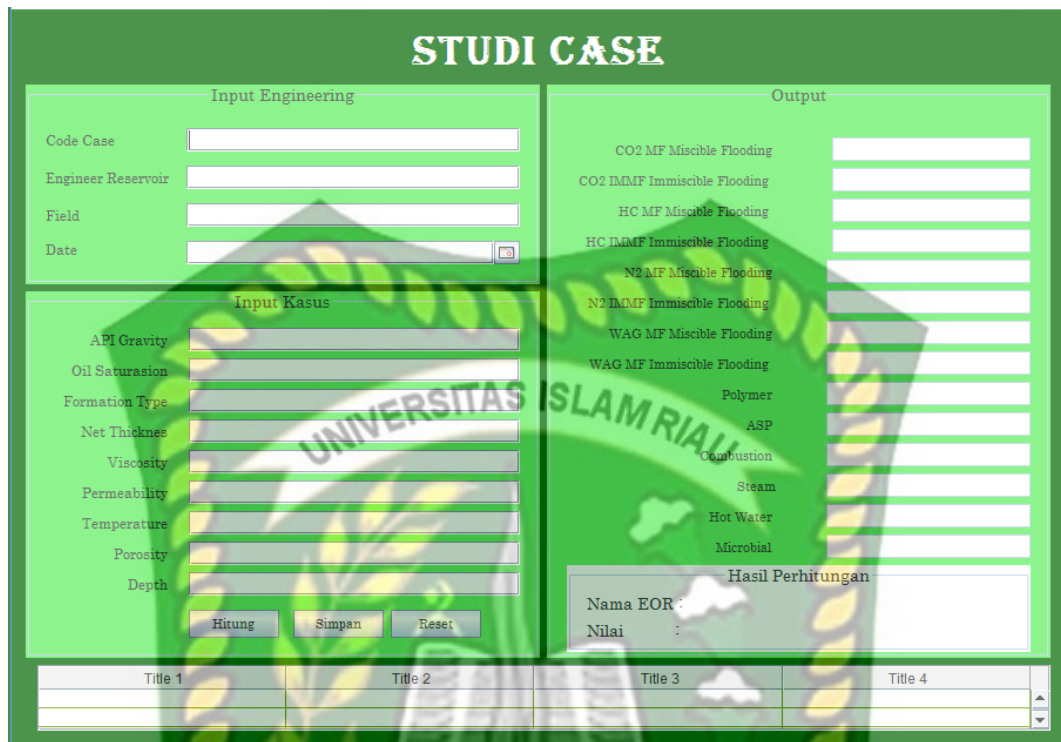
Kode Method EOR	Nama Method EOR
EOR1	CO2 MF Miscible Flooding
EOR10	ASP
EOR11	Combustion
EOR12	Steam
EOR13	Hot Water
EOR14	Microbial
EOR2	CO2 IMMF Immiscible Flooding
EOR3	HC MF Miscible Flooding
EOR4	HC IMMF Immiscible Flooding
EOR5	N2 MF Miscible Flooding
EOR6	N2 IMMF Immiscible Flooding
EOR7	WAG MF Miscible Flooding
EOR8	HCTWAG IMMF Immiscible Flooding
EOR9	Polymer

Gambar 4.3 Tampilan Data Metode EOR

4.1.4 Data Studi Case

4.1.4.1 Proses Hitung Studi Case

Proses hitung studi kasus merupakan menu yang disediakan untuk pengguna dalam mengolah data apabila ada perubahan data. Proses hitung studi kasus dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Hitung Studi Kasus

Adapun hasil pengujian proses hitung studi kasus dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hitung Studi Kasus

No	Fungsi yang diuji	Cara menguji	Hasil yang diterapkan	Hasil setelah pengujian	Kesimpulan hasil pengujian
1	Hitung Studi Kasus	Mengosongkan salah satu <i>field</i> yang tersedia pada <i>form</i> tambah data hitung studi kasus	Tidak dapat hitung studi kasus	Tidak dapat hitung studi kasus	Sesuai yang diharapkan
		Mengisi bilangan desimal pada setiap <i>field</i> harus menggunakan tanda titik.	Data dapat dihitung studi kasus	Data yang telah di <i>input</i> dihitung oleh sistem	Sesuai yang diharapkan
		Mengisi bilangan dibelakang koma bisa lebih dari satu setiap <i>field</i>	Data dapat dihitung studi kasus	Data yang telah di <i>input</i> dihitung oleh sistem	Sesuai yang diharapkan

	Mengisi data pada masing-masing <i>field</i> bisa lebih dari range yang di tentukan.	Data dapat dihitung studi kasus	Data yang telah di <i>input</i> dihitung oleh sistem	Sesuai yang diharapkan
	Mengisi <i>form</i> hitung studi kasus dengan lengkap	Menampilk an hitung studi kasus yang telah di hitung oleh sistem	Data yang telah di <i>input</i> dihitung oleh sistem	Sesuai yang diharapkan

Setelah semua *field* terisi kemudian pengguna menekan tombol hitung data maka data akan proses data perhitungan kedalam *database*. Hasil perhitungan studi kasus dapat dilihat pada gambar 4.5.

The screenshot shows a software interface titled "STUDI CASE". It is divided into several sections:

- Input Engineering:** Contains text boxes for Code Case (CC01), Engineer Reservoir (WIDYA), Field (TEKNIK UIR), and Date (04 Agu 19).
- Input Kasus:** Contains text boxes for API Gravity (50), Oil Saturasion (0.9), Formation Type (16), Net Thicknes (17), Viscosity (7000), Permeability (75000), Temperature (350), Porosity (60), and Depth (17000). Below these are buttons for "Hitung", "Simpan", and "Reset".
- Output:** A list of calculation results with values in text boxes:
 - CO2 MF Miscible Flooding: 45.0
 - CO2 IMM Immiscible Flooding: 45.0
 - HC MF Miscible Flooding: 45.0
 - HC IMM Immiscible Flooding: 70.0
 - N2 MF Miscible Flooding: 45.0
 - N2 IMM Immiscible Flooding: 45.0
 - WAG MF Miscible Flooding: 45.0
 - WAG MF Immiscible Flooding: 45.0
 - Polymer: 45.0
 - ASP: 45.0
 - Combustion: 45.0
 - Steam: 45.0
 - Hot Water: 45.0
 - Microbial: 45.0
- Hasil Perhitungan:** A box showing "Nama EOR : HC IMM Immiscible Flooding" and "Nilai : 70 %".

Gambar 4.5 Hasil Proses Hitung Studi Kasus

4.1.4.2 Proses Tambah Data Studi Case

Proses tambah data studi kasus merupakan menu yang disediakan untuk pengguna dalam mengolah data apabila ada penyimpanan data. Proses tambah data studi kasus dapat dilihat pada Gambar 4.6.

STUDI CASE

Input Engineering		Output	
Code Case	CC02	CO2 MF Miscible Flooding	59.400000013411045
Engineer Reservoir	HARTONO	CO2 IMMIF Immiscible Flooding	59.400000013411045
Field	MINAS	HC MF Miscible Flooding	59.400000013411045
Date	04 Agu 19	HC IMMIF Immiscible Flooding	70.0
Input Kasus		N2 MF Miscible Flooding	
API Gravity	36	N2 IMMIF Immiscible Flooding	59.400000013411045
Oil Saturation	20	WAG MF Miscible Flooding	59.400000013411045
Formation Type	1	WAG MF Immiscible Flooding	59.400000013411045
Net Thicknes	40	Polymer	70.0
Viscosity	35	ASP	70.0
Permeability	343	Combustion	59.400000013411045
Temperature	199.4	Steam	70.0
Porosity	32.3	Hot Water	59.400000013411045
Depth	2342	Microbial	59.400000013411045
<input type="button" value="Hitung"/> <input type="button" value="Simpan"/> <input type="button" value="Reset"/>		Hasil Perhitungan Nama EOR : Polymer Nilai : 70 %	

Gambar 4.6 Tambah Data Studi Kasus

Adapun hasil pengujian proses tambah studi kasus dapat dilihat pada Tabel 4.2 sebagai berikut :

Tabel 4.2 Tambah Data Studi Kasus

No	Fungsi yang diuji	Cara menguji	Hasil yang diterapkan	Hasil setelah pengujian	Kesimpulan hasil pengujian
1	Simpan data studi kasus	Mengosongkan salah satu <i>field</i> yang tersedia pada <i>form</i> tambah data studi kasus	Tidak dapat menambahkan data studi kasus	Tidak dapat menambahkan data studi kasus	Sesuai yang diharapkan
		Menghitung terlebih dahulu data yang telah diinputkan setiap <i>field</i>	Muncul hasil dari hitung kasus, dapat menyimpan data	Data dapat disimpan	Sesuai yang diharapkan
		Mengisi <i>form</i> tambah data studi kasus dengan lengkap	Menyimpan data studi kasus yang di <i>input</i>	Data yang telah di <i>input</i> tersimpan	Sesuai yang diharapkan

Setelah semua *field* dihitung oleh sistem kemudian pengguna menekan tombol simpan data maka data akan tersimpan kedalam *database*. Hasil tambah data studi kasus dapat dilihat pada Gambar 4.7.

Kode Kasus	Engineer Reservoir	Lapangan	Waktu	EOR	Nilai
CC02	HARTONO	MINAS	2019-08-04	Polymer	70%

Gambar 4.7 Hasil Proses Tambah Data Studi Kasus

4.1.5 Tampilan Hasil Prediction

Tampilan data hasil studi kasus adalah *form* yang menampilkan data hasil studi kasus. Tampilan data hasil studi kasus dapat dilihat pada Gambar 4.8.

PREDICTION

EOR*ken*

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

SEARCH

Note : Pencarian Berdasarkan Lapangan atau Tanggal

Kode Kasus	Engineer Rese...	Lapangan	Tanggal	EOR	Nilai
CC01	P Sang Kang d...	brashear and	2019-08-07	HC MF Miscibl...	70%
CC010	P sang kang a...	Brashear and	2019-08-08	HC MF Miscibl...	70%
CC011	Nageh	Egyption	2019-08-08	Polymer	70%
CC012	Nageh	Egyption	2019-08-08	Polymer	70%
CC013	Nageh	Egyption	2019-08-08	HC MF Miscibl...	70%
CC014	Nageh	Egyption	2019-08-08	N2 IMMF Immi...	70%
CC015	Nageh	Egyption	2019-08-08	CO2 MF Miscib...	70%
CC016	Nageh	Egyption	2019-08-08	CO2 MF Miscib...	70%
CC017	Nageh	Egyption	2019-08-08	Polymer	70%
CC018	Nageh	Egyption	2019-08-08	CO2 MF Miscib...	70%
CC019	Nageh	Egyption	2019-08-08	Polymer	70%
CC02	P sang kang d...	Brashear and	2019-08-08	HC MF Miscibl...	70%
CC020	Nageh	Egyption	2019-08-08	Polymer	70%
CC021	Nageh	Egyption	2019-08-08	HC MF Miscibl...	70%
CC022	Nageh	Egyption	2019-08-08	HC MF Miscibl...	70%
CC023	Nageh	Egyption	2019-08-08	HC MF Miscibl...	70%
CC024	Nageh	Egyption	2019-08-08	HC MF Miscibl...	70%
CC025	Nageh	Egyption	2019-08-08	HC MF Miscibl...	70%
CC026	Saleh	Carcoana	2019-08-08	HC MF Miscibl...	70%
CC027	Saleh	Carcoana dst	2019-08-08	Polymer	70%

Gambar 4.8 Tampilan Data prediction

4.1.6 Tampilan About Aplikasi

Tampilan about aplikasi adalah *form* yang menampilkan about aplikasi cerdas berbasis fuzzy logic mamdani. Tampilan about aplikasi dapat dilihat pada Gambar 4.9.

ABOUT



This software is expected to be useful in knowing the right method based on Screening Criteria. This software is based on collaboration with the Petroleum Engineering and Informatics Engineering Study Program. The purpose of this software is so that in the future it can simplify and make more advanced developments in the field of technology.

Indonesia's oil reserves continue to decrease every year. The amount of oil produced is greater than the number of new reserves found. To overcome this imbalance, various efforts have been made by the government in increasing oil lifting. In addition to exploration activities, another effort that can be done to increase oil lifting is through Enhanced Oil Recovery (EOR).

In this software, it is developed more widely with 14 methods based on the method above.

Gambar 4.9 Tampilan About Aplikasi

4.1.7 Kesimpulan Hasil Pengujian *Black Box*

Dari hasil pengujian dengan menggunakan black box, sistem yang sudah dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Dari halaman menu yang disediakan semuanya berfungsi sesuai dengan yang diharapkan baik validasi maupun proses penanganan kesalahan.
2. Proses input data studi kasus pada masing-masing *field* harus diinputkan semua dan tidak bisa diproses jika salah satu *field* kosong.
3. Data studi kasus diinputkan boleh melebihi range yang ditentukan.
4. Proses input data studi kasus untuk menghitung data studi kasus dalam mencari nilai tertinggi metode EOR berhasil dilakukan.
5. Proses tambah pada hasil mencari nilai tertinggi metode EOR berhasil dilakukan, dan tersimpan di tabel Prediction.
6. Proses menu pencarian di tabel prediction bisa dilakukan berdasarkan tanggal dan lapangan, berhasil dilakukan.

4.2 Pengujian Akurasi Sistem

Pengujian Akurasi Sistem merupakan proses dimana user yaitu engineer reservoir akan mengisi kriteria-kriteria aplikasi cerdas berbasis fuzzy logic mamdani untuk mengetahui metode EOR yang tertinggi. Pada penelitian ini digunakan 65 data dari beberapa penelitian sebelumnya. Penelitian 65 data tersebut dijabarkan yaitu pada penelitian P Sang Kang dan J (2014) dari Negara Korea Maritim di lapangan Brashear and Kuuskraa, Penelitian Nageh (2015) dari Negara Mesir yaitu Kota Cairo di lapangan Egyptian, Penelitian Saleh (2014) dari Negara Amerika Serikat yaitu Kota Columbia di lapangan Carcoana dst, Penelitian Hartono (2017) dari Negara Indonesia beberapa lapangan yaitu Tempino Kenali Asam, Duri, Minas, ledok, Klamono, dan Handil. Penelitian Alvarado (2002) dari Negara Indonesia di lapangan Handil. Penelitian Elradi Abass (2011) dari Negara Indonesia dari lapangan Handil.

Berikut adalah masing-masing data penelitian yang digunakan untuk menentukan akurasi perhitungan aplikasi cerdas berbasis fuzzy logic mamdani. Adapun data penelitian yang dilakukan oleh P Sang Kang dan J (2014) dari Negara Korea Maritim di lapangan Brashear and Kuuskraa terdapat 10 data dan dapat dilihat pada Tabel 4.3 sebagai berikut :

Tabel 4.3 Data Penelitian P Sang Kang dan J (2014)

Data Kasus	Kriteria									Hasil Aktual (EOR Method)
	API (Cp)	Oil Saturation (%)	Formation Type (%)	Net Thickness (ft)	Viscosity (Cp)	Permeability (md)	Temperature (°F)	Porosity (%)	Depth (ft)	
1	26	25	1	5	20	4	200	20	4000	HC MF
2	35	30	1	5	10	4	200	20	3937	HC MF
3	23	30	1	5	3	4	200	20	4000	HC MF

4	24	30	1	5	5	4	158	20	3937	HC MF
5	23	30	1	5	3	4	200	20	4000	HC MF
6	25	10	3	10	20	20	200	23	9000	HC MF
7	15	50	3	10	150	10	200	23	9000	HC MF
8	22	50	3	10	100	50	200	23	9000	HC MF
9	25	60	3	10	150	50	158	23	9000	HC MF
10	15	60	3	10	200	10	200	23	9000	HC MF

Adapun Data penelitian yang dilakukan oleh Nageh (2015) dari Negara Mesir yaitu Kota Cairo di lapangan Egyptian yang terdapat 30 data dan dapat dilihat pada Tabel 4.4 sebagai berikut :

Tabel 4.4 Data penelitian dari Nageh 2015

Data Kasus	Kriteria									Hasil Aktual (EOR Method)
	API (Cp)	Oil Saturation (%)	Formation Type (%)	Net Thickness (ft)	Viscosity (Cp)	Permeability (md)	Temperature (°F)	Porosity (%)	Depth (ft)	
11	16	69	1	5	30	5635	164	10	3937	Combustion
12	16	69	1	5	30	5635	164	10	3937	Steam
13	16	69	1	5	30	5635	164	10	3937	Polymer
14	19	61	1	5	24,8	193	150	10	3241	Combustion
15	21,4	67	1	5	17	27	148	25	2920	Combustion
16	21,4	67	1	5	17	27	148	25	2920	Polymer
17	21,4	67	1	5	17	27	148	25	2920	ASP
18	21,4	67	1	5	17	27	148	25	2920	HCMF
19	19,5	69	18	5	16	60	131	10	2800	Combustion
20	19,5	69	18	5	16	60	131	10	2800	CO2IMMF
21	19,5	69	18	5	16	60	131	10	2800	N2IMMF
22	21,9	65	18	5	12,2	84	124	25	2582	Combustion
23	21,9	65	18	5	12,2	84	124	25	2582	CO2MF
24	21	64	18	5	13	189	128	25	2582	Combustion
25	21	64	18	5	13	189	128	25	2582	CO2MF
26	37,3	52	1	5	0,48	237	163	25	5597	Polymer
27	37,3	52	1	5	0,48	237	163	25	5597	ASP

28	37	48	18	5	0,43	35	172	10	5938	CO2MF
29	37	48	18	5	0,43	35	172	10	5938	HCMF
30	36	62	1	5	1,4	307	180	10	6050	Polymer
31	36	62	1	5	1,4	307	180	10	6050	ASP
32	37	74	1	5	3,7	107	178	10	5490	Combustion
33	37	74	1	5	3,7	107	178	10	5490	Polymer
34	40,5	64	1	5	1,6	88	190	25	6530	HCMF
35	42,7	67	1	5	0,8	5	187	25	6880	HCMF
36	41	53	1	5	0,5	18	198	25	7700	HCMF
37	39,6	64	1	5	1,6	88	223	10	8850	Polymer
38	39,6	64	1	5	1,6	88	223	10	8850	HCMF
39	40	64	1	5	1,6	7	186	10	6750	Polymer
40	40	64	1	5	1,6	7	186	10	6750	HCMF

Adapun Data penelitian yang dilakukan oleh Saleh (2014) dari Negara Amerika Serikat yaitu Kota Columbia di lapangan Carcoana dst yang terdapat 7 data dan dapat dilihat pada Tabel 4.5 sebagai berikut:

Tabel 4.5 Data penelitian dari Saleh (2014)

Data Kasus	Kriteria									Hasil Aktual (EOR Method)
	API (Cp)	Oil Saturation (%)	Formation Type (%)	Net Thickness (ft)	Viscosity (Cp)	Permeability (md)	Temperature (°F)	Porosity (%)	Depth (ft)	
41	15	50	1	10	200	20	200	18,15	6562	Polymer
42	15	50	1	10	50	50	180	17,4	6562	Polymer
43	25	10	1	10	100	20	200	5,4	9000	Polymer
44	15	50	18	10	10	10	200	4,1	9000	Polymer
45	15	60	18	10	150	50	158	36,1	9000	Polymer
46	15	30	18	10	10	10	170	36,1	800	Polymer
47	13	34	18	10	0,4	1,8	74	36,1	700	Polymer

Adapun Data penelitian yang dilakukan oleh Hartono (2017) dari Negara Indonesia di lapangan Tempino, Kenali Asam, Duri, Minas, Ledok, Klamono, Handil yang terdapat 7 data dan dapat dilihat pada Tabel 4.6 sebagai berikut :

Tabel 4.6 Data penelitian dari Hartono (2017)

Data Kasus	Kriteria									Hasil Aktual (EOR Method)
	API (Cp)	Oil Saturation (%)	Formation Type (%)	Net Thickness (ft)	Viscosity (Cp)	Permeability (md)	Temperature (⁰ F)	Porosity (%)	Depth (ft)	
48	43,2	23	1	40	0,9	239	154,4	27,1	1270	ASP
49	42,2	11	1	40	0,9	170	154,4	23,7	1753	Polymer
50	22,7	10	1	40	100	500	100,4	36	1680	ASP
51	36	20	1	40	35	343	199,4	32,3	2342	ASP
52	43	50	1	40	7	140	84,2	34,1	610	Polymer
53	17,5	50	18	40	68	400	125,6	23,4	929	Steam
54	34	20	1	40	0,6	10	258	25	6070	HCMF

Adapun Data penelitian yang dilakukan oleh Alvarado (2002) dari Negara Indonesia di lapangan Handil yang terdapat 4 data dan dapat dilihat pada Tabel 4.7 sebagai berikut :

Tabel 4.7 Data penelitian dari Alvarado (2002)

Data Kasus	Kriteria									Hasil Aktual (EOR Method)
	API (Cp)	Oil Saturation (%)	Formation Type (%)	Net Thickness (ft)	Viscosity (Cp)	Permeability (md)	Temperature (⁰ F)	Porosity (%)	Depth (ft)	
55	8,5	50	1	18	0,07	0,2	60	5,5	9000	CO2MF
56	8,5	50	1	18	0,07	0,2	60	5,5	9000	Polymer
57	55	50	1	18	5000	10500	325	37	9000	CO2MF
58	55	50	1	18	5000	10500	325	37	9000	HCMF

Adapun Data penelitian yang dilakukan oleh Elradi abass (2011) dari Negara Indonesia di lapangan Handil yang terdapat 7 data dan dapat dilihat pada Tabel 4.8 sebagai berikut :

Tabel 4.8 Data penelitian dari Elradi abass (2011)

Data Kasus	Kriteria									Hasil Aktual (EOR Method)
	API (Cp)	Oil Saturation (%)	Formation Type (%)	Net Thickness (ft)	Viscosity (Cp)	Permeability (md)	Temperature (°F)	Porosity (%)	Depth (ft)	
59	35	59	1	10	0,07	0,5	100	15	6000	HCMF
60	54	80	1	10	0,3	0,5	100	15	18500	HCMF
61	24	30	1	10	0,04	0,04	100	15	4000	HC MF
62	54	98	1	10	2,9	2,9	100	15	15900	HC MF
63	22	20	1	10	0,3	0,5	100	15	2500	HCMF
64	40	70	1	10	6	0,5	100	15	4000	HCMF
65	13	20	1	10	0,3	0,5	100	15	1800	CO2IMF

4.2.1 Hasil Uji *Confusion Matrix*

Hasil Pengujian akurasi dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi aplikasi cerdas berbasis fuzzy logic mamdani yang bedasarkan hasil aktual dengan aplikasi yang dilakukan oleh sistem dengan menggunakan fuzzy logic mamdani. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *confusion matrix* yaitu sebuah matrik dari kelas prediksi yang akan dibandingkan dengan kelas yang asli dari data inputan. Pengujian dilakukan menggunakan 65 data dari beberapa penelitian yang telah di jabarkan pada (4.2 Pengujian Akurasi Sistem). Data penelitian tersebut dibandingkan dengan hasil perhitungan yang dilakukan oleh sistem.

Hasil penelitian P Sang Kang dan J (2014) berdasarkan lapangan Brashear and Kuuskraa memiliki output Method EOR yaitu HC MF dan dilakukannya

perbandingan antara hasil penelitian dan prediksi sistem memiliki hasil yang sama dengan hasil akhir atau kesimpulan HC MF. Pengujian Akurasi Sistem ini dapat dilihat pada Tabel 4.9

Tabel 4.9 Pengujian Akurasi Sistem dari Penelitian Tabel 4.3

Data Kasus	Hasil Penelitian	Prediksi Sistem	Kesimpulan
1	HC MF	HC MF	Sesuai
2	HC MF	HC MF	Sesuai
3	HC MF	HC MF	Sesuai
4	HC MF	HC MF	Sesuai
5	HC MF	HC MF	Sesuai
6	HC MF	HC MF	Sesuai
7	HC MF	HC MF	Sesuai
8	HC MF	HC MF	Sesuai
9	HC MF	HC MF	Sesuai
10	HC MF	HC MF	Sesuai

Hasil penelitian Nageh (2015) berdasarkan lapangan Egyption memiliki output Method EOR yaitu Combustion, Steam, CO₂IMMF, CO₂MF, HCMF, N₂IMMF, Polymer, ASP. Maka dilakukannya perbandingan antara hasil penelitian dan prediksi sistem memiliki hasil yang berbeda yaitu dengan hasil akhir Polymer, HC MF, N₂IMMF, CO₂MF dan terdapat hasil yang tidak sesuai pada nomor yang berwarna merah. Pengujian Akurasi Sistem ini dapat dilihat pada Tabel 4.10

Tabel 4.10 Pengujian Akurasi sistem dari Penelitian Tabel 4.4

Data Kasus	Hasil Penelitian	Prediksi Sistem	Kesimpulan
11	Combustion	Polymer	Tidak Sesuai
12	Steam	Polymer	Tidak Sesuai
13	Polymer	Polymer	Sesuai
14	Combustion	Combustion	Sesuai

15	Combustion	HCMF	Tidak Sesuai
16	Polymer	HCMF	Tidak Sesuai
17	ASP	HCMF	Tidak Sesuai
18	HCMF	HCMF	Sesuai
19	Combustion	CO2IMMF	Tidak Sesuai
20	CO2IMMF	CO2IMMF	Sesuai
21	N2IMMF	CO2IMMF	Tidak Sesuai
22	Combustion	CO2MF	Tidak Sesuai
23	CO2MF	CO2MF	Sesuai
24	Combustion	CO2MF	Tidak Sesuai
25	CO2MF	CO2MF	Sesuai
26	Polymer	Polymer	Sesuai
27	ASP	Polymer	Tidak Sesuai
28	CO2MF	CO2MF	Sesuai
29	HCMF	CO2MF	Tidak Sesuai
30	Polymer	Polymer	Sesuai
31	ASP	Polymer	Tidak Sesuai
32	Combustion	Combustion	Sesuai
33	polymer	Combustion	Tidak Sesuai
34	HCMF	HCMF	Sesuai
35	HCMF	HCMF	Sesuai
36	HCMF	HCMF	Sesuai
37	Polymer	HCMF	Tidak Sesuai
38	HCMF	HCMF	Sesuai
39	Polymer	HCMF	Tidak Sesuai
40	HCMF	HCMF	Sesuai

Hasil penelitian Saleh (2014) berdasarkan lapangan Carcoana dst memiliki output Method EOR yaitu Polymer. Maka dilakukan nya perbandingan antara hasil penelitian dan prediksi sistem memiliki hasil yang berbeda yaitu dengan hasil penelitian Polymer sedangkan hasil prediksi sistem HC MF yang terdapat pada nomor yang berwarna merah. Pengujian Akurasi Sistem ini dapat dilihat pada Tabel 4.11

Tabel 4.11 Pengujian Akurasi sistem dari Penelitian pada Tabel 4.5

Data Kasus	Hasil Penelitian	Prediksi Sistem	Kesimpulan
41	Polymer	Polymer	Sesuai
42	Polymer	Polymer	Sesuai
43	Polymer	Polymer	Sesuai
44	Polymer	Polymer	Sesuai
45	Polymer	Polymer	Sesuai
46	Polymer	Polymer	Sesuai
47	Polymer	Polymer	Sesuai

Hasil penelitian Hartono (2017) berdasarkan lapangan Tempino, Kenali Asam, Duri, Minas, Ledok, Klamono, dan Handil memiliki hasil output Method EOR yaitu HCMF, ASP, Polymer, Steam dan Hot Water. Maka dilakukannya perbandingan antara hasil penelitian dan prediksi sistem memiliki hasil yang berbeda yaitu dengan hasil akhir ASP, Polymer, HC MF dan terdapat hasil yang tidak sesuai pada nomor yang berwarna merah. Pengujian Akurasi Sistem ini dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Pengujian Akurasi Sistem dari Penelitian Tabel 4.6

Data Kasus	Hasil Penelitian	Prediksi Sistem	Kesimpulan
48	ASP	ASP	Sesuai
49	Polymer	Polymer	Sesuai
50	ASP	ASP	Sesuai
51	ASP	ASP	Sesuai
52	Polymer	Polymer	Sesuai
53	Steam	Steam	Sesuai
54	HCMF	HCMF	Sesuai

Hasil penelitian Alvarado (2002) berdasarkan lapangan Handil memiliki hasil output Method EOR yaitu CO₂MF, HCMF, Polymer. Maka dilakukannya perbandingan antara hasil penelitian dan prediksi sistem memiliki hasil yang

berbeda yaitu dengan hasil akhir yang tidak sesuai pada nomor yang berwarna merah. Pengujian akurasi sistem dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4.13 Pengujian Akurasi Sistem dari Penelitian Tabel 4.7

Data Kasus	Hasil Penelitian	Prediksi Sistem	Kesimpulan
55	CO2MF	CO2MF	Sesuai
56	Polymer	CO2MF	Tidak Sesuai
57	CO2MF	HCMF	Tidak Sesuai
58	HCMF	HCMF	Sesuai

Hasil penelitian Elradi Abass (2011) berdasarkan lapangan Handil memiliki output Method EOR yaitu HCMF dan CO2IMMF, dilakukan perbandingan antara hasil penelitian dan prediksi sistem memiliki hasil yang berbeda yaitu dengan hasil akhir HC MF, polymer dan terdapat hasil yang tidak sesuai pada nomor yang berwarna merah. pengujian akurasi sistem dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Pengujian Akurasi Sistem dari Penelitian Tabel 4.8

Data Kasus	Hasil Penelitian	Prediksi Sistem	Kesimpulan
59	HCMF	HCMF	Sesuai
60	HCMF	HCMF	Sesuai
61	HCMF	HCMF	Sesuai
62	HCMF	HCMF	Sesuai
63	HCMF	HCMF	Sesuai
64	HCMF	HCMF	Sesuai
65	CO2IMMF	Polymer	Tidak Sesuai

Evaluasi hasil pengujian sistem dengan menghitung nilai sensitivitas dan akurasi. Evaluasi dilakukan untuk mengetahui apakah hasil sistem yang dibangun layak diterapkan dalam menentukan Screening Criteria pada EOR. Menghitung nilai sensitivitas dan akurasi berdasarkan *confusion matrix* dari skenario pengujian yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.15

Tabel 4.15 Tabel *Confusion Matrix*

<i>fij</i>		Hasil Menurut Sistem													
		CO2 MF	CO2 IMMF	HC MF	HC IMMF	N2MF	N2 IMMF	WAG MF	WAG IMMF	Polymer	ASP	Combustion	Steam	Hot Water	Microbial
Kelas Asli	CO2 MF	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CO2 IMMF	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	HCMF	1	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	HC IMMF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	N2MF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	N2 IMMF	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	WAG MF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	WAG IMMF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Polymer	1	0	3	0	0	0	0	0	12	0	1	0	0	0
	ASP	0	0	1	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0
	Combustion	2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0
	Steam	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
	Hot Water	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Microbial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Keterangan :

- : Kategori dikelas Positif
- : Kategori dikelas Negatif

Berdasarkan Tabel 4.15 dapat dihitung dengan rumus formula 2.10 pada akurasi, 2.11 pada sensitivitas, dan 2.12 pada spesifisitas. Hasil perhitungan sensitivitas dan spesifisitas method EOR CO2MF dari Tabel 4.15 dapat dilihat pada Tabel 4.16

Tabel 4.16 Perhitungan Nilai Sensitivitas dan Spesifisitas EOR CO2MF

<i>Hasil Aktual (Method EOR)</i>	Positif	Negatif
Positif : CO2MF	4	2
Negatif : CO2IMMF HCMF HCIMMF	4	43

N2MF N2IMMF WAG MF WAG IMMF Polymer ASP Combustion Steam Hot Water Microbial		
---	--	--

$$\text{Sensitivitas} = \frac{4}{4+1} = \frac{4}{5} = 0,8$$

$$\text{Spesifisitas} = \frac{43}{4+43} = \frac{43}{47} = 0,92$$

Hasil perhitungan sensitivitas dan spesifisitas method EOR CO2IMMF dari Tabel 4.15 dapat dilihat pada Tabel 4.17

Tabel 4.17 Perhitungan Nilai Sensitivitas dan Spesifisitas EOR CO2IMMF

<i>Hasil Aktual (Method EOR)</i>	Positif	Negatif
Positif : CO2IMMF	1	1
Negatif : CO2MF HCMF HCIMMF N2MF N2IMMF WAG MF WAG IMMF Polymer ASP Combustion Steam Hot Water Microbial	2	46

$$\text{Sensitivitas} = \frac{1}{1+1} = \frac{1}{2} = 0,5$$

$$\text{Spesifisitas} = \frac{46}{46+2} = \frac{46}{48} = 0,95$$

Hasil perhitungan sensitivitas dan spesifisitas dari method EOR HCMF dari

Tabel 4.1 dapat dilihat pada Tabel 4.18

Tabel 4.18 Perhitungan Nilai Sensitivitas dan Spesifisitas EOR HCMF

<i>Hasil Aktual (Method EOR)</i>	Positif	Negatif
Positif : HCMF	24	1
Negatif : CO2MF CO2IMMF HCIMMF N2MF N2IMMF WAG MF WAG IMMF Polymer ASP Combustion Steam Hot Water Microbial	5	23

$$\text{Sensitivitas} = \frac{24}{24+1} = \frac{24}{25} = 0,96$$

$$\text{Spesifisitas} = \frac{23}{23+5} = \frac{23}{28} = 0,82$$

Hasil perhitungan sensitivitas dan spesifisitas method EOR N2IMMF dari

Tabel 4.15 dapat dilihat pada Tabel 4.19

Tabel 4.19 Perhitungan Nilai Sensitivitas dan Spesifisitas N2IMMF

<i>Hasil Aktual (Method EOR)</i>	Positif	Negatif
Positif : N2IMMF	0	1
Negatif : CO2MF CO2IMMF HCMF HCIMMF N2MF WAG MF WAG IMMF Polymer ASP Combustion	0	47

Steam Hot Water Microbial		
---------------------------------	--	--

$$\text{Sensitivitas} = \frac{0}{0+1} = \frac{0}{1} = 0$$

$$\text{Spesifisitas} = \frac{47}{0+47} = \frac{47}{47} = 1$$

Hasil perhitungan sensitivitas dan spesifisitas method EOR Polymer dari Tabel 4.15 dapat dilihat pada Tabel 4.20

Tabel 4.20 Perhitungan Nilai Sensitivitas dan Spesifisitas EOR Polymer

<i>Hasil Aktual (Method EOR)</i>	Positif	Negatif
Positif : Polymer	12	5
Negatif : CO2MF CO2IMMF HCMF HCIMMF N2MF N2IMMF WAG MF WAG IMMF ASP Combustion Steam Hot Water Microbial	5	35

$$\text{Sensitivitas} = \frac{12}{12+5} = \frac{12}{17} = 0,70$$

$$\text{Spesifisitas} = \frac{35}{5+35} = \frac{35}{40} = 0,87$$

Hasil perhitungan sensitivitas dan spesifisitas method EOR ASP dari Tabel 4.15 dapat dilihat pada Tabel 4.21

Tabel 4.21 Perhitungan Nilai Sensitivitas dan Spesifisitas EOR ASP

<i>Hasil Aktual (Method EOR)</i>	Positif	Negatif
Positif : ASP	3	3

Negatif : CO2MF CO2IMMF HCMF HCIMMF N2MF N2IMMF WAG MF WAG IMMF Polymer Combustion Steam Hot Water Microbial	0	44
--	---	----

$$\text{Sensitivitas} = \frac{3}{3+3} = \frac{3}{6} = 0,5$$

$$\text{Spesifisitas} = \frac{44}{0+44} = \frac{44}{44} = 1$$

Hasil perhitungan sensitivitas dan spesifisitas method EOR Combustion dari Tabel 4.15 dapat dilihat pada Tabel 4.22

Tabel 4.22 Perhitungan Nilai Sensitivitas dan Spesifisitas EOR Combustion

<i>Hasil Aktual (Method EOR)</i>	Positif	Negatif
Positif : Combustion	2	5
Negatif : CO2MF CO2IMMF HCMF HCIMMF N2MF N2IMMF WAG MF WAG IMMF Polymer ASP Steam Hot Water Microbial	1	45

$$\text{Sensitivitas} = \frac{2}{2+5} = \frac{2}{7} = 0,28$$

$$\text{Spesifisitas} = \frac{45}{1+45} = \frac{45}{46} = 0,97$$

Hasil perhitungan sensitivitas dan spesifisitas method EOR Steam dari Tabel 4.15 dapat dilihat pada Tabel 4.23

Tabel 4.23 Perhitungan Nilai Sensitivitas dan Spesifisitas EOR Steam

Hasil Aktual (Method EOR)	Positif	Negatif
Positif : Steam	1	1
Negatif : CO2MF CO2IMMF HCMF HCIMMF N2MF N2IMMF WAG MF WAG IMMF Polymer ASP Combustion Hot Water Microbial	0	46

$$\text{Sensitivitas} = \frac{1}{1+1} = \frac{1}{2} = 0,5$$

$$\text{Spesifisitas} = \frac{46}{0+46} = \frac{46}{46} = 1$$

Berdasarkan masing-masing Tabel Method EOR maka selanjutnya yaitu menghitung nilai sensitivitas, spesifisitas dan akurasi secara keseluruhan berdasarkan rumus formula 2.10 (akurasi), 2,11 (Sensitivitas), 2.12 (Spesifisitas) yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Sensitivitas} &= \frac{0,8+0,5+0,96+0+0,70+0,5+0,28+0,5}{8} = \frac{4,24}{8} = 0,53 \\ &= 53\% \end{aligned}$$

$$\text{Spesifisitas} = \frac{0,91+0,95+0,82+1+0,87+1+0,97+1}{8} = \frac{7,52}{8} = 0,94$$

$$= 94 \%$$

$$\text{Akurasi} = \frac{47}{65} = 0,72$$

$$= 72\%$$

Hasil pengujian sistem dilakukan dengan menghitung nilai sensitivitas dan akurasi dengan nilai yang di peroleh yaitu sensitivitas adalah 53% dan nilai Akurasi sistem sebesar 72% maka sistem cerdas berbasis fuzzy logic mamdani yang dibangun dapat menentukan Screening Criteria pada EOR .

4.2.2 Kesimpulan Hasil Pengujian Akurasi *Confusion Matrix*

Dari hasil pengujian akurasi dengan menggunakan *Confusion Matrix*, pengujian yang sudah dilakukan maka diperoleh kesimpulan adalah Hasil pengujian sistem dilakukan dengan menghitung nilai sensitivitas, spesifisitas dan akurasi. Sensitivitas atau *true positive rate* mengukur proporsi positif asli yang diprediksi secara benar sebagai positif diperoleh nilai sebesar 53%. Spesifisitas atau *true negative rate* mengukur proporsi negatif asli yang diprediksi secara benar sebagai negatif diperoleh nilai sebesar 94% dan nilai Akurasi sistem diperoleh sebesar 72% maka sistem cerdas berbasis fuzzy logic mamdani yang dibangun dapat menentukan Screening Criteria pada EOR .

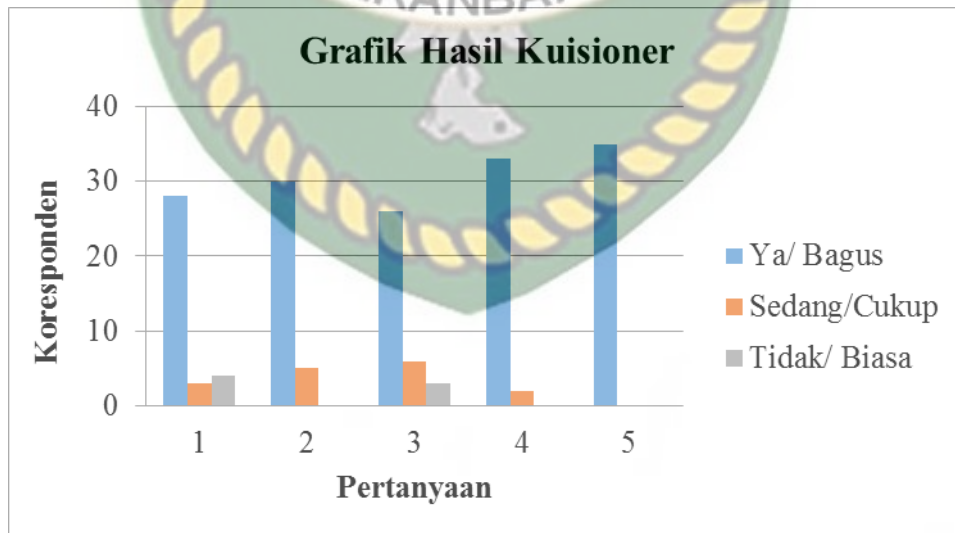
4.3. Implementasi Sistem

Implementasi sistem yang dilakukan adalah dengan membuat kuisisioner dengan 5 (lima) pertanyaan dan 30 (tiga puluh) koresponden dari kalangan jurusan Teknik Perminyakan angkatan 2015 dan 5(lima) koresponden dari alumni jurusan

Teknik Perminyakan. Adapun kelima pertanyaan yang dimaksud adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pendapat anda mengenai tampilan desain sistem ini?
2. Apakah tampilan input dan outputnya mudah di mengerti?
3. Apakah sistem ini mudah digunakan?
4. Apakah sistem ini dapat mempermudah anda untuk menentukan *screening criteria* yang tepat sebagai panduan atau langkah pertama dalam pelaksanaan EOR?
5. Apakah Bahasa yang digunakan sistem mudah dimengerti?

Dari pertanyaan-pertanyaan tersebut, maka hasil jawaban atau tanggapan dari koresponden terhadap kinerja dari sistem berdasarkan pertanyaan yang diajukan adalah sebagai berikut:



Gambar 4.10 Grafik Hasil Kuisisioner

- a. Bagaimana pendapat anda mengenai tampilan desain sistem ini, memiliki nilai BAGUS : 28 koresponden, CUKUP : 3 koresponden, BIASA : 4 koresponden.
- b. Apakah tampilan input dan outputnya mudah di mengerti, memiliki nilai YA: 30 koresponden, SEDANG: 5 koresponden, TIDAK: 0 koresponden.
- c. Apakah sistem ini mudah digunakan, memiliki nilai YA: 26 koresponden, SEDANG: 6 koresponden, TIDAK : 3 koresponden.
- d. Apakah sistem ini dapat mempermudah anda untuk menentukan *screening criteria* yang tepat sebagai panduan atau langkah pertama dalam pelaksanaan EOR, memiliki nilai YA: 33 koresponden, SEDANG: 2 koresponden, TIDAK : 0 koresponden.
- e. Apakah Bahasa yang digunakan sistem mudah dimengerti, memiliki nilai YA: 35 koresponden, SEDANG: 0 koresponden, TIDAK : 0 koresponden.

Berdasarkan hasil kuisisioner tersebut maka dapat disimpulkan bahwa aplikasi Sistem Cerdas Berbasis Fuzzy Untuk Menentukan Screening Criteria Pada Enhanced Oil Recovery Technologies ini memiliki persentase sebagai berikut:

Tabel 4.24 Hasil Nilai Persentase Tiap Pertanyaan Kuisisioner

No	Pertanyaan	Jumlah Persentase Koresponden		
		Ya/ Bagus	Sedang/ Cukup	Tidak/ Biasa
1	Bagaimana pendapat anda mengenai tampilan desain sistem ini?	28	3	4
2	Apakah tampilan input dan outputnya mudah di mengerti?	30	5	0
3	Apakah sistem ini mudah digunakan?	26	6	3
4	Apakah sistem ini dapat mempermudah anda untuk menentukan <i>screening criteria</i> yang	33	2	0

	tepat sebagai panduan atau langkah pertama dalam pelaksanaan EOR?			
5	Apakah Bahasa yang digunakan sistem mudah dimengerti?	35	0	0
Total		152	16	7

Maka secara keseluruhan penilaian kualitas aspek sistem ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus tabulasi sederhana. Berdasarkan rumus ini, masing-masing kondisi diperoleh presentase sebagai berikut:

1. Ya/Bagus : $152/175 * 100\% = 86,9\%$
2. Sedang/Cukup : $16/175 * 100\% = 9,1\%$
3. Tidak/Biasa : $7/175 * 100\% = 4\%$

Dari hasil persentase tabel 4.7 di atas dapat disimpulkan hasil pengujian aplikasi aplikasi cerdas berbasis fuzzy logic mamdani yang telah dilakukan kepada 35 koresponden dari jurusan Teknik Perminyakan, maka hasil jawaban setiap pertanyaan adalah yang memiliki jawaban Ya/Bagus sebesar 86,9%, Sedang/Cukup 9,1%, Tidak/Biasa 4%.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pembuatan sistem aplikasi cerdas berbasis fuzzy logic mamdani, dapat disimpulkan bahwa:

1. Penerapan fuzzy logic mamdani untuk mencari nilai tertinggi metode EOR telah berhasil dirancang dan menghasilkan keputusan metode EOR tertinggi yang sesuai dengan kriteria-kriteria yang ditentukan.
2. Akurasi sistem aplikasi cerdas berbasis fuzzy logic mamdani dari 65 data uji adalah 72% maka, fuzzy logic mamdani dapat digunakan sebagai algoritma mencari nilai tertinggi metode EOR karena tingkat akurasi yang besar.
3. Penilaian performance sistem yang dilakukan dengan pengisian kuisisioner memiliki presentase total ya atau bagus sebesar 86,9%.

5.2 Saran

Agar sistem ini dapat bermanfaat baik untuk sekarang maupun akan datang, maka penulis memberikan saran untuk memberikan penambahan, sebagai berikut:

1. Dalam pengembangan sistem selanjutnya, tampilan dari aplikasi ini lebih menarik lagi dan mudah dipahami serta merancang *database* yang lebih efektif dan efisien.
2. Untuk pengembangan selanjutnya, dapat menggunakan metode lain seperti fuzzy logic tsukomoto maupun fuzzy logic sugeno ataupun melakukan perbandingan dua atau lebih metode lain yang sesuai dengan penelitian in

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Saiful., Muslim, Much Aziz., dan Sugiman., 2015, Implementasi Logika Fuzzy Mamdani untuk Mendeteksi Kerentanan Daerah Banjir di Semarang Utara, *Scientific Journal of Informatics*, Vol.2
- A.S., Rosa., dan Shaluddin, M., 2014, *Rekayasa Perangkat Lunak*, INFORMATIKA, Bandung
- Asih, Munjiat Setiani., 2018, Sistem Pendukung Keputusan Fuzzy Mamdani pada Alat Penyiraman Tanaman Otomatis, *Jurnal Sistem Informasi*, Vol.2
- Fauziah, Puspita., 2008, *Pengembangan Algoritma Logika Fuzzy Untuk Optimasi Daya Listrik pada Suatu Ruang*, Skripsi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- F.K. Sibero, Alexander., 2011, *Kitab Suci Web Programing*, MediaKom, Yogyakarta.
- Kusumadewi, Sri, 2003, *Artificial Intelligence*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Ladjamudin, Al-Bahra Bin., 2006, *Analisis dan Desain Sistem Informasi*, Graha Ilmu, Yogyakarta
- Muharam, Aris., dan S. Rositawaty., 2008, *Senang Belajar Ilmu Pengetahuan Alam*, Pusat Perbukuan Depdiknas, Jakarta
- Nageh Mohamed., E. E., 2015, Application of Using Fuzzy Logic as an Artificial Intelligence Technique in the Screening Criteria of the EOR Technologies, *SPE North Africa Technical Conference and Exhibition held.*
- Ramadhani, C., 2015, *Dasar Algoritma & Struktur Data dengan Bahasa JAVA*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Saelan, A., 2009, *Logika Fuzzy*, Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung
- Soleh, Mukhamad., 2013, *Sistem Pakar Penentuan Selera Konsumen Terhadap Menu Kopi dengan Metode Fuzzy Logic*, Teknik Informatika Universitas Dian Nuswantoro, Semarang
- Solikin, Fajar., 2011, Aplikasi Logika Fuzzy dalam Optimasi Produksi Barang Menggunakan Metode Mamdani dan Metode Sugeno, *Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Yogyakarta*, Yogyakarta.
- Taber J.J., M. F., 1997, EOR Screening Criteria Revisited - Part 1: Introduction to Screening Criteria and Enhanced Recovery Field Projects, *SPE Reservoir Engineering*.
- Trujillo, M.et.at, 2010, Selection Methodology for Screening Evaluation of Enhanced-Oil-Recovery. In: Proceedings of the 2010 LACPEC - SPE Latin American & Caribbean Petroleum Engineering Conference 'Latin America's Energy Challenge: Sustainable

& Responsible Economic Development', Lima, Decembre 2010, *Society of Petroleum Engineers*.

Wulandari, Y. 2011. *Aplikasi Mamdani dalam penentuan Status Gizi dengan Indeks Massa (IMT) Menggunakan Logika Fuzzy*. Yogyakarta.

Hasan, M. Iqbal, 2002. *Pokok-pokok Materi Metodologi Penelitian dan Aplikasinya*, Ghalia Indonesia, Bogor.

Prasetyo, Eko., 2014, *Data Mining Mengolah Data Menjadi Informasi Menggunakan Matlab*, Andi, Yogyakarta.

Aladasani, Ahmad., 2010, *Recent Deveploment and Updated Screening Criteria of Enhanced Oil Recovery Techniques*, SPE Missouri University Of Science and Technology

Alvarado, Vladimir., 2002, *Selection of EOR/IOR Opportunities Based on Machine Learning*, SPE European Petroleum Conference held in Aberdeen, Scotland.

Hartono A.D., 2017, *Revisiting EOR Project in Indonesia Through Integrated Study: EOR Screening, Predictive Model, and Optimisation*, SPE Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Kang, Pan-Sang., 2014, *Integrated Screening Criteria for Offshore Application Of Enhanced Oil Recorvery*, *SPE Annual Technical Conference and Exhibition held in Amsterdam, The Netherland*.

Nageh, Mohammed., 2015, *Application of Using Fuzzy Logic as an Artificial Intelligence Technique in the Screening Criteria Of the EOR Technologies*, *SPE North Africa Technical Conference and Exhibition held in Cairo, Egypt*.

Saleh, Dao Laila., 2014, *Data Analysis and Updated Screening Criteria For Polymer Flooding Based on Oildfield Data*, *SPE Missouri University of Science and Technology*.

Abass, Elradi., 2011, *Atificial Intelligence Selection With Capability Of Editing A New Parameter For EOR Screening Criteria*, *SPE China University of Petroleum-Beijing(CUPB)*.

Lampiran 1. Perhitungan Manual Mamdani

Kriteria yang digunakan untuk screening criteria pada EOR berjumlah 23 kriteria yaitu 9 kriteria input, kriteria *API Gravity*, kriteria *Oil Saturasion*, kriteria *Formation Type*, kriteria *Viscosity*, kriteria *Permeability*, kriteria *Temperature*, kriteria *Porosity*, kriteria *Depth*, dan kriteria *Net Thickness* dan 14 kriteria output, kriteria *CO₂ MF Miscible Flooding*, kriteria *CO₂ IMMF Immiscible Flooding*, kriteria *HCMF Miscible Flooding*, kriteria *HM IMMF Immiscible Flooding*, kriteria *N₂ MF Miscible Flooding*, kriteria *N₂ IMMF Immiscible Flooding*, kriteria *WAG MF Miscible Flooding*, kriteria *HCWAG IMMF Immiscible*

Flooding, kriteria *Polymer*, kriteria ASP, kriteria *Combustion*, kriteria *Steam*, kriteria *Hot Water*, dan kriteria *Microbial*.

Tabel 1. Contoh Kasus

No	Kriteria	Domain	Inputan
1	API Gravity (Cp)	0-60	43.2
2	Oil Saturasion (%)	0-1	23
3	Formation Type (%)	0-18	1
4	Viscosity (Cp)	0.0001-100000	0.9
5	Permeability (md)	0-100000	239
6	Temperature (^o F)	0-400	154.4
7	Porosity (%)	0-70	27.1
8	Depth (ft)	0-20000	1270
9	Net Thickness (ft)	0-20	40

1. Menentukan kriteria

Kriteria yang terkait dalam proses yang akan ditentukan dan fungsi fuzzifikasi yang sesuai.

Ada 9 kriteria input yang di modelkan, yaitu :

- a. Kriteria API Gravity (0-60), terdiri dari Rendah (0-20), Sedang (5-60), dan Tinggi (40-60)
- b. Kriteria Oil Saturasion (0-1), terdiri dari Rendah (0-0.6), Sedang (0.4-1), dan Tinggi (0.8-1)
- c. Kriteria Formation Type (0-18), terdiri dari Standstone (0-5), Sorc (2-18), dan Cargonate (10-18)
- d. Kriteria Viscosity (0.0001-10000), terdiri dari Rendah (0.0001-1000), Sedang (1-10000), dan Tinggi (5000-10000)
- e. Kriteria Permeability (0-100000), terdiri dari Rendah (0-100), Sedang (10-100000), dan Tinggi (10000-100000)
- f. Kriteria Temperature (0-400), terdiri dari Rendah (0-200), Sedang (100-400), dan Tinggi (300-400)