

**OPTIMASI MODEL FUZZY TSUKAMOTO DENGAN
MENGUNAKAN ALGORITMA *EVOLUTION STRATEGIES*
UNTUK MEMPREDIKSI KEMUNGKINAN PERSALINAN
NORMAL**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:

Siti Fatimatuzzuhriyah

NIM: 125150101111006



PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2017

PENGESAHAN

OPTIMASI MODEL *FUZZY TSUKAMOTO* DENGAN MENGGUNAKAN *EVOLUTION STRATEGIES* UNTUK MEMPREDIKSI KEMUNGKINAN PERSALINAN NORMAL

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :

Siti Fatimatuzzuhriyah

NIM: 125150101111006

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
26 Januari 2017

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Informatika

Dosen Pembimbing

Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D

NIP. 19710518 200312 1 001

Wayan Firdaus Mahmudy, S.Si., M.T., Ph.D.

NIP. 19720919 199702 1 001

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

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

Malang, 17 Januari 2017
Mahasiswa,

Siti Fatimatuzzuhriyah
NIM. 125150101111006



KATA PENGANTAR

Syukur dan alhamdulillah Penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan curahan rahmat, taufiq serta hidayah-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul: "Optimasi Model Fuzzy Tsukamoto Dengan Menggunakan Algoritma Evolution Strategies Untuk Memprediksi Kemungkinan Persalinan Normal". Skripsi ini diajukan sebagai syarat seminar skripsi dengan tujuan akhir memperoleh gelar sarjana komputer di Fakultas Ilmu Komputer (FILKOM), Program Studi Teknik Informatika/Illmu Komputer, Universitas Brawijaya Malang. Atas terselesainya skripsi ini, Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Bapak Wayan Firdaus Mahmudy, S.Si., M.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing skripsi yang senantiasa meluangkan waktu dan tenaganya guna memberikan bimbingan kepada penulis selama penulisan skripsi.
2. Agus Wahyu Widodo, S.T, M.Cs. selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Brawijaya.
3. Nurul Qomariyah, Amd.Keb selaku narasumber yang telah bersedia meluangkan waktu dan tenaganya dalam proses pengumpulan data skripsi.
4. Orang tua penulis yang selalu memberikan motivasi untuk terselesainya skripsi.
5. Tanti, Nining, Indah, Reza serta teman-teman lainnya yang telah memberikan motivasi dalam pembuatan skripsi ini.
6. Keluarga besar Kazou Media dan SuratKabar.co.id yang telah banyak memberikan kelonggaran waktu kerja dan juga dukungan selama pengerjaan skripsi.
7. Segenap bapak dan ibu dosen yang telah mendidik dan mengajarkan ilmunya kepada penulis selama menempuh pendidikan di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.
8. Segenap staff dan karyawan di Fakultas Ilmu Komputer yang telah banyak memberikan bantuan dalam pemenuhan syaat akademis.
9. Seluruh pihak yang turut berperan dalam penulisan skripsi dan tak mungkin penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini measih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, Penulis membuka diri unjtuk menerima kritik dan saran yang membangun guna perbaikan dan kesempurnaan skeripsi ini. Penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak yang berkepentingan

Malang, 2017

Penulis

125150101111006@mail.ub.ac.id

ABSTRAK

Siti Fatimatuzzuhriyah. 2017. Optimasi Model Fuzzy Tsukamoto Dengan Menggunakan Algoritma Evolution Strategies Untuk Memprediksi Kemungkinan Persalinan Normal. Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya, Malang. Dosen Pembimbing : Wayan Firdaus Mahmudy, S.Si., M.T., Ph.D

Persalinan adalah serangkaian kejadian yang berakhir dengan pengeluaran bayi yang cukup bulan atau hampir cukup bulan, disusul dengan pengeluaran plasenta dan selaput janin dari dalam rahim. Secara umum, persalinan ada tiga macam, yaitu persalinan normal, persalinan normal dengan tindakan dan persalinan caesar. Jika proses yang dipilih tidak tepat, maka proses persalinan tersebut dapat membahayakan nyawa ibu dan janin. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya untuk mengukur kemungkinan proses persalinan normal dengan memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi seperti, usia calon ibu, letak bayi, ukuran panggul, tekanan darah (sistoli dan diastoli), kadar Hemoglobin (Hb), kondisi psikologis calon ibu, taksiran berat janin (TBJ), penyakit beresiko kehamilan dan lingkaran lengan atas (LiLA). Metode *Fuzzy Tsukamoto* dinilai mampu mengukur tingkat kemungkinan persalinan normal dengan mempertimbangkan kemungkinan-kemungkinan yang terjadi. Namun, metode ini masih memiliki kekurangan, yaitu ketepatan menentukan batas-batas kriteria yang digunakan. Oleh karena itu, penentuan batas kriteria perlu dioptimasi menggunakan algoritma *Evolution strategies*. Penggunaan *Evolution strategies* pada *Fuzzy Tsukamoto* ini mampu menghasilkan batas-batas yang mendekati tepat sehingga menghasilkan akurasi yang lebih baik jika dibandingkan dengan penggunaan *Fuzzy Tsukamoto* tanpa melalui proses optimasi. Akurasi metode *Fuzzy Tsukamoto* mencapai 69%, sedangkan akurasi metode *Fuzzy Tsukamoto* yang telah dioptimasi mencapai 85%. Nilai fitness terbaik diperoleh ketika ukuran populasi sebesar 35, ukuran lambda 8μ dan ukuran generasi 80. Hal ini juga menunjukkan semakin besar ukuran populasi dan lambda, maka semakin besar pula fitness yang dihasilkan karena individu yang terlibat semakin beragam. Sedangkan ukuran generasi tidak akan menjamin fitness yang dihasilkan semakin baik karena nilai fitness sangat bergantung pada pembangkitan populasi awal yang dilakukan secara random.

Kata kunci : persalinan normal, *fuzzy tsukamoto*, *evolution strategies*

ABSTRACT

Siti Fatimatuzzuhriyah. 2017. Optimization of Model Fuzzy Tsukamoto Using Evolution Strategies Algorithm To Predict of Normal Delivery. Faculty of Computer Science, University of Brawijaya, Malang. Advisor : Wayan Firdaus Mahmudy, S.Si., M.T., Ph.D.

Delivery is a series of events that the baby enough spending months or nearly full-term, followed by the expulsion of the placenta and fetal membranes of the uterus. In general, there are three kinds of delivery, they are normal delivery, action delivery and cesar delivery. If the process are not appropriate, then the delivery process can endanger the mother and fetus. Therefore, efforts should be made to measure the that normal delivery process by taking into account factors that affect the like, the age of mothers, location of the baby, the size of the pelvis, blood pressure (sistoly and diastoly), the levels of hemoglobin (Hb), the psychological condition of mothers , estimated fetal weight (TBJ), disease-risk pregnancy and upper arm circumference (LiLA). Fuzzy Tsukamoto method capable of measuring a normal delivery with the possibility of considering the possibilities occur. However, this method still has deficiencies, such as the accuracy of determining the boundaries of the criteria used. Therefore, determination of the criteria needed to be optimized using algorithms Evolution strategies. Using Evolution strategies on Fuzzy Tsukamoto can produce of limits the right approach resulting in better accuracy when compared with the use of Fuzzy Tsukamoto without going through process optimization. Fuzzy Tsukamoto accuracy reaches 69%, while the accuracy of the method that has been optimized Fuzzy Tsukamoto reached 85%. The best value of fitness is obtained when the population size is 35, the size lambda 8μ and the size of the generation 80. It also shows the larger the population size and lambda, the resulting fitness for the individual involved more diverse. while the size of the generation will not guarantee the resulting fitness the better because the fitness value is very dependent on the generation of an initial population is done randomly.

Keywords : normal delivery, fuzzy Tsukamoto, evolution strategies

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR PERSAMAAN.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	14
1.1. Latar Belakang.....	14
1.2. Rumusan Masalah.....	16
1.3. Tujuan.....	16
1.4. Manfaat.....	16
1.5. Batasan Masalah	16
1.6. Sistematika Pembahasan	17
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN	18
2.1. Kajian Pustaka	18
2.2. Persalinan Normal.....	21
2.2.1. Faktor yang Mempengaruhi Persalinan Normal	21
1) Usia Calon Ibu	22
2) Letak bayi.....	22
3) Ukuran panggul.....	22
4) Tekanan darah	22
5) Hemoglobin (Hb).....	23
6) Keadaan psikologi calon ibu	23
7) Taksiran Berat Janin (TBJ)	23
8) Penyakit Beresiko.....	23
9) Lingkar Lengan Atas (LILA)	23
10) Proteinuria	24
2.3. Logika Fuzzy.....	24

2.4.	Fungsi Kenggotaan <i>Fuzzy</i>	24
2.4.1.	Representasi Linear	24
2.4.2.	Representasi Kurva Segitiga	25
2.4.3.	Representasi Kurva Trapesium	26
2.5.	Operator Himpunan Fuzzy	27
2.5.1.	Operator NOT	27
2.5.2.	Operator OR	27
2.5.3.	Operator AND.....	27
2.6.	Fuzzy inference Sistem Tsukamoto.....	28
2.7.	Evolution Strategies	28
2.7.1.	Siklus pada Evolution Strategies	29
2.7.2.	Representasi Kromosom	29
2.7.3.	Reproduksi.....	29
2.7.4.	Fungsi <i>Fitness</i>	30
2.7.5.	Seleksi.....	31
BAB 3 METODOLOGI		32
3.1.	Studi Literatur	33
3.2.	Pengumpulan dan Analisis Data.....	33
3.3.	Analisis dan Perancangan Sistem.....	33
3.3.1.	Deskripsi Umum Sistem	33
3.3.2.	Kebutuhan Sistem	33
3.4.	Implementasi	34
3.5.	Pengujian Algoritma.....	34
3.5.1.	Pengujian Ukuran Populasi	34
3.5.2.	Pengujian Ukuran Generasi.....	35
3.5.3.	Pengujian Ukuran Lamda	35
3.5.4.	Pengujian Paramete Terbaik	36
3.6.	Penarikan Kesimpulan.....	36
BAB 4 PERANCANGAN.....		37
4.1.	Deskripsi permasalahan	37
4.2.	Siklus penyelesaian masalah menggunakan fuzzy Tsukamoto.....	37
4.3.	Siklus penyelesaian masalah menggunakan evolution strategies..	37



4.3.1.	Representasi kromosome dan perhitungan fitness.....	61
4.3.2.	Inialisasi populasi awal	63
4.3.3.	Reproduksi	65
4.3.4.	Seleksi.....	70
4.4.	Perancangan user interface	74
4.3.1.	Rancangan halaman awal.....	75
4.3.2.	Rancangan halaman hasil ES	75
4.3.3.	Rancangan halaman aturan.....	76
BAB 5 IMPLEMENTASI		78
5.1.	Struktur Class	78
5.2.	Implementasi Kode Program	79
5.2.1.	Implementasi inialisasi populasi awal	79
5.2.2.	Implementasi proses perhitungan fuzzy.....	80
5.2.3.	Implementasi proses perhitungan fitness	85
5.2.4.	Implementasi proses reproduksi	85
5.2.5.	Implementasi self adaption.....	86
5.2.6.	Implementasi proses seleksi	87
BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS.....		89
6.1.	Hasil Pengujian dan Analisis Ukuran Populasi (μ).....	89
6.2.	Hasil Pengujian dan Analisis Banyaknya Generasi.....	90
6.3.	Hasil Pengujian dan Analisis Ukuran Lambda.....	92
6.4.	Hasil Pengujian dan Analisis Parameter Terbaik	93
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN		99
7.1.	Kesimpulan.....	99
7.2.	Saran	99
DAFTAR PUSTAKA.....		101



DAFTAR TABEL

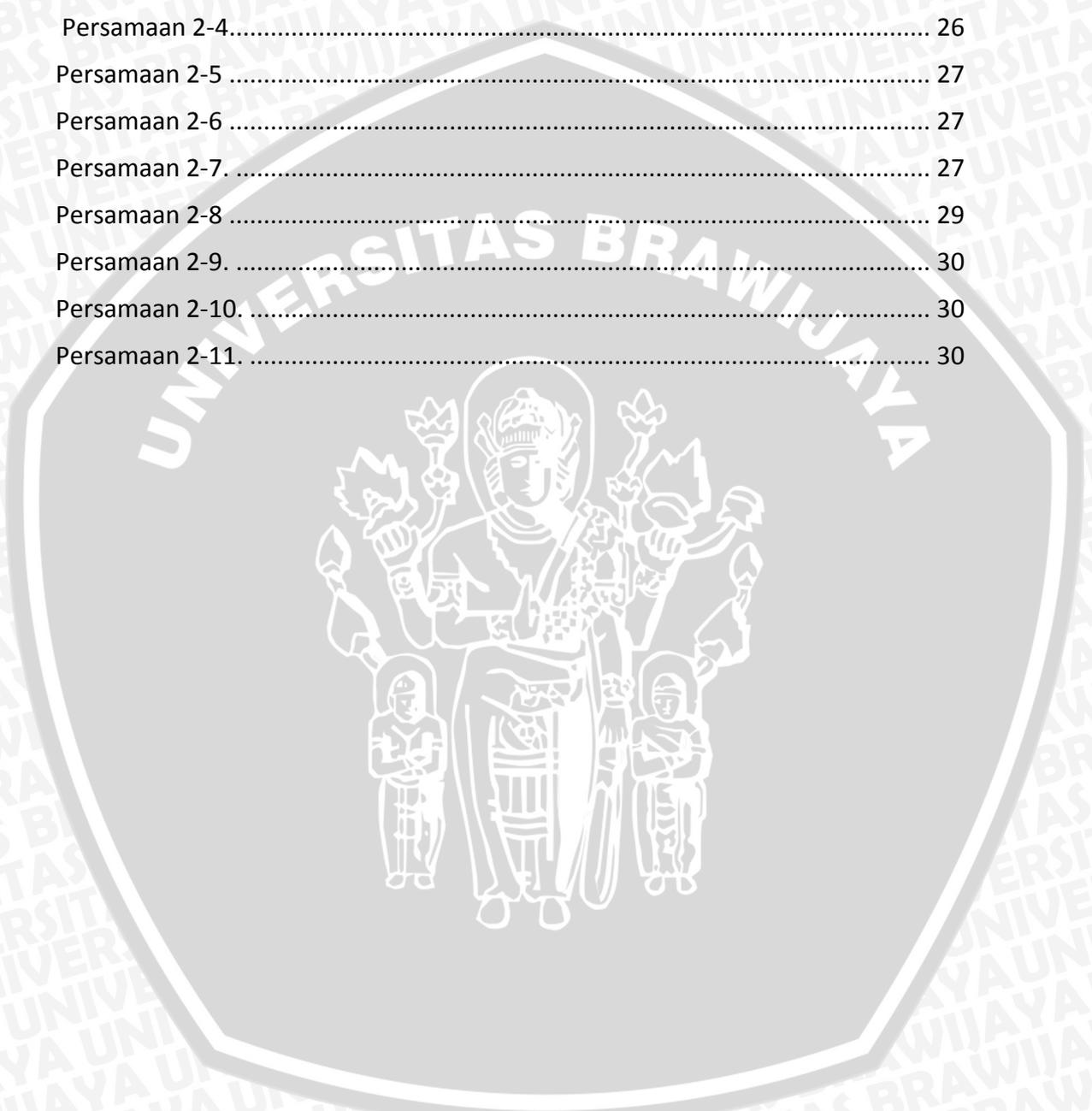
Tabel 2.1. Perbandingan Objek dan Metode Tabel	19
Tabel 2.2. Perbandingan Input, Proses dan Output.....	20
Tabel 3.1. Pengujian Ukuran Populasi.....	35
Tabel 3.2. Pengujian Ukuran Generasi.....	35
Tabel 3.3. Pengujian Ukuran Lambda	36
Tabel 4.1. Contoh Data Yang Digunakan.....	37
Tabel 4.2. Range Kriteria Yang Digunakan	38
Tabel 4.3. Contoh Aturan Dari Pakar	52
Tabel 4.4. Perhitungan Akurasi	54
Tabel 4.5. Hasil Perhitungan Fuzzy Tsukamoto.....	63
Tabel 4.6. Perbandingan Akurasi	63
Tabel 4.7. Populasi Awal	65
Tabel 5.1 Implementasi Inialisai Populasi Awal.....	79
Tabel 5.2 Implementasi Proses Perhitungan Fuzzy.....	80
Tabel 5.3 Implementasi Proses Perhitungan Fitness	85
Tabel 5.4 Implementasi Proses Reproduksi.....	85
Tabel 5.5 Implementasi Self Adaption	86
Tabel 5.6 Implementasi Proses Seleksi	87
Tabel 6.1 Hasil Pengujian Ukuran Populasi.....	89
Tabel 6.2 Hasil Pengujian Banyaknya Generasi	91
Tabel 6.3 Hasil Pengujian Ukuran Lambda.....	92
Tabel 6.4 Perbandingan Akurasi Hasil Pengujian.....	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Representasi linear naik.....	25
Gambar 2.2 Representasi linear turun.....	25
Gambar 2.3 Representasi kurva segitiga.....	26
Gambar 2.4 Representasi kurva trapesium	26
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	32
Gambar 4.1. Grafik fuzzy Usia	39
Gambar 4.2. Grafik Fuzzy Letak Bayi.....	40
Gambar 4.3. Grafik Fuzzy Luas Pangul	41
Gambar 4.4. Grafik Fuzzy Sistoli.....	42
Gambar 4.5. Grafik Fuzzy Diastoli	43
Gambar 4.6. Grafik Fuzzy HB.....	45
Gambar 4.7. Grafik Fuzzy Gangguan Psikologis	46
Gambar 4.8. Grafik Fuzzy TBJ	47
Gambar 4.9. Grafik Fuzzy Penyakit Beresiko	48
Gambar 4.10. Grafik Fuzzy LiLA.....	49
Gambar 4.11. Grafik Fuzzy Proteinuria	50
Gambar 4.12. Grafik Fuzzy Kemungkinan Persalinan Normal	51
Gambar 4.13. Siklus Algoritma.....	60
Gambar 4.14. Representasi Kromosome	61
Gambar 4.15. Contoh Representasi Kromosome	62
Gambar 4.16. Diagram Alir Inialisasi Populasi Awal	64
Gambar 4.17. Diagram Alir Reproduksi	66
Gambar 4.18. Diagram Alir Seleksi.....	70
Gambar 4.19. Rancangan Halaman Awal.....	75
Gambar 4.20. Rancangan Halaman ES.....	76
Gambar 4.21. Rancangan Halaman Aturan.....	77
Gambar 6.1. Grafik Pengaruh Ukuran Populasi Dengan Rata-Rata Fitness.....	90
Gambar 6.2 Grafik Pengaruh Ukuran Generasi Terhadap Rata-Rata Fitness	91
Gambar 6.3 Grafik Pengaruh Ukuran Lambda Terhadap Nilai Rata-Rata Fitness	93

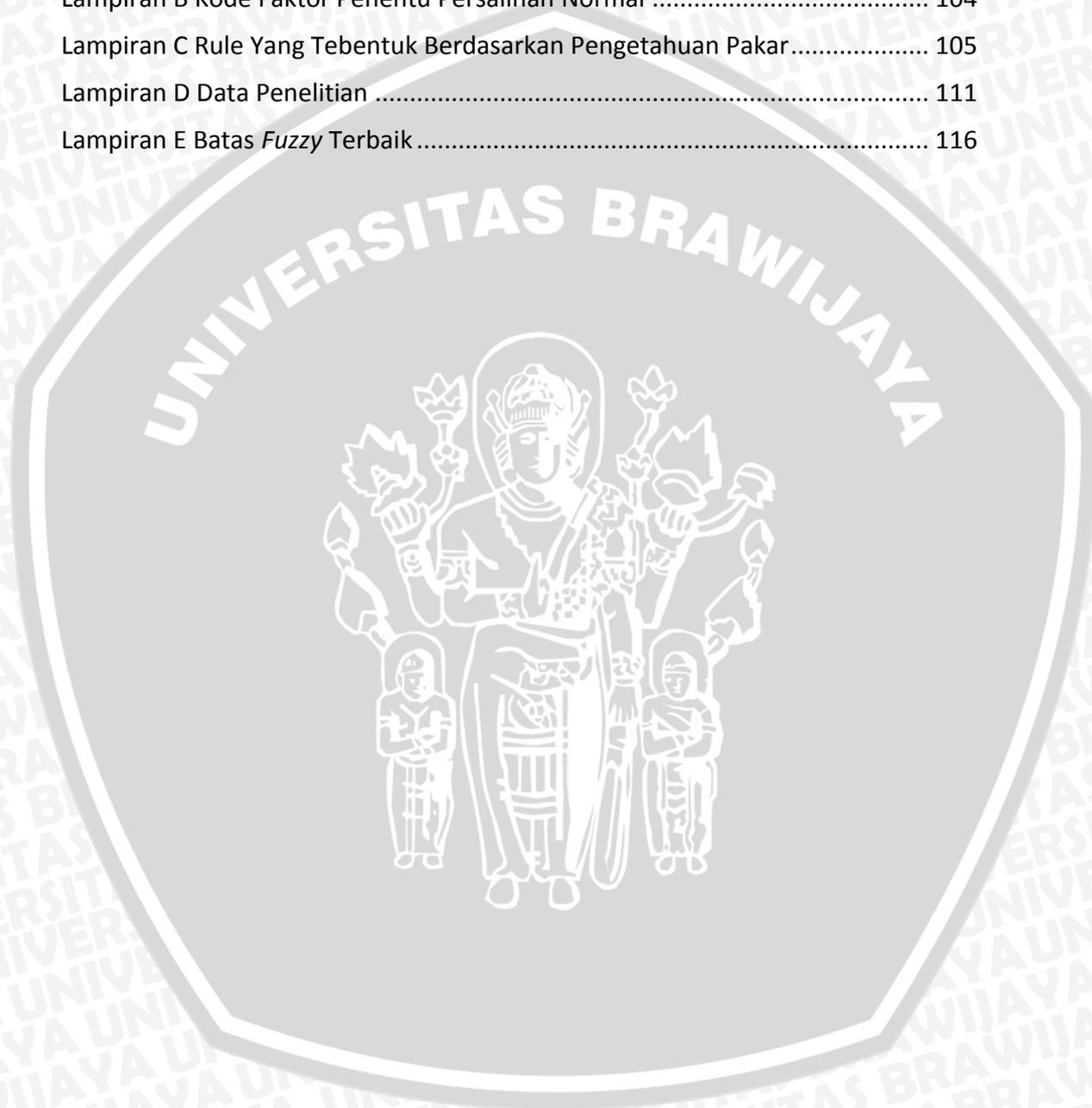
DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2-1.....	25
Persamaan 2-2.....	25
Persamaan 2-3.....	26
Persamaan 2-4.....	26
Persamaan 2-5.....	27
Persamaan 2-6.....	27
Persamaan 2-7.....	27
Persamaan 2-8.....	29
Persamaan 2-9.....	30
Persamaan 2-10.....	30
Persamaan 2-11.....	30



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Inferensi Pengetahuan Pakar.....	103
Lampiran B Kode Faktor Penentu Persalinan Normal	104
Lampiran C Rule Yang Tebentuk Berdasarkan Pengetahuan Pakar.....	105
Lampiran D Data Penelitian	111
Lampiran E Batas <i>Fuzzy</i> Terbaik.....	116



BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang permasalahan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, serta sistematika penulisan.

1.1. Latar Belakang

Persalinan dapat dijadikan sebagai tolak ukur pelayanan kesehatan di suatu wilayah. Semakin tinggi angka kematian ibu (AKI) dan angka kematian bayi (AKB) di suatu wilayah, maka semakin buruk pula sarana, prasarana dan tenaga medis di wilayah tersebut.

Angka kematian ibu (AKI) dan angka kematian bayi (AKB) dapat dihitung dari jumlah kematian per 100.000 kelahiran hidup. Di Indonesia, AKI dan AKB masih cukup tinggi. Berdasarkan Survei Demografi Kesehatan Indonesia (SDKI) tahun 2012 angka kematian ibu di Indonesia adalah 359 per 100.000 kelahiran hidup (Kementrian kesehatan RI, 2014). 21 kasus diantaranya adalah kasus kematian ibu di wilayah Kabupaten Jombang. Secara terperinci, angka kematian ibu di wilayah Jombang adalah 21 jiwa dengan angka kematian bayi 247 jiwa di tahun 2012, 18 kasus kematian ibu dan 281 kasus kematian bayi di tahun 2013, serta 26 kasus kematian ibu dan 207 jiwa kematian bayi di tahun 2014 (website puskesmas mojoagung, 2015).

Sebagai upaya untuk menekan angka kematian ibu dan angka kematian bayi di Indonesia, pemerintah menyelenggarakan program Pelayanan Obstetri Emergency Komperhensif (PONEK) yang disiagakan dalam waktu 24 jam. PONEK adalah program kelanjutan dari "Making Pregnancy Safer (MPS)" yang diadakan di setiap kecamatan dan kabupaten/kota. Langkah utama PONEK untuk menekan angka kematian ibu dan angka kematian bayi adalah peningkatan deteksi dini, pengelolaan ibu hamil resiko tinggi, dan pemantapan kemampuan pengelolaan program di tingkat kota/kabupaten dalam perencanaan, penatalaksanaan, pemantauan juga penilaian kinerja upaya penurunan angka kematian ibu (AKI) dan angka kematian bayi (AKB).

Melalui program PONEK, tenaga medis khususnya bidan dituntut untuk lebih dekat dengan masyarakat guna mengedukasi pentingnya pemeriksaan dan deteksi dini kehamilan. Langkah ini diambil agar tenaga medis khususnya bidan, dapat memperkirakan sejak dini kemungkinan persalinan normal untuk menghindari persalinan beresiko yang dapat memperbesar angka kematian ibu dan angka kematian bayi. Aspek-aspek yang digunakan bidan untuk mendeteksi dini kemungkinan persalinan normal adalah usia calon ibu, letak bayi, ukuran panggul, tekanan darah, hemoglobin (Hb), keadaan psikologi, taksiran berat janin, penyakit beresiko yang di derita ibu hamil dan lingkaran atas (Lila).

Banyaknya aspek yang terlibat dalam penentuan kemungkinan persalinan normal membuat para ahli terkhusus bidan harus lebih cermat dalam melakukan

analisis. Kesalahan dalam analisis kemungkinan persalinan normal dapat mengakibatkan kesalahan yang fatal, seperti kematian ibu, kematian bayi atau bahkan kematian keduanya.

Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan sebuah sistem yang mampu menginferensi kemampuan pakar dalam memprediksi kemungkinan persalinan normal. Inferensi diperlukan untuk mengakuisi aturan-aturan yang mungkin terbentuk dari kombinasi aspek penentu kemungkinan persalinan normal.

Sebelumnya, permalan tentang prediksi kelahiran pernah dilakukan oleh Nugroho (2013) yang bertujuan untuk mencari probabilitas prediksi kelahiran yang akan dialami oleh ibu hamil menggunakan metode naive bayes. Faktor yang dipertimbangkan dalam penelitian ini adalah usia ibu, tinggi badan, jumlah hb, tekanan darah, riwayat kehamilan lalu dan penyakit bawaan. Penelitian mengenai prediksi persalinan normal lainnya juga pernah dilakukan oleh Wahyuningsih (2015). Pada penelitian ini digunakan metode naive bayes untuk mengakuisi pengetahuan pakar. Hasil penelitian ini adalah aplikasi yang berfungsi untuk memprediksi seseorang akan melahirkan secara normal atau beresiko berdasarkan data pemeriksaan kehamilan yang dilakukan oleh dokter.

Selain metode naive bayes seperti yang digunakan oleh Nugroho (2013) dan Wahyuningsih (2015), metode fuzzy tsukamoto juga dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah yang serupa dengan paparan masalah yang akan penulis teliti. Salah satu contoh penggunaannya adalah penerapan fuzzy tsukamoto untuk penentuan harga jual barang. Pada penelitian ini, penerapan fuzzy tsukamoto digunakan untuk memprediksi harga jual berdasarkan data historis pembelian, penjualan dan harga pasaran. Akan tetapi, penentuan batas pada fuzzy tsukamoto yang kurang sesuai dapat menurunkan tingkat akurasi sistem. Oleh karena itu, batas yang digunakan untuk membentuk aturan fuzzy perlu dioptimasi. Salah satu cara mengoptimasi batas fuzzy adalah dengan menggunakan evolution strategies seperti yang telah dilakukan oleh Putri Maulida (2015). Pada penelitian tersebut, optimasi model fuzzy menggunakan evolution strategies difokuskan untuk menemukan batas kelompok (interval nilai) dan telah terbukti dapat diimplementasikan untuk proses optimasi. Pada bagian saran penelitian tersebut juga disebutkan agar penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan melakukan optimasi batas fungsi keanggotaan fuzzy (Putri et al., 2015).

Berdasarkan uraian di atas, penulis tertarik untuk mengambil judul penelitian "optimasi model fuzzy tsukamoto dengan menggunakan evolution strategies untuk mendeteksi kemungkinan persalinan normal". Inferensi fuzzy tsukamoto dipilih karena dirasa tepat untuk menginferensi pengetahuan bidan dalam bentuk aturan-aturan fuzzy dan dapat digunakan untuk memprediksi kemungkinan persalinan normal berdasarkan keadaan calon ibu. Sedangkan Model optimasi digunakan untuk menemukan batas-batas fungsi keanggotaan yang paling tepat dan paling sesuai untuk memprediksi kemungkinan persalinan normal. Pemodelan ini diharapkan mampu membantu tenaga medis, khususnya bidan dalam memprediksi kemungkinan persalinan normal dengan lebih tepat dan lebih cepat.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana mengimplementasikan evolution strategies untuk optimasi model fuzzy tsukamoto pada studi kasus kemungkinan persalinan normal di UTPD Puskesmas Peterongan Jombang?
2. Berapa tingkat akurasi prakiraan yang dapat diberikan oleh sistem yang dibangun menggunakan model optimasi fuzzy tsukamoto menggunakan evolution strategies dalam menentukan kemungkinan persalinan normal?
3. Bagaimana pengaruh parameter evolution strategies terhadap hasil akurasi sistem?

1.3. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian dan penulisan skripsi ini adalah:

1. Mengimplementasikan algoritma evolution strategies untuk optimasi model fuzzy tsukamoto pada studi kasus kemungkinan persalinan normal di UTPD Puskesmas Peterongan Jombang.
2. Mengetahui tingkat akurasi prakiraan yang dapat diberikan oleh sistem yang dibangun menggunakan model optimasi fuzzy tsukamoto menggunakan evolution strategies dalam menentukan kemungkinan persalinan normal.
3. Mengetahui pengaruh parameter evolution strategies terhadap hasil akurasi sistem

1.4. Manfaat

Manfaat dari pembuatan skripsi ini adalah mempermudah bidan dalam menganalisis kemungkinan persalinan normal guna menekan angka kematian ibu dan angka kematian bayi.

1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan dijadikan sebagai pedoman dalam pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Model inferensi fuzzy yang digunakan adalah fuzzy inference sistem tsukamoto.
2. Metode optimasi yang digunakan adalah evolution strategies yang dimulai dari proses inialisasi, reproduksi, evaluasi dan seleksi.
3. Optimasi hanya dilakukan pada proses penentuan kombinasi batas-batas fungsi keanggotaan fuzzy.
4. Objek penelitian yang digunakan adalah data hasil pemeriksaan pada tri semester ke 3 kehamilan.
5. Data yang digunakan sebagai acuan adalah faktor-faktor yang mempengaruhi kemungkinan persalinan normal.

1.6. Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan pada penelitian ini tersusun sebagai berikut:

BAB I : Pendahuluan

Berisi latar belakang masalah penelitian, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, dan sistematika penulisan

BAB II : Tinjauan Pustaka

Bab ini menguraikan teori-teori yang erat hubungannya dengan fuzzy inference sistem tsukamoto, definisi dan konsep evolutuion strategies, serta persalinan normal dan faktor yang menyertainya.

BAB III : Metodologi Penelitian

Bab ini berisi metode atau langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian yang terdiri dari tahap penelitian, kebutuhan sistem, formulasi permasalahan, siklus penyelesaian dan contoh perhitungan manual.

BAB IV : Perancangan Sistem

Bab ini berisi perancangan yang terdiri dari perancangan database, perancangan antarmuka, serta perancangan uji coba dan evaluasi.

BAB V : Implementasi Program

Bab ini berisi penjelasan tentang teknis implementasi, batasan-batasan implementasi, serta algoritma operasi yang digunakan untuk mengembangkan sistem.

BAB VI : Pengujian dan Evaluasi

Bab ini menjelaskan tentang tingkat akurasi dan analisa hasil terhadap metode yang digunakan

BAB VI : Penutup

Bab ini menguraikan tentang kesimpulan yang merupakan hasil dari seluruh rangkaian penelitian serta saran untuk pengembangan aplikasi selanjutnya.

BAB 2

LANDASAN KEPUSTAKAAN

Secara umum bab ini berisi kajian pustaka dan dasar teori yang digunakan dalam penelitian. Dasar teori difokuskan pada faktor yang mempengaruhi persalinan normal sebagai objek penelitian, evolution strategies sebagai metode optimasi dan Fuzzy Inference Tsukamoto sebagai algoritma yang akan diimplementasikan dalam penelitian.

2.1. Kajian Pustaka

Persalinan dan kelahiran merupakan kejadian fisiologi yang normal. Kelahiran seorang bayi juga merupakan peristiwa sosial yang ibu dan keluarga nantikan selama 9 bulan (Saifuddin et al., 2002). Karenanya peramalan cara persalinan harus dilakukan sedini mungkin untuk memperkecil kemungkinan kematian ibu saat melahirkan.

Permalan tentang prediksi kelahiran pernah dilakukan oleh Nugroho (2013) yang bertujuan untuk mencari probabilitas prediksi kelahiran yang akan dialami oleh ibu hamil menggunakan metode naive bayes. Pada penelitian ini masing masing data didiskritkan berdasarkan batasan yang dipakai Departemen Kesehatan. Masing-masing data, harus melewati fase Training untuk menghasilkan estimasi maksimum likelihood. Pada penelitian ini, proses komputasi metode naive bayes menghasilkan nilai prediksi resiko, nilai prediksi normal, probabilitas kelahiran normal dan probabilitas kelahiran beresiko. Output akhir yang dihasilkan pada penelitian ini adalah kemungkinan seorang ibu akan mengalami persalinan beresiko atau tidak.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Maryaningsih (2013) menggunakan metode fuzzy Tsukamoto untuk membantu pengambilan keputusan penerimaan beasiswa. Output atau keluaran yang dihasilkan adalah nilai bobot masing masing siswa yang mengikuti seleksi dan juga nama nama siswa yang direkomendasikan.

Penelitian sebelumnya yang mengkaji optimasi model *fuzzy* AHP menggunakan evolution strategies untuk pemilihan calon penerima beasiswa PTIIK Universitas Brawijaya telah dilakukan oleh (Putri et al., 2015). Pada penelitian ini didapatkan beberapa parameter algoritma evolution strategies yang terbaik untuk menghasilkan fitness tertinggi. Pada beasiswa PPA nilai fitness tertinggi didapatkan dengan ukuran populasi = 10, *offspring* = 3, banyaknya generasi = 100. Nilai *fitness* yang dihasilkan adalah 0,952. Sedangkan untuk parameter terbaik BBP PPA nilai *fitness* tertinggi adalah 0,962 yang didapatkan saat ukuran populasi = 8, *offspring* = 7, banyaknya generasi = 90.

Pada penelitian ini, akan digunakan model optimasi *fuzzy* tsukamoto menggunakan evolution strategies untuk mempermudah para bidan dalam memprediksi kemungkinan persalinan normal. Pemodelan optimasi pada

penelitian ini ditujukan untuk mengoptimalkan aturan aturan yang akan digunakan dalam proses perhitungan fuzzy tsukamoto.

Perbandingan objek dan metode penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian dari masing-masing refrensi studi literatur ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Perbandingan Objek dan Metode Tabel

No	Judul	Objek	Metode	Hasil
1	Klasifikasi Naïve Bayes untuk Prediksi Kelahiran pada Data Ibu Hamil	Data ibu hamil	Naive bayes	Hasil akhir dari sistem tergantung dari node awal pohon keputusan yang dibentuk.
2	Metode Logika Fuzzy Tsukamoto Dalam Sistem Pengambilan Keputusan Penerimaan Beasiswa	Data siswa calon penerima beasiswa	Fuzzy tsukamoto	Sistem yang dibangun mampu melakukan perhitungan secara akurat, efesien dan efektif dibandingkan dengan sistem peneriman beasswa yang digunakan oleh MTs.S Kebawetan.
3	Optimasi Model Fuzzy Ahp Dengan Menggunakan Algoritma Evolution Strategies (Studi Kasus: Pemilihan Calon Penerima Beasiswa Ptiik Universitas Brawijaya)	Data mahasiswa ptiik yang mengajukan beasiswa PPA atau beasiswa BBP PPA	Fuzzy AHP dan Evolution strategies	<ul style="list-style-type: none"> - Parameter <i>evolution strategies</i> yang paling optimal untuk beasiswa PPA: populasi = 10, <i>offspring</i> = 3, banyaknya generasi = 100. Nilai <i>fitness</i> yang dihasilkan adalah 0,952. - Parameter <i>evolution strategies</i> paling optimal untuk beasiswa BBP PPA : ukuran populasi = 8, <i>offspring</i> =7, banyaknya generasi = 90. nilai <i>fitness</i>

				tertinggi adalah 0,962.
4	Usulan penulis : Optimasi Model Fuzzy Tsukamoto Dengan Menggunakan Algoritma Evolution Strategies untuk memprediksi kemungkinan persalinan normal (Studi kasus : UTPD Puskesmas Peterongan, Jombang)	Data hasil pemeriksaan ibu hamil paa tri semeste ke 3 kehamilan	Fuzzy Tsukamoto dan Evolution strategies	Parameter evolution strategies yang optimal untuk menentukan batas batas variabel linguistik pada fuzzy tsukamoto.

Tabel perbandingan input, proses dan output dari referensi-referensi penelitian sebelumnya dengan penelitian penulis ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Perbandingan Input, Proses dan Output

Judul	Klasifikasi Naive Bayes untuk Prediksi Kelahiran pada Data Ibu Hamil	Metode Logika Fuzzy Tsukamoto Dalam Sistem Pengambilan Keputusan Penerimaan Beasiswa	Optimasi Model Fuzzy Ahp Dengan Menggunakan Algoritma Evolution Strategies (Studi Kasus: Pemilihan Calon Penerima Beasiswa Ptiik Universitas Brawijaya)	Usulan penulis : Optimasi Model Fuzzy Tsukamoto Dengan Menggunakan Algoritma Evolution Strategies untuk memprediksi kemungkinan persalinan normal
Input	Usia ibu, Tinggi Badan, Jumlah Hb, Tekanan Darah, Riwayat Kehamilan lalu dan Penyakit bawaan	Penghasilan orang tua, jumlah saudara, nilai raport dan niai rata rata semester	Data mahasiswa yang mengajukan beasiswa PPA dan BBPPA (IPK, Semester, penghasilan orangtua, tagnan listrik), data penilaian matriks perbandingan berpasangan, data kriteria calon penerima beasiswa PPA dan BBPPA.	Faktor yang mempengaruhi persalinan normal : Usia calon ibu, letak bayi, ukran panggul, tekanan darah, Hb, kondisi psikologis, TBJ, penyakit beresiko, LILA. Parameter evolution strategies : miu (μ), lambda (λ), max generation.
Proses	Diskritasi Fase training :	- Pembentukan himpunan fuzzy	- inialisasi awal : penentuan	- inialisasi awal : penentuan



	<ul style="list-style-type: none"> - hitung prior - hitung probabilitas bersyarat untuk masing masing kelas respon <p>fase prediksi :</p> <ul style="list-style-type: none"> - menghitung posterior berdasarkan kelas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Implikasi fungsi aturan - Defuzzyfikasi - penarikan hasil akhir berdaarkan perhitungan. 	<p>ukuran populasi, offspring dan maksimal generasi pembentukan kromosom awal : pembangkitan kromosom generasi pertama dari nilai riil secara random untuk menentukan batas fuzzy AHP.</p> <p>mutasi hitung <i>fitness</i> seleksi</p>	<p>ukuran populasi, offspring dan maksimal generasi pembentukan kromosom awal : pembangkitan kromosom generasi pertama untuk menentukan batas batas fuzzy Tsukmoto.</p> <p>mutasi hitung <i>fitness</i> seleksi</p>
Output	<p>Nilai prediksi resiko, nilai prediksi normal, probabilitas kelahiran normal dan probabilitas kelahiran beresiko yang dijadikan dasar penentuan suatu proses persalinan memiliki kemungkinan resiko atau tidak.</p>	<p>Hasil penghitungan menggunakan fuzzy tsukamoto yang terdiri dari : kriteria laporan beasiswa miskin dan beasiswa berprestasi, serta laporan penilaian penerimaan beasiswa apakah akan dikabulkan atau ditangguhkan</p>	<p>Peringkat mahasiswa pendaftar beasiswa PPA dan BPP PPA sebagai pertimbangan pemberian beasiswa.</p>	<p>Kemungkinan persalinan normal (rendah, sedang, tinggi)</p>

2.2. Persalinan Normal

Persalinan adalah serangkaian kejadian yang berakhir dengan pengeluaran bayi yang cukup bulan atau hampir cukup bulan, disusul dengan pengeluaran plasenta dan selaput janin dari dalam rahim. Jika proses persalinan dilakukan melalui jalan lahir dan menggunakan kekuatan ibu untuk mendorong janin, maka disebut sebagai persalinan normal atau persalinan spontan (Sastrawinata, 1983).

2.2.1. Faktor yang Mempengaruhi Persalinan Normal

Ada beberapa faktor yssang digunakan sebagai ukuran ukuran penentu kemungkinan persalinan normal. Faktor tesebut antara lain usia calon ibu, letak

bayi, ukuran panggul, tekanan darah, hemoglobin, keadaan psikologi ibu, tafsiran berat janin, adanya penyakit beresiko yang menyertai kehamilan, ukuran lingkaran atas (LiLA) dan kadar protein dalam urine atau proteinuria.

1) Usia Calon Ibu

Usia calon ibu saat hamil sangat mempengaruhi keberhasilan proses persalinan. Kehamilan dibawah umur 20 tahun merupakan kehamilan dengan resiko tinggi. Pada umur yang masih muda, organ-organ reproduksi wanita belum berkembang secara sempurna. Selain itu, usia yang belum matang juga berpengaruh pada emosi dan kejiwaan saat masa kehamilan. Kehamilan di atas usia 35 tahun juga sangat tidak dianjurkan, karena pada usia ini sering timbul berbagai penyakit seperti hipertensi, tumor jinak peranakan, atau penyakit degeneratif pada persendian tulang belakang dan panggul. Kehamilan diatas usia 35 tahun juga akan menyulitkan proses persalinan normal akibat lemahnya kontraksi rahim serta sering timbul kelainan pada tulang tengah (pamungkas et al., 2014).

2) Letak bayi

Letak janin menunjukkan bagaimana hubungan sumbu janin terhadap sumbu ibu. Letak janin dapat ditunjukkan melalui ubun-ubun kecil, dagu, sakrum atau skapula (Rachimhadhi, 2005). Persalinan dapat berlangsung secara normal apabila letak bayi ditunjukkan dengan ubun-ubun kecil atau dagu, dengan artian posisi kepala janin berada di pintu jalan lahir.

3) Ukuran panggul

Keberhasilan proses persalinan secara normal ditentukan pada luasnya jalan lahir terutama ukuran-ukuran panggul. Maka untuk meramalkan apakah persalinan dapat berlangsung secara normal, pengukuran panggul sangat diperlukan. Salah satu ukuran panggul yang penting adalah *Conjugata Vera* (CV). Jika CV lebih besar dari 10 cm (standart yang biasa digunakan dalam pemeriksaan adalah 11 cm), maka pintu atas panggul (p.a.p) dianggap cukup luas sebagai jalan lahir (Sastrawinata, 1983).

4) Tekanan darah

Tekanan darah atau tensi pada ibu hamil tidak boleh mencapai 140/90. Selain itu, perubahan sistoli maksimum 30 dan diastoli maksimum 15 jika dibandingkan dengan tensi sebelum hamil. Perubahan nilai sistoli dan diastoli yang melebihi batas normal tersebut menandakan adanya *toxaemia gravidarum* atau preeklamsia yang dapat berujung eklamsia (Sastrawinata, 1983). Preeklamsia yang terus berkembang hingga menjadi eklamsia adalah salah satu faktor penyulit persalinan secara normal karena menimbulkan *vasospasme* arteri secara menyeluruh. *Vasopasme* akan menghalangi nutrisi dan oksigen menuju janin sehingga proses persalinan harus dilakukan dengan cepat (Kusumawati, 2006).

5) Hemoglobin (Hb)

Saat kehamilan volume darah akan bertambah, baik plasmanya maupun eritositnya. Penambahan volume plasma darah yang disebabkan oleh *hydraemia* akan menyebabkan penurunan Hb. Batas maksimum Hb normal adalah 10 gr% (Sastrawinata, 1983). Kadar HB yang rendah selama masa kehamilan dapat dijadikan indikasi terjadinya anemia. Anemia pada ibu hamil dapat meningkatkan resiko kelahiran bayi berat lahir rendah (BBLR), resiko perdarahan sebelum dan saat persalinan, bahkan jika anemia yang diderita merupakan anemia berat dapat menyebabkan kematian ibu dan janinnya (Setiawan et al., 2013).

6) Keadaan psikologi calon ibu

Ketika terdapat gangguan psikologi tingkat stress akan meningkat. Peningkatan kadar stress pada ibu hamil akan memicu pelepasan berbagai hormon antara lain *Adreno Cortico Tropin Hormone (ACTH)*, *kortisol*, *katekolamin*, β -*Endorphin*, *Growth Hormone (GH)*, *prolaktin* dan *Lutenizing Hormone (LH) / Folicle Stimulating Hormone (FSH)*. Lepasnya berbagai jenis hormon stress tersebut mengakibatkan terjadinya konstiksi *vasa utero* plasenta yang menyebabkan gangguan aliran darah di dalam rahim. Kontraksi *vasa utero* menghalangi penyampaian oksigen ke dalam *miometrium* sehingga mengakibatkan lemahnya kontraksi otot rahim (Astria, 2009).

7) Taksiran Berat Janin (TBJ)

Penafsiran berat badan bayi sangat penting dilakukan sebelum proses persalinan. Gangguan pertumbuhan bayi atau *makromosa* (bayi besar), merupakan salah satu faktor penyulit persalinan normal yang dapat dideteksi dini melalui TBJ (Santjaka et al., 2011).

8) Penyakit Beresiko

Penyakit kronik yang diderita oleh ibu hamil akan mempersulit jalannya persalinan normal. Beberapa penyakit penyulit persalinan antara lain jantung, paru, ginjal, diabetes melitus, malaria dan lainnya karena dapat memperburuk keadaan saat persalinan dan mengurangi kesempatan hidup calon ibu (Lopez dalam Kusumawati, 2006). Selain itu, penyakit infeksi dan parasit seperti *toksoplasmosis*, penyakit kelamin dan HIV/AIDS dapat menimbulkan terjadinya kelainan jalan lahir yang turut mempersulit proses persalinan normal (saifuddin dalam Kusumawati, 2006)

9) Lingkar Lengan Atas (LILA)

Pengukuran lingkar lengan atas (LILA) bertujuan untuk mengantisipasi KEK atau kekurangan energi kronis (Depkes RI, 2010). Keadaan KEK pada proses persalinan akan menimbulkan kurangnya tenaga mengejan atau tenaga untuk mendorong bayi keluar dari dalam rahim. selain itu, LILA juga menunjukkan status gizi ibu hamil. Ukuran LILA yang kurang dari 23,5 cm menunjukkan status gizi kurang (Hanifah, 2009).

10) Proteinuria

Proteinuria atau disebut juga sebagai albuminuria adalah keadaan yang menggambarkan kandungan protein berlebih pada urine. Proteinuria dapat timbul akibat tekanan darah tinggi, diabetes dan penyakit lain yang menyebabkan peradangan pada ginjal (National Kidney and Urologic Diseases Information Clearinghouse, 2014). Proteinuria juga dapat dijadikan sebagai indikasi penyakit gagal jantung dan juga tanda awal terjadinya eklamsia pada ibu hamil (Kidney Research UK). Eklamsia inilah yang nantinya menjadi faktor penulit persalinan normal.

2.3. Logika Fuzzy

Konsep logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh professor Lotfi A. Zadeh dari Universitas California, pada bulan Juni 1965. Logika *fuzzy* merupakan generalisasi dari logika klasik yang hanya memiliki dua nilai keanggotaan yaitu 0 dan 1. Dalam logika *fuzzy*, nilai kebenaran suatu pernyataan berkisar dari sepenuhnya benar sampai dengan sepenuhnya salah. Dengan teori himpunan *fuzzy*, suatu objek dapat menjadi anggota dari banyak himpunan dengan derajat keanggotaan yang berbeda dalam masing-masing himpunan (Klir & Bo, 1995 dalam Wilis Kaswijdjanti, 2010). Konsep ini berbeda dengan teori himpunan biner (*crisp*) yang hanya meungkinkan sebuah objek menjadi bagian himpunan secara mutlak.

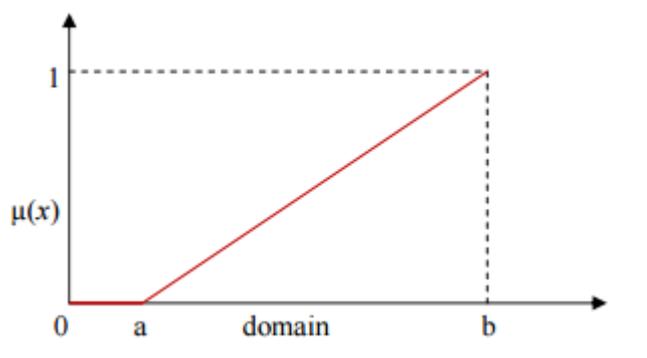
Nilai keanggotaan *fuzzy* dapat dihitung menggunakan rumus keanggotaan *fuzzy*, hal ini disebut dengan pendekatan fungsional.

2.4. Fungsi Keanggotaan Fuzzy

Fungsi keanggotaan dalam himpunan *fuzzy* adalah fungsi yang memetakan setiap elemen himpunan ke dalam nilai keanggotaan pada interval 0 hingga 1 (Kwang H. Lee, 2005). Ada 3 jenis representasi fungsi keanggotaan dalam himpunan *fuzzy*, yaitu representasi linear, representasi kurva segitiga dan representasi kurva trapesium.

2.4.1. Representasi Linear

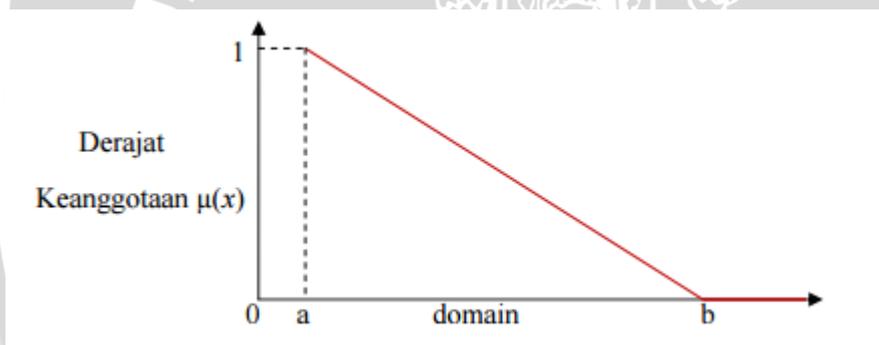
Representasi linear adalah jenis representasi yang paling sederhana. Pada representasi linear, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambar sebagai sebuah garis lurus. Ada dua jenis representasi linear, yaitu representasi linear naik dan representasi linear turun. Representasi linear naik dimulai dari nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan 0 bergerak ke kanan menuju domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi. Sedangkan representasi linear turun dimulai dari domain yang memiliki derajat keanggotaan 1 bergerak ke kanan menuju domain berderajat keanggotaan lebih rendah.



Gambar 2.1 Representasi linear naik

Fungsi keanggotaan linear naik ditunjukkan pada Persamaan 2-1.

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq a \\ \frac{(x-a)}{(b-a)} & ; a < x \leq b \\ 1 & ; x \geq b \end{cases} \quad 2-1$$



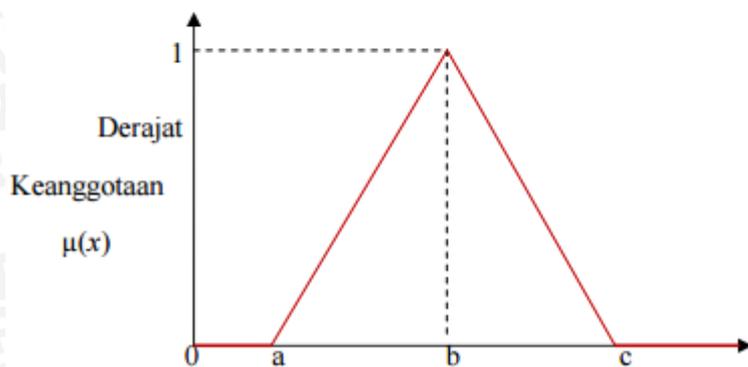
Gambar 2.2 Representasi linear turun

Fungsi keanggotaan linear turun ditunjukkan pada Persamaan 2-2.

$$\mu(x) = \begin{cases} \frac{(b-x)}{(b-a)} & ; a \leq x < b \\ 0 & ; x \geq b \end{cases} \quad 2-2$$

2.4.2. Representasi Kurva Segitiga

Representasi kurva segitiga adalah penggabungan antara representasi linear naik dan representasi linear turun.



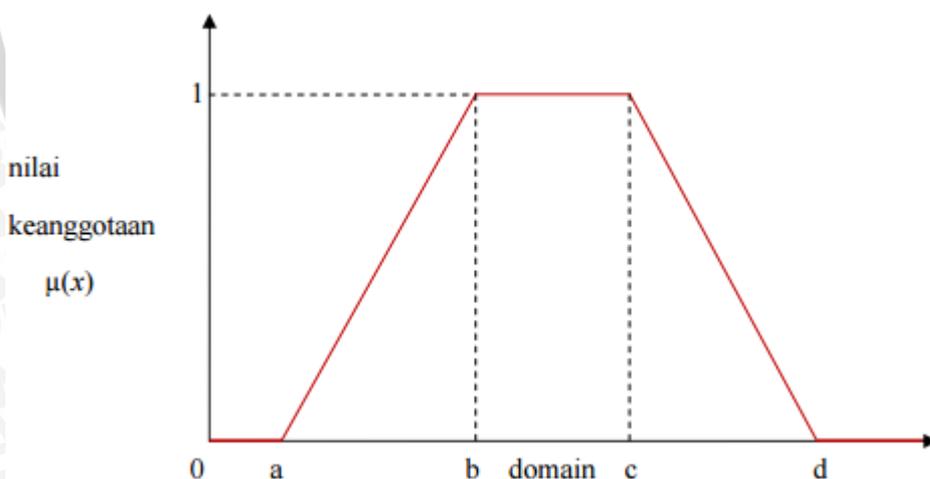
Gambar 2.3 Representasi kurva segitiga

Fungsi keanggotaan kurva segitiga ditunjukkan pada Persamaan 2-3

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq a \text{ dan } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a} & ; a < x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b} & ; b < x < c \end{cases} \quad 2-3$$

2.4.3. Representasi Kurva Trapesium

Representasi kurva trapezium pada dasarnya sama dengan representasi kurva segitiga, hanya saja ada beberapa titik pada kurva trapesium yang memiliki derajat keanggotaan 1.



Gambar 2.4 Representasi kurva trapesium

Fungsi keanggotaan kurva trapesium ditunjukkan pada Persamaan 2-4.

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & ; \quad x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a} & ; \quad a < x \leq b \\ 1 & ; \quad b < x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c} & ; \quad c < x < d \end{cases} \quad 2-4$$

2.5. Operator Himpunan Fuzzy

Terdapat 3 jenis operator yang sering digunakan dalam himpunan fuzzy, yaitu operator NOT yang mewakili fungsi komplemen, OR yang mewakili fungsi *union* dan AND yang mewakili fungsi irisan atau *intersection*.

2.5.1. Operator NOT

Operator NOT pada himpunan *fuzzy* memiliki arti yang sama dengan komplemen pada himpunan *crisp*. Nilai komplemen pada himpunan *fuzzy* dapat diperoleh dengan Persamaan 2-5

$$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x) \quad 2-5$$

Keterangan

$\mu_{\bar{a}}(x)$ = nilai komplemen kenggotaan elemem A pada himpunan X

$\mu_a(x)$ = nilai kenggotaan elemem A pada himpunan X

2.5.2. Operator OR

Operator OR berhubungan dengan operasi gabungan antara dua himpunan. Nilai *union* (OR) dari dua himpunan dapat diperoleh dengan mencari nilai kenggotaan terbesar dari dua himpunan tersebut (Kwang H. Lee, 2005). Secara umum, nilai *union* dari dua himpunan dapat diperoleh melalui Persamaan 2-6

$$\mu_{A \cup B}(x) = \text{Max}[\mu_A(x), \mu_B(x)], \forall x \in X \quad 2-6$$

Keterangan

$\mu_{\bar{a}}(x)$ = nilai komplemen kenggotaan elemem A pada himpunan X

$\mu_a(x)$ = nilai kenggotaan elemem A pada himpunan X

2.5.3. Operator AND

Operator AND dalam himpunan *fuzzy* membentuk *intersection* atau irisan. Nilai *intersection* (AND) antara himpunan *fuzzy* A dan B dapat diperoleh dengan mencari nilai keanggotaan terkecil antara A dan B (Kwang H. Lee, 2005). Secara umum, *intersection* atau irisan dari dua himpunan dapat diperoleh melalui Persamaan 2-7.

$$\mu_{A \cap B}(x) = \text{Min}[\mu_A(x), \mu_B(x)], \forall x \in X \quad 2-7$$

Keterangan

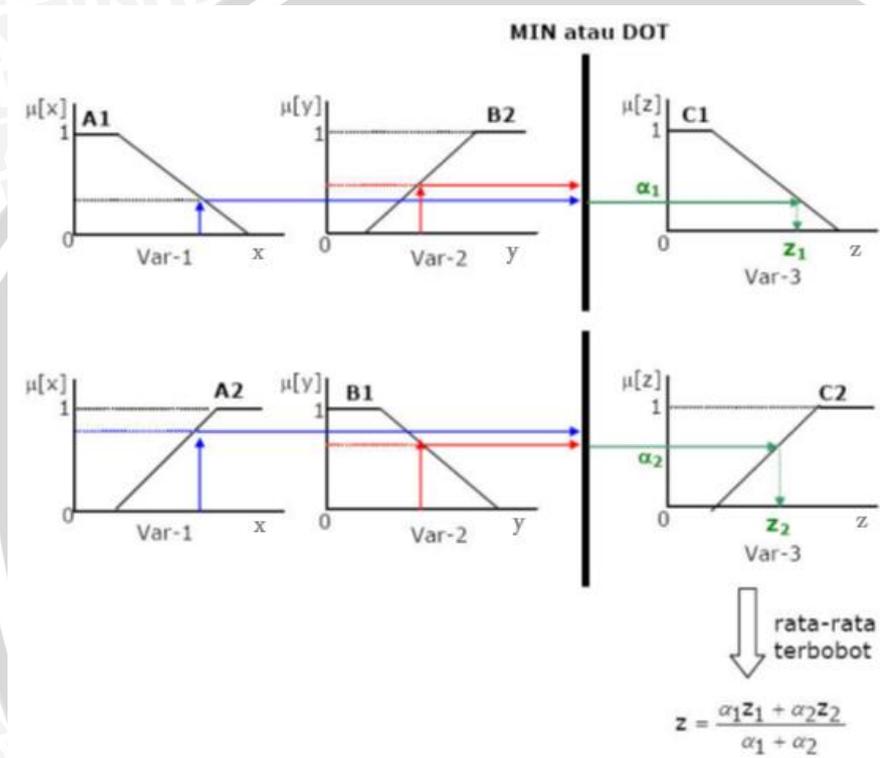
$\mu_{\bar{a}}(x)$ = nilai komplemen kenggotaan elemem A pada himpunan X



$\mu_a(x)$ = nilai keanggotaan elemem A pada himpunan X

2.6. Fuzzy inference Sistem Tsukamoto

Pada Metode Tsukamoto, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF-THEN harus direpresentasikan dengan suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan α - predikat (*fire strength*). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot (Kusumadewi, 2004 dalam Wilis Kaswijdjanti, 2010). Meode inferensi fuzzy tsukamoto digambarkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Metode inferensi fuzzy tsukamoto

Sumber : (Trivia Falopi,2010)

pada Gambar 2.5 terlihat dengan jelas bahwa inferensi fuzzy tsukamoto dilakukan dengan mengambil nilai minimal derajat keanggotaan masing masing kriteria atau disebut dengan proses MIN (DOT). hasil dari proses MIN (DOT) disebut sebagai α . nilai α digunakan dalam proses *defuzzyfikasi* (penentuan nilai z).

2.7. Evolution Strategies

Algoritma *evolution strategies* (ES) pertama kali dikenalkan pada awal 1960-an dan mulai dikembangkan pada awal tahun 1970 oleh Rechenberg and Schwefel. Teknik ES hampir sama dengan GA, hanya saja pada ES kromosom dibentuk menggunakan real-valued dan hanya melibatkan mutasi dalam proses reproduksinya (Lange, 2007). Seiring berkembangnya waktu, ES tak hanya dapat

menggunakan *real-valued* sebagai pembentuk kromosomnya, melainkan dapat pula menggunakan representasi permutasi untuk menyelesaikan masalah kombinatorial (Endarwati et al., 2014).

2.7.1. Siklus pada Evolution Strategies

Terkait dengan proses reproduksinya, ada 4 jenis siklus pada algoritma evolution strategies, yaitu siklus (μ, λ) , $(\mu/r, \lambda)$, $(\mu + \lambda)$, dan $(\mu/r + \lambda)$. Perbedaan masing masing siklus tersebut terletak pada proses reproduksi dan seleksi. Secara detail, perbedaan masing masing siklus adalah sebagai berikut :

- 1) Siklus (μ, λ) , pada siklus ini proses reproduksi tidak menggunakan rekombinasi. Seleksi hanya melibatkan individu dalam *offspring* (λ) tanpa melibatkan individu induk (μ).
- 2) Siklus $(\mu+\lambda)$, pada siklus ini proses reproduksi tidak menggunakan rekombinasi. Seleksi melibatkan individu induk dalam populasi (μ) dan individu dalam *offspring* (λ).
- 3) Siklus $(\mu/r, \lambda)$, pada siklus ini proses reproduksi melibatkan rekombinasi. Seleksi melibatkan individu dalam *offspring* (λ) dalam proses seleksi tanpa melibatkan individu induk (μ).
- 4) Siklus $(\mu/r+ \lambda)$ Reproduksi menggunakan rekombinasi. Seleksi melibatkan individu induk dalam populasi (μ) dan individu dalam *offspring* (λ).

2.7.2. Representasi Kromosom

Kromosom tersusun dari beberapa gen yang mewakili representasi solusi. Masing masing kromosom memiliki nilai *fitness* tersendiri yang mewakili nilai kelayakan kromosom tersebut.

Ada beberapa jenis representasi kromosom yang digunakan dalam algoritma evolusi yaitu representasi biner, integer, *real code* dan permutasi (sulistiyorini, 2015). Namun, yang umum digunakan pada algoritma ES adalah representasi *real code* dan representasi permutasi untuk penyelesaian masalah kombinatorial.

Pada penelitian ini, representasi yang digunakan adalah representasi *real code*. Masing-masing gen mewakili batas fungsi keanggotaan fuzzy.

2.7.3. Reproduksi

Proses reproduksi dalam ES dilakukan melalui proses mutasi untuk menghasilkan *offspring* sebanyak *lambda* (λ). Proses mutasi dilakukan dengan mengubah gen pada individu yang terpilih secara acak sehingga menghasilkan individu baru (Endarwati et al., 2014).

Pada penelitian ini, proses mutasi dilakukan dengan menambahkan masing masing gen dari kromosome terpilih dengan hasil kali antara sigma (σ) dan $N(0,1)$. Misalkan $P=(x, \sigma)$ adalah individu yang terpilih untuk melakukan proses mutasi, maka *offspring* $P'=(x, \sigma)$ dapat dihasilkan melalui Persamaan 2-8

$$x' = x + \sigma N(0,1)$$

2-8

Keterangan :

X' = gen hasil mutasi

X = gen induk yang terpilih untuk melakukan proses mutasi

σ = nilai aditif yang diperoleh secara random antara 0 hingga 1

$N(0,1)$ = bilangan acak yang mengikuti sebaran normal dengan rata rata sebesar 0 dan standar deviasi sebesar 1

Nilai dari $N(0,1)$ dapat dihitung berdasarkan Persamaan 2-9.

$$N(0, 1) = \sqrt{-2 \cdot \ln r_1} \sin 2\pi r_2 \quad 2-9$$

Dimana r_1 dan r_2 adalah bilangan acak yang dibandingkan antara 0 hingga 1.

2.7.4. Fungsi *Fitness*

Fungsi *fitness* adalah fungsi yang digunakan untuk mengukur kelayakan kromosome sebagai solusi optimal. Semakin tinggi nilai *fitness* maka, semakin besar kemungkinan kromosom tersebut menjadi solusi sistem.

Pada masalah optimasi, jika maslaah yang akan diselesaikan bertujuan untuk memaksimalkan fungsi h , maka nilai *fitness* dapat dicari menggunakan Persamaan 2-10.

$$f = h \quad 2-10$$

keterangan :

f = fungsi *fitness*

h = nilai yang akan dioptmalkan

jika masalah optimasi yang akan diselesaikan bertujuan untuk meminimalkan fungsi h atau meminimalkan nilai error, maka nilai *fitness* dapat dicari engan persamaan $f = 1/h$, yang artinya semakin kecil nilai h maka semakin besar nilai *fitness*. Akan tetapi, fungsi $f = 1/h$ akan menghasilkan nilai tak terhingga jika nilai $h = 0$. Oleh karena itu, perlu ditambah sebuah bilangan agar tak terjaldi masalah ketika $h=0$. Degan demikian, fungsi *fitness* ketika optimasi bertujuan untuk meminimalkan fungsi h dapat dituliskan pada Persamaan 2-11.

$$f = \frac{1}{h+a} \quad 2-11$$

keterangan :

f = nilai *fitness*

h = nilai yang akan diminimalkan

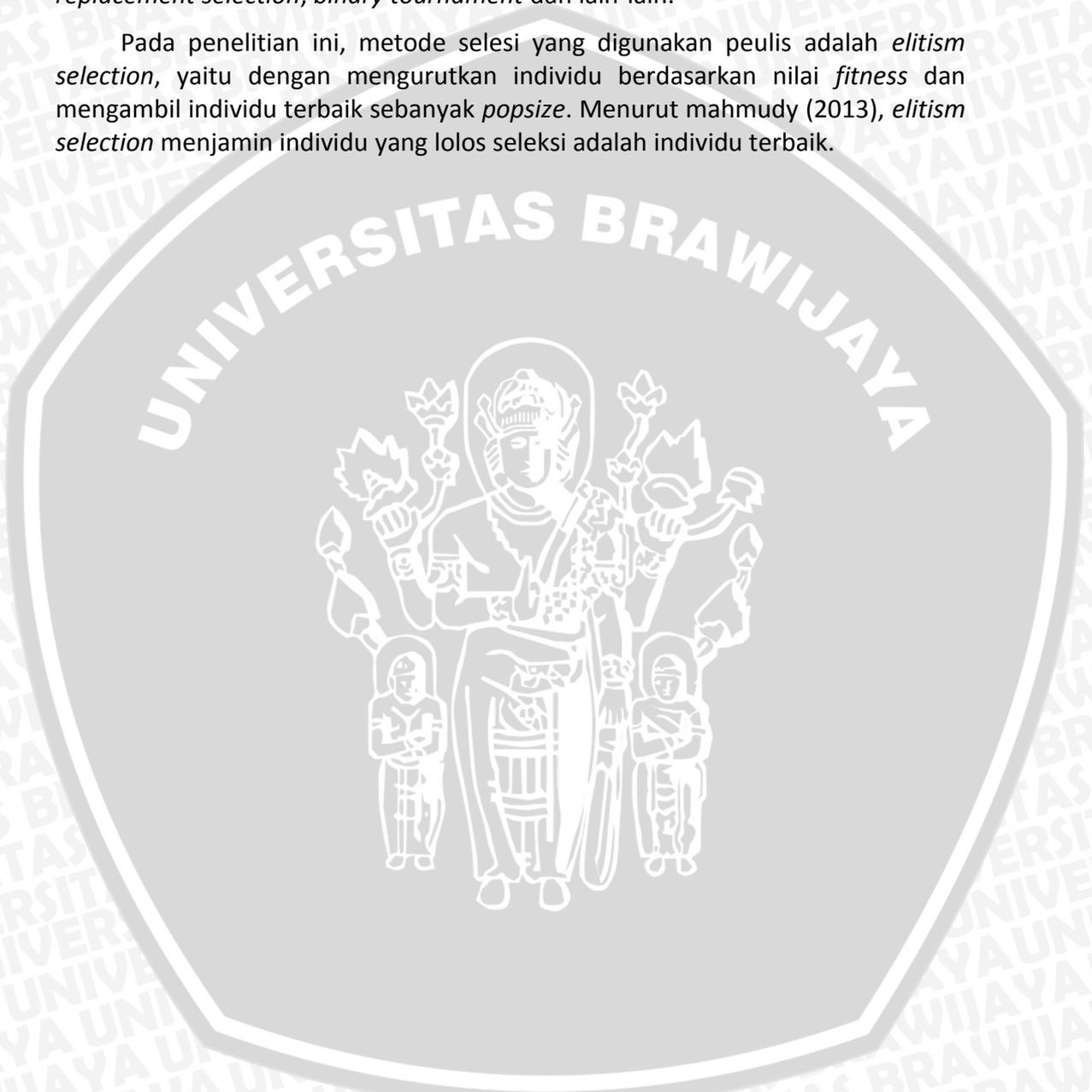
a = nilai konstanta yang ditentukan sebelumnya.



2.7.5. Seleksi

Proses seleksi pada ES sama halnya dengan proses seleksi pada algoritma genetika, yaitu proses pemilihan individu sebanyak *popsize* untuk dijadikan sebagai populasi generasi berikutnya. Ada beberapa metode seleksi yang dapat digunakan dalam *evolution strategies*, antara lain *roulette wheel*, *elitism selection*, *replacement selection*, *binary tournament* dan lain-lain.

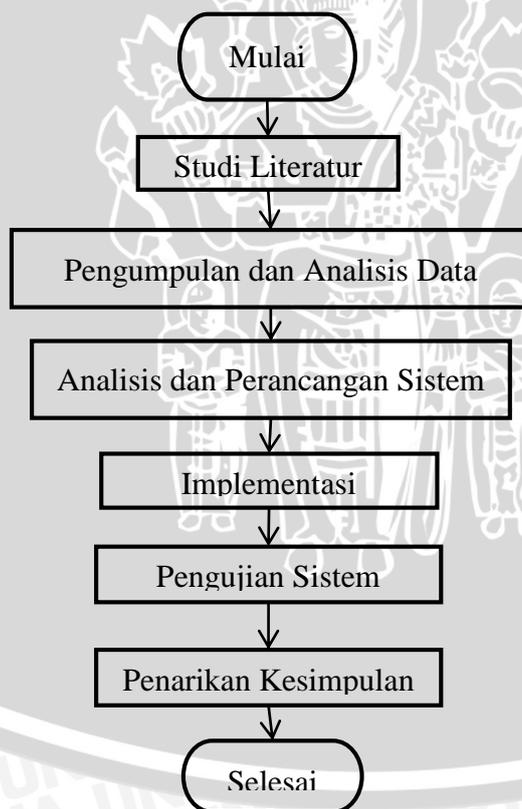
Pada penelitian ini, metode seleksi yang digunakan penulis adalah *elitism selection*, yaitu dengan mengurutkan individu berdasarkan nilai *fitness* dan mengambil individu terbaik sebanyak *popsize*. Menurut Mahmudy (2013), *elitism selection* menjamin individu yang lolos seleksi adalah individu terbaik.



BAB 3 METODOLOGI

Skripsi dengan judul “Optimasi Model Fuzzy Tsukamoto Dengan Menggunakan Algoritma Evolution Strategies Untuk Memprediksi Kemungkinan Persalinan Normal” ini bisa digolongkan sebagai penelitian implementatif dengan pendekatan perancangan (design). Penelitian ini akan menghasilkan sebuah purwarupa (*prototype*) berupa perangkat lunak (*software*) yang bisa digunakan untuk memprediksi kemungkinan persalinan normal.

Demi terselesainya penelitian ini, maka dibutuhkan susunan tahapan kegiatan penelitian yang terstruktur dan tepat serta perancangan yang baik. Pada metodologi penelitian ini akan dibahas langkah-langkah dan rancangan yang digunakan dalam pembuatan aplikasi optimasi FIS Tsukamoto menggunakan evolution strategies untuk mengetahui kemungkinan persalinan normal. Tahapan penelitian ini meliputi studi literatur, pengumpulan dan analisis data, analisis dan perancangan sistem, implementasi, pengujian sistem, dan penarikan kesimpulan yang ditunjukkan pada Gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

Pada tahap analisis sistem dilakukan proses formulasi permasalahan untuk menguraikan detail permasalahan yang ada. Setelah itu, solusi masalah digambarkan menggunakan siklus evolution strategies dalam tahap perancangan

sistem. Solusi permasalahan akan diuji dalam tahap pengujian sistem untuk mendapatkan parameter algoritma evolution terbaik sebagai solusi optimal.

3.1. Studi Literatur

Dalam penelitian ini, studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan informasi yang bersumber dari buku, naskah penelitian, dan informasi dari internet. Studi literatur ini membahas mengenai teori-teori yang digunakan untuk menunjang penulisan skripsi. Teori-teori yang dibutuhkan diantaranya tentang :

1. Fuzzy Inference Sistem Tsukamoto
2. Evolution Strategies, yang digunakan untuk mengoptimasi aturan yang terdapat pada model inferensi fuzzy tsukamoto.
3. Proses pengujian sistem

3.2. Pengumpulan dan Analisis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Data yang digunakan adalah data hasil pemeriksaan bumil pada tri semester ke 3 kehamilan. Data tersebut didapatkan dari rekam medis yang dimiliki oleh bidan di Puskesmas Peterongan.
2. Aturan yang berasal dari kombinasi nilai faktor yang berpengaruh dalam persalinan normal.
3. Parameter evolution strategies yang diperlukan berupa jumlah populasi (μ), jumlah generasi dan λ .

3.3. Analisis dan Perancangan Sistem

3.3.1. Deskripsi Umum Sistem

Sistem ini memerlukan data berupa faktor faktor yang mempengaruhi proses persalinan normal seperti, usia calon ibu, letak bayi, luas panggul, tekanan darah, HB, gangguan psikologis, TBJ, penyakit beresiko yang diderita, LiLA dan hasil tes proteinuria. Sistem ini juga memerlukan inputan dari ahli untuk mengetahui aturan yang dapat dibentuk berdasarkan kombinasi faktor penentu persalinan normal. Inputan lain yang dibutuhkan oleh sistem adalah besaran λ dan banyaknya populasi (μ) agar sistem dapat menjalankan optimasi algoritma menggunakan evolution strategies.

3.3.2. Kebutuhan Sistem

Agar perangkat lunak berjalan dengan baik maka pengujian perangkat lunak dijalankan pada personal computer dengan spesifikasi :

1. Spesifikasi Kebutuhan Hardware
 - Netbook Asus X200CA
 - RAM 4 GB
2. Spesifikasi Kebutuhan Software
 - Microsoft windows 8 sebagai sistem operasi yang digunakan

- Microsoft office 2013 sebagai pengolah dokumentasi dan manual perhitungan
- Menggunakan Netbeans 7.3.1 sebagai editor untuk membuat aplikasi
- Enterprise Architecture sebagai aplikasi untuk membuat diagram

3.3.3. Perancangan Sistem

Perancangan membahas langkah-langkah yang akan dilakukan dalam fase implementasi, bagaimana proses estimasi nilai parameter algoritma hingga hasil yang didapatkan bisa optimal. Perancangan juga membahas kebutuhan sistem yang akan diimplementasikan. Perancangan perangkat lunak akan menggunakan perancangan dengan *flowchart* atau diagram alir. Diagram alir akan menjelaskan alur proses implementasi optimasi *fuzzy tsukamoto* dengan menggunakan *evolution strategies* untuk mengetahui kemungkinan persalinan spontan.

3.4. Implementasi

Penelitian ini menggunakan algoritma fuzzy inference sistem Tsukamoto yang dioptimasi menggunakan algoritma *evolution strategies* (ES). Seperti yang telah diuraikan pada bab 2, optimasi fuzzy AHP menggunakan ES telah terbukti efektif digunakan untuk membantu Pemilihan Calon Penerima Beasiswa Ptiik Universitas Brawijaya.

Implementasi algoritma menggunakan bahasa pemrograman java karena sistem dimodelkan dengan orientasi objek atau Object Orientation Programming (OOP).

3.5. Pengujian Algoritma

Pengujian dilakukan dengan mengubah beberapa nilai parameter, antara lain jumlah populasi (μ), jumlah offspring (λ) dan jumlah iterasi maksimum. Kombinasi parameter uji yang mampu menghasilkan fitness tertinggi dianggap sebagai ukuran yang paling optimal.

Pengujian terhadap nilai parameter *Evolution Strategies* dilakukan secara bertahap. Urutan pengujian yang dilaksanakan adalah sebagai berikut :

3.5.1. Pengujian Ukuran Populasi

Pengujian populasi dilakukan untuk mendapatkan ukuran populasi (*popsiz*) yang mampu menghasilkan fitness terbesar. Pada pengujian ukuran populasi akan dilakukan pengujian dengan 5 macam skenario. Pada masing-masing skenario digunakan ukuran populasi yang berbeda. Ukuran populasi yang digunakan merupakan angka kelipatan 5 yang berada pada rentang 5 hingga 40. Nilai λ yang digunakan pada pengujian ukuran populasi adalah tetap, yaitu 1. Sedangkan ukuran generasi yang digunakan juga tetap yaitu 10. Setiap skenario akan dilakukan 10 kali percobaan. Hasil fitness terbaik pada masing-masing skenario kemudian digunakan untuk menghitung rata-rata fitness. Tabel pengujian ukuran populasi ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Pengujian Ukuran Populasi

No	Ukuran Populasi	Nilai Fitness										Rata-Rata Fitness
		Percobaan Populasi Ke-										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	5											
2	10											
3	15											
4	20											
5	25											
6	30											
7	35											
8	40											

3.5.2. Pengujian Ukuran Generasi

Pengujian ukuran generasi dilakukan untuk menghasilkan ukuran generasi yang mampu menghasilkan individu dengan nilai fitness optimal. Pada pengujian generasi, ukuran populasi yang digunakan adalah ukuran populasi yang mampu menghasilkan nilai rata-rata fitness tertinggi dari proses pengujian ukuran populasi terbaik. Ukuran lamda yang digunakan adalah tetap, yaitu 2. Pada tahap pengujian ukuran generasi, jumlah iterasi maksimal akan dirubah dengan nilai kelipatan 10 yang berada pada rentang 10 hingga 100. Pada setiap perubahan ukuran generasi akan dilakukan 10 kali percobaan untuk menghitung rata-rata fitness. Tabel pengujian ukuran generasi ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Pengujian Ukuran Generasi

No	Ukuran Generasi	Nilai Fitness										Rata-Rata Fitness
		Percobaan Ke-										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	10											
2	20											
3	30											
4	40											
5	50											
6	60											
7	70											
8	80											
9	90											
10	100											

3.5.3. Pengujian Ukuran Lamda

Pengujian ukuran lambda dilakukan untuk mengetahui nilai lamda yang paling optimal. Pada pengujian ukuran lamda akan dilakukan perubahan nilai

lambda antara linai 1 hingga 8. Ukuran popsize dan ukuran generasi yang digunakan adalah kombinasi ukuran popsize dan ukuran generasi yang mampu menghasilkan rata-rata fitness tertinggi pada pengujian sebelumnya. Pada setiap nilai lamda yang diuji akan dilakukan 10 kali ulangan percobaan untuk menghasilkan rata-rata fitness. Tabel pengujian ukuran lambda ditunjukkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Pengujian Ukuran Lambda

No	Ukuran Lambda	Nilai Fitness										Rata-Rata Fitness
		Percobaan Populasi Ke-										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1 μ											
2	2 μ											
3	3 μ											
4	4 μ											
5	5 μ											
6	6 μ											
7	7 μ											
8	8 μ											

3.5.4. Pengujian Paramete Terbaik

Pengujian parameter dilakukan untuk mengetahui apakah sistem berjalan dengan baik atau tidak. Pengujian sistem dilakukan dengan membandingkan antara data aktual dengan data keluaran sistem. Sistem dinilai berhasil berjalan dengan baik jika akurasi yang dihasilkan lebih baik dibandingkan dengan akurasi perhitungan yang hanya menggunakan Fuzzy tsukamoto tanpa melalui proses optimasi.

3.6. Penarikan Kesimpulan

Melakukan evaluasi dan analisis terhadap hasil pengujian perangkat lunak, kemudian ditarik ke dalam sebuah kesimpulan. Kesimpulan diambil untuk menjawab rumusan masalah yang telah ditetapkan sebelumnya. Tahap terakhir dari penulisan adalah saran yang berkenaan dengan hasil yang telah dicapai untuk memperbaiki kesalahan-kesalahan yang terjadi serta untuk memberikan pertimbangan untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.

BAB 4 PERANCANGAN

Tahap perancangan diperlukan untuk memastikan semua kebutuhan sistem terpenuhi. Perancangan akan membuat pengerjaan sistem menjadi lebih mudah karena apa yang dibutuhkan sudah diketahui dan tersedia dalam perancangan. Pada tahap perancangan ini akan dibahas mengenai gambaran umum permasalahan yang akan diselesaikan, tahap penyelesaian masalah serta rancangan antarmuka yang akan digunakan untuk membangun sistem.

4.1. Deskripsi permasalahan

Kasus yang akan diselesaikan adalah masalah kemungkinan persalinan normal pada studi kasus puskesmas peterongan jombang. Data yang digunakan berupa 200 record data historis yang melibatkan 10 faktor-faktor penentu persalinan normal, yaitu usia, letak bayi, ukuran panggul, tekanan darah, hb, gangguan psikologis, tbj, penyakit beresiko, LiLA dan proteinuria. Sampel data yang digunakan dalam penelitian ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Contoh Data Yang Digunakan

Nama	Usia	Letak bayi	Ukuran panggul	Sistoli	Diastoli	Hb	Gangguan psikologis	TBJ	Penyakit beresiko	LiLA	Proteinuria	Kemungkinan persalinan normal
Ny R	25	Kepala	12	120	80	10	Tidak	3000	Tidak	24	Negatif	tinggi
Ny W	35	Kepala	11.2	120	80	9	Tidak	2850	Tidak	23.5	Negatif	tinggi
Ny J	29	Kepala	9.8	110	70	8.2	Tidak	2850	Tidak	20.7	Negatif	rendah
Ny Z	39	Lintang	12	160	100	8.1	Tidak	2500	Ya	26.3	Positif 3	rendah
Ny A	21	Kepala	11.4	110	110	12	Ya	2600	Tidak	25.3	Negatif	tinggi
Ny E	24	Kepala	13	130	130	9.8	Ya	2750	Tidak	25	Negatif	tingggi
Ny N	21	Kepala	12.2	90	70	11	Tidak	3100	Ya	24.2	Negatif	sedang

Formulasi permasalahan pada penelitian ini akan diselesaikan menggunakan fuzzy tsukamoto yang dioptimasi menggunakan evolution strategies. Proses optimasi menggunakan evolution strategies diharapkan menghasilkan akurasi yang lebih baik sehingga sistem dapat berjalan dengan lebih baik.

4.2. Siklus penyelesaian masalah menggunakan fuzzy Tsukamoto

Penyelesaian masalah menggunakan fuzzy tsukamoto diawali dengan pembentukan himpunan fuzzy. himpunan fuzzy dibentuk berdasarkan batas-batas fungsi keanggotaan yang didapatkan dari pakar. Selanjutnya, dilakukan pembentukan fungsi aturan (implikasi) untuk menggambarkan kemungkinan solusi permasalahan yang ada. Pembentukan fungsi aturan dilakukan dengan

mengombinasikan berbagai katagori dari setiap kriteria yang berpengaruh pada kemungkinan persalinan normal.

Secara terperinci, langkah-langkah yang harus dilakukan dalam proses komputasi fuzzy tsukamoto adalah mencari nilai keanggotaan terkecil dari masing-masing kriteria. Nilai terkecil yang dihasilkan dari masing-masing fungsi aturan atau yang disebut sebagai α kemudian digunakan untuk menghitung nilai dari fungsi keanggotaan kriteria kemungkinan persalinan normal (Z_i). Setelah didapatkan nilai α dan Z_i dilakukan proses defuzzifikasi untuk menghasilkan kemungkinan persalinan normal.

Dari record data pertama pada Tabel 4.1 kemungkinan persalinan normal dapat dihitung berdasarkan 4 tahap perhitungan fuzzy tsukamoto berikut.

1. Pembentukan himpunan fuzzy (fuzzifikasi)

Pada tahap pembentukan himpunan fuzzy ada 10 variabel input dan 1 variabel output yang digunakan. Akan tetapi, karena variabel tekanan darah harus dipecah menjadi dua variabel yang lebih khusus (sistoli dan diastoli), maka total variabel yang digunakan adalah 11 variabel input dan 1 variabel output.

Variabel input

Umur : 25

Letak bayi : kepala

Ukuran panggul :12

Sistoli : 120

Diastoli :80

Hb : 10

Gangguan psikologis : tidak

Taksiran berat janin (TBJ) :3000

Penyakit beresiko : tidak

Lingkar Lengan Atas (LiLA) :24

Proteinuria : negatif

Variabel output

Kemungkinan persalinan normal : Rendah / Sedang / Tinggi.

Berdasarkan pendapat pakar, range yang digunakan dalam proses perhitungan fuzzy tsukamoto dijabarkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Range Kriteria Yang Digunakan

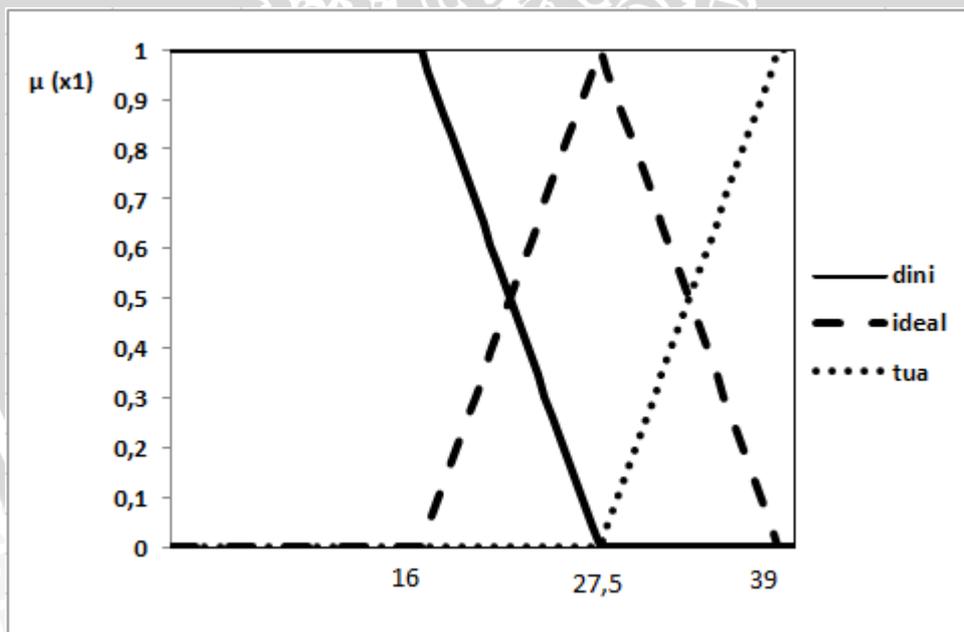
Kriteria	Range
Usia	0-40
Letak bayi	0-4

Luas panggul		0-14
Tekanan darah	Sistoli	0-160
	Diastoli	0-100
Hb		0-12
Gangguan psikolog		0-1
Tbj		0 – 4000
Penyakit resiko		0-1
LiLA		0 – 25
Proteinuria		1-4
Kemungkinan persalinan normal		0-1

Dari setiap kriteria pada Tabel 4.2, ada beberapa parameter yang digunakan untuk mengukur nilai masing-masing kriteria.

a. Kriteria 1 : Usia (missal x_1)

Berdasarkan pendapat pakar, kriteria Usia dibagi menjadi 3 katagori yaitu dini, ideal dan tua. Untuk katagori dini batas atasnya 16 tahun. Untuk katagori ideal, batas atasnya 27,5 tahun. Sedangkan untuk katagori tua, batas atasnya 39 tahun. Rentangan nilai fuzzy kriteria usia dapat digambarkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Grafik fuzzy Usia

Dari Gambar 4.1 dapat dibentuk fungsi keanggotaan fuzzy usia sebagai berikut :

$$\mu_{dini}(x_1) = \begin{cases} 1 & x_1 \leq 16 \\ \frac{27,5-x_1}{27,5-16} & 16 < x_1 < 27,5 \\ 0 & x_1 \geq 27,5 \end{cases}$$



$$\mu_{ideal}(x_1) = \begin{cases} \frac{x_1 - 16}{27,5 - 16} & 16 < x_1 \leq 27,5 \\ \frac{39,5 - x_1}{39 - 27,5} & 27,5 < x_1 < 39 \\ 0 & x_1 \leq 16 \text{ \& } x_1 \geq 39 \end{cases}$$

$$\mu_{tua}(x_1) = \begin{cases} 0 & x_1 \leq 27,5 \\ \frac{x_1 - 27,5}{39 - 27,5} & 27,5 < x_1 < 39 \\ 1 & x_1 \geq 39 \end{cases}$$

Sehingga untuk usia = 25, maka :

$$\mu_{dini}(x_1) = 0,217391$$

$$\mu_{ideal}(x_1) = 0,782609$$

$$\mu_{tua}(x_1) = 0$$

b. Kriteria 2 : Letak bayi (missal x2)

Berdasarkan pendapat pakar, kriteria letak bayi dibagi menjadi 3 katagori yaitu kepala, lintang dan sungsang. Untuk mendapatkan nilai fuzzy pada kriteria letak bayi dilakukan scoring terlebih dahulu. Pada penelitian ini, katagori kepala memiliki score 1, sungsang memiliki score 2 dan lintang memiliki score 3. Batas atas yang digunakan masing-masing katagori adalah 1 untuk katagori kepala, 2 untuk katagori sungsang dan 3 untuk katagori lintang. Rentangan nilai fuzzy kriteria letak bayi dapat digambarkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Grafik Fuzzy Letak Bayi

Dari Gambar 4.2 dapat dibentuk fungsi keanggotaan fuzzy letak bayi sebagai berikut :

$$\mu_{kepala}(x_2) = \begin{cases} 1 & x_2 \leq 1 \\ \frac{2-x_2}{2-1} & 1 < x_2 < 2 \\ 0 & x_2 \geq 2 \end{cases}$$

$$\mu_{sungsang}(x_2) = \begin{cases} x_2 - 1 & 1 < x_2 \leq 2 \\ \frac{2-1}{3-2} & 2 < x_2 < 3 \\ \frac{3-2}{0} & x_2 \leq 1 \text{ \& } x_2 \geq 3 \end{cases}$$

$$\mu_{lintang}(x_2) = \begin{cases} 0 & x_2 \leq 2 \\ \frac{x_2-2}{3-2} & 2 < x_2 < 3 \\ \frac{3-2}{1} & x_2 \geq 3 \end{cases}$$

Sehingga untuk letak bayi = kepala, maka :

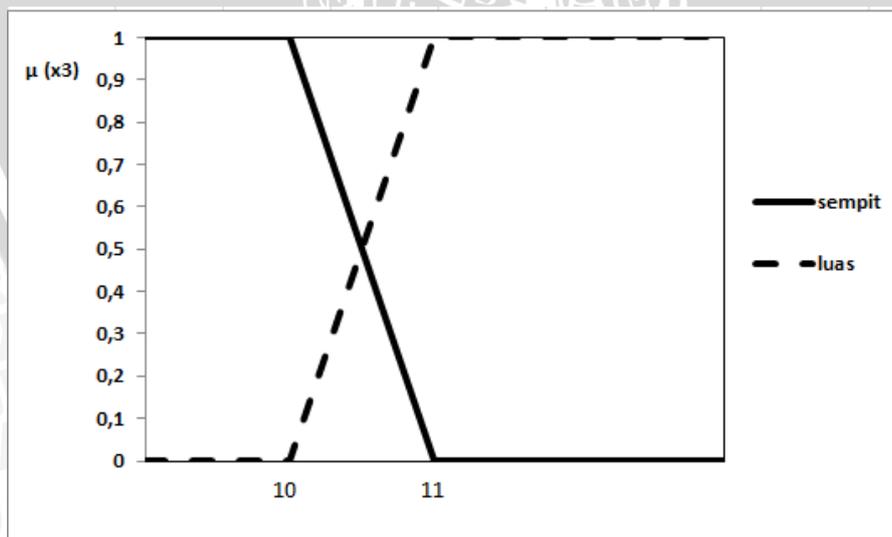
$$\mu_{kepala}(x_2) = 1$$

$$\mu_{sungsang}(x_2) = 0$$

$$\mu_{lintang}(x_2) = 0$$

c. Kriteria 3 : Luas panggul (misal x3)

Berdasarkan pendapat pakar, kriteria luas panggul dibagi menjadi 2 katagori yaitu sempit dan luas. Untuk katagori sempit batas atasnya 10 cm. sedangkan untuk katagori luas, batas atasnya 11 cm. Rentangan nilai fuzzy kriteria luas panggul dapat digambarkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Grafik Fuzzy Luas Panggul

Dari Gambar 4.3 dapat dibentuk fungsi keanggotaan fuzzy luas pangul sebagai berikut :

$$\mu_{sempit}(x_3) = \begin{cases} 1 & x_3 \leq 10 \\ \frac{11 - x_3}{11 - 10} & 10 < x_3 < 11 \\ 0 & x_3 \geq 11 \end{cases}$$

$$\mu_{luas}(x_3) = \begin{cases} 0 & x_3 \leq 10 \\ \frac{x_3 - 10}{11 - 10} & 10 < x_3 < 11 \\ 1 & x_3 \geq 11 \end{cases}$$

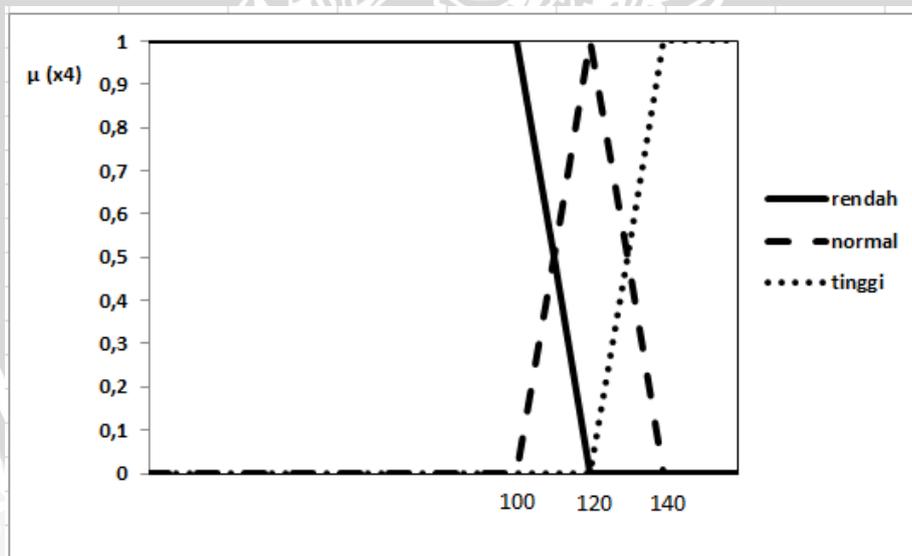
Sehingga untuk luas panggul = 12, maka :

$$\mu_{sempit}(x_3) = 0$$

$$\mu_{luas}(x_3) = 1$$

d. Kriteria 4 : Sistoli (misal x_4)

Berdasarkan pendapat pakar, kriteria sistoli dibagi menjadi 3 katagori yaitu rendah, normal dan tinggi. Untuk katagori rendah batas atasnya 100. Untuk katagori normal, batas atasnya 120. Sedangkan untuk katagori tinggi, batas atasnya 140. Rentangan nilai fuzzy kriteria sistoli dapat digambarkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Grafik Fuzzy Sistoli

Dari Gambar 4.4 dapat dibentuk fungsi keanggotaan fuzzy sistoli sebagai berikut :

$$\mu_{rendah}(x_4) = \begin{cases} 1 & x_4 \leq 100 \\ \frac{120 - x_4}{120 - 100} & 100 < x_4 < 120 \\ 0 & x_4 \geq 120 \end{cases}$$

$$\mu_{normal}(x_4) = \begin{cases} \frac{x_4 - 100}{120 - 100} & 100 < x_4 \leq 120 \\ \frac{140 - x_4}{140 - 120} & 120 < x_4 < 140 \\ 0 & x_4 \leq 100 \text{ \& } x_4 \geq 140 \end{cases}$$

$$\mu_{tinggi}(x_4) = \begin{cases} 0 & x_4 \leq 120 \\ \frac{x_4 - 120}{140 - 120} & 120 < x_4 < 140 \\ 1 & x_4 \geq 140 \end{cases}$$

Sehingga untuk sistoli = 120, maka :

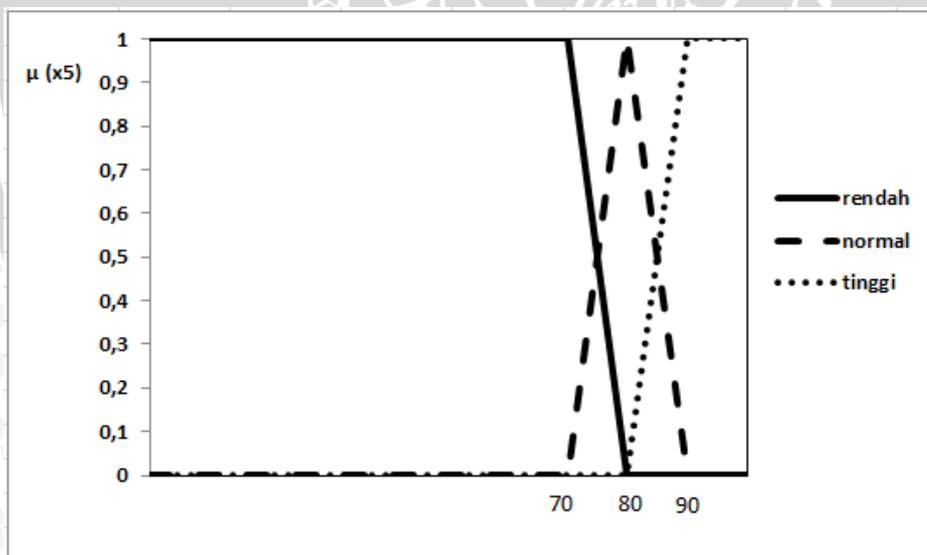
$$\mu_{rendah}(x_4) = 0$$

$$\mu_{normal}(x_4) = 1$$

$$\mu_{tinggi}(x_4) = 0$$

e. Kriteria 5 : Diastoli (misal x5)

Berdasarkan pendapat pakar, kriteria diastoli dibagi menjadi 3 katagori yaitu rendah, normal dan tinggi. Untuk katagori rendah batas atasnya 70. Untuk katagori normal, batas atasnya 80. Sedangkan untuk katagori tinggi, batas atasnya 90. Rentangan nilai fuzzy kriteria diastoli dapat digambarkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Grafik Fuzzy Diastoli

Dari Gambar 4.5 dapat dibentuk fungsi keanggotaan fuzzy diastoli berikut :

$$\mu_{rendah}(x_5) = \begin{cases} 1 & x_5 \leq 70 \\ \frac{80 - x_5}{80 - 70} & 70 < x_5 < 80 \\ 0 & x_5 \geq 80 \end{cases}$$

$$\mu_{normal}(x_5) = \begin{cases} \frac{x_5 - 70}{80 - 70} & 70 < x_5 \leq 80 \\ \frac{90 - x_5}{90 - 80} & 80 < x_5 < 90 \\ 0 & x_5 \leq 70 \text{ \& } x_5 \geq 90 \end{cases}$$

$$\mu_{tinggi}(x_5) = \begin{cases} 0 & x_5 \leq 80 \\ \frac{x_5 - 80}{80 - 90} & 80 < x_5 < 90 \\ 1 & x_5 \geq 90 \end{cases}$$

Sehingga untuk diastoli= 80, maka :

$$\mu_{rendah}(x_5) = 0$$

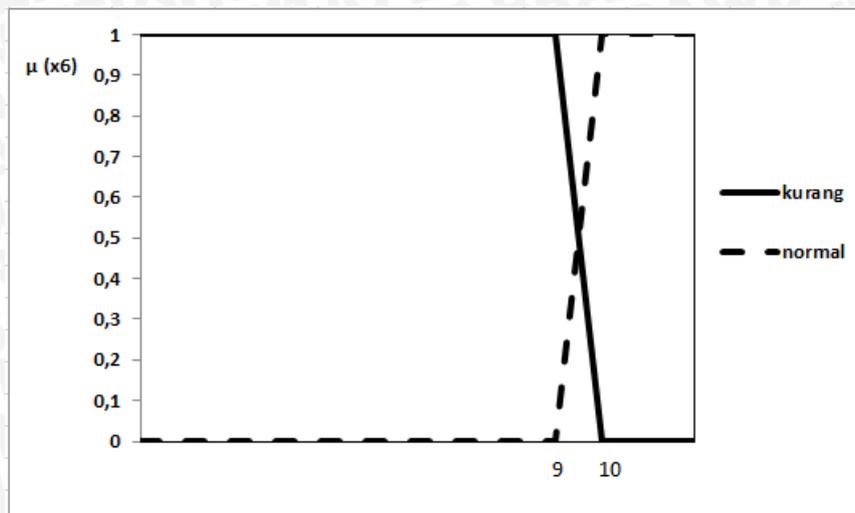
$$\mu_{normal}(x_5) = 1$$

$$\mu_{tinggi}(x_5) = 0$$

Fungsi keanggotaan sistoli dan diastoli nantinya akan digabung kembali untuk mewakili nilai keanggotaan kriteria tekanan darah. Oleh karena tekanan darah dianggap normal ketika sistoli normal AND diastoli normal maka nilai fungsi keanggotaan katagori tekanan darah dapat dicari dengan mengambil nilai minimal derajat keanggotaan katagori sistoli normal dan derajat katagori diastoli normal. Katagori tekanan darah rendah didapatkan dari nilai derajat keanggotaan sistoli rendah OR diastoli rendah. Sedangkan nilai derajat keanggotaan tekanan darah tinggi didapatkan dari nilai derajat keanggotaan sistoli tinggi OR diastoli tinggi.

f. Kriteria 6 : Hb (misal x6)

Berdasarkan pendapat pakar, kriteria HB dibagi menjadi 2 katagori yaitu rendah dan normal. Untuk katagori rendah batas atasnya 9. sedangkan untuk katagori normal, batas atasnya 10 cm. Rentangan nilai fuzzy kriteria HB dapat digambarkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Grafik Fuzzy HB

Dari Gambar 4.6 dapat dibentuk fungsi keanggotaan fuzzy HB sebagai berikut :

$$\mu_{kurang}(x_6) = \begin{cases} 1 & x_6 \leq 9 \\ \frac{10 - x_6}{10 - 9} & 9 < x_6 < 10 \\ 0 & x_6 \geq 10 \end{cases}$$

$$\mu_{normal}(x_6) = \begin{cases} 0 & x_6 \leq 9 \\ \frac{x_6 - 9}{10 - 9} & 9 < x_6 < 10 \\ 1 & x_6 \geq 10 \end{cases}$$

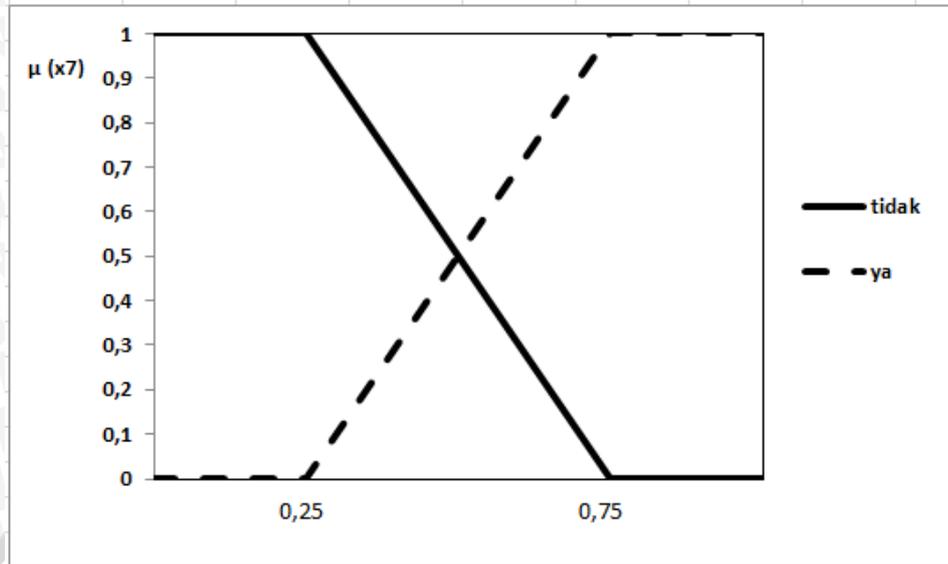
Sehingga untuk HB= 10, maka :

$$\mu_{kurang}(x_6) = 0$$

$$\mu_{normal}(x_6) = 1$$

g. Kriteria 7 : Gangguan psikologis (misal x7)

Berdasarkan pendapat pakar, kriteria gangguan psikologis dibagi menjadi 2 katagori yaitu ya dan tidak. Untuk mendapatkan nilai fuzzy pada kriteria gangguan psikologi dilakukan scoring terlebih dahulu. Pada penelitian ini, katagori ya memiliki score 0,75, sedangkan katagori tidak memiliki score 0,25. Batas atas yang digunakan masing-masing katagori adalah 0,75 katagori ya dan 0,25 untuk katagori tidak. Rentangan nilai fuzzy kriteria gangguan psikologis dapat digambarkan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7. Grafik Fuzzy Gangguan Psikologis

Dari Gambar 4.7 dapat dibentuk fungsi keanggotaan kriteria gangguan psikologis sebagai berikut.

$$\mu_{tidak}(x_7) = \begin{cases} 1 & x_7 \leq 0,25 \\ \frac{0,75 - x_7}{0,75 - 0,25} & 0,25 < x_7 < 0,75 \\ 0 & x_7 \geq 0,75 \end{cases}$$

$$\mu_{ya}(x_7) = \begin{cases} 0 & x_7 \leq 0,25 \\ \frac{x_7 - 0,25}{0,75 - 0,25} & 0,25 < x_7 < 0,75 \\ 1 & x_7 \geq 0,75 \end{cases}$$

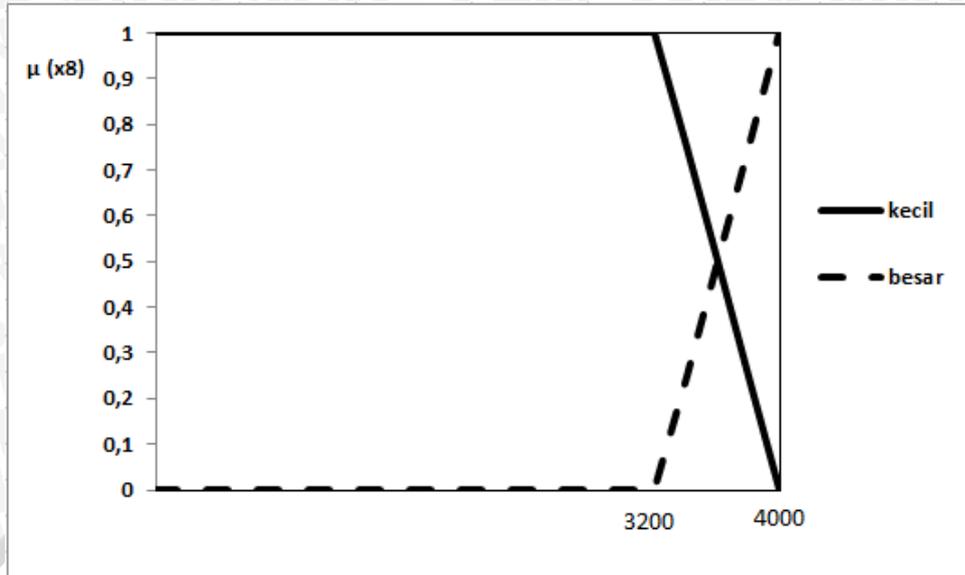
Sehingga untuk gangguan psikologis = tidak, maka :

$$\mu_{tidak}(x_7) = 1$$

$$\mu_{ya}(x_7) = 0$$

h. Kriteria 8 : TBJ (misal x8)

Menurut pendapat pakar, kriteria taksiran berat janin (TBJ) dapat dibagi menjadi 2 katagori yaitu kecil dan besar. Untuk katagori kecil batas atasnya 3200 gram. Sedangkan untuk katagori besar batas atasnya 4000 gram. Rentangan nilai kriteria TBJ dapat digambarkan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8. Grafik Fuzzy TBJ

Berdasarkan gambar 4.8 rumus fungsi keanggotaan fuzzy kriteria TBJ dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\mu_{kecil}(x_8) = \begin{cases} 1 & x_8 \leq 3200 \\ \frac{4000 - x_8}{4000 - 3200} & 3200 < x_8 < 4000 \\ 0 & x_8 \geq 4000 \end{cases}$$

$$\mu_{besar}(x_8) = \begin{cases} 0 & x_8 \leq 3200 \\ \frac{x_8 - 3200}{4000 - 3200} & 3200 < x_8 < 4000 \\ 1 & x_8 \geq 4000 \end{cases}$$

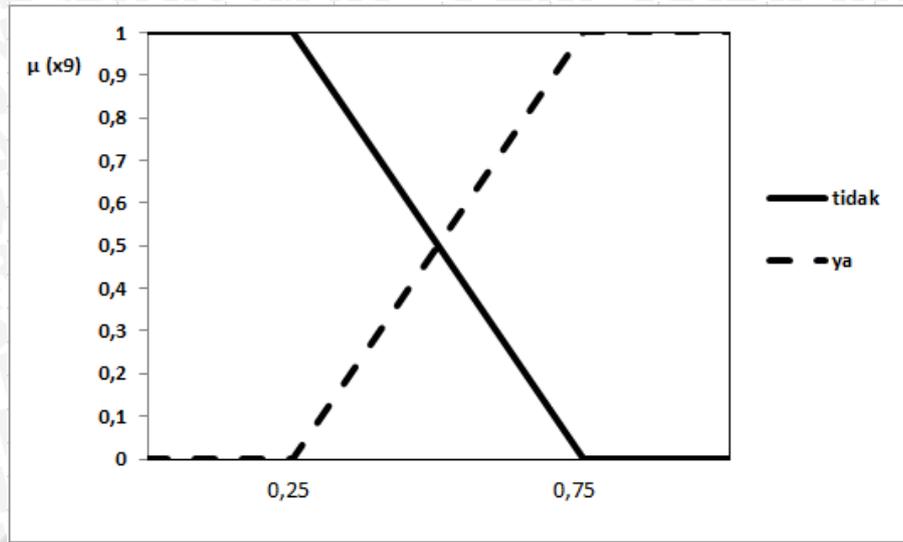
Sehingga untuk TBJ = 3000, maka :

$$\mu_{kecil}(x_8) = 1$$

$$\mu_{besar}(x_8) = 0$$

- i. Kriteria 9 : Penyakit beresiko (misal x9)

Berdasarkan pendapat pakar, kriteria penyakit beresiko dapat dibagi menjadi 2 kategori yaitu ya dan tidak. Untuk mendapatkan nilai fuzzy pada kriteria penyakit beresiko dilakukan scoring terlebih dahulu. Pada penelitian ini, kategori ya memiliki score 0,75, sedangkan kategori tidak memiliki score 0,25. Untuk kategori ya batas atasnya 0,75. Sedangkan untuk kategori tidak batas atasnya 0,25. Rentangan nilai fuzzy kriteria penyakit beresiko ditunjukkan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9. Grafik Fuzzy Penyakit Beresiko

Dari Gambar 4.9 dapat dibentuk fungsi keanggotaan fuzzy kriteria penyakit beresiko sebagai berikut.

$$\mu_{tidak}(x_9) = \begin{cases} 1 & x_9 \leq 0,25 \\ \frac{0,75 - x_9}{0,75 - 0,25} & 0,25 < x_9 < 0,75 \\ 0 & x_9 \geq 0,75 \end{cases}$$

$$\mu_{ya}(x_9) = \begin{cases} 0 & x_9 \leq 0,25 \\ \frac{x_9 - 0,25}{0,75 - 0,25} & 0,25 < x_9 < 0,75 \\ 1 & x_9 \geq 0,75 \end{cases}$$

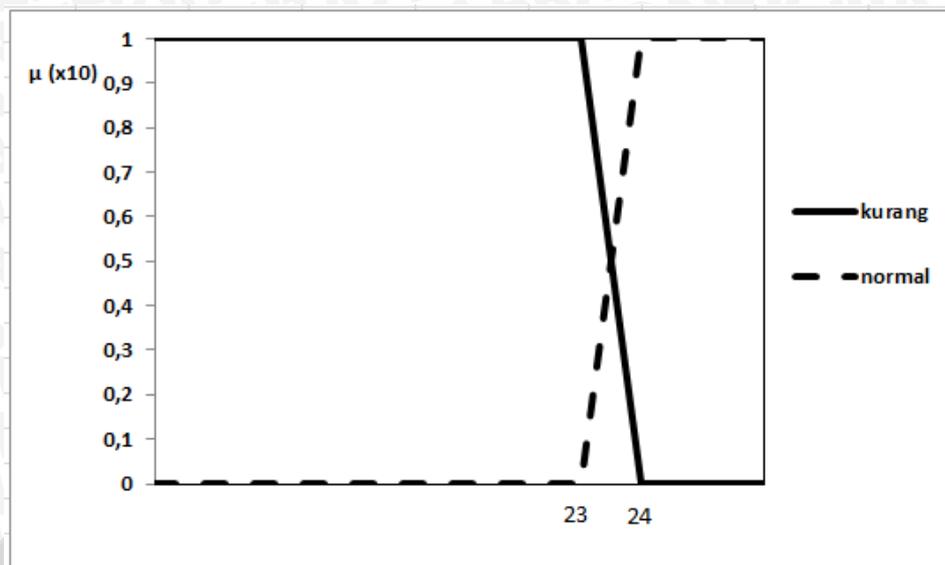
Sehingga penyakit beresiko = tidak, maka :

$$\mu_{tidak}(x_9) = 1$$

$$\mu_{ya}(x_9) = 0$$

j. Kriteria 10 : LiLA (misal x10)

Berdasarkan pendapat pakar, kriteria lingkaran lengan atas (LiLA) dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu kurang dan cukup. Kategori kurang memiliki batas atas 23 cm. Sedangkan kategori cukup memiliki batas atas 24 cm. Rentangan nilai fuzzy kriteria LiLA dapat ditunjukkan pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10. Grafik Fuzzy LiLA

Dari gambar 4.10 dapat dibentuk fungsi keanggotaan fuzzy kriteria LiLA sebagai berikut.

$$\mu_{kurang}(x_{10}) = \begin{cases} 1 & x_{10} \leq 23 \\ \frac{24 - x_{10}}{24 - 23} & 23 < x_{10} < 24 \\ 0 & x_{10} \geq 24 \end{cases}$$

$$\mu_{normal}(x_{10}) = \begin{cases} 0 & x_{10} \leq 23 \\ \frac{x_{10} - 23}{24 - 23} & 23 < x_{10} < 24 \\ 1 & x_{10} \geq 24 \end{cases}$$

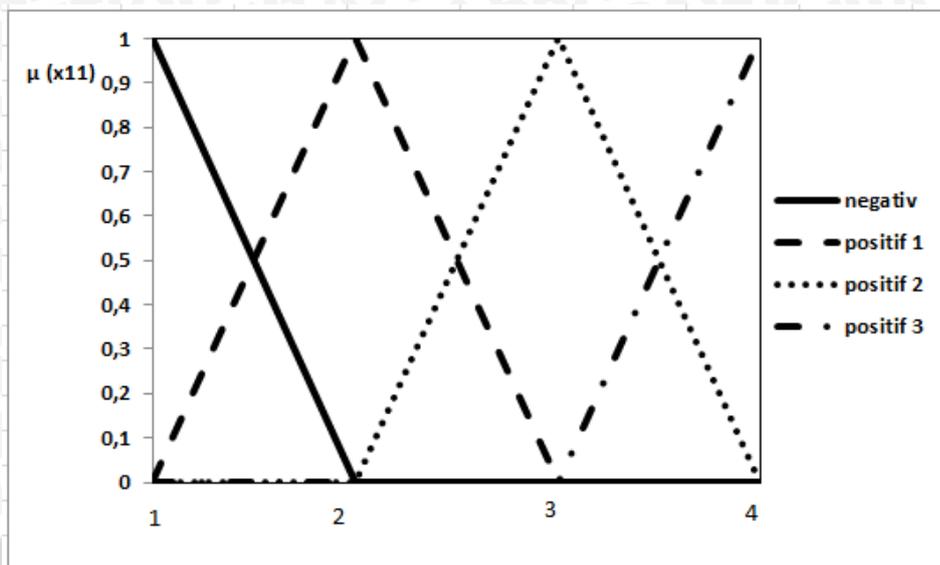
Sehingga untuk LiLA = 24, maka :

$$\mu_{kurang}(x_{10}) = 0$$

$$\mu_{normal}(x_{10}) = 1$$

k. Kriteria 11 : Proteinuria (misal x11)

Berdasarkan pendapat pakar, kriteria proteinuria dapat dibagi menjadi 4 katagori yaitu negative, positif 1, positif 2 dan positif 3. Untuk mendapatkan nilai fuzzy pada kriteria proteinuria perlu dilakukan tahap scoring terlebih dahulu. Pada penelitian ini, katagori negatif memiliki score 1, positif 1 memiliki score 2, positif 2 memiliki score 3 dan positif 3 memiliki score 4. Batas atas fungsi keanggotaan fuzzy yang digunakan pada masing-masing katagori adalah 1 untuk katagori negative, 2 untuk katagori positif 1, 3 untuk katagori positif 2 dan 4 untuk katagori positif 3. Rentangan nilai fuzzy kriteria proteinuria dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11. Grafik Fuzzy Proteinuria

Dari Gambar 4.11 dapat dibentuk ungsi keanggotaan fuzzy kriteria proteinuria sebagai berikut.

$$\mu_{negativ}(x_{11}) = \begin{cases} 1 & x_{11} \leq 1 \\ \frac{2 - x_{11}}{2 - 1} & 1 < x_{11} < 2 \\ 0 & x_{11} \geq 2 \end{cases}$$

$$\mu_{positif 1}(x_{11}) = \begin{cases} \frac{x_{11} - 1}{2 - 1} & 1 < x_{11} \leq 2 \\ \frac{3 - x_{11}}{3 - 2} & 2 < x_{11} < 3 \\ 0 & x_{11} \leq 1 \text{ \& } x_{11} \geq 3 \end{cases}$$

$$\mu_{positif 2}(x_{11}) = \begin{cases} \frac{x_{11} - 2}{3 - 2} & 2 < x_{11} \leq 3 \\ \frac{4 - x_{11}}{4 - 3} & 3 < x_{11} < 4 \\ 0 & x_{11} \leq 2 \text{ \& } x_{11} \geq 4 \end{cases}$$

$$\mu_{positif 3}(x_{11}) = \begin{cases} 0 & x_{11} \leq 3 \\ \frac{x_{11} - 3}{4 - 3} & 3 < x_{11} < 4 \\ 1 & x_{11} \geq 4 \end{cases}$$

Sehingga untuk priteinuria= negativ, maka :

$$\mu_{negativ}(x_{11}) = 1$$

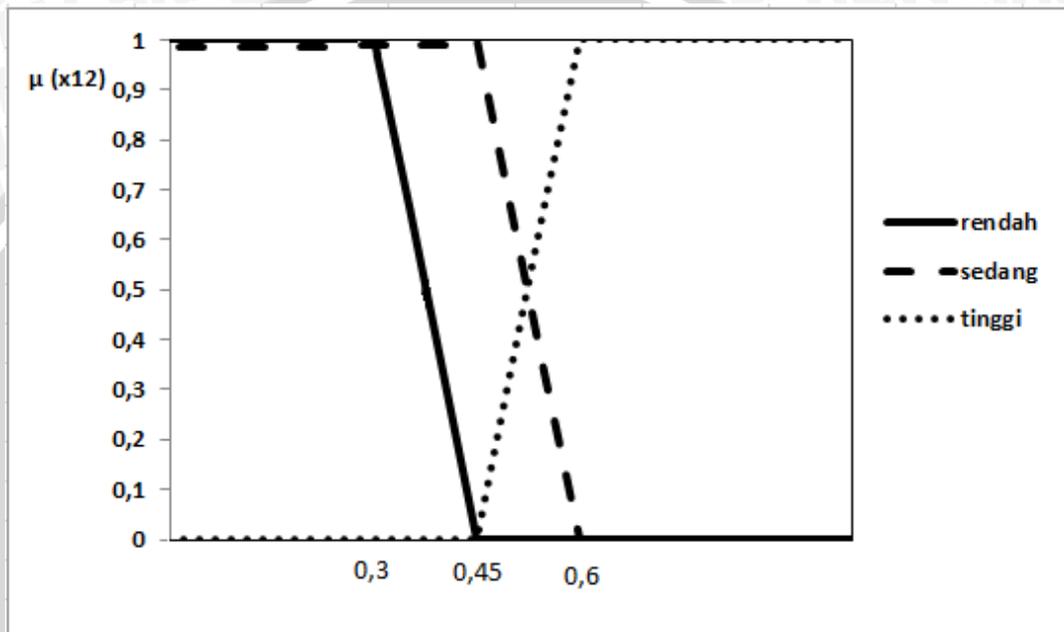
$$\mu_{positif 1}(x_{11}) = 0$$

$$\mu_{positif 2}(x_{11}) = 0$$

$$\mu_{positif 3}(x_{11}) = 0$$

I. Kriteria 12 : Kemungkinan persalinan normal (misal x12)

Kriteria kemungkinan persalinan normal adalah kriteria yang merupakan output dari sistem. Menurut pendapat pakar, kriteria kemungkinan persalinan normal dapat dibagi menjadi 3 katagori yaitu rendah, sedang dan tinggi. Katagori rendah memiliki batas atas 0,3 atau 3%. Katagori sedang memiliki batas atas 0,45 atau 45%. Sedangkan katagori tinggi memiliki batas atas 0,6 atau 60%. Rentangan nilai fuzzy kriteria kemungkinan persalinan normal dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12. Grafik Fuzzy Kemungkinan Persalinan Normal

Dari gambar 4.12 dapat dibentuk fungsi keanggotaan kriteria kemungkinan persalinan normal sebagai berikut.

$$\mu_{rendah}(x_{12}) = \begin{cases} 1 & x_{12} \leq 0,3 \\ \frac{0,45 - x_{12}}{0,45 - 0,3} & 0,3 < x_{12} < 0,45 \\ 0 & x_{12} \geq 0,45 \end{cases}$$

$$\mu_{sedang}(x_{12}) = \begin{cases} 1 & x_{12} \leq 0,45 \\ \frac{0,65 - x_{12}}{0,65 - 0,45} & 0,45 < x_{12} < 0,6 \\ 0 & x_{12} \geq 0,6 \end{cases}$$

$$\mu_{tinggi}(x_{12}) = \begin{cases} 0 & x_{12} \leq 0,45 \\ \frac{x_{12} - 0,45}{0,6 - 0,45} & 0,45 < x_{12} < 0,6 \\ 1 & x_{12} \geq 0,6 \end{cases}$$

2. Aplikasi fungsi implikasi (aturan)

Aturan adalah kombinasi dari parameter yang terdapat pada masing-masing variabel. Pada kaus ini, parameter masing-masing variabel dijelaskan sebagai berikut :

- Variabel umur memiliki 3 parameter (dini, ideal dan tua).
- Variabel letak bayi memiliki 3 parameter (kepala, lintang dan sungsang).
- Variabel ukuran panggul memiliki 2 parameter (luas dan sempit).
- Variabel tekanan darah memiliki 3 parameter (rendah, normal dan tinggi).
- Variabel Hb memiliki 2 parameter (kurang dan normal).
- Variabel gangguan psikologis memiliki 2 parameter (ya dan tidak).
- Variabel taksiran berat janin (TBJ) memiliki 2 parameter (kecil dan besar).
- Variabel Penyakit beresiko memiliki 2 parameter (ya dan tidak).
- Variabel lingkaran lengan atas (LiLA) memiliki 2 parameter (kurang dan cukup).
- Variabel proteinuria memiliki 4 parameter (negative, positif 1, positif 2 dan positif 3).
- Variabel kemungkinan persalinan normal memiliki 3 parameter (rendah, sedang dan tinggi).

Berdasarkan inferensi pengetahuan dari pakar, terdapat 224 fungsi implikasi (aturan) yang digunakan dalam penelitian. Fungsi implikasi (aturan) dapat disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Contoh Aturan Dari Pakar

Rule ke	Usia	Letak bayi	Luas panggul	Sistoli	Diastoli	Hb	Gangguan psikologis	Tbj	Penyakit beresiko	LiLA	Proteinuria	Kemungkinan persalinan normal
1	ideal	Kepala	luas	normal	normal	normal	ya	rendah	tidak	cukup	negatif	tinggi
2	ideal	Kepala	luas	normal	normal	normal	tidak	rendah	tidak	cukup	negatif	tinggi
3	Tua	Kepala	luas	normal	normal	normal	ya	rendah	tidak	cukup	negatif	sedang
4	Tua	Kepala	luas	normal	rendah	normal	ya	rendah	tidak	cukup	negatif	sedang
17	dini	Kepala	luas	normal	normal	normal	ya	rendah	tidak	cukup	negatif	sedang
175	ideal	Sungsang	sempit	tinggi	normal	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
176	ideal	Sungsang	sempit	tinggi	tinggi	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
182	dini	Lintang	sempit	tinggi	tinggi	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah

Dari aturan-aturan yang telah terbentuk seperti Tabel 4.3, implikasi aturan dapat dilakukan dengan mencari nilai predikat alpha strength (α) menggunakan operator AND. Komputasi yang dilakukan adalah dengan mengambil nilai fungsi keanggotaan terkecil dari masing-masing kriteria pada setiap rule. Contoh perhitungan implikasi aturan adalah sebagai berikut :

$$[R1] = \text{MIN} (\mu_{\text{ideal}}(x1) \wedge \mu_{\text{kepala}}(x2) \wedge \mu_{\text{luas}}(x3) \wedge \mu_{\text{normal}}(x4) \wedge \mu_{\text{normal}}(x5) \wedge \mu_{\text{normal}}(x6) \wedge \mu_{\text{ya}}(x7) \wedge \mu_{\text{rendah}}(x8) \wedge \mu_{\text{tidak}}(x9) \wedge \mu_{\text{cukup}}(x10) \wedge \mu_{\text{negativ}}(x11))$$

$$\alpha_1 = \text{MIN} (\mu_{\text{ideal}}(25) \wedge \mu_{\text{kepala}}(1) \wedge \mu_{\text{luas}}(12) \wedge \mu_{\text{normal}}(120) \wedge \mu_{\text{normal}}(80) \wedge \mu_{\text{normal}}(10) \wedge \mu_{\text{ya}}(0,25) \wedge \mu_{\text{rendah}}(3000) \wedge \mu_{\text{tidak}}(0,25) \wedge \mu_{\text{cukup}}(24) \wedge \mu_{\text{negativ}}(1))$$

$$\alpha_1 = \text{MIN}(0,782609; 1; 1; 1; 1; 1; 0; 1; 1; 1)$$

$$\alpha_1 = 0$$

Nilai alpha dihitung secara keseluruhan hingga didapatkan nilai $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{224}$.

3. Komposisi aturan (Agregasi)

Tahap agregasi pada fuzzy tsukamoto dilakukan dengan mencari nilai singletone (z_i). Nilai z_i adalah nilai output (x) ketika $\mu(x)$ bernilai α . Pada penelitian ini z_i atau output (x) adalah kemungkinan persalinan normal. Pada tahap fuzzyfikasi telah dibahas bahwa rumus derajat keanggotaan kriteria kemungkinan persalinan normal adalah sebagai berikut

$$\mu_{\text{rendah}}(x_{12}) = \begin{cases} 1 & x_{12} \leq 0,3 \\ \frac{0,45 - x_{12}}{0,45 - 0,3} & 0,3 < x_{12} < 0,45 \\ 0 & x_{12} \geq 0,45 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{sedang}}(x_{12}) = \begin{cases} \frac{x_{12} - 0,3}{0,45 - 0,3} & 0,3 < x_{12} \leq 0,45 \\ \frac{0,6 - x_{12}}{0,6 - 0,45} & 0,45 < x_{12} < 0,6 \\ 0 & x_{12} \leq 0,3 \text{ \& } x_{12} \geq 0,6 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{tinggi}}(x_{12}) = \begin{cases} 0 & x_{12} \leq 0,45 \\ \frac{x_{12} - 0,45}{0,6 - 0,45} & 0,45 < x_{12} < 0,6 \\ 1 & x_{12} \geq 0,6 \end{cases}$$

Pada tahap agregasi, nilai predikat alpha strength (α) disubstitusikan kedalam nilai μ sehingga didapatkan nilai x_{12} atau z_i , dimana indeks i menyatakan aturan ke i .

Misalkan untuk R1 yang memiliki nilai $\alpha = 0$ dan R1 menyatakan kemungkinan persalinan normal = Rendah, maka nilai z_1 dapat dihitung sebagai berikut.

$$\mu_{rendah}(x_{12}) = \begin{cases} 1 & x_{12} \leq 0,3 \\ 0,45 - x_{12} & 0,3 < x_{12} < 0,45 \\ 0 & x_{12} \geq 0,45 \end{cases}$$

Karena nilai alpha = 0 memenuhi kondisi $x_{12} \leq 0,3$, maka nilai $z_1 = 1$.

4. Defuzzifikasi

Langkah selanjutnya adalah proses defuzzyfikasi dengan menggunakan konsep rata-rata terbobot. Rumus defuzzyfikasi dapat dituliskan sebagai berikut :

$$z = \frac{\sum_n^i \alpha_i z_i}{\sum_n^i \alpha}$$

Keterangan.

i = indeks yang menunjukkan aturan ke i

n = banyaknya aturan

misalkan hanya ada dua aturan dalam perhitungan fuzzy yaitu R1 dan R62721, maka nilai Z dapat dihitung sebagai berikut : $z = \frac{\alpha_1 * z_1 + \alpha_62721 * z_62721}{\alpha_1 + \alpha_62721}$

$$z = \frac{0 * 1 + 0,78261 * 1}{0 + 0,78261} = 0,78261$$

Setelah mendapat nilai Z, langkah selanjutnya adalah menentukan kelas Z dengan melihat grafik keanggotaan fuzzy kriteria kemungkinan persalinan normal seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.12 sehingga diketahui nilai Z masuk dalam katagori rendah, sedang atau tinggi. Dalam contoh penyelesaian masalah ini, nilai Z = 0,78261 termasuk dalam katagori kemungkinan persalinan normal tinggi.

Kemudian dilakukan perhitungan terhadap 200 data dengan cara yang sama, mulai dari tahapan pembentukan himpunan fuzzy (fuzzifikasi) sampai defuzzifikasi. Hasil perhitungan fuzzy selanjutnya dibandingkan dengan pendapat pakar untuk memperoleh nilai akurasi. Perbandingan antara hasil perhitungan fuzzy tsukamoto dan pendapat pakar ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Perhitungan Akurasi

data ke	kemungkinan	output fuzzy tsukamoto	Akurasi
1	Tinggi	Tinggi	1
2	Tinggi	Tinggi	1
3	Tinggi	Rendah	0
4	Tinggi	Rendah	0
5	Tinggi	Sedang	0

6	Tinggi	Tinggi	1
7	Tinggi	Tinggi	1
8	Tinggi	Tinggi	1
9	Tinggi	Tinggi	1
10	Tinggi	Rendah	0
11	Tinggi	Rendah	0
12	Tinggi	Rendah	0
13	Tinggi	Tinggi	1
14	Tinggi	Rendah	0
15	Tinggi	Tinggi	1
16	Tinggi	Sedang	0
17	Tinggi	Tinggi	1
18	Tinggi	Tinggi	1
19	Tinggi	Tinggi	1
20	Tinggi	Rendah	0
21	Tinggi	Tinggi	1
22	Tinggi	Rendah	0
23	Tinggi	Rendah	0
24	Tinggi	Tinggi	1
25	Tinggi	Tinggi	1
26	Tinggi	Rendah	0
27	Tinggi	Sedang	0
28	Tinggi	Tinggi	1
29	Tinggi	Tinggi	1
30	Tinggi	Rendah	0
31	Tinggi	Tinggi	1
32	Tinggi	Tinggi	1
33	Tinggi	Rendah	0
34	Tinggi	Rendah	0
35	Tinggi	Tinggi	1
36	Tinggi	Tinggi	1
37	Tinggi	Tinggi	1
38	Tinggi	Sedang	0
39	Tinggi	Tinggi	1
40	Tinggi	Tinggi	1
41	Tinggi	Tinggi	1
42	Tinggi	Tinggi	1
43	Tinggi	Tinggi	1
44	Tinggi	Sedang	0
45	Tinggi	Rendah	0
46	Tinggi	Sedang	0

47	Tinggi	Tinggi	1
48	Tinggi	Tinggi	1
49	Tinggi	Rendah	0
50	Tinggi	Tinggi	1
51	Tinggi	Tinggi	1
52	Tinggi	Tinggi	1
53	Tinggi	Sedang	0
54	Tinggi	Tinggi	1
55	Tinggi	Rendah	0
56	Tinggi	Rendah	0
57	Tinggi	Rendah	0
58	Tinggi	Tinggi	1
59	Tinggi	Tinggi	1
60	Tinggi	Sedang	0
61	Tinggi	Tinggi	1
62	Tinggi	Tinggi	1
63	Tinggi	Tinggi	1
64	Tinggi	Tinggi	1
65	Tinggi	Sedang	0
66	Tinggi	Tinggi	1
67	Tinggi	Tinggi	1
68	Tinggi	Rendah	0
69	Tinggi	Tinggi	1
70	Tinggi	Sedang	0
71	Tinggi	Tinggi	1
72	Tinggi	Tinggi	1
73	Tinggi	Rendah	0
74	Tinggi	Tinggi	1
75	Tinggi	Rendah	0
76	Tinggi	Tinggi	1
77	Tinggi	Tinggi	1
78	Tinggi	Rendah	0
79	Tinggi	Rendah	0
80	Tinggi	Tinggi	1
81	Tinggi	Tinggi	1
82	Tinggi	Tinggi	1
83	Tinggi	Rendah	0
84	Tinggi	Tinggi	1
85	Tinggi	Tinggi	1
86	Tinggi	Rendah	0
87	Tinggi	Rendah	0

88	Tinggi	Tinggi	1
89	Tinggi	Tinggi	1
90	Tinggi	Tinggi	1
91	Tinggi	Rendah	0
92	Tinggi	Tinggi	1
93	Tinggi	Tinggi	1
94	Tinggi	Tinggi	1
95	Tinggi	Tinggi	1
96	Tinggi	Tinggi	1
97	Tinggi	Rendah	0
98	Tinggi	Tinggi	1
99	Tinggi	Tinggi	1
100	Tinggi	Tinggi	1
101	Sedang	Sedang	1
102	Sedang	Sedang	1
103	Sedang	Sedang	1
104	Sedang	Sedang	1
105	Sedang	Sedang	1
106	Sedang	Sedang	1
107	Sedang	Sedang	1
108	Sedang	Sedang	1
109	Sedang	Sedang	1
110	Sedang	Sedang	1
111	Sedang	Sedang	1
112	Sedang	Sedang	1
113	Sedang	Sedang	1
114	Sedang	Sedang	1
115	Sedang	Sedang	1
116	Sedang	Sedang	1
117	Sedang	Sedang	1
118	Sedang	Sedang	1
119	Sedang	Sedang	1
120	Sedang	Sedang	1
121	Sedang	Sedang	1
122	Sedang	Sedang	1
123	Sedang	Sedang	1
124	Sedang	Sedang	1
125	Sedang	Sedang	1
126	Sedang	Sedang	1
127	Sedang	Sedang	1
128	Sedang	Sedang	1



129	Sedang	Sedang	1
130	Sedang	Sedang	1
131	Sedang	Sedang	1
132	Sedang	Sedang	1
133	Sedang	Sedang	1
134	Sedang	Sedang	1
135	Sedang	Sedang	1
136	Sedang	Sedang	1
137	Sedang	Sedang	1
138	Sedang	Sedang	1
139	Sedang	Sedang	1
140	Sedang	Sedang	1
141	Sedang	Sedang	1
142	Sedang	Sedang	1
143	Sedang	Sedang	1
144	Sedang	Sedang	1
145	Sedang	Sedang	1
146	Sedang	Sedang	1
147	Sedang	Sedang	1
148	Sedang	Sedang	1
149	Sedang	Sedang	1
150	Sedang	Sedang	1
151	Sedang	Sedang	1
152	Sedang	Sedang	1
153	Sedang	Sedang	1
154	Sedang	Sedang	1
155	Sedang	Sedang	1
156	Sedang	Sedang	1
157	Sedang	Sedang	1
158	Sedang	Sedang	1
159	Sedang	Sedang	1
160	Sedang	Sedang	1
161	Sedang	Sedang	1
162	Sedang	Sedang	1
163	Sedang	Sedang	1
164	Rendah	Sedang	0
165	Rendah	Sedang	0
166	Rendah	Sedang	0
167	Rendah	Sedang	0
168	Rendah	Sedang	0
169	Rendah	Sedang	0

170	Rendah	Sedang	0
171	Rendah	Sedang	0
172	Rendah	Sedang	0
173	Rendah	Sedang	0
174	Rendah	Sedang	0
175	Rendah	Sedang	0
176	Rendah	Sedang	0
177	Rendah	Sedang	0
178	Rendah	Sedang	0
179	Rendah	Sedang	0
180	Rendah	Sedang	0
181	Rendah	Sedang	0
182	Tinggi	Tinggi	1
183	Tinggi	Rendah	0
184	Tinggi	Tinggi	1
185	Tinggi	Tinggi	1
186	Tinggi	Tinggi	1
187	Tinggi	Tinggi	1
188	Tinggi	Tinggi	1
189	Tinggi	Rendah	0
190	Tinggi	Tinggi	1
191	Tinggi	Tinggi	1
192	Tinggi	Tinggi	1
193	Tinggi	Tinggi	1
194	Tinggi	Tinggi	1
195	Tinggi	Tinggi	1
196	Tinggi	Rendah	0
197	Tinggi	Sedang	0
198	Tinggi	Sedang	0
199	Tinggi	Sedang	0
200	Tinggi	Tinggi	1
jumlah data benar			138

Dari Tabel 4.4. keakurasian dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

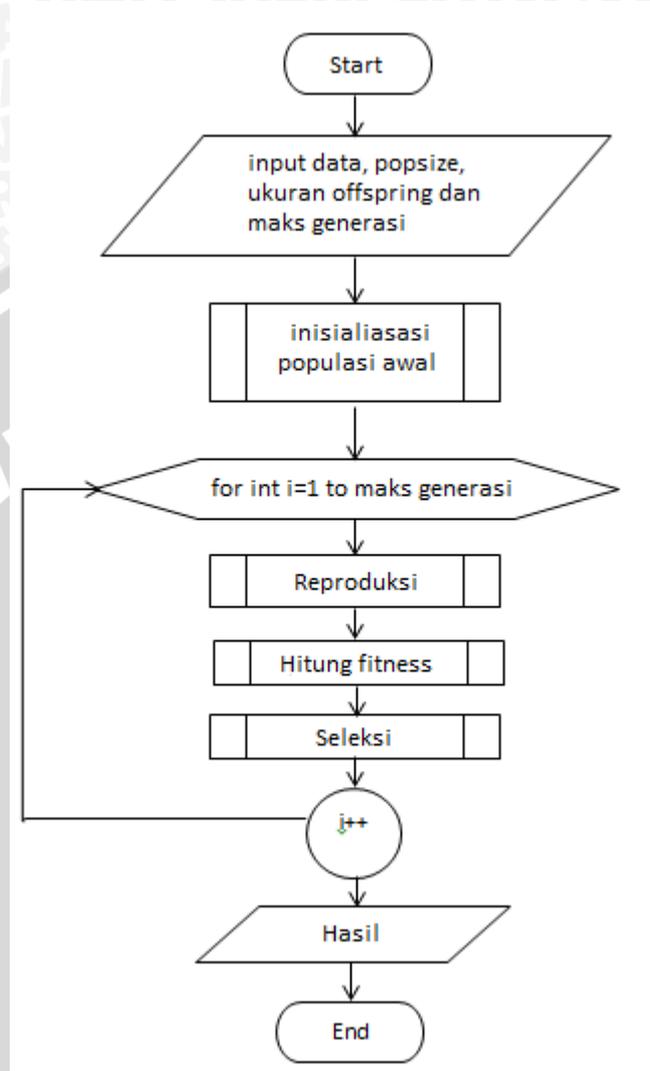
$$Akurasi = \frac{\text{jumlah data yang sesuai}}{\text{jumlah data keseluruhan}} \times 100\%$$

Sehingga didapatkan nilai akurasi = 138/200 = 69%

4.3. Siklus penyelesaian masalah menggunakan evolution strategies

Oleh karena perhitungan menggunakan fuzzy tsukamoto menghasilkan keakurasian 69%, perlu dilakukan optimasi agar akurasi menjadi lebih tinggi. Pada

penelitian ini, optimasi yang akan dilakukan adalah pengoptimasian batas fungsi keanggotaan fuzzy menggunakan evolution strategies. Siklus optimasi yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13. Siklus Algoritma

Seperti yang dilihat pada Gambar 4.13 terdapat 4 proses utama dalam siklus algoritma evolution strategies, yaitu inisialisasi populasi awal, reproduksi, hitung fitness dan seleksi. Proses ES yang digunakan dalam penelitian ini adalah ES ($\mu + \lambda$), dimana proses reproduksi hanya akan melibatkan proses mutasi tanpa menggunakan rekombinasi dan pada tahap seleksinya akan melibatkan individu induk dan offspring.

Siklus penyelesaian masalah pada kasus ini akan membahas proses perancangan sistem untuk mendapat nilai keluaran terbaik. Langkah awal yang harus dilakukan adalah menentukan kriteria-kriteria yang digunakan untuk memprediksi kemungkinan persalinan normal. Langkah selanjutnya adalah melakukan inisialisasi populasi awal dengan membangkitkan kromosom sebanyak popsize. Representasi kromosome didapat dari susunan batas-batas kriteria

kemungkinan persalinan normal yang nilainya dibangkitkan secara acak. Tipe ES yang digunakan pada penelitian ini adalah $(\mu + \lambda)$, yaitu siklus ES yang dalam proses reproduksinya tidak melibatkan rekombinasi dan hanya bertumpu pada proses mutasi. Dalam siklus ES ini, proses seleksi yang dilakukan melibatkan parent dan juga offspring yang merupakan hasil dari proses mutasi. Proses seleksi didasarkan pada besaran nilai fitness masing-masing individu. Nilai fitness didapatkan dari tingkat akurasi perhitungan fuzzy tsukamoto dengan menggunakan batas fungsi keanggotaan masing-masing individu.

4.3.1. Representasi kromosome dan perhitungan fitness

Representasi kromosome pada penelitian ini merupakan perwakilan dari batas masing-masing kriteria. Representasi yang digunakan adalah realcoded (pengkodean real) karena batasan masing-masing kriteria fuzzy menggunakan bilangan bulat. Panjang kromosome yang digunakan pada penelitian ini adalah 31, yang mana kromosome tersebut dapat dibagi menjadi beberapa segmen kriteria. Misalkan untuk segmen kriteria usia diberi label A, segmen kriteria letak bayi diberi label B dan seterusnya hingga segmen kriteria kemungkinan persalinan normal. Contoh kromosome yang digunakan pada penelitian ditunjukkan pada Gambar 4.14.

A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	D1	D2	D3	E1	E2	E3	F1	F2	G1	G2	H1	H2	I1	I2	J1	J2	K1	K2	K3	K4	L1	L2	L3
σ_1	σ_2	σ_3	σ_4	σ_5	σ_6	σ_7	σ_8	σ_9	σ_{10}	σ_{11}	σ_{12}	σ_{13}	σ_{14}	σ_{15}	σ_{16}	σ_{17}	σ_{18}	σ_{19}	σ_{20}	σ_{21}	σ_{22}	σ_{23}	σ_{24}	σ_{25}	σ_{26}	σ_{27}	σ_{28}	σ_{29}	σ_{30}	σ_{31}

Gambar 4.14. Representasi Kromosome

Keterangan :

Segmen a : mewakili batas fungsi keanggotaan usia.

Segmen b : mewakili batas fungsi keanggotaan letak bayi.

Segmen c : mewakili batas fungsi keanggotaan ukuran panggul.

Segmen d : mewakili fungsi keanggotaan sistoli.

Segmen e : mewakili batas fungsi keanggotaan diastoli.

Segmen f : mewakili batas fungsi keanggotaan hb

Segmen g : mewakili batas fungsi keanggotaan gangguan psikologis.

Segmen h : mewakili batas fungsi keanggotaan tafsiran berat janin (tbj).

Segmen i : mewakili batas fungsi keanggotaan penyakit yang menyebabkan resiko kehamilan.

Segmen j : mewakili batas fungsi keanggotaan LiLA.

Segmen k : mewakili batas fungsi keanggotaan proteinuria.

Segmen l : mewakili batas fungsi keanggotaan kemungkinan persalinan normal.

Pada contoh representasi kromosome diatas, proses pembangkitan kromosome dilakukan dengan membangkitkan nilai acak berdasarkan range masing-masing kriteria seperti yang diunjukkan pada Tabel 4.1. Jadi, tak sembarang angka yang

dapat dibangkitkan untuk mewakili batas kriteria fuzzy. Sedangkan nilai aditif (σ) dibangkitkan secara acak antara nilai 0 hingga 1. Karena gen dibangkitkan secara random, masing-masing segmen kriteria dalam kromosom diurutkan mulai dari yang terkecil hingga yang terbesar.

Setelah terbentuk kromosome yang mewakili sebuah solusi, maka dilakukan proses optimasi menggunakan evolution strategies. Proses optimasi dilakukan dengan mencari nilai fitness tertinggi dari masing-masing individu. Individu yang memiliki nilai fitness tertinggi dianggap sebagai solusi yang paling optimal untuk mewakili batas-bata fungsi keanggotaan fuzzy tsukamoto.

Sebagai contoh perhitungan fitness dianalogikan terdapat sebuah kromosom P1 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.15 berikut.

16 18 27 0 1 3 9 11 100 120 135 70 80 100 9 11 0,2 0,7 2506 3601 0,409 0,597 19 23 1 1,5 2 3 0,42 0,53 0,76

Gambar 4.15. Contoh Representasi Kromosome

Representasi contoh kromosome P1 pada Gambar 4.15 merupakan representasi ukuran atau batas pada masing-masing range kriteria. Kromosome diatas menunjukkan batas atas kriteria usia pada katagori dini adalah 16 tahun, batas atas katagori ideal 18 tahun dan batas atas katagori tua 27 tahun. Pada kriteria letak bayi, katagori kepala memiliki batas atas 0, katagori sungsang memiliki batas atas 1 dan katagori lintang memiliki batas atas 3. Pada kriteria Ukuran panggul, katagori kurang memiliki batas atas 9 dan katagori normal memiliki batas atas 11. Pada kriteria sistoli, katagori rendah memiliki batas atas 100, katagori normal memiliki batas atas 120 dan katagori tinggi memiliki batas atas 135. Pada kriteria diastoli, katagori rendah memiliki batas atas 70, katagori normal memiliki batas atas 80 dan katagori tinggi memmiliki batas ats 100. Pada kriteria HB, katagori kurang memiliki batas atas 9 dan katagori normal memiliki batas atas 11. Pada kriteria gangguan psikologis, katagori tiidak memiliki batas atas 0,2 dan katagori ya memiliki batas atas 0,7. Pada kriteria TBJ, katagori kecil memiliki batas atas 2506 dan katagori besar memiliki batas atas 3601. Pada kriteria penyakit beresiko, katagori tiidak memiliki batas atas 0,409 dan katagori ya memiliki batas atas 0,597. Pada kriteria LiLA, katagori kurang memiliki batas atas 19 dan katagori cukup memiliki batas atas 23. Pada kriteria proteinuria , kriteria negative memiliki batas atas 1, kriteria positif 1 memiliki batas atas 1,5, kriteria positif 2 memiliki batas atas 2 dan kriteria positif 3 memiliki batas atas 3. Pada kriteria kemungkinan persalinan normal, katagori rendah memiliki batas atas 0,42, katagori sedang memiliki batas atas 0,53 dan katagori tinggi memiliki batas atas 0,76.

Batas fungsi keanggotaan yang dipaparkan pada paragraph sebelumnya,selanjutnya digunakan untuk menghitung derajat keanggotaan fuzzy tsukamoto sehingga didapatkan parameter-parameter dalam fuzzy tsukamoto seperti α (α), z_i dan z untuk menghitung output fuzzy. Setelah itu dilakukan perhitungan akurasi dengan membandingkan hasil keluaran fuzzy dengan pendapat pakar. Contoh perhitungan akurasi antara hasil keluaran sistem yang

menggunakan P1 sebagai batas kriteria fuzzy dengan pendapat pakar ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Hasil Perhitungan Fuzzy Tsukamoto

Data ke	Hasil prediksi system
1	Tinggi
2	Sedang
3	Tinggi
4	Rendah
5	Sedang
6	Tinggi
7	Tinggi
8	Sedang
9	Sedang
10	Tinggi

Dari hasil perhitungan fuzzy tsukamoto yang ditampilkan pada Tabel 4.5 kemudian dibandingkan dengan pendapat pakar. Hasil perbandingan output sistem dengan pendapat pakar ditunjukkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Perbandingan Akurasi

data ke	Pendapat pakar	Output sistem	Akurasi
1	Tinggi	Tinggi	1
2	Tinggi	sedang	0
3	Rendah	Tinggi	0
4	Rendah	rendah	1
5	Tinggi	sedang	0
6	Tinggi	Tinggi	1
7	Sedang	Tinggi	0
8	Rendah	sedang	0
9	Tinggi	sedang	0
10	Rendah	Tinggi	0

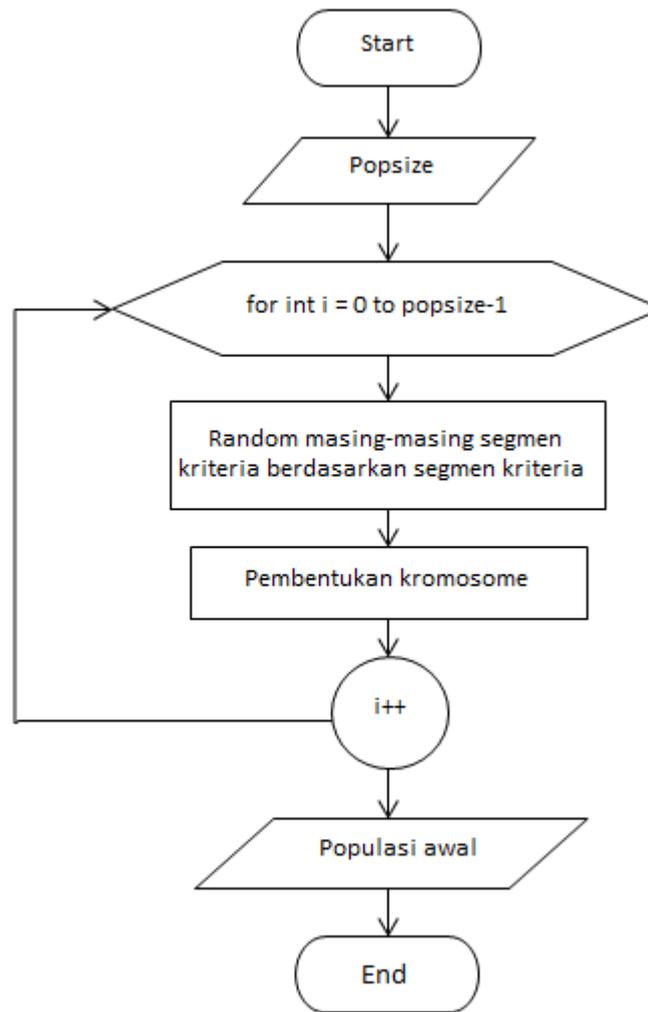
Berdasarkan Tabel 4.6, didapatkan nilai akurasi = $4/10 \times 100\% = 40\%$. Berdasarkan perhitungan fitness menggunakan Persamaan (2-10), individu P1 memiliki nilai fitness 0,4.

4.3.2. Inisialisasi populasi awal

Inisialisasi dilakukan untuk membentuk suatu himpunan solusi. Inisialisasi populasi awal dilakukan dengan membangkitkan individu awal secara acak

repository.ub.ac.id

sebanyak popsize. Diagram alir propes inialisasi populasi awal dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16. Diagram Alir Inialisasi Populasi Awal

Dari diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 4.16 proses inialisasi populasi awal dapat dilakukan dengan langkah-langkah berikut :

1. Sistem menerima input berupa popsize yang merupakan banyaknya individu awal yang harus dibentuk.
2. Sistem melakukan pembentukan kromosome dengan mengambil nilai random dari masing-masing range kriteria atau segmen. Pembentukan ini akan terus berlangsung hingga jumlah kromosome yang dihasilkan sesuai dengan jumlah popsize.
3. Hasil output pada proses ini berupa populasi awal yang akan digunakan pada proses selanjutnya.

Karena penentuan gen dilakukan secara random, perlu dilakukan pengurutan terlebih dahulu. Pengurutan dilakukan secara ascending dari kiri ke kanan pada masing-masing segmen kriteria. Proses pengurutan ini ditujukan agar

batas yang dihasilkan oleh kromosome sesuai dengan batasan yang digunakan dalam perhitungan fuzzy tsukamoto. Contoh individu dan perhitungan nilai fitness telah dijelaskan pada sub bab 4.4.1.

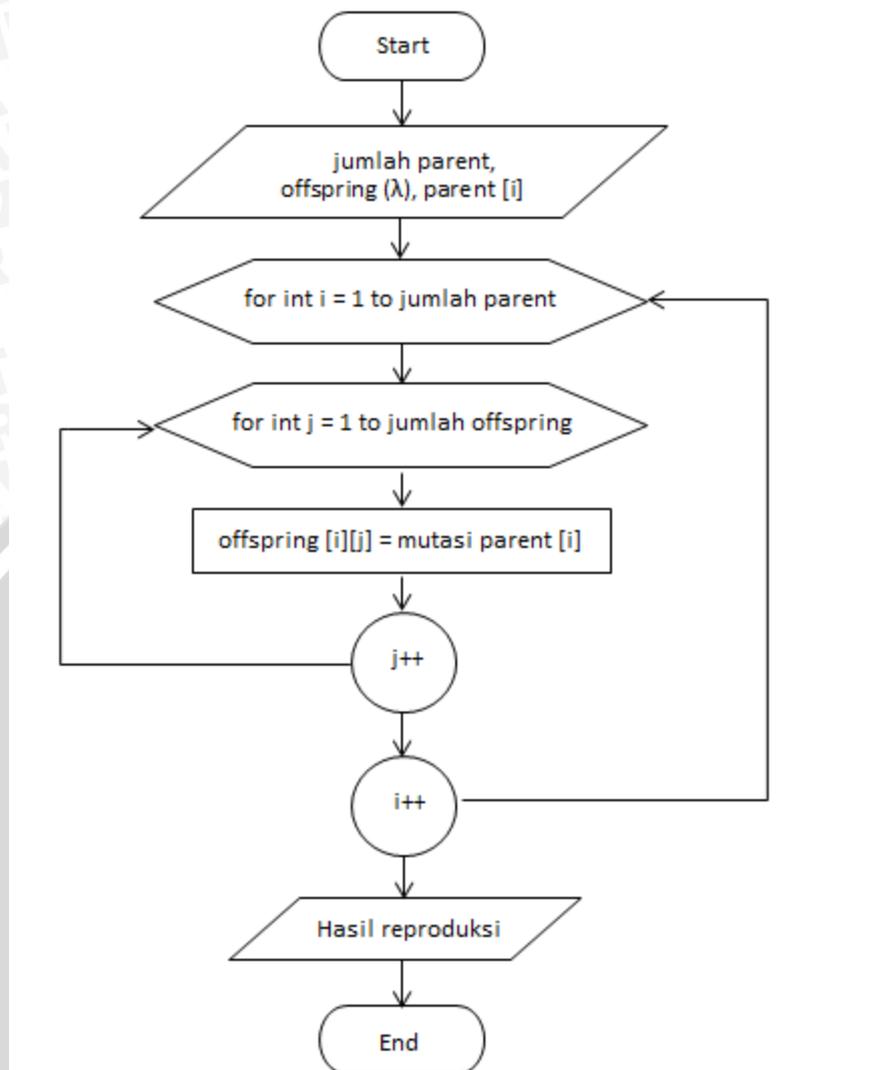
Sebagai contoh, misalkan telah diinisialisasi popsize = 3, maka inisialisasi awal dilakukan dengan membangkitkan 3 kromosome secara acak. Contoh inisialisasi populasi awal dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Populasi Awal

parent	Kromosome	Fitness
P1	[16, 18, 27, 0, 1, 3, 9, 11, 100, 120, 135, 70, 80, 100, 9, 11, 0.2, 0.7, 1506, 3601, 0.409, 0.597, 19, 23, 1, 1.5, 2, 3, 0.42, 0.53, 0.76]	0.4
P2	[18, 21, 35, 0, 1, 2, 10, 11, 100, 110, 140, 70, 80, 100, 9, 11, 0.3, 0.8, 2580, 3590, 0.36, 0.677, 20, 25, 1, 1.8, 2, 3, 0.36, 0.67, 0.75]	0.5
P3	[16, 23, 39, 1, 2, 3, 10, 11, 100, 110, 130, 60, 80, 90, 9, 11, 0.3, 0.8, 3100, 3600, 0.24, 0.7, 22, 24, 1, 1.7, 2.5, 4, 0.26, 0.47, 0.65]	0.5

4.3.3. Reproduksi

Pada tahap reproduksi, sistem akan melakukan pembentukan offspring melalui proses mutasi. Jumlah offspring yang dihasilkan adalah sebanyak λ x popsize (μ). Misalkan popsize telah ditentukan sebanyak 3 dan μ sebanyak 2, maka banyaknya offspring yang dihasilkan adalah $2 \times 3 = 6$. Pada proses reproduksi menggunakan evolution strategies juga akan dilakukan self adaption, dimana nilai sigma pada masing-masing offspring dapat bertambah atau berkurang sesuai dengan nilai fitness yang dihasilkan. Langkah-langkah proses reproduksi pada evolution strategies dapat dilihat pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17. Diagram Alir Reproduksi

Berdasarkan diagram alir pada Gambar 4.17, proses reproduksi dapat dilakukan melalui langkah-langkah berikut :

1. Sistem menerima input berupa parent yang akan menjalani proses mutasi, offspring (λ) dan jumlah parent atau popsize.
2. Sistem akan melakukan proses mutasi secara berulang sebanyak offspring dikali popsize.
3. Setelah mutasi selesai dilakukan, sistem akan menghitung nilai fitness masing-masing offspring dan membandingkannya dengan fitness induk. Hasil perbandingan ini nantinya digunakan sebagai acuan untuk melakukan self adaptation dengan menambah atau mengurangi nilai adaptif (σ).
4. Output dari proses reproduksi adalah offspring yang akan digunakan dalam proses seleksi pada tahap selanjutnya.

Setelah tahap inialisasi populasi awal dan didapatkan populasi awal seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.7, tahapan selanjutnya adalah reproduksi. Karena

penelitian ini menggunakan ES tipe ($\mu+r$) maka, prose reproduksi hanya akan bertumpu pada mutasi dan tidak melibatkan rekombinasi. Proses mutasi pada ES dijelaskan melalui contoh berikut :

P1 [16, 18, 27, 0, 1, 3, 9, 11, 100, 120, 135, 70, 80, 100, 9, 11, 0.2, 0.7, 1506, 3601, 0.409, 0.597, 19, 23, 1, 1.5, 2, 3, 0.42, 0.53, 0.76]

Setiap gen pada ES memiliki nilai aditif (σ) yang dibangkitkan secara acak antara 0 hingga 1. Sehingga pada kromosome P1 diatas, nilai aditifnya dapat dituliskan $\sigma=[0.99914, 0.27552, 0.29074, 0.43829, 0.73038, 0.82299, 0.46654, 0.54262, 0.81976, 0.23508, 0.78619, 0.09754, 0.04014, 0.73791, 0.65677, 0.40874, 0.29492, 0.84378, 0.42771, 0.08727, 0.5635, 0.37477, 0.33979, 0.38495, 0.5918, 0.51262]$.

Ketika P1 mengalami proses mutasi, maka akan dihasilkan $C1 = (x1', x2', x3' \dots x31')$ dan $\sigma' = (\sigma1', \sigma2', \sigma3', \dots, \sigma31')$.

Dari persamaan 2-8 diperoleh :

$$X1' = x1 + \sigma1 N(0,1)$$

$$X2' = x2 + \sigma2 N(0,1)$$

.
.

.

$$X31' = x31 + \sigma31 N(0,1)$$

Sedangkan $N(0,1)$ didapatkan dari persamaan 2-9 sebagai berikut :

$$N(0,1) = \sqrt{-2 \cdot \ln r_1} \sin 2\pi r_2$$

Dengan nilai $r_1 = 0,543$ dan $r_2 = 0,256$, maka didapatkan :

$$N(0,1) = \sqrt{-2 \ln 0.543} \sin 2\pi \cdot 0.256$$

$$N(0,1) = 1,104369$$

Sehingga didapatkan $x1'$ sebagai berikut :

$$X1' = 16 + 0.99914 \cdot 1,104369$$

$$X1' = 17,10342$$

Kemudian dilakukan penghitungan nilai $x2', x3'$ hingga $x31'$ dengan cara yang sama. Setelah didapatkan nilai $x1'$ hingga $x31'$, dilakukan pengecekan berdasarkan range masing-masing kriteria. Jika ada nilai x' yang melebihi range maka dianggap memiliki nilai batas atas range tersebut. Jika ada nilai x' yang kurang dari batas bawah range maka x' tersebut dianggap memiliki nilai batas bawah dari range. Misalkan dalam perhitungan segmen kriteria letak bayi $x'6$ didapatkan nilai 4.404565, sedangkan range kriteria letak bayi adalah 0-4. Karena $x'6$ melebihi batas atas range ($4.404565 > 4$) maka, $x'6$ memiliki nilai 4. Setelah melalu



pengecekan berdasarkan range kriteria, nilai x' diurutkan kembali per segmen kriteria sehingga didapatkan kromosome hasil mutasi C1 sebagai berikut.

C1 [17,10342, 18,39426, 26,7994, 0,034751, 0,902842, 4, 9,715389, 10,81864, 99,2416, 119,5614, 134,8256, 69,88065, 80,03476, 99,6727, 8,533448, 10,29613, 0,15529, 0,729618, 1505,612, 3600,943, 0,053956, 0,098131, 18,67571, 22,84215, 1,778752, 1,804205, 2,019095, 3,631063, 0,276886, 0,579925, 0,944781].

Proses mutasi akan terus dilakukan hingga menghasilkan offspring sebanyak $\mu \times \lambda$. Misalkan nilai λ diketahui 2, maka setiap individu induk akan menghasilkan 2 offspring. Berdasarkan individu hasil inialisai awal pada Tabel 4.7, offspring hasil mutasi ditunjukkan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Individu Hasil Mutasi

Parent	Offspring	Kromosome	Fitness
P1	C1	[17.10342, 18.39426, 26.7994, 0.034751, 0.902842, 4, 9.715389, 10.81864, 99.2416, 119.5614, 134.8256, 69.88065, 80.03476, 99.6727, 8.533448, 10.29613, 0.15529, 0.729618, 1505.612, 3600.943, 0.053956, 0.098131, 18.67571, 22.84215, 1.778752, 1.804205, 2.019095, 3.631063, 0.276886, 0.579925, 0.944781]	0.4
	C2	[17,06084, 18,25354, 27,14308, 0,625637, 1,377982, 2,817581, 9,264213, 11,97157, 99,93604, 120,1495, 135,2911, 69,85107, 80,00444, 98,95001, 9,647141, 10,63088, 0,394159, 0,809047, 1506,579, 3601,096, 0,053956, 1,155605, 19,08507, 22,53437, 1,483308, 1,785428, 2,029947, 3,689554, 0,720481, 0,830811, 0,851268]	0.5
P2	C3	[19,06084, 21,25354, 35,14308, 0,625637, 1,377982, 1,817581, 10,26421, 11,97157, 99,93604, 110,1495, 140,2911, 69,85107, 80,00444, 98,95001, 9,647141, 10,63088, 0,494159, 0,909047, 2580,579, 3590,096, 0,004956, 1,235605, 20,08507, 24,53437, 1,483308, 2,029947, 2, 085428, 3,689554, 0,660481, 0,841268, 0,970811]	0.5
	C4	[17,4481, 22,28784, 35,54096, 0,075827, 0,440029, 1,8884, 10,38808, 11,15145, 99,92853, 110,5285, 140,1605, 68,78549, 79,38919, 99,99873, 9,009234, 10,65611, 1,141308, 0,888609, 2580,676, 3590,97,	0.5

		0,210077, 0,972027, 20,05076, 23,39439, 2,616566, 2,010626, 2,924566, 3,518841, 1,331428, 0,840749, 0,842278]	
P3	C5	[15,94747, 23,76473, 39,49809, 1,818929, 1,848388, 2,888839, 10,58507, 10,88837, 100,1444, 110,6091, 129,8768, 60,14182, 78,06707, 88,3859, 9,731936, 10,50476, 0,714806, 0,866809, 3100,777, 3600,684, 0, 1, 21,96414, 23,25296, 0,572628, 1, 1,91221, 3,424566, 0,822393, 0,840749, 0,842278]	0.4
	C6	[15,8634, 23,59741, 39,26761, 1,040943, 2,392975, 2,59612, 10,71711, 11,74637, 99,71201, 109,9185, 129,6325, 60,28089, 80,29692, 89,99963, 9,223506, 10,88365, 0,371573, 0,631187, 3100,161, 3599,094, 0,139861, 0,603944, 21,73322, 24,16053, 0,853853, 2,070421, 2,414514, 0,534565, 1,00686, 0,525275, 0,731575]	0.6

Dari Tabel 4.8 dapat diketahui bahwa C1 memiliki nilai fitness 0.4, C2 memiliki nilai fitness 0.5, C3 memiliki nilai fitness 0.5, C4 memiliki nilai fitness 0.5, C5 memiliki nilai fitness 0.4 dan C6 memiliki nilai fitness 0.6. Berdasarkan nilai fitness masing-masing offspring dilakukan self adaption, dinamakan nilai aditif (σ) dikalikan 1,1 jika ada 80% offspring yang memiliki nilai fitness lebih baik dari induknya. Jika kurang dari 80% offspring yang memiliki nilai fitness lebih baik dari induknya maka nilai aditif (σ) dikalikan 0,9. Misalnya individu P1 yang memiliki offspring C1 dan C2. Berdasarkan Tabel 4.8, C1 memiliki fitness 0,4 dan C2 memiliki fitness 0,5. Sedangkan berdasarkan Tabel 4.7, parent P1 memiliki fitness 0,4. Dari penjabaran ini diketahui bahwa hanya ada 1 offspring yang memiliki fitness lebih baik dari induknya, yaitu fitness offspring C2 yang lebih baik dari fitness parent P1. Karena hanya ada 1 offspring yang lebih baik dari induk, maka hanya ada 50% offspring yang lebih baik dari induk. Dengan demikian, nilai aditif (σ) dikalikan dengan 0.9. Hasil proses update sigma (self addition) ditunjukkan sebagai berikut :

σ sebelum proses self addition=[0.99914, 0.27552, 0.29074, 0.43829, 0.73038, 0.82299, 0.46654, 0.54262, 0.81976, 0.23508, 0.78619, 0.09754, 0.04014, 0.73791, 0.65677, 0.40874, 0.29492, 0.84378, 0.42771, 0.08727, 0.5635, 0.37477, 0.33979, 0.38495, 0.5918, 0.51262]

σ setelah proses self addition=[0.99914 x 0.9, 0.27552 x 0.9, 0.29074 x 0.9, 0.43829 x 0.9, 0.73038 x 0.9, 0.82299 x 0.9, 0.46654 x 0.9, 0.54262 x 0.9, 0.81976 x 0.9, 0.23508 x 0.9, 0.78619 x 0.9, 0.09754 x 0.9, 0.04014 x 0.9, 0.73791 x 0.9, 0.65677 x 0.9, 0.40874 x 0.9, 0.29492 x 0.9, 0.84378 x 0.9, 0.42771 x 0.9, 0.08727 x 0.9, 0.5635, 0.37477 x 0.9, 0.33979, 0.38495 x 0.9, 0.5918 x 0.9, 0.51262 x 0.9]

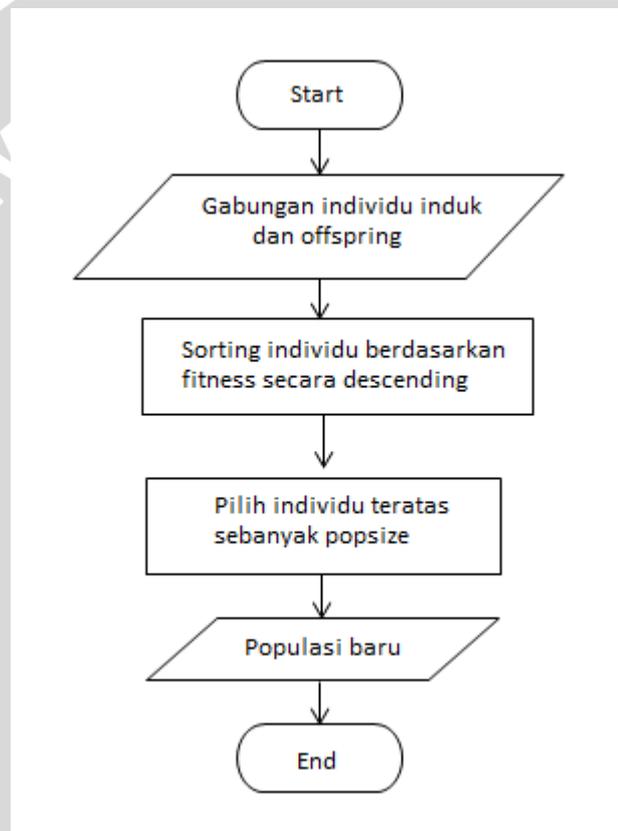
σ setelah proses self addition=[0.899226, 0.247968, 0.261666, 0.394461, 0.657342, 0.740691, 0.419886, 0.488358, 0.737784, 0.211572, 0.707571, 0.087786,

0.036126, 0.664119, 0.591093, 0.367866, 0.265428, 0.759402, 0.384939, 0.078543, 0.50715, 0.337293, 0.305811, 0.346455, 0.53262, 0.461358]

Dengan langkah yang sama dilakukan self adaption terhadap nilai sigma individu lainnya.

4.3.4. Seleksi

Setelah dilakukan tahap reproduksi dilakukan tahapan seleksi untuk mendapatkan individu terbaik. Dalam proses ini, individu induk juga dilibatkan sehingga offspring dan induk digabung menjadi satu untuk diambil individu dengan nilai fitness terbaik sebanyak popsize. Pada Gambar 4.18 akan dijelaskan tahapan evaluasi hingga seleksi.



Gambar 4.18. Diagram Alir Seleksi

Berdasarkan diagram alir pada Gambar 4.18, tahapan proses seleksi dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Individu parent dan offspring digabung menjadi satu. Contoh penggabungan parent dan offspring ditunjukkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Gabungan Individu Induk dan Offspring

Individu	Kromosome	Fitness
P1	[16, 18, 27, 0, 1, 3, 9, 11, 100, 120, 135, 70, 80, 100, 9, 11, 0.2, 0.7, 1506, 3601, 0.409, 0.597, 19, 23, 1, 1.5, 2, 3, 0.42, 0.53, 0.76]	0.4
P2	[18, 21, 35, 0, 1, 2, 10, 11, 100, 110, 140, 70, 80, 100, 9, 11, 0.3, 0.8, 2580, 3590, 0.36, 0.677, 20, 25, 1, 1.8, 2, 3, 0.36, 0.67, 0.75]	0.5
P3	[16, 23, 39, 1, 2, 3, 10, 11, 100, 110, 130, 60, 80, 90, 9, 11, 0.3, 0.8, 3100, 3600, 0.24, 0.7, 22, 24, 1, 1.7, 2.5, 4, 0.26, 0.47, 0.65]	0.5
C1	[17.10342, 18.39426, 26.7994, 0.034751, 0.902842, 4, 9.715389, 10.81864, 99.2416, 119.5614, 134.8256, 69.88065, 80.03476, 99.6727, 8.533448, 10.29613, 0.15529, 0.729618, 1505.612, 3600.943, 0.053956, 0.098131, 18.67571, 22.4215, 1.778752, 1.804205, 2.019095, 3.631063, 0.276886, 0.579925, 0.944781]	0.4
C2	[17,06084, 18,25354, 27,14308, 0,625637, 1,377982, 2,817581, 9,264213, 11,97157, 99,93604, 120,1495, 135,2911, 69,85107, 80,00444, 98,95001, 9,647141, 10,63088, 0,394159, 0,809047, 1506,579, 3601,096, 0,053956, 1,155605, 19,08507, 22,53437, 1,483308, 1,785428, 2,029947, 3,689554, 0,720481, 0,830811, 0,851268]	0.5
C3	[19,06084, 21,25354, 35,14308, 0,625637, 1,377982, 1,817581, 10,26421, 11,97157, 99,93604, 110,1495, 140,2911, 69,85107, 80,00444, 98,95001, 9,647141, 10,63088, 0,494159, 0,909047, 2580,579, 3590,096, 0,004956, 1,235605, 20,08507, 24,53437, 1,483308, 2,029947, 2, 085428, 3,689554, 0,660481, 0,841268, 0,970811]	0.5
C4	[17,4481, 22,28784, 35,54096, 0,075827, 0,440029, 1,8884, 10,38808, 11,15145, 99,92853, 110,5285, 140,1605, 68,78549, 79,38919, 99,99873, 9,009234, 10,65611, 1,141308, 0,888609, 2580,676, 3590,97, 0,210077, 0,972027, 20,05076, 23,39439,	0.5

	2,616566, 2,010626, 2,924566, 3,518841, 1,331428, 0,840749, 0,842278]	
C5	[15,94747, 23,76473, 39,49809, 1,818929, 1,848388, 2,888839, 10,58507, 10,88837, 100,1444, 110,6091, 129,8768, 60,14182, 78,06707, 88,3859, 9,731936, 10,50476, 0,714806, 0,866809, 3100,777, 3600,684, 0, 1, 21,96414, 23,25296, 0,572628, 1, 1,91221, 3,424566, 0,822393, 0,840749, 0,842278]	0.4
C6	[15,8634, 23,59741, 39,26761, 1,040943, 2,392975, 2,59612, 10,71711, 11,74637, 99,71201, 109,9185, 129,6325, 60,28089, 80,29692, 89,99963, 9,223506, 10,88365, 0,371573, 0,631187, 3100,161, 3599,094, 0,139861, 0,603944, 21,73322, 24,16053, 0,853853, 2,070421, 2,414514, 0,534565, 1,00686, 0,525275, 0,731575]	0.6

2. Kemudian sistem akan melakukan sorting sesuai dengan nilai fitness secara descending (dari yang terbesar ke yang terkecil). Hasil sorting individu gabungan ditunjukkan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10. Sorting Individu Gabungan

Individu	Kromosome	Fitness
C6	[15,8634, 23,59741, 39,26761, 1,040943, 2,392975, 2,59612, 10,71711, 11,74637, 99,71201, 109,9185, 129,6325, 60,28089, 80,29692, 89,99963, 9,223506, 10,88365, 0,371573, 0,631187, 3100,161, 3599,094, 0,139861, 0,603944, 21,73322, 24,16053, 0,853853, 2,070421, 2,414514, 0,534565, 1,00686, 0,525275, 0,731575]	0.6
P2	[18, 21, 35, 0, 1, 2, 10, 11, 100, 110, 140, 70, 80, 100, 9, 11, 0.3, 0.8, 2580, 3590, 0.36, 0.677, 20, 25, 1, 1.8, 2, 3, 0.36, 0.67, 0.75]	0.5
P3	[16, 23, 39, 1, 2, 3, 10, 11, 100, 110, 130, 60, 80, 90, 9, 11, 0.3, 0.8, 3100, 3600, 0.24, 0.7, 22, 24, 1, 1.7, 2.5, 4, 0.26, 0.47, 0.65]	0.5
C2	[17,06084, 18,25354, 27,14308, 0,625637, 1,377982, 2,817581, 9,264213, 11,97157, 99,93604, 120,1495, 135,2911, 69,85107, 80,00444, 98,95001, 9,647141, 10,63088,	0.5

	0,394159, 0,809047, 1506,579, 3601,096, 0,053956, 1,155605, 19,08507, 22,53437, 1,483308, 1,785428, 2,029947, 3,689554, 0,720481, 0,830811, 0,851268]	
C3	[19,06084, 21,25354, 35,14308, 0,625637, 1,377982, 1,817581, 10,26421, 11,97157, 99,93604, 110,1495, 140,2911, 69,85107, 80,00444, 98,95001, 9,647141, 10,63088, 0,494159, 0,909047, 2580,579, 3590,096, 0,004956, 1,235605, 20,08507, 24,53437, 1,483308, 2,029947, 2, 085428, 3,689554, 0,660481, 0,841268 , 0,970811]	0.5
C4	[17,4481, 22,28784, 35,54096, 0,075827, 0,440029, 1,8884, 10,38808, 11,15145, 99,92853, 110,5285, 140,1605, 68,78549, 79,38919, 99,99873, 9,009234, 10,65611, 1,141308, 0,888609, 2580,676, 3590,97, 0,210077, 0,972027, 20,05076, 23,39439, 2,616566, 2,010626, 2,924566, 3,518841, 1,331428, 0,840749, 0,842278]	0.5
P1	[16, 18, 27, 0, 1, 3, 9, 11, 100, 120, 135, 70, 80, 100, 9, 11, 0.2, 0.7, 1506, 3601, 0.409, 0.597, 19, 23, 1, 1.5, 2, 3, 0.42, 0.53, 0.76]	0.4
C1	[17.10342, 18.39426, 26.7994, 0.034751, 0.902842, 4, 9.715389, 10.81864, 99.2416, 119.5614, 134.8256, 69.88065, 80.03476, 99.6727, 8.533448, 10.29613, 0.15529, 0.729618, 1505.612, 3600.943, 0.053956, 0.098131, 18.67571, 22.4215, 1.778752, 1.804205, 2.019095, 3.631063, 0.276886, 0.579925, 0.944781]	0.4
C5	[15,94747, 23,76473, 39,49809, 1,818929, 1,848388, 2,888839, 10,58507, 10,88837, 100,1444, 110,6091, 129,8768, 60,14182, 78,06707, 88,3859, 9,731936, 10,50476, 0,714806, 0,866809, 3100,777, 3600,684, 0, 1, 21,96414, 23,25296, 0,572628, 1, 1,91221, 3,424566, 0,822393, 0,840749, 0,842278]	0.4

- Setelah individu gabungan terurut secara descending, sistem akan mengambil individu teratas sebanyak popsize. Dalam contoh permasalahan ini, sistem akan mengambil 3 individu teratas karena ukuran popsize yang digunakan adalah 3. individu terpilih dapat dilihat pada Tabel 4.11.



Tabel 4.11. Individu Terpilih

Individu	Kromosome	Fitness
C6	[15,8634, 23,59741, 39,26761, 1,040943, 2,392975, 2,59612, 10,71711, 11,74637, 99,71201, 109,9185, 129,6325, 60,28089, 80,29692, 89,99963, 9,223506, 10,88365, 0,371573, 0,631187, 3100,161, 3599,094, 0,139861, 0,603944, 21,73322, 24,16053, 0,853853, 2,070421, 2,414514, 0,534565, 1,00686, 0,525275, 0,731575]	0.6
P2	[18, 21, 35, 0, 1, 2, 10, 11, 100, 110, 140, 70, 80, 100, 9, 11, 0.3, 0.8, 2580, 3590, 0.36, 0.677, 20, 25, 1, 1.8, 2, 3, 0.36, 0.67, 0.75]	0.5
P3	[16, 23, 39, 1, 2, 3, 10, 11, 100, 110, 130, 60, 80, 90, 9, 11, 0.3, 0.8, 3100, 3600, 0.24, 0.7, 22, 24, 1, 1.7, 2.5, 4, 0.26, 0.47, 0.65]	0.5

4. Individu terpilih selanjutnya digunakan untuk membentuk populasi baru seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Individu Hasil Seleksi

Individu	Kromosome	Fitness
P1	[15,8634, 23,59741, 39,26761, 1,040943, 2,392975, 2,59612, 10,71711, 11,74637, 99,71201, 109,9185, 129,6325, 60,28089, 80,29692, 89,99963, 9,223506, 10,88365, 0,371573, 0,631187, 3100,161, 3599,094, 0,139861, 0,603944, 21,73322, 24,16053, 0,853853, 2,070421, 2,414514, 0,534565, 1,00686, 0,525275, 0,731575]	0.6
P2	[18, 21, 35, 0, 1, 2, 10, 11, 100, 110, 140, 70, 80, 100, 9, 11, 0.3, 0.8, 2580, 3590, 0.36, 0.677, 20, 25, 1, 1.8, 2, 3, 0.36, 0.67, 0.75]	0.5
P3	[16, 23, 39, 1, 2, 3, 10, 11, 100, 110, 130, 60, 80, 90, 9, 11, 0.3, 0.8, 3100, 3600, 0.24, 0.7, 22, 24, 1, 1.7, 2.5, 4, 0.26, 0.47, 0.65]	0.5

4.4. Perancangan user interface

Perancangan user interface dalam pembangunan sistem optimasi model fuzzy tsukamoto dengan menggunakan evolution strategies terdiri dari 3 halaman utama, yaitu halaman awal, hasil ES dan aturan.

4.3.1. Rancangan halaman awal

Halaman awal adalah halaman yang pertama kali muncul ketika sistem dijalankan. Di tab pane halaman awal ini terdapat user interface untuk menginputkan data, rule dan juga parameter evolution strategies. Pada halaman ini nantinya juga akan ditampilkan data yang akan oleh oleh sistem dan representasi kromosome. Rancangan detail halaman awal ditunjukkan pada Gambar 4.19.

The screenshot shows a web application interface with the following components:

- 1**: Title bar containing the text "Optimasi Model Fuzzy Tsukamoto Dengan Menggunakan Evolution Strategies Untuk Memprediksi Kemungkinan Persalinan Normal".
- 2**: A table with columns for "Data", "Rule", "Es", and "Kemungkinan Persalinan Normal". The "Data" sub-tab is active, showing a table with columns: "dat...", "na...", "usia", "let...", "lua...", "tek...", "HB", "ga...", "TBJ", "pe...", "LILA", "Pr...".
- 3**: A "Parameter ES" section with input fields for "Input data", "Rule", "popsize", "lambda", and "max generation", each with a "Browse" button.
- 4**: A "Submit" button.
- 5**: A "Reset" button.
- 6**: A "Representasi Kromosom" section with a table for displaying chromosome data.

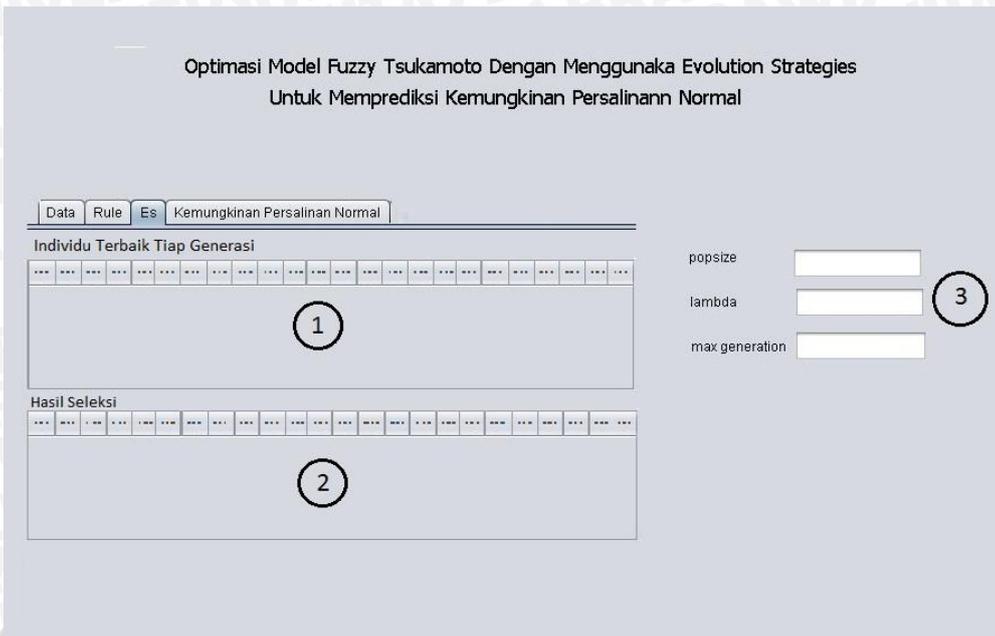
Gambar 4.19. Rancangan Halaman Awal

Keterangan :

1. Judul aplikasi.
2. Tabel data kriteria kemungkinan persalinan normal.
3. Parameter input.
4. Tombol submit yang digunakan untuk melakuakn kalkulasi atau perhitungan.
5. Tombol reset yang digunakan untuk menghembalikan tampilan halaman awal dalam keaaan default (Seperti saat sistem pertama kali dibuka).
6. Tabel yang digunakan untuk menampilkan kromososome awal atau hasil inisialisasi populasi awal.

4.3.2. Rancangan halaman hasil ES

Halaman hasil ES terdiri dari dua Tabel. Tabel pertama menunjukkan individu terbaik pada tiap generasi. Sedangkan tabel ke dua menunjukkan indibidu terbaik yang terpilih sebagai solusi, pada halaman hasil ES juga terdapat TextField untuk menampilkan parameter ES yang sedang digunakan. Rancangan detail halaman hasil ES ditunjukkan pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20. Rancangan Halaman ES

Keterangan

1. Tabel yang menunjukkan individu terbaik pada setiap generasi.
2. Tabel yang menunjukkan hasil seleksi yang dianggap sebagai representasi sebuah solusi.
3. Parameter ES yang digunakan pada proses optimasi.

4.3.3. Rancangan halaman aturan

Halaman aturan berisi sebuah tabel aturan yang digunakan dalam proses fuzzy tsukamoto. Jumlah total aturan yang ditampilkan pada halaman aturan adalah 224 baris. Rancangan halaman aturan dapat dilihat pada Gambar 4.21.



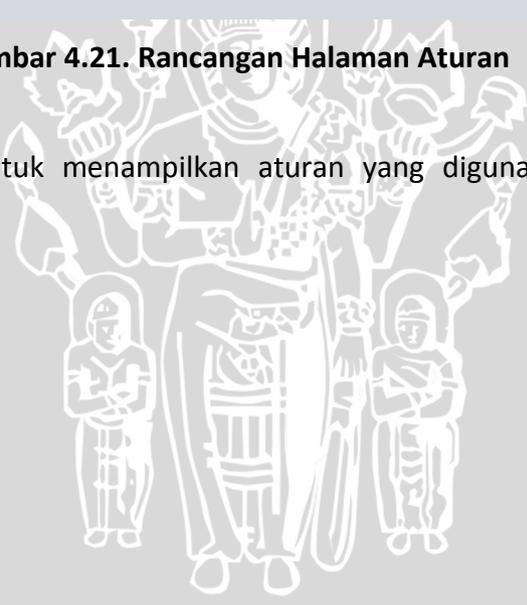
Optimasi Model Fuzzy Tsukamoto Dengan Menggunakan Evolution Strategies
 Untuk Memprediksi Kemungkinan Persalinan Normal

Data	Rule	Es	Kemungkinan Persalinan Normal								
Title 1	Title 2	Title 3	Title 4	Title 5	Title 6	Title 7	Title 8	Title 9	Title 10	Title 11	
1											

Gambar 4.21. Rancangan Halaman Aturan

Keterangan :

1. Tabel aturan untuk menampilkan aturan yang digunakan dalam fuzzy tsukamoto.



BAB 5 IMPLEMENTASI

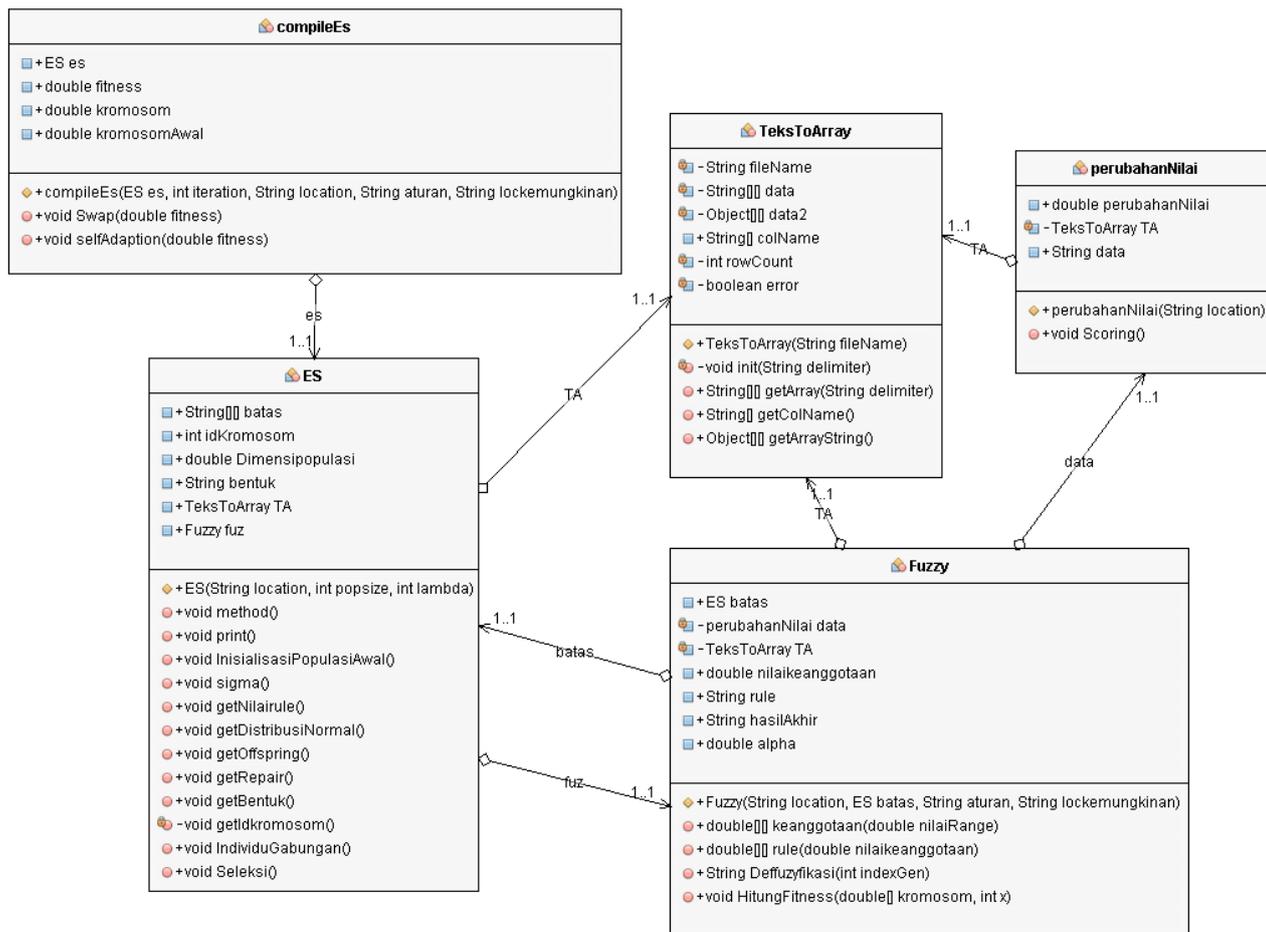
Pada bab ini akan dijelaskan mengenai struktur kelas serta implementasi kode program pada evolution strategies dalam pengoptimasian model fuzzy Tsukamoto.

5.1. Struktur Class

Ada 5 kelas yang digunakan pada proses implementasi model optimasi fuzzy tsukamoto dengan menggunakan Evolution Strategies. Kelas-kelas tersebut antara lain :

1. Kelas CompileEs merupakan kelas utama atau main class.
2. Kelas TeksToArray merupakan kelas yang digunakan untuk membaca inputan dalam bentuk file.txt dan mengubahnya dalam bentuk array.
3. Kelas PerubahanNilai merupakan kelas yang digunakan untuk mengubah data inputan (bertipe String) menjadi data bertipe double melalui proses scoring.
4. Kelas Fuzzy merupakan kelas yang digunakan untuk melakukan proses perhitungan menggunakan fuzzy Tsukamoto.
5. Kelas ES merupakan kelas yang digunakan untuk melakukan proses perhitungan menggunakan algoritma ES.

Struktur kelas pada proses implementasi ditunjukkan pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Struktur Kelas

5.2. Implementasi Kode Program

Implementasi kode program pada penerapan evolution strategies dalam pengoptimasian model fuzzy tsukamoto terbagi menjadi 6 bagian penting, antara lain : inialisasi populasi awal, proses perhitungan fuzzy, proses perhitungan fitness, reproduksi, self adaption dan seleksi. Masing-masing bagian penting tersebut dijabarkan pada subbab 5.2.1, subbab 5.2.2, subbab 5.2.3, subbab 5.2.4, subbab 5.2.5 dan subbab 5.2.6.

5.2.1. Implementasi inialisasi populasi awal

Tabel 5.1 Implementasi Inialisasi Populasi Awal

1	public void InialisasiPopulasiAwal() {
2	for (int i = 0; i < DimensiPopulasi.length; i++) {
3	for (int j = 0; j < DimensiPopulasi[0].length; j++) {

```

4      DimensiPopulasi[i][j] = Math.random() *
      (Double.parseDouble(Batas[2][j]) - Double.parseDouble(Batas[1][j])) +
      Double.parseDouble(Batast[1][j]);
5      }
6      }
7      }

```

Penjelasan source code pada Tabel 5.1 adalah sebagai berikut :

1. Baris 2 digunakan untuk melakukan perulangan sebanyak panjang DimensiPopulasi. DimensiPopulasi merupakan array dua dimensi yang memiliki ukuran popsize x StringLen. Dengan demikian, melakukan perulangan sebanyak Individui.lenght sama dengan melakukan perulangan sebanyak popsize.
2. Baris 3 digunakan untuk melakukan perulangan sebanyak panjang DimensiPOpulasi[j].lenght. Artinya, setiap satu indeks i pada for pertama (for pada baris ke 2) akan dilakukan perulangan sebanyak panjang DimensiPOpulasi secara menyamping atau sesuai dengan panjang kromosom (StringLen).
3. Baris 4 digunakan untuk merandom nilai gen sesuai dengan rentang minimal hingga maksimal masing-masing atribut. Nilai dari gen kemudian disimpan dalam array DimensiPopulasi [i][j].

5.2.2. Implementasi proses perhitungan fuzzy

Tabel 5.2 Implementasi Proses Perhitungan Fuzzy

```

1 public final class Fuzzy {
2     public ES kromosom;
3     private perubahanNilai data;
4     private TeksToArray TA;
5     public double OutputFuzzy[][], range[][], nilairule[][], fitness[];
6     public String rule[][], dataKemungkinan[][];
7     public String hasilAkhir[];
8     public Fuzzy(String location, ES kromosom, String aturan, String
lockemungkinan) {
9         this.kromosom = kromosom;
10        TA = new TeksToArray(aturan);
11        rule = TA.getArray("\t");
12        TA = new TeksToArray(lockemungkinan);
13        dataKemungkinan = TA.getArray("\t");
14        data = new perubahanNilai(location);

```



```

15     range = kromosom.all;
16     fitness = new double[range.length];
17     for (int i = 0; i < range.length; i++) {
18         HitungFitness(range[i], (i + 1));
19     }
20 }
21 public double[][] keanggotaan(double nilaiRange[]) {
22     double keanggotaan[][] = new
23 double[data.perubahanNilai.length][kromosom.bentuk.length];
24     for (int i = 0; i < keanggotaan.length; i++) {
25         for (int j = 0; j < keanggotaan[0].length; j++) {
26             if (kromosom.bentuk[j].equalsIgnoreCase("linear turun")) {
27                 if (data.perubahanNilai[i][kromosom.idKromosom[j]] <=
28 nilaiRange[j]) {
29                     keanggotaan[i][j] = 1;
30                 } else if (data.perubahanNilai[i][kromosom.idKromosom[j]] >
31 nilaiRange[j] && data.perubahanNilai[i][kromosom.idKromosom[j]] <
32 nilaiRange[j + 1]) {
33                     keanggotaan[i][j] = (nilaiRange[j + 1] -
34 data.perubahanNilai[i][kromosom.idKromosom[j]]) / (nilaiRange[j + 1] -
35 nilaiRange[j]);
36                 } else {
37                     keanggotaan[i][j] = 0;
38                 }
39             } else if (kromosom.bentuk[j].equalsIgnoreCase("segitiga")) {
40                 if (data.perubahanNilai[i][kromosom.idKromosom[j]] <=
41 nilaiRange[j] && data.perubahanNilai[i][kromosom.idKromosom[j]] >
42 nilaiRange[j - 1]) {
43                     keanggotaan[i][j] =
44 (data.perubahanNilai[i][kromosom.idKromosom[j]] - nilaiRange[j - 1]) /
45 (nilaiRange[j] - nilaiRange[j - 1]);
46                 } else if (data.perubahanNilai[i][kromosom.idKromosom[j]] >
47 nilaiRange[j] && data.perubahanNilai[i][kromosom.idKromosom[j]] <
48 nilaiRange[j + 1]) {
49                     keanggotaan[i][j] = (nilaiRange[j + 1] -
50 data.perubahanNilai[i][kromosom.idKromosom[j]]) / (nilaiRange[j + 1] -
51 nilaiRange[j]);
52                 } else {
53                     keanggotaan[i][j] = 0;
54                 }
55             } else if (kromosom.bentuk[j].equalsIgnoreCase("linear naik")) {
56                 if (data.perubahanNilai[i][kromosom.idKromosom[j]] <=
57 nilaiRange[j - 1]) {
58                     keanggotaan[i][j] = 0;
59                 }
60             }
61         }
62     }
63 }

```

```

44         } else if (data.perubahanNilai[i][kromosom.idKromosom[j]] >
nilaiRange[j - 1] && data.perubahanNilai[i][kromosom.idKromosom[j]] <
nilaiRange[j]) {
45             keanggotaan[i][j] =
(data.perubahanNilai[i][kromosom.idKromosom[j]] - nilaiRange[j - 1]) /
(nilaiRange[j] - nilaiRange[j - 1]);
46         } else {
47             keanggotaan[i][j] = 1;
48         }
49     }
50 }
51 }
52 return keanggotaan;
53 }
54 public double[][] rule(double nilaikeanggotaan[]) {
55     double nrule[][] = new double[rule.length][rule[0].length];
56     for (int j = 0; j < rule.length; j++) {
57         for (int k = 0; k < rule[0].length; k++) {
58             for (int l = 0; l < nilaikeanggotaan.length; l++) {
59                 if (kromosom.nilaiRule[l].equalsIgnoreCase(rule[j][k])) {
60                     nrule[j][k] = nilaikeanggotaan[l];
61                 }
62             }
63         }
64     }
65     return nrule;
66 }
67 public double alpha[], zi[], sigma, sigmazi, hasil;
68 public String Deffuzykasi(int indexGen) {
69     alpha = new double[rule.length];
70     zi = new double[rule.length];
71     hasil = 0;
72     sigma = 0;
73     sigmazi = 0;
74     for (int j = 0; j < rule.length; j++) {
75         double min = nilairule[j][0];
76         for (int k = 1; k < rule[j].length - 1; k++) {
77             min = Math.min(min, nilairule[j][k]);
78         }
79         alpha[j] = min;
80         if (rule[j][rule[0].length - 1].equalsIgnoreCase("rendah")) {
81             if (alpha[j] <= range[indexGen][range[0].length - 3]) {
82                 zi[j] = 1;
83             } else if (alpha[j] <= range[indexGen][range[0].length - 2]) {

```

```

84         zi[j] = 0;
85     } else {
86         zi[j] = -1 * (range[indexGen][range[0].length - 2] -
range[indexGen][range[0].length - 3]) * alpha[j] -
range[indexGen][range[0].length - 2];
87     }
88     } else if (rule[j][rule[0].length - 1].equalsIgnoreCase("sedang")) {
89     if (alpha[j] <= range[indexGen][range[0].length - 3]) {
90         zi[j] = 0;
91     } else if (alpha[j] <= range[indexGen][range[0].length - 1]) {
92         zi[j] = 0;
93     } else if (alpha[j] > range[indexGen][range[0].length - 3] &&
alpha[j] <= range[indexGen][range[0].length - 2]) {
94         zi[j] = alpha[j] * (range[indexGen][range[0].length - 2] -
range[indexGen][range[0].length - 3]) + range[indexGen][range[0].length -
3];
95     } else {
96         zi[j] = -1 * (range[indexGen][range[0].length - 2] -
range[indexGen][range[0].length - 2]) * alpha[j] -
range[indexGen][range[0].length - 1];
97     }
98     } else if (rule[j][rule[0].length - 1].equalsIgnoreCase("tinggi")) {
99     if (alpha[j] <= range[indexGen][range[0].length - 2]) {
100        zi[j] = 0;
101    } else if (alpha[j] <= range[indexGen][range[0].length - 1]) {
102        zi[j] = 1;
103    } else {
104        zi[j] = (range[indexGen][range[0].length - 1] -
range[indexGen][range[0].length - 2]) * alpha[j] +
range[indexGen][range[0].length - 2];
105    }
106    }
107    sigma += alpha[j];
108    sigmazi += zi[j] * alpha[j];
109    }
110    hasil = sigmazi / sigma;
111    String hasilakhir = "";
112    if (hasil <= range[indexGen][range[0].length - 3]) {
113        hasilakhir = "rendah";
114    } else if (hasil <= range[indexGen][range[0].length - 2]) {
115        hasilakhir = "sedang";
116    } else {
117        hasilakhir = "tinggi";
118    }

```

119	return hasilakhir;
120	}

Penjelasan source code pada Tabel 5.2 adalah sebagai berikut :

1. Baris 9 sampai 20 merupakan method yang digunakan untuk menginstansi variable input perhitungan fuzzy.
2. Baris 21 sampai 53 merupakan method yang digunakan untuk menghitung fungsi keanggotaan fuzzy.
3. Baris 24 hingga 32 digunakan untuk menghitung nilai keanggotaan yang memiliki fungsi keanggotaan linear turun.
4. Baris 33 hingga 40 digunakan untuk menghitung nilai keanggotaan yang memiliki fungsi keanggotaan segitiga.
5. Baris 41 hingga 49 digunakan untuk menghitung nilai keanggotaan yang memiliki fungsi keanggotaan linear naik.
6. Baris 52 digunakan untuk mengembalikan nilai keanggotaan.
7. Baris 54 sampai 66 digunakan untuk mengambil nilai keanggotaan yang sesuai dengan rule.
8. Baris 68 sampai 79 digunakan untuk mencari nilai alpha.
9. Baris 80 sampai 87 digunakan untuk mencari nilai zi pada kemungkinan persalinan normal "rendah".
10. Baris 88 sampai 97 digunakan untuk mencari nilai zi pada kemungkinan persalinan "sedang".
11. Baris 98 sampai 106 digunakan untuk mencari nilai zi pada kemungkinan persalinan "tinggi".
12. Baris 107 digunakan untuk menghitung sigma alpha.
13. Baris 108 digunakan untuk menghitung sigma alpha *zi.
14. Baris 110 digunakan untuk poses defuzzyfikasi dengan melakukan operasi bagi antara sigma alpha * zi dan sigma alpha.
15. Baris 112 sampai 120 digunakan untuk menentukan hasil output fuzzy berdasarkan nilai (sigma alpha*zi/ sigma alha) yang dihasilkan.

5.2.3. Implementasi proses perhitungan fitness

Tabel 5.3 Implementasi Proses Perhitungan Fitness

```

1 public void HitungFitness(double[] kromosom, int x) {
2     OutputFuzzy = keanggotaan(range[x - 1]);
6     hasilAkhir = new String[OutputFuzzy.length];
3     fitness[x-1]= 0;
4     for (int i = 0; i < OutputFuzzy.length; i++) {
5         hasilAkhir[i] = method((x - 1));
6         if (hasilAkhir[i].equalsIgnoreCase(dataKemungkinan[i][0])) {
7             fitness[x-1]++;
8         }
9     }
10    fitness[x-1]= fitness[x-1]/ OutputFuzzy.length;
11 }

```

Penjelasan source code pada Tabel 5.3 adalah sebagai berikut :

1. Baris 4 sampai 6 digunakan untuk untuk mencocokkan hasil keluaran fuzzy dengan data aktual.
2. Baris 7 digunakan untuk menghitung jumlah data yang berhasil dideteksi oleh sistem dengan benar.
3. Baris 10 digunakan untuk menghitung akurasi sistem, yang mana nilai akurasi tersebut sama dengan nilai fitness.

5.2.4. Implementasi proses reproduksi

Tabel 5.4 Implementasi Proses Reproduksi

```

1 public void getDistribusiNormal() {
2     for (int j = 0; j < distribusinormal.length; j++) {
3         distribusinormal[j] = Math.sqrt((-2) * Math.log(Math.random())) *
4         Math.sin(2 * Math.PI * Math.random());
5     }
6     public void getOffspring() {
7         for (int i = 0; i < offspring.length; i++) {
8             int checkpoint = 0;
9             for (int j = 0; j < offspring[0].length; j++) {
10                offspring[i][j] = Individu[checkpoint][j] + sigma[checkpoint][j] *
11                distribusinormal[i];
12                checkpoint++;
13                if (checkpoint + 1 == sigma.length) {
14                    checkpoint = 0;
15                }
16            }
17        }
18    }

```



```

15     }
16     }
17     }
18     public void getRepair() {
19         for (int i = 0; i < offspring.length; i++) {
20             for (int j = 0; j < offspring[0].length; j++) {
21                 if (offspring[i][j] <= Double.parseDouble(Batas[1][j])) {
22                     offspring[i][j] = Double.parseDouble(Batas[1][j]);
23                 } else if (offspring[i][j] >= Double.parseDouble(Batas[2][j])) {
24                     offspring[i][j] = Double.parseDouble(Batas[2][j]);
25                 }
26             }
27         }
28     }

```

Penjelasan source code pada Tabel 5.4 adaah sebagai berikut :

1. Baris ke 1 sampai ke 5 merupakan method yang digunakan untuk menghitung nilai $N(0,1)$.
2. Baris ke 6 sampai 17 digunakan untuk membentuk offspring dari masing-masing induk.
3. Baris 18 sampai 28 digunakan untuk proses repair, yaitu proses untuk menjaga agar nilai gen tetap berada pada rentang nilai yang ditentukan.

5.2.5. Implementasi self adaption

Tabel 5.5 Implementasi Self Adaption

```

1 public void selfAdaption(double fitness[]) {
2     int check1 = es.Dimensipopulasi.length-1;
3     for (int i = 0; i < es.Dimensipopulasi.length; i++) {
4         double count = 0;
5         for (int j = 0; j < es.lambda; j++) {
6             if (fitness[i] < fitness[(check1 + j)]) {
7                 count++;
8             }
9         }
10        count = count / es.lambda;
11        if (count < 0.8) {
12            for (int k = 0; k < es.sigma[0].length; k++) {
13                es.sigma[i][k] = es.sigma[i][k] * 0.9;
14            }
15        } else {
16            for (int k = 0; k < es.sigma[0].length; k++) {

```

```

17         es.sigma[i][k] = es.sigma[i][k] * 1.1;
18     }
19 }
20     check1 += es.lambda;
21 }
22 }
    
```

Penjelasan source code pada Tabel 5.5 adalah sebagai berikut :

1. Baris 3 sampai 7 digunakan untuk menghitung banyaknya offspring yang memiliki fitness lebih baik daripada induknya.
2. Baris 10 digunakan untuk menghitung prosentase offspring yang memiliki fitness lebih baik dari induknya.
3. Baris 11 samapi 14 digunakan untuk mengalikan nilai sigma dengan 0.9 jika offspring yang lebih baik dari induk kurang dari 80%.
4. Baris 15 samai 17 digunakan untuk mengalikan nilai sigma dengan 1.1 jika offspring yang lebih baik dari induk lebih dari samadengan 80%.
5. Baris 20 digunakan untuk mengupdate nilai sigma.

5.2.6. Implementasi proses seleksi

Tabel 5.6 Implementasi Proses Seleksi

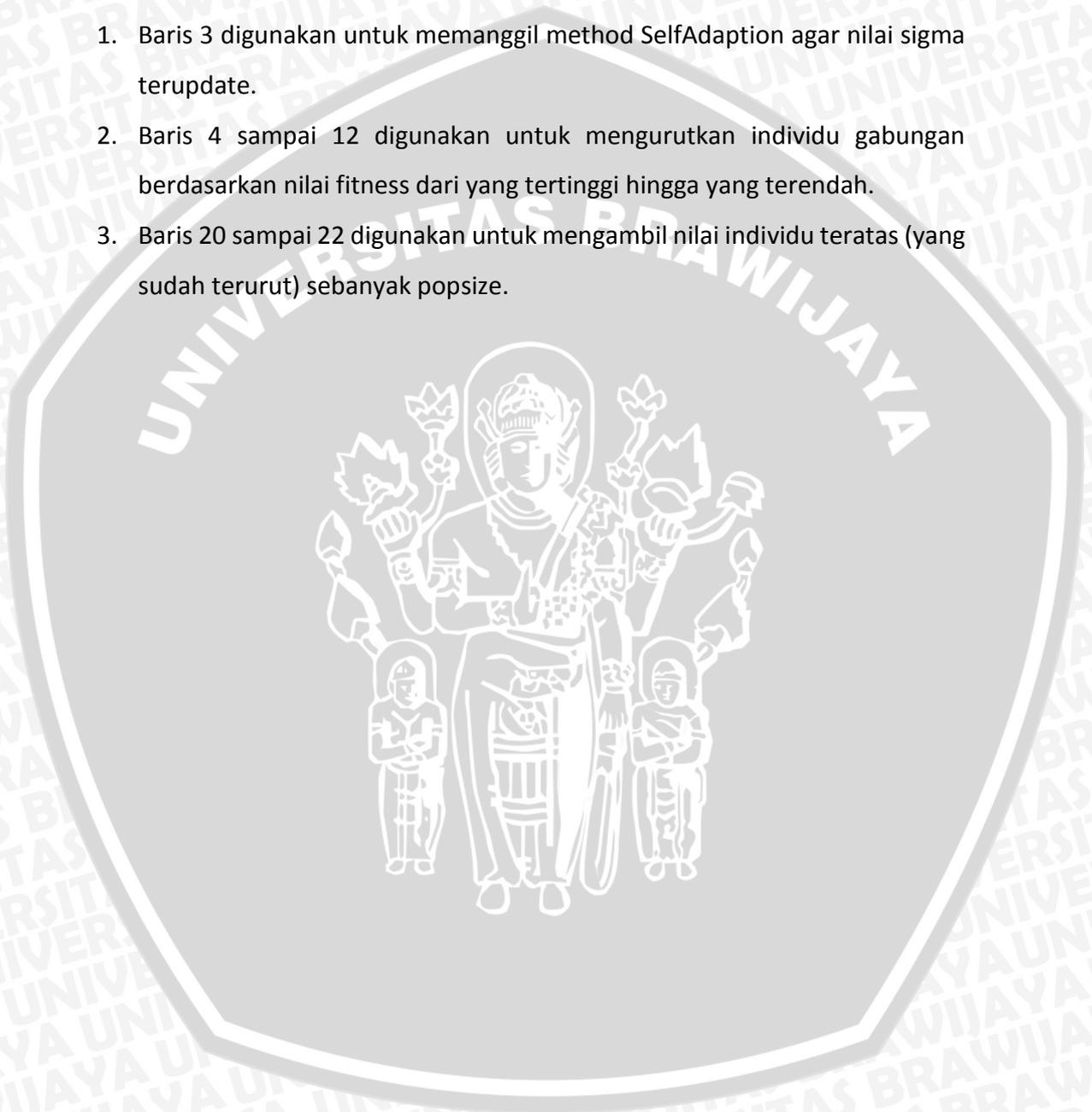
```

1  //----- Proses pengurutan pada kelas CompileES -----//
2  public void Swap(double fitness[]) {
3      selfAdaption(fitness);
4      for (int i = 0; i < es.all.length; i++) {
5          for (int j = 0; j < es.all.length; j++) {
6              if (fitness[i] > fitness[j]) {
7                  double temp = fitness[i];
8                  fitness[i] = fitness[j];
9                  fitness[j] = temp;
10                 double temp1[] = es.all[i];
11                 es.all[i] = es.all[j];
12                 es.all[i] = temp1;
13             }
14         }
15     }
16 }
17 //----- Proses pada seleksi Kelas ES -----//
18
19 public void Seleksi() {
20     for (int i = 0; i < Dimensipopulasi.length; i++) {
    
```

```
21     for (int j = 0; j < Dimensipopulasi[0].length; j++) {  
22         Dimensipopulasi[i][j] = all[i][j];  
23     }  
24 }  
25 }
```

Penjelasan source code pada Tabel 5.6 adalah sebagai berikut :

1. Baris 3 digunakan untuk memanggil method SelfAdaption agar nilai sigma terupdate.
2. Baris 4 sampai 12 digunakan untuk mengurutkan individu gabungan berdasarkan nilai fitness dari yang tertinggi hingga yang terendah.
3. Baris 20 sampai 22 digunakan untuk mengambil nilai individu teratas (yang sudah terurut) sebanyak popsize.



BAB 6

PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini akan membahas mengenai proses pengujian pada implementasi algoritma evolution strategies untuk optimasi model fuzzy tsukamoto dalam memprediksi kemungkinan persalinan normal. Pada tahap pengujian akan dilakukan 4 jenis pengujian, yaitu pengujian ukuran populasi (μ), pengujian ukuran offspring (λ), pengujian banyaknya generasi serta pengujian parameter input terbaik. Jenis pengujian pertama melibatkan ukuran populasi untuk mengetahui pengaruh banyaknya populasi nilai fitness. Jenis pengujian yang kedua merupakan kelanjutan dari jenis pengujian pertama, dimana parameter μ dijadikan inputan dan nilai ukuran generasi divariasikan untuk mengetahui pengaruh ukuran generasi terhadap nilai rata-rata fitness. Pengujian selanjutnya adalah pengujian ukuran offspring (λ) dengan cara memvariasikan nilai lambda sedangkan inputan ukuran populasi dan ukuran generasi yang digunakan merupakan parameter terbaik dari proses pengujian sebelumnya. Parameter ukuran populasi, ukuran generasi dan ukuran lambda yang dinilai sebagai inputan terbaik kemudian dikombinasikan menjadi parameter input. Tujuan dari pengkombinasian parameter input terbaik ini adalah untuk mengetahui pengaruh parameter input yang didapatkan pada jenis pengujian sebelumnya terhadap keberhasilan proses optimasi.

6.1. Hasil Pengujian dan Analisis Ukuran Populasi (μ)

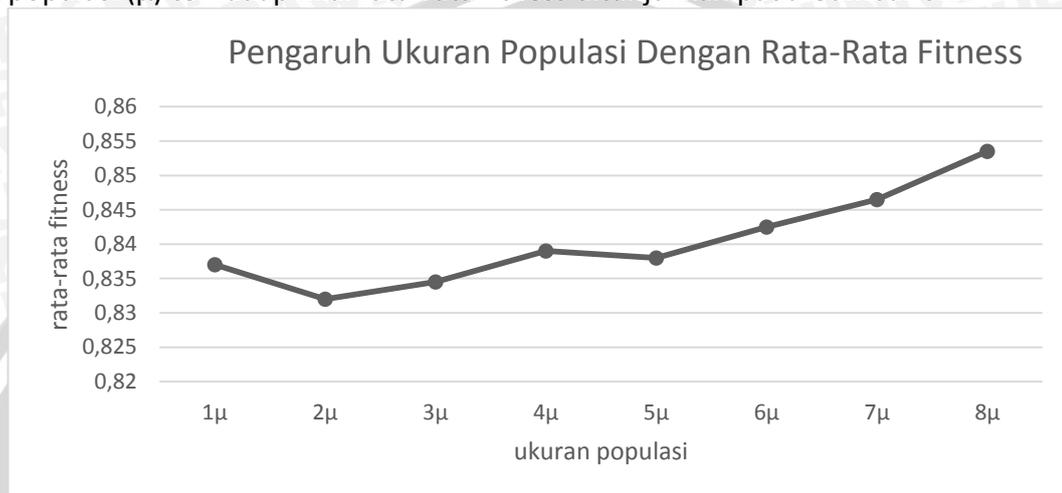
Pada pengujian ini akan dilakukan variasi input ukuran populasi dengan nilai 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 dan 40. Masing-masing variasi input akan diulang sebanyak 10 kali percobaan untuk menghasilkan rata-rata fitness. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran populasi terhadap nilai rata-rata fitness. Hasil pengujian ukuran populasi ditunjukkan pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Hasil Pengujian Ukuran Populasi

No	Ukuran Populasi	Nilai Fitness										Rata-Rata Fitness
		Percobaan Populasi Ke-										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	5	0,72	0,85	0,72	0,63	0,845	0,66	0,78	0,755	0,73	0,645	0,7335
2	10	0,78	0,72	0,81	0,68	0,77	0,845	0,79	0,72	0,71	0,81	0,7635
3	15	0,72	0,83	0,79	0,82	0,75	0,81	0,78	0,79	0,78	0,72	0,779
4	20	0,72	0,72	0,845	0,895	0,78	0,755	0,78	0,715	0,81	0,81	0,783
5	25	0,78	0,69	0,8	0,755	0,805	0,725	0,81	0,81	0,8	0,73	0,7705
6	30	0,69	0,73	0,79	0,81	0,755	0,805	0,85	0,8	0,855	0,81	0,7895
7	35	0,81	0,755	0,78	0,81	0,72	0,81	0,755	0,82	0,845	0,84	0,7945
8	40	0,71	0,69	0,81	0,69	0,81	0,78	0,855	0,84	0,79	0,86	0,7835

Dari Tabel 6.1 dapat diketahui bahwa fitness terbaik bernilai 0,895 dan tercapai ketika ukuran populasi (μ) bernilai 20. Sedangkan nilai fitness terendah

adalah 0,63 dan tercapai ketika ukuran populasi bernilai 5. Namun, ketika dilakukan perluangan percobaan sebanyak 10 kali, rata-rata nilai fitness terbesar adalah 0,7945 dan diperoleh ketika ukuran populasi bernilai 35. Sedangkan rata-rata nilai fitness terkecil adalah 0,7335 dan diperoleh ketika ukuran populasi bernilai 5. Hal ini menunjukkan bahwa nilai fitness dapat lebih rendah atau lebih tinggi meskipun menggunakan ukuran populasi yang sama karena pembangkitan populasi awal apada ES dilakukan secara random. Grafik pengaruh ukuran populasi (μ) terhadap nilai rata-rata fitness ditunjukkan pada Gambar 6.1.



Gambar 6.1. Grafik Pengaruh Ukuran Populasi Dengan Rata-Rata Fitness

Pada Gambar 6.1 dapat diketahui bahwa nilai rata-rata fitness cenderung mengalami kenaikan ketika ukuran populasi semakin besar. Hal ini dikarenakan ukuran populasi yang lebih besar memungkinkan individu lebih beragam jika dibandingkan dengan keragaman individu pada populasi berukuran kecil (Harun, et al., 2014).

Dari Gambar 6.1 juga dapat disimpulkan jika rata-rata nilai fitness terbesar didapatkan ketika ukuran populasi (μ) bernilai 35. Karena nilai rata-rata fitness terbesar didapatkan pada saat ukuran populasi (μ) bernilai 35, maka pada pengujian selanjutnya akan menggunakan ukuran populasi sebesar 35.

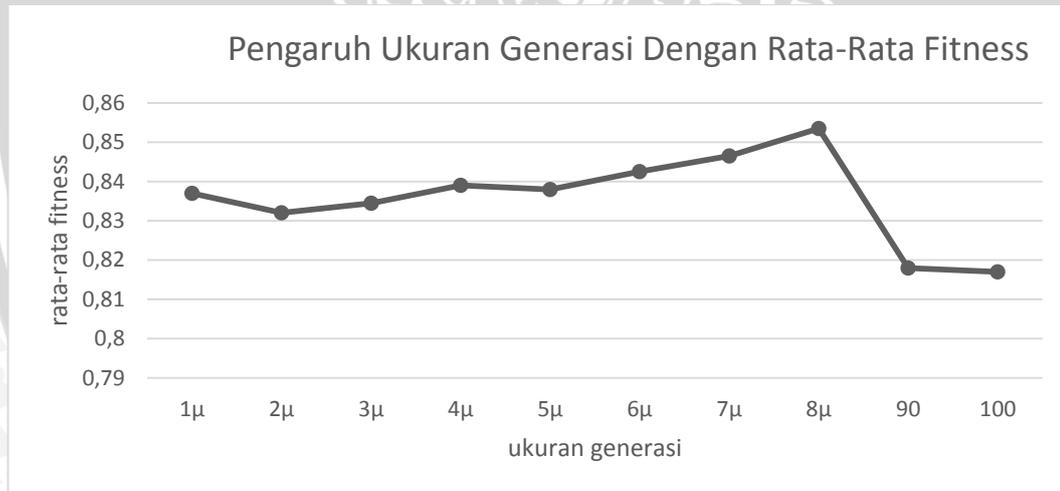
6.2. Hasil Pengujian dan Analisis Banyaknya Generasi

Berdasarkan uji coba ukuran populasi yang dilakukan sebelumnya, didapatkan nilai ukuran populasi terbaik adalah 35. Dari hasil ini kemudian dilakukan pengujian ukuran generasi dalam rentang 10 hingga 100. Hasil pengujian ukuran generasi dirangkum dalam Tabel 6.2.

No	Ukuran Generasi	Ukuran Populasi (μ) = 35										Rata-Rata Fitness
		Nilai Fitness Pada Percobaan ke-										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	10	0,78	0,82	0,84	0,755	0,8	0,82	0,84	0,805	0,8	0,895	0,8155
2	20	0,755	0,78	0,79	0,86	0,855	0,84	0,78	0,855	0,755	0,865	0,8135
3	30	0,86	0,81	0,755	0,84	0,845	0,79	0,845	0,69	0,865	0,84	0,814
4	40	0,79	0,82	0,8	0,86	0,78	0,845	0,855	0,845	0,755	0,82	0,817
5	50	0,78	0,83	0,81	0,82	0,68	0,81	0,825	0,855	0,84	0,865	0,8115
6	60	0,82	0,81	0,79	0,84	0,78	0,81	0,815	0,81	0,82	0,86	0,8155
7	70	0,81	0,72	0,85	0,865	0,865	0,855	0,715	0,865	0,81	0,84	0,8195
8	80	0,79	0,83	0,845	0,86	0,81	0,84	0,755	0,82	0,78	0,81	0,814
9	90	0,71	0,755	0,84	0,75	0,84	0,855	0,895	0,84	0,855	0,84	0,818
10	100	0,835	0,78	0,81	0,81	0,79	0,84	0,755	0,865	0,84	0,845	0,817

Tabel 6.2 Hasil Pengujian Banyaknya Generasi

Berdasarkan Tabel 6.2 diketahui bahwa nilai rata-rata fitness tertinggi adalah 0,85 dan terjadi ketika ukuran generasi bernilai 80 . Hal ini menunjukkan jika banyaknya ukuran generasi yang besar tidak selalu menghasilkan nilai fitness yang tinggi. Diagram pengaruh ukuran generasi dengan fitness ditunjukkan pada Gambar 6.2.



Gambar 6.2 Grafik Pengaruh Ukuran Generasi Terhadap Rata-Rata Fitness

Pada grafik pada Gambar 6.2, terlihat jelas jika nilai rata-rata fitness mengalami kenaikan saat ukuran generasi bernilai 40, 70 dan 90. Akan tetapi nilai rata-rata fitness saat ukuran generasi bernilai 70 lebih baik jika dibandingkan dengan nilai rata-rata fitness ketika ukuran generasi bernilai 40 dan 90. Pada ukuran generasi 90 memang didapatkan nilai rata-rata fitness yang hampir sama dengan nilai rata-rata saat ukuran generasi bernilai 70. Namun, nilai rata-rata fitness saat ukuran generasi 90 tidak lebih baik jika dibandingkan nilai rata-rata fitness saat ukuran generasi bernilai 70. Selain itu, kenaikan nilai fitness yang mungkin terjadi dari penambahan ukuran generasi sangatlah kecil. Sehingga,

penambahan ukuran generasi hanya akan menambah waktu komputasi (Harun, et al., 2014).

Berdasarkan hasil analisis grafik pada 6.2 disimpulkan bahwa ukuran generasi yang paling baik adalah ukuran generasi bernilai 70 dengan rata-rata nilai fitness 0,8195.

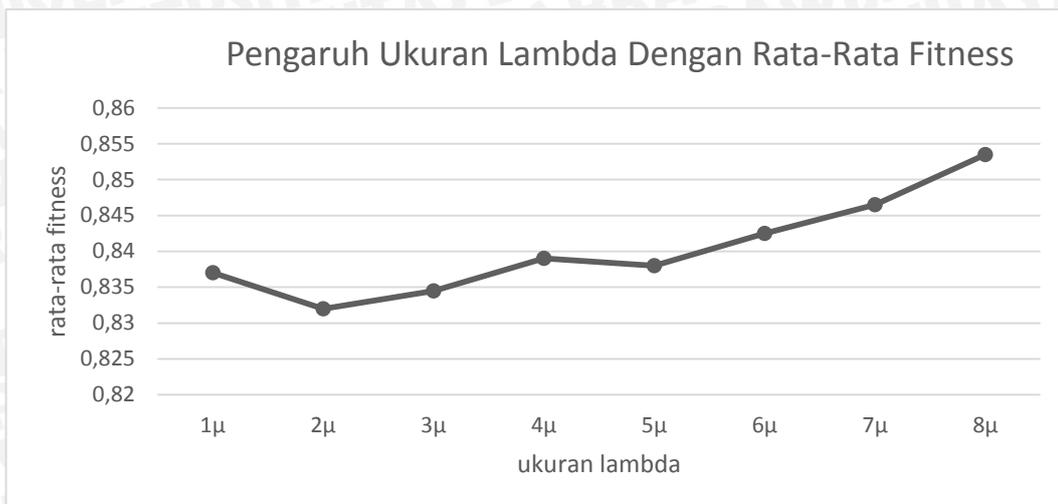
6.3. Hasil Pengujian dan Analisis Ukuran Lambda

Berdasarkan uji coba ukuran populasi yang dilakukan sebelumnya, didapatkan nilai ukuran populasi terbaik adalah 35 dan ukuran generasi terbaik bernilai 80. Dari hasil pengujian ini kemudian dilakukan pengujian ukuran lamda dengan basaran 1μ , 2μ , 3μ , 4μ , 5μ , 6μ , 7μ dan 8μ . Hasil pengujian ukuran lambda ditunjukkan pada Tabel 6.3.

Tabel 6.3 Hasil Pengujian Ukuran Lambda

No	Ukuran Lambda	Nilai Fitness										Rata-Rata Fitness
		Percobaan Ukuran lamda Ke-										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1μ	0,72	0,84	0,845	0,855	0,845	0,81	0,86	0,845	0,855	0,895	0,837
2	2μ	0,82	0,855	0,72	0,845	0,81	0,865	0,85	0,855	0,86	0,84	0,832
3	3μ	0,79	0,86	0,79	0,865	0,855	0,845	0,845	0,865	0,85	0,78	0,8345
4	4μ	0,81	0,84	0,82	0,855	0,86	0,865	0,82	0,835	0,845	0,84	0,839
5	5μ	0,81	0,82	0,855	0,865	0,855	0,78	0,845	0,84	0,855	0,855	0,838
6	6μ	0,82	0,78	0,86	0,85	0,84	0,855	0,86	0,865	0,85	0,845	0,8425
7	7μ	0,86	0,79	0,82	0,865	0,855	0,86	0,865	0,85	0,855	0,845	0,8465
8	8μ	0,855	0,835	0,865	0,855	0,855	0,865	0,825	0,855	0,865	0,86	0,8535

Berdasarkan Tabel 6.3 dapat diketahui bahwa nilai rata-rata fitness terbesar dicapai ketika ukuran lambda 8μ dan nilai rata-rata fitness terendah tercapai ketika ukuran lambda bernilai 1μ . Grafik pengaruh ukuran lambda terhadap nilai rata-rata fitness ditunjukkan pada Gambar 6.3.ss



Gambar 6.3 Grafik Pengaruh Ukuran Lambda Terhadap Nilai Rata-Rata Fitness

Berdasarkan Gambar 6.3 dapat diketahui bahwa semakin besar ukuran lambda maka nilai rata-rata fitness akan cenderung naik. Hal ini dikarenakan lambda yang semakin besar akan menghasilkan individu yang semakin beragam sehingga kemungkinan besar solusi optimum dapat dicapai.

6.4. Hasil Pengujian dan Analisis Parameter Terbaik

Dalam pengujian pameter terbaik akan dilakukan pengujian dengan menggunakan parameter terbaik hasil pengujian sebelumnya. Berdasarkan hasil pengujian ukuran populasi (popsize) pada Tabel 6.1, ukuran populasi terbaik adalah 35. Berdasarkan hasil pengujian ukuran generasi pada Tabel 6.2, ukuran generasi terbaik dicapai ketika ukuran generasi bernilai 70. Sedangkan ukuran lambda terbaik akan tercapai ketika lambda berukuran 8μ seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6.3.

Ukuran parameter tebaik ini kemudian dikombinasikan untuk dijadikan inputan sistem. Hasil komputasi sistem saat menggunakan input parameter terbaik kemudian dibandingkan dengan hasil komputasi Fuzzy Tsukamoto tanpa melalui proses optimasi. Dari hasil perbandingan akan dapat diketahui apakah model optimasi Fuzzy Tsukamoto dengan menggunakan ES memiliki akurasi yang lebih baik dibandingkan model Fuzzy Tsukamoto tanpa optimasi atau tidak. Perbandingan akurasi model Fuzzy Tsukamoto dan model optimasi Fuzzy Tsukamoto dengan menggunakan Evolution Strategies ditunjukkan pada Tabel 6.4.

Tabel 6.4 Perbandingan Akurasi Hasil Pengujian

Data Ke	Kelas Aktual	Kelas Metode FIS Tsukamoto	Kelas Metode Optimasi FIS Tsukamoto	Akurasi FIS Tsukamoto	Akurasi Optimasi FIS Tsukamoto
1	Tinggi	Tinggi	Sedang	1	0
2	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
3	Tinggi	Rendah	Tinggi	0	1

4	Tinggi	Rendah	Tinggi	0	1
5	Tinggi	Sedang	Tinggi	0	1
6	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
7	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
8	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
9	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
10	Tinggi	Rendah	Tinggi	0	1
11	Tinggi	Rendah	Tinggi	0	1
12	Tinggi	Rendah	Tinggi	0	1
13	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
14	Tinggi	Rendah	Tinggi	0	1
15	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
16	Tinggi	Sedang	Tinggi	0	1
17	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
18	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
19	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
20	Tinggi	Rendah	Tinggi	0	1
21	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
22	Tinggi	Rendah	Tinggi	0	1
23	Tinggi	Rendah	Tinggi	0	1
24	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
25	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
26	Tinggi	Rendah	Sedang	0	0
27	Tinggi	Sedang	Tinggi	0	1
28	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
29	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
30	Tinggi	Rendah	Tinggi	0	1
31	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
32	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
33	Tinggi	Rendah	Tinggi	0	1
34	Tinggi	Rendah	Tinggi	0	1
35	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
36	Tinggi	Tinggi	sedang	1	0
37	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
38	Tinggi	Sedang	Tinggi	0	1
39	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
40	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
41	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
42	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
43	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
44	Tinggi	Sedang	Tinggi	0	1
45	Tinggi	Rendah	Tinggi	0	1
46	Tinggi	Sedang	Tinggi	0	1



47	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
48	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
49	Tinggi	rendah	Tinggi	0	1
50	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
51	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
52	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
53	Tinggi	sedang	Tinggi	0	1
54	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
55	Tinggi	rendah	Tinggi	0	1
56	Tinggi	rendah	Tinggi	0	1
57	Tinggi	rendah	Tinggi	0	1
58	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
59	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
60	Tinggi	sedang	Tinggi	0	1
61	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
62	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
63	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
64	Tinggi	tinggi	Tinggi	1	1
65	Tinggi	sedang	Tinggi	0	1
66	Tinggi	tinggi	Tinggi	1	1
67	Tinggi	tinggi	Tinggi	1	1
68	Tinggi	rendah	Tinggi	0	1
69	Tinggi	tinggi	Tinggi	1	1
70	Tinggi	sedang	Tinggi	0	1
71	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
72	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
73	Tinggi	rendah	Tinggi	0	1
74	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
75	Tinggi	rendah	Tinggi	0	1
76	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
77	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
78	Tinggi	rendah	Tinggi	0	1
79	Tinggi	rendah	Tinggi	0	1
80	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
81	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
82	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
83	Tinggi	rendah	Sedang	0	0
84	Tinggi	Tinggi	Sedang	1	0
85	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
86	Tinggi	Rendah	Tinggi	0	1
87	Tinggi	Rendah	Sedang	0	0
88	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
89	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1



90	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
91	Tinggi	Rendah	Sedang	0	0
92	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
93	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
94	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
95	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
96	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
97	Tinggi	Rendah	Sedang	0	0
98	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
99	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
100	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
101	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
102	Tinggi	Rendah	Sedang	0	0
103	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
104	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
105	Tinggi	Tinggi	Sedang	1	0
106	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
107	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
108	Tinggi	Rendah	Sedang	0	0
109	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
110	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
111	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
112	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
113	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
114	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
115	Tinggi	Rendah	Sedang	0	0
116	Tinggi	Sedang	Tinggi	0	1
117	Tinggi	Sedang	Tinggi	0	1
118	Tinggi	Sedang	Tinggi	0	1
119	Tinggi	Tinggi	Tinggi	1	1
120	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
121	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
122	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
123	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
124	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
125	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
126	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
127	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
128	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
129	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
130	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
131	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
132	Sedang	Sedang	Sedang	1	1



133	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
134	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
135	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
136	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
137	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
138	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
139	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
140	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
141	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
142	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
143	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
144	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
145	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
146	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
147	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
148	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
149	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
150	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
151	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
152	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
153	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
154	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
155	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
156	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
157	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
158	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
159	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
160	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
161	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
162	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
163	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
164	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
165	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
166	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
167	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
168	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
169	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
170	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
171	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
172	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
173	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
174	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
175	Sedang	Sedang	Sedang	1	1

176	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
177	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
178	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
179	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
180	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
181	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
182	Sedang	Sedang	Sedang	1	1
183	Rendah	Sedang	Sedang	0	0
184	Rendah	Sedang	Sedang	0	0
185	Rendah	Sedang	Sedang	0	0
186	Rendah	Sedang	Sedang	0	0
187	Rendah	Sedang	Sedang	0	0
188	Rendah	Sedang	Sedang	0	0
189	Rendah	Sedang	Sedang	0	0
190	Rendah	Sedang	Sedang	0	0
191	Rendah	Sedang	Sedang	0	0
192	Rendah	Sedang	Sedang	0	0
193	Rendah	Sedang	Sedang	0	0
194	Rendah	Sedang	Sedang	0	0
195	Rendah	Sedang	Sedang	0	0
196	Rendah	Sedang	Sedang	0	0
197	Rendah	Sedang	Sedang	0	0
198	Rendah	Sedang	Sedang	0	0
199	Rendah	Sedang	Sedang	0	0
200	Rendah	Sedang	Sedang	0	0
jumlah data benar				138	170

Dari Tabel 6.4, akurasi perhitungan model optimasi FIS Tsukamoto dengan menggunakan evolution strategies dapat dihitung sebagai berikut :

$$Akurasi = \frac{\text{jumlah data yang sesuai}}{\text{jumlah data keseluruhan}} \times 100\%$$

$$Akurasi = \frac{170}{200} \times 100\% = 85\%$$

Dari perhitungan akurasi tersebut diketahui bahwa nilai akurasi model optimasi FIS Tsukamoto menggunakan evolution strategies untuk memprediksi kemungkinan persalinan normal adalah 85%. Sedangkan nilai akurasi FIS Tsukamoto untuk memprediksi kemungkinan persalinan normal tanpa melalui proses optimasi seperti yang telah dibahas pada subbab 4.2 adalah 69%. Sehingga, model optimasi FIS Tsukamoto dengan menggunakan evolution strategies memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan metode FIS Tsukamoto dalam memprediksi kemungkinan persalinan normal.

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan membahas kesimpulan akhir dari penelitian mengenai model optimasi Fuzzy Tsukamoto dengan menggunakan algoritma Evolution Strategies untuk memprediksi kemungkinan persalinan normal dan juga saran-saran yang dapat digunakan untuk perbaikan penelitian lain yang masih terkait dengan penerapan model optimasi Fuzzy Tsukamoto.

7.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian mengenai implementasi optimasi model Fuzzy Tsukamoto menggunakan Evolution Strategies untuk memprediksi kemungkinan persalinan normal dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Algoritma Evolution Strategies dapat diimplementasikan untuk mengoptimasi model Fuzzy Tsukamoto khususnya dalam kasus prediksi kemungkinan persalinan normal. Adapun representasi kromosom yang digunakan adalah *real-coded* yang dibangkitkan dari interval-interval khusus pada masing-masing segmen kriteria. Proses ES yang diimplementasikan adalah jenis $(\mu+\lambda)$, dimana proses reproduksi hanya bertumpu pada seleksi tanpa melakukan proses rekombinasi. Pada proses seleksi individu induk dan offspring digabung menjadi satu populasi sebelum akhirnya dipilih individu yang lolos pada generasi selanjutnya. Proses seleksi yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis elitism selection karena dinilai mampu menjamin individu dengan fitness terbaik lolos ke tahap berikutnya.
2. Nilai kelayakan atau akurasi FIS Tsukamoto yang telah dioptimasi menggunakan ES dalam memprediksi kemungkinan persalinan normal jauh lebih baik dibandingkan metode FIS Tsukamoto tanpa melalui proses optimasi. Metode FIS Tsukamoto yang telah dioptimasi menggunakan ES mampu menghasilkan akurasi sebesar 85%. Sedangkan Metode FIS tanpa dioptimasi hanya mampu menghasilkan akurasi sebesar 69%.
3. Semakin besar ukuran populasi dan ukuran lamda atau offspring, maka semakin tinggi nilai rata-rata fitness yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan ukuran populasi dan ukuran lambda sangat mempengaruhi keragaman individu. Sedangkan ukuran generasi yang besar tidak selalu menghasilkan nilai fitness yang maksimal. Hal ini dikarenakan nilai fitness terbaik sangat tergantung dari hasil pembangkitan populasi awal. Selain itu, nilai kenaikan fitness pada tiap-tiap generasi relatif kecil. Sedangkan penambahan ukuran generasi akan membuat waktu komputasi semakin lama.

7.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat beberapa saran atau masukan yang bisa dijadikan sebagai bahan penelitian lain terkait model optimasi Fuzzy Tsukamoto. Saran-saran tersebut antara lain:

1. Pada penelitian ini digunakan Es jenis ($\mu+\lambda$), dimana proses reproduksi hanya bertumpu pada mutasi tanpa melakukan rekombinasi. Penelitian lanjutan diharapkan bisa mengimplementasikan ES jenis ($\mu/r+\lambda$), yaitu jenis ES yang melakukan proses reproduksi dengan rekombinasi dan mutasi. Penambahan proses rekombinasi diharapkan mampu menghasilkan individu yang lebih beragam dan menghindari konvergensi dini.
2. Pada penelitian ini digunakan metode seleksi elitism. Penelitian lanjutan yang masih berkaitan dengan topik penelitian ini diharapkan bisa menggunakan metode selesi lainnya seperti *binary tournament* atau *roulette wheel*.
3. Pada penelitian ini digunakan model FIS Tsukamoto. Penelitian lantujan diharapkan bisa mengguakan metode fuzzy inferensi lain sehingga dapat membandingkan nilai akurasi yang dicapai.



DAFTAR PUSTAKA

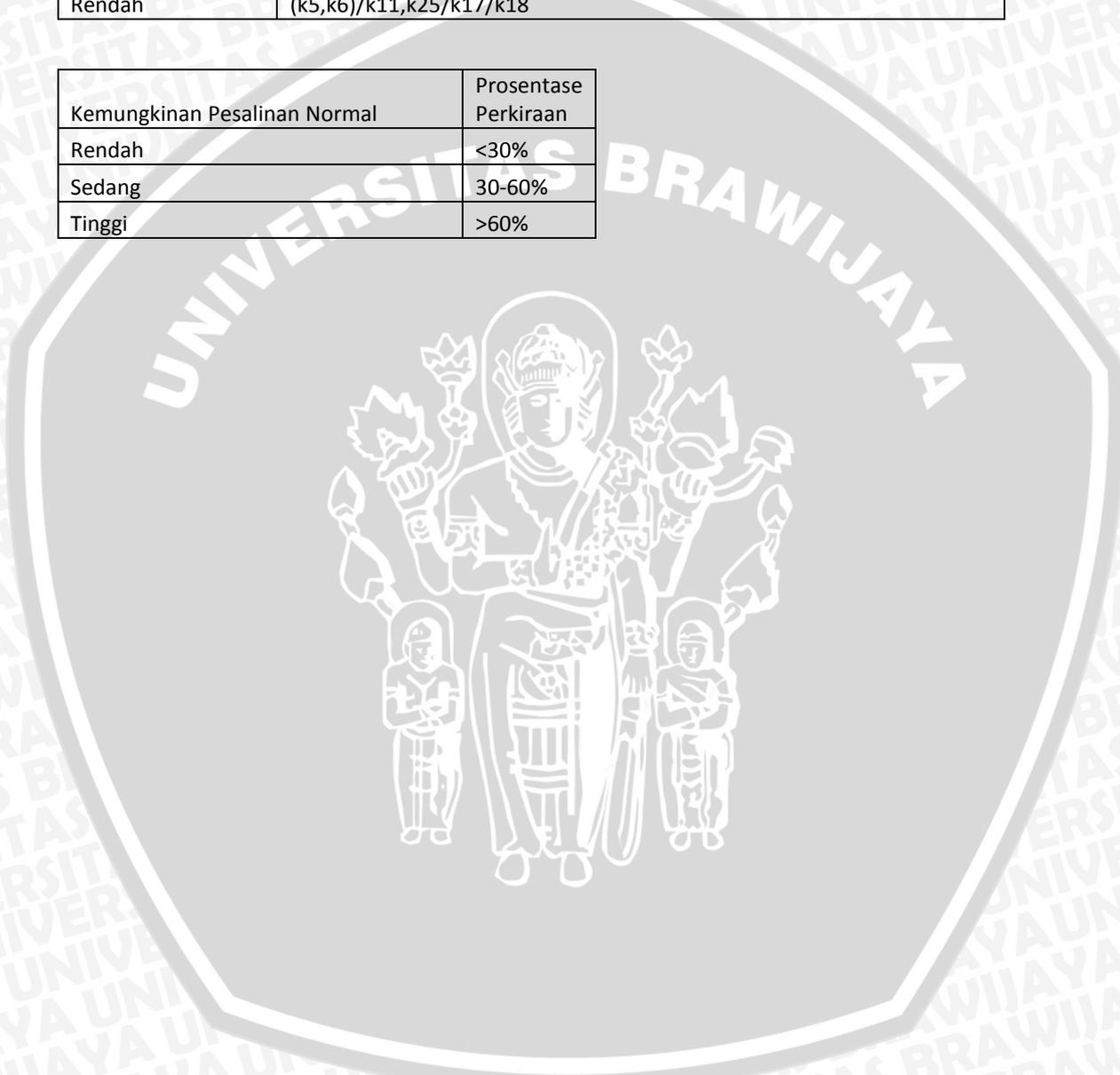
- Amelia, Rizky. 2013. *Metode Fuzzy Tsukamoto Pada Penentuan Harga Jual Barang Dalam Konsep Fuzzy Logic*. Pelita Informatika Budi Darma, Volume : V, Nomor: 2.
- Astria, Yonne. 2009. *Hubungan Karakteristik Ibu Hamil Trisemester III Dengan Kecemasan Dalam Menghadapi Persalinan Di Poliklinik Kebidanan Dan Kandungan Rsup Fatmawati Tahun 2009*. fakultas kedokteran dan ilmu kesehatan universitas islam syarif hidayatullah jakarta.
- Depkes RI. 2010. *Pedoman layanan atenatal terpadu*. Jakarta :Depkes RI.
- Enderwati, DA, Mahmudy, WF & Ratnawati, DE. 2014. *Pencarian rute optimum dengan evolution strategies*. DORO: Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya, vol. 4, no. 10.
- Falopi, Trivia. 2010. *Aplikasi Fuzzy Inference Sistem (FIS) Tsukamoto Untuk Menganalisa Tingkat Resiko Penyakit Hati*.
- Hanifah, Lilik. 2009. *Hubungan Antara Status Gizi Ibu Hamil Dengan Berat Badan Bayi Lahir (Studi Kasus di RB Pokasi)*. Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Harun, I. A., Mahmudy, W. F. & Yudistira, N. 2014. *Implementasi Evolution Strategies untuk Penyelesaian Vehicle Routing Problem With Time Windows pada Distribusi Minuman Soda XYZ*. DORO : Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya.
- Kaswidjanti, wilis, dkk. 2010. *Implementasi Fuzzy Inference Sistem Metode Tsukamoto pada Pengambilan Keputusan Pemberian Kredit Rumah*. Teknik Informatika UPN "Veteran" Yogyakarta.
- kementrian kesesehatan RI. 2014. *Infodatin*. Jakarta Selatan : pusat data dan informasi kesehatan RI.
- Kidney Reseach Uk. *Protein in Urine (Preteinuria)*. Registered Charity No : 252892.
- Kusumawati, Yuli. 2006. *Faktor-faktor resiko yang berpengaruh terhadap persalinan dengan tindakan*. Tesis : Program pascasarjana universitas diponegoro semarang.
- Kwang H.Lee. 2005. *First Course on Fuzzy Theory and Applications*. ISBN 3-540-22988-4
- Lange, Sascha. 2007. *Evolutionary Algorithms*. University of Freiburg.
- Mahmudy, W. F., (2013). *Algoritma Evolusi*. Malang: Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer UB.
- Maryaningsih, Siswanto & Mesterjon. 2013. *Metode Logika Fuzzy Tsukamoto Dalam Sistem Pengambilan Keputusan Penerimaan Beasiswa*. Jurnal Media Infotama, Vol.9, No.1.s
- National Kidney and Urologic Diseases Information Clearinghouse. 2014. *Proteinuria*. NIH : Department of health and human services USA, no. 14-4732.

- Nugroho, Aris & Subanar. 2013. *Klasifikasi Naïve Bayes untuk Prediksi Kelahiran pada Data Ibu Hamil*. Berkala MIPA : Repository Jurnal Mahasiswa FMIPA Universitas Gajah Mada, Vol. 23, no. 3.
- Pamungkas, Rangga S, Argadireja, Dadi S. & R. Kince Sakinah. *Hubungan usia ibu dan paritas dengan tingkat kejadian BBLR di Wilayah kerja puskesmas plered, kecamatan plered kabupaten purwakarta 2014*. Prosiding sivitas akademika unisba (kesehatan).
- Putri, AMDA, Mahmudy, WF & Cholissodin. 2015. *Optimasi model fuzzy AHP dengan menggunakan algoritma evolution strategies (studi kasus: pemilihan calon penerima beasiswa PTIIK Universitas Brawijaya)*. DORO: Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya, vol. 5, no. 15.
- Rachimhadhi, Triatmojo. 2005. *Ilmu Kandungan*. Edisi Kedua Cetakan Keempat. Jakarta : Yayasan Bina Pustaka Sarwono Prawirohardjo.
- Santjaka, Hana Islamiyah, Walin & Rohmi Handayani. 2011. *Studi Ketepatan Taksiran Berat Janin Berdasarkan Statistik Dan Tinggi Fundus Uteri*. Bidan Prada : Jurnal Ilmiah Kebidanan, Vol. 2 No. 1.
- Sastrawinata, S. 1983. *Obstetri fisiologi*. Bandung: Eleman.
- Setiawan, Anggi, Lipoeto, Nur Indrawaty & Amirah Zatil Izzah. 2013. Padang : *Hubungan Kadar Hemoglobin Ibu Hamil Trimester III Dengan Berat Bayi Lahir di Kota Pariaman*. Jurnal Kesehatan Andalas, vol. 2, no. 1.
- Sulistiyaning, R & Mahmudy, WF 2015, *Penerapan Algoritma Genetika Untuk Permasalahan Optimasi Distribusi Barang Dua Tahap*. DORO: Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya, vol. 5, no. 12.
- Wahyuningsih. 2015. *Sistem Prediksi Kondisi Kelahiran Bayi Menggunakan Metode Klasifikasi Naïve Bayes*. Eprints : repository Universitas Muria Kudus.
- Website puskesmas mojoagung. 2015. <https://puskesmasmojoagung.wordpress.com/2015/03/>. diakses pada : 07 Februari 2016.

LAMPIRAN A INFERENSI PENGETAHUAN PAKAR

kemungkinan persalinan normal	Syarat Kondisi
Tinggi	k2,k4,k8,(k10,k11),k13,(k14,k15),k16,k19,k21,k22
Sedang	(k1,k3),k4,k8,(k9,k10,k11),(k12,k13),k14,k16,k19,(k20,k21),(k22,k23,k24)
Rendah	(k5,k6)/k11,k25/k17/k18

Kemungkinan Pesalinan Normal	Prosentase Perkiraan
Rendah	<30%
Sedang	30-60%
Tinggi	>60%



LAMPIRAN B KODE FAKTOR PENENTU PERSALINAN NORMAL

Kode Kondisi	kondisi ibu
K1	usia ibu kurang dari 20 tahun
K2	usia ibu 20-35 tahun
K3	usia ibu diatas 35 tahun
K4	letak bayi kepala
K5	letak bayi sungsang
K6	letak bayi lintang
K7	luas panggul <11
K8	luas panggul >11
K9	tekana darah <90/60
K10	tekanan darah antara 120/70 hingga 140/90
K11	tekanan darah > 140/90
K12	hb <10 gr%
K13	hb>10%
K14	mengalami gangguan psikologis
K15	tidak mengalami gangguan psikologis
K16	TBJ<4000 gram
K17	TBJ>4000 gram
K18	memiliki penyakit resiko kehamilan
K19	tidak memiliki penyaitr esiko kehamilan
K20	lila <24 cm
K21	lila>24 cm
K22	negatif proteinuritaria
K23	protainurunaria 1
K24	proteinuritaria 2
K25	proteinuritaria3

LAMPIRAN C RULE YANG TEBENTUK BERDASARKAN PENGETAHUAN PAKAR

Rule ke	usia	letak bayi	luas panggul	sistoli	Diastoli	HB	gangguan psikologis	TBJ	penyakit beresiko	Lila	proteinuria	kemungkinan
1	ideal	kepala	luas	normal	Normal	normal	ya	rendah	tidak	cukup	negatif	tinggi
2	ideal	kepala	luas	normal	Normal	normal	tidak	rendah	tidak	cukup	negatif	tinggi
3	tua	kepala	luas	normal	Normal	normal	ya	rendah	tidak	cukup	negatif	sedang
4	tua	kepala	luas	normal	Rendah	normal	ya	rendah	tidak	cukup	negatif	sedang
5	tua	kepala	luas	rendah	Normal	normal	ya	rendah	tidak	cukup	negatif	sedang
6	tua	kepala	luas	rendah	Rendah	normal	ya	rendah	tidak	cukup	negatif	sedang
7	tua	kepala	luas	normal	Tinggi	normal	ya	rendah	tidak	cukup	negatif	sedang
8	tua	kepala	luas	tinggi	Normal	normal	ya	rendah	tidak	cukup	negatif	sedang
9	tua	kepala	luas	tinggi	Tinggi	normal	ya	rendah	tidak	cukup	negatif	sedang
10	tua	kepala	luas	normal	normal	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	negatif	sedang
11	tua	kepala	luas	normal	Rendah	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	negatif	sedang
12	tua	kepala	luas	rendah	normal	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	negatif	sedang
13	tua	kepala	luas	rendah	Rendah	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	negatif	sedang
14	tua	kepala	luas	normal	Tinggi	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	negatif	sedang
15	tua	kepala	luas	tinggi	normal	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	negatif	sedang
16	tua	kepala	luas	tinggi	Tinggi	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	negatif	sedang
17	dini	kepala	luas	normal	normal	normal	ya	rendah	tidak	cukup	negatif	sedang
18	dini	kepala	luas	normal	Rendah	normal	ya	rendah	tidak	cukup	negatif	sedang
19	dini	kepala	luas	rendah	normal	normal	ya	rendah	tidak	cukup	negatif	sedang
20	dini	kepala	luas	rendah	Rendah	normal	ya	rendah	tidak	cukup	negatif	sedang
21	dini	kepala	luas	normal	Tinggi	normal	ya	rendah	tidak	cukup	negatif	sedang
22	dini	kepala	luas	tinggi	normal	normal	ya	rendah	tidak	cukup	negatif	sedang
23	dini	kepala	luas	tinggi	Tinggi	normal	ya	rendah	tidak	cukup	negatif	sedang
24	dini	kepala	luas	normal	normal	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	negatif	sedang
25	dini	kepala	luas	normal	Rendah	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	negatif	sedang
26	dini	kepala	luas	rendah	normal	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	negatif	sedang
27	dini	kepala	luas	rendah	Rendah	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	negatif	sedang
28	dini	kepala	luas	normal	Tinggi	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	negatif	sedang
29	dini	kepala	luas	tinggi	normal	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	negatif	sedang
30	dini	kepala	luas	tinggi	Tinggi	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	negatif	sedang
31	tua	kepala	luas	normal	normal	normal	ya	rendah	tidak	kurang	negatif	sedang
32	tua	kepala	luas	normal	Rendah	normal	ya	rendah	tidak	kurang	negatif	sedang
33	tua	kepala	luas	rendah	normal	normal	ya	rendah	tidak	kurang	negatif	sedang
34	tua	kepala	luas	rendah	Rendah	normal	ya	rendah	tidak	kurang	negatif	sedang
35	tua	kepala	luas	normal	Tinggi	normal	ya	rendah	tidak	kurang	negatif	sedang
36	tua	kepala	luas	tinggi	normal	normal	ya	rendah	tidak	kurang	negatif	sedang
37	tua	kepala	luas	tinggi	Tinggi	normal	ya	rendah	tidak	kurang	negatif	sedang
38	tua	kepala	luas	normal	normal	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	negatif	sedang
39	tua	kepala	luas	normal	Rendah	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	negatif	sedang
40	tua	kepala	luas	rendah	normal	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	negatif	sedang

41	tua	kepala	luas	rendah	Rendah	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	negatif	sedang
42	tua	kepala	luas	normal	Tinggi	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	negatif	sedang
43	tua	kepala	luas	tinggi	normal	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	negatif	sedang
44	tua	kepala	luas	tinggi	Tinggi	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	negatif	sedang
45	dini	kepala	luas	normal	normal	normal	ya	rendah	tidak	kurang	negatif	sedang
46	dini	kepala	luas	normal	Rendah	normal	ya	rendah	tidak	kurang	negatif	sedang
47	dini	kepala	luas	rendah	normal	normal	ya	rendah	tidak	kurang	negatif	sedang
48	dini	kepala	luas	rendah	Rendah	normal	ya	rendah	tidak	kurang	negatif	sedang
49	dini	kepala	luas	normal	Tinggi	normal	ya	rendah	tidak	kurang	negatif	sedang
50	dini	kepala	luas	tinggi	normal	normal	ya	rendah	tidak	kurang	negatif	sedang
51	dini	kepala	luas	tinggi	Tinggi	normal	ya	rendah	tidak	kurang	negatif	sedang
52	dini	kepala	luas	normal	normal	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	negatif	sedang
53	dini	kepala	luas	normal	rendah	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	negatif	sedang
54	dini	kepala	luas	rendah	normal	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	negatif	sedang
55	dini	kepala	luas	rendah	rendah	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	negatif	sedang
56	dini	kepala	luas	normal	tinggi	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	negatif	sedang
57	dini	kepala	luas	tinggi	normal	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	negatif	sedang
58	dini	kepala	luas	tinggi	tinggi	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	negatif	sedang
59	tua	kepala	luas	normal	normal	normal	ya	rendah	tidak	cukup	positif 1	sedang
60	tua	kepala	luas	normal	rendah	normal	ya	rendah	tidak	cukup	positif 1	sedang
61	tua	kepala	luas	rendah	normal	normal	ya	rendah	tidak	cukup	positif 1	sedang
62	tua	kepala	luas	rendah	rendah	normal	ya	rendah	tidak	cukup	positif 1	sedang
63	tua	kepala	luas	normal	tinggi	normal	ya	rendah	tidak	cukup	positif 1	sedang
64	tua	kepala	luas	tinggi	normal	normal	ya	rendah	tidak	cukup	positif 1	sedang
65	tua	kepala	luas	tinggi	tinggi	normal	ya	rendah	tidak	cukup	positif 1	sedang
66	tua	kepala	luas	normal	normal	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	positif 1	sedang
67	tua	kepala	luas	normal	rendah	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	positif 1	sedang
68	tua	kepala	luas	rendah	normal	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	positif 1	sedang
69	tua	kepala	luas	rendah	rendah	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	positif 1	sedang
70	tua	kepala	luas	normal	tinggi	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	positif 1	sedang
71	tua	kepala	luas	tinggi	normal	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	positif 1	sedang
72	tua	kepala	luas	tinggi	tinggi	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	positif 1	sedang
73	dini	kepala	luas	normal	normal	normal	ya	rendah	tidak	cukup	positif 1	sedang
74	dini	kepala	luas	normal	rendah	normal	ya	rendah	tidak	cukup	positif 1	sedang
75	dini	kepala	luas	rendah	normal	normal	ya	rendah	tidak	cukup	positif 1	sedang
76	dini	kepala	luas	rendah	rendah	normal	ya	rendah	tidak	cukup	positif 1	sedang
77	dini	kepala	luas	normal	tinggi	normal	ya	rendah	tidak	cukup	positif 1	sedang
78	dini	kepala	luas	tinggi	normal	normal	ya	rendah	tidak	cukup	positif 1	sedang
79	dini	kepala	luas	tinggi	tinggi	normal	ya	rendah	tidak	cukup	positif 1	sedang
80	dini	kepala	luas	normal	normal	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	positif 1	sedang
81	dini	kepala	luas	normal	rendah	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	positif 1	sedang
82	dini	kepala	luas	rendah	normal	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	positif 1	sedang
83	dini	kepala	luas	rendah	rendah	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	positif 1	sedang



84	dini	kepala	luas	normal	tinggi	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	positif 1	sedang
85	dini	kepala	luas	tinggi	normal	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	positif 1	sedang
86	dini	kepala	luas	tinggi	tinggi	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	positif 1	sedang
87	tua	kepala	luas	normal	normal	normal	ya	rendah	tidak	kurang	positif 1	sedang
88	tua	kepala	luas	normal	rendah	normal	ya	rendah	tidak	kurang	positif 1	sedang
89	tua	kepala	luas	rendah	normal	normal	ya	rendah	tidak	kurang	positif 1	sedang
90	tua	kepala	luas	rendah	rendah	normal	ya	rendah	tidak	kurang	positif 1	sedang
91	tua	kepala	luas	normal	tinggi	normal	ya	rendah	tidak	kurang	positif 1	sedang
92	tua	kepala	luas	tinggi	normal	normal	ya	rendah	tidak	kurang	positif 1	sedang
93	tua	kepala	luas	tinggi	tinggi	normal	ya	rendah	tidak	kurang	positif 1	sedang
94	tua	kepala	luas	normal	normal	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	positif 1	sedang
95	tua	kepala	luas	normal	rendah	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	positif 1	sedang
96	tua	kepala	luas	rendah	normal	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	positif 1	sedang
97	tua	kepala	luas	rendah	rendah	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	positif 1	sedang
98	tua	kepala	luas	normal	tinggi	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	positif 1	sedang
99	tua	kepala	luas	tinggi	normal	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	positif 1	sedang
100	tua	kepala	luas	tinggi	tinggi	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	positif 1	sedang
101	dini	kepala	luas	normal	normal	normal	ya	rendah	tidak	kurang	positif 1	sedang
102	dini	kepala	luas	normal	rendah	normal	ya	rendah	tidak	kurang	positif 1	sedang
103	dini	kepala	luas	rendah	normal	normal	ya	rendah	tidak	kurang	positif 1	sedang
104	dini	kepala	luas	rendah	rendah	normal	ya	rendah	tidak	kurang	positif 1	sedang
105	dini	kepala	luas	normal	tinggi	normal	ya	rendah	tidak	kurang	positif 1	sedang
106	dini	kepala	luas	tinggi	normal	normal	ya	rendah	tidak	kurang	positif 1	sedang
107	dini	kepala	luas	tinggi	tinggi	normal	ya	rendah	tidak	kurang	positif 1	sedang
108	dini	kepala	luas	normal	normal	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	positif 1	sedang
109	dini	kepala	luas	normal	rendah	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	positif 1	sedang
110	dini	kepala	luas	rendah	normal	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	positif 1	sedang
111	dini	kepala	luas	rendah	rendah	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	positif 1	sedang
112	dini	kepala	luas	normal	tinggi	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	positif 1	sedang
113	dini	kepala	luas	tinggi	normal	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	positif 1	sedang
114	dini	kepala	luas	tinggi	tinggi	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	positif 1	sedang
115	tua	kepala	luas	normal	normal	normal	ya	rendah	tidak	cukup	positif 2	sedang
116	tua	kepala	luas	normal	rendah	normal	ya	rendah	tidak	cukup	positif 2	sedang
117	tua	kepala	luas	rendah	normal	normal	ya	rendah	tidak	cukup	positif 2	sedang
118	tua	kepala	luas	rendah	rendah	normal	ya	rendah	tidak	cukup	positif 2	sedang
119	tua	kepala	luas	normal	tinggi	normal	ya	rendah	tidak	cukup	positif 2	sedang
120	tua	kepala	luas	tinggi	normal	normal	ya	rendah	tidak	cukup	positif 2	sedang
121	tua	kepala	luas	tinggi	tinggi	normal	ya	rendah	tidak	cukup	positif 2	sedang
122	tua	kepala	luas	normal	normal	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	positif 2	sedang
123	tua	kepala	luas	normal	rendah	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	positif 2	sedang
124	tua	kepala	luas	rendah	normal	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	positif 2	sedang
125	tua	kepala	luas	rendah	rendah	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	positif 2	sedang
126	tua	kepala	luas	normal	tinggi	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	positif 2	sedang



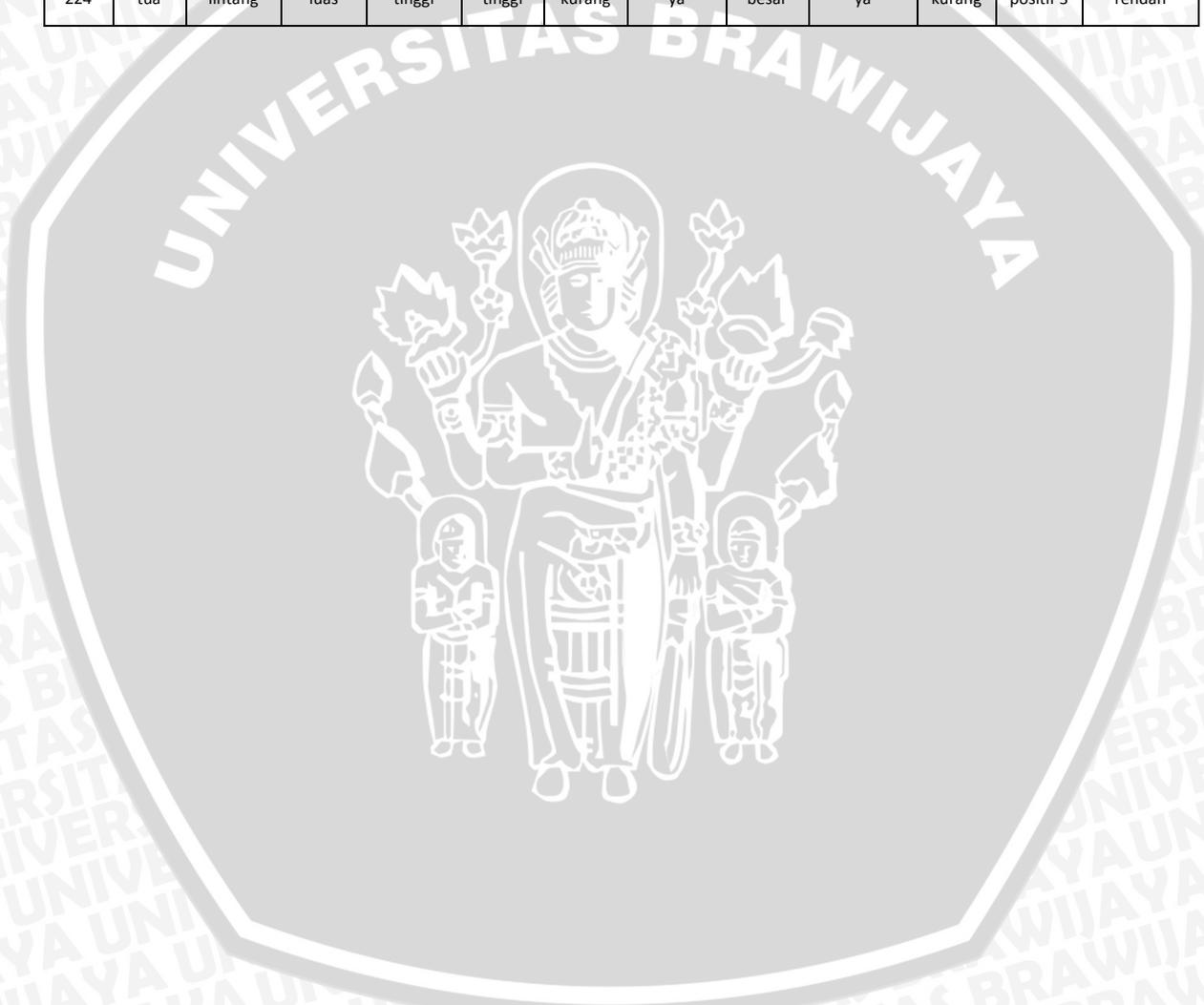
127	tua	kepala	luas	tinggi	normal	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	positif 2	sedang
128	tua	kepala	luas	tinggi	tinggi	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	positif 2	sedang
129	dini	kepala	luas	normal	normal	normal	ya	rendah	tidak	cukup	positif 2	sedang
130	dini	kepala	luas	normal	rendah	normal	ya	rendah	tidak	cukup	positif 2	sedang
131	dini	kepala	luas	rendah	normal	normal	ya	rendah	tidak	cukup	positif 2	sedang
132	dini	kepala	luas	rendah	rendah	normal	ya	rendah	tidak	cukup	positif 2	sedang
133	dini	kepala	luas	normal	tinggi	normal	ya	rendah	tidak	cukup	positif 2	sedang
134	dini	kepala	luas	tinggi	normal	normal	ya	rendah	tidak	cukup	positif 2	sedang
135	dini	kepala	luas	tinggi	tinggi	normal	ya	rendah	tidak	cukup	positif 2	sedang
136	dini	kepala	luas	normal	normal	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	positif 2	sedang
137	dini	kepala	luas	normal	rendah	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	positif 2	sedang
138	dini	kepala	luas	rendah	normal	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	positif 2	sedang
139	dini	kepala	luas	rendah	rendah	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	positif 2	sedang
140	dini	kepala	luas	normal	tinggi	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	positif 2	sedang
141	dini	kepala	luas	tinggi	normal	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	positif 2	sedang
142	dini	kepala	luas	tinggi	tinggi	kurang	ya	rendah	tidak	cukup	positif 2	sedang
143	tua	kepala	luas	normal	normal	normal	ya	rendah	tidak	kurang	positif 2	sedang
144	tua	kepala	luas	normal	rendah	normal	ya	rendah	tidak	kurang	positif 2	sedang
145	tua	kepala	luas	rendah	normal	normal	ya	rendah	tidak	kurang	positif 2	sedang
146	tua	kepala	luas	rendah	rendah	normal	ya	rendah	tidak	kurang	positif 2	sedang
147	tua	kepala	luas	normal	tinggi	normal	ya	rendah	tidak	kurang	positif 2	sedang
148	tua	kepala	luas	tinggi	normal	normal	ya	rendah	tidak	kurang	positif 2	sedang
149	tua	kepala	luas	tinggi	tinggi	normal	ya	rendah	tidak	kurang	positif 2	sedang
150	tua	kepala	luas	normal	normal	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	positif 2	sedang
151	tua	kepala	luas	normal	rendah	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	positif 2	sedang
152	tua	kepala	luas	rendah	normal	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	positif 2	sedang
153	tua	kepala	luas	rendah	rendah	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	positif 2	sedang
154	tua	kepala	luas	normal	tinggi	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	positif 2	sedang
155	tua	kepala	luas	tinggi	normal	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	positif 2	sedang
156	tua	kepala	luas	tinggi	tinggi	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	positif 2	sedang
157	dini	kepala	luas	normal	normal	normal	ya	rendah	tidak	kurang	positif 2	sedang
158	dini	kepala	luas	normal	rendah	normal	ya	rendah	tidak	kurang	positif 2	sedang
159	dini	kepala	luas	rendah	normal	normal	ya	rendah	tidak	kurang	positif 2	sedang
160	dini	kepala	luas	rendah	rendah	normal	ya	rendah	tidak	kurang	positif 2	sedang
161	dini	kepala	luas	normal	tinggi	normal	ya	rendah	tidak	kurang	positif 2	sedang
162	dini	kepala	luas	tinggi	normal	normal	ya	rendah	tidak	kurang	positif 2	sedang
163	dini	kepala	luas	tinggi	tinggi	normal	ya	rendah	tidak	kurang	positif 2	sedang
164	dini	kepala	luas	normal	normal	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	positif 2	sedang
165	dini	kepala	luas	normal	rendah	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	positif 2	sedang
166	dini	kepala	luas	rendah	normal	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	positif 2	sedang
167	dini	kepala	luas	rendah	rendah	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	positif 2	sedang
168	dini	kepala	luas	normal	tinggi	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	positif 2	sedang
169	dini	kepala	luas	tinggi	normal	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	positif 2	sedang



170	dini	kepala	luas	tinggi	tinggi	kurang	ya	rendah	tidak	kurang	positif 2	sedang
171	dini	sungsang	sempit	normal	tinggi	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
172	dini	sungsang	sempit	tinggi	normal	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
173	dini	sungsang	sempit	tinggi	tinggi	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
174	ideal	sungsang	sempit	normal	tinggi	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
175	ideal	sungsang	sempit	tinggi	normal	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
176	ideal	sungsang	sempit	tinggi	tinggi	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
177	tua	sungsang	sempit	normal	tinggi	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
178	tua	sungsang	sempit	tinggi	normal	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
179	tua	sungsang	sempit	tinggi	tinggi	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
180	dini	lintang	sempit	normal	tinggi	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
181	dini	lintang	sempit	tinggi	normal	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
182	dini	lintang	sempit	tinggi	tinggi	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
183	ideal	lintang	sempit	normal	tinggi	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
184	ideal	lintang	sempit	tinggi	normal	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
185	ideal	lintang	sempit	tinggi	tinggi	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
186	tua	lintang	sempit	normal	tinggi	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
187	tua	lintang	sempit	tinggi	normal	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
188	tua	lintang	sempit	tinggi	tinggi	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
189	dini	sungsang	sempit	normal	tinggi	kurang	ya	rendah	ya	kurang	positif 3	rendah
190	dini	sungsang	sempit	tinggi	normal	kurang	ya	rendah	ya	kurang	positif 3	rendah
191	dini	sungsang	sempit	tinggi	tinggi	kurang	ya	rendah	ya	kurang	positif 3	rendah
192	ideal	sungsang	sempit	normal	tinggi	kurang	ya	rendah	ya	kurang	positif 3	rendah
193	ideal	sungsang	sempit	tinggi	normal	kurang	ya	rendah	ya	kurang	positif 3	rendah
194	ideal	sungsang	sempit	tinggi	tinggi	kurang	ya	rendah	ya	kurang	positif 3	rendah
195	tua	sungsang	sempit	normal	tinggi	kurang	ya	rendah	ya	kurang	positif 3	rendah
196	tua	sungsang	sempit	tinggi	normal	kurang	ya	rendah	ya	kurang	positif 3	rendah
197	tua	sungsang	sempit	tinggi	tinggi	kurang	ya	rendah	ya	kurang	positif 3	rendah
198	dini	lintang	sempit	normal	tinggi	kurang	ya	rendah	ya	kurang	positif 3	rendah
199	dini	lintang	sempit	tinggi	normal	kurang	ya	rendah	ya	kurang	positif 3	rendah
200	dini	lintang	sempit	tinggi	tinggi	kurang	ya	rendah	ya	kurang	positif 3	rendah
201	ideal	lintang	sempit	normal	tinggi	kurang	ya	rendah	ya	kurang	positif 3	rendah
202	ideal	lintang	sempit	tinggi	normal	kurang	ya	rendah	ya	kurang	positif 3	rendah
203	ideal	lintang	sempit	tinggi	tinggi	kurang	ya	rendah	ya	kurang	positif 3	rendah
204	tua	lintang	sempit	normal	tinggi	kurang	ya	rendah	ya	kurang	positif 3	rendah
205	tua	lintang	sempit	tinggi	normal	kurang	ya	rendah	ya	kurang	positif 3	rendah
206	tua	lintang	sempit	tinggi	tinggi	kurang	ya	rendah	ya	kurang	positif 3	rendah
207	dini	sungsang	luas	normal	tinggi	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
208	dini	sungsang	luas	tinggi	normal	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
209	dini	sungsang	luas	tinggi	tinggi	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
210	ideal	sungsang	luas	normal	tinggi	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
211	ideal	sungsang	luas	tinggi	normal	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
212	ideal	sungsang	luas	tinggi	tinggi	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah



213	tua	sungsang	luas	normal	tinggi	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
214	tua	sungsang	luas	tinggi	normal	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
215	tua	sungsang	luas	tinggi	tinggi	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
216	dini	lintang	luas	normal	tinggi	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
217	dini	lintang	luas	tinggi	normal	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
218	dini	lintang	luas	tinggi	tinggi	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
219	ideal	lintang	luas	normal	tinggi	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
220	ideal	lintang	luas	tinggi	normal	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
221	ideal	lintang	luas	tinggi	tinggi	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
222	tua	lintang	luas	normal	tinggi	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
223	tua	lintang	luas	tinggi	normal	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah
224	tua	lintang	luas	tinggi	tinggi	kurang	ya	besar	ya	kurang	positif 3	rendah



LAMPIRAN D DATA PENELITIAN

Data Ke	Usia	Letak Bayi	Luas Panggul	Sistoli	Diastoli	Hb	Gangguan Psikologis	TBJ	Penyakit Beresiko	Lila	Proteinuria
1	23	kepala	11	125	93	10.8	ya	3200	tidak	23.6	negatif
2	25	kepala	10.8	125	99	11	tidak	3100	tidak	23.6	negatif
3	28	kepala	10.1	110	95	10	tidak	2900	tidak	23.7	negatif
4	25	kepala	10.9	115	97	10.8	ya	3100	tidak	23.4	negatif
5	25	kepala	10.5	120	91	10.9	ya	3450	tidak	24.5	negatif
6	23	kepala	10.9	120	98	10.6	tidak	2850	tidak	23.6	negatif
7	23	kepala	10.7	120	93	10.1	ya	3350	tidak	23.6	negatif
8	25	kepala	10.9	120	92	10.8	ya	2700	tidak	23.8	negatif
9	25	kepala	11	110	96	10.6	tidak	2550	tidak	23.6	negatif
10	19	kepala	10.8	125	95	10.6	tidak	3400	tidak	23.2	negatif
11	20	kepala	10.6	115	95	10.8	ya	3550	tidak	23.5	negatif
12	24	kepala	10.1	125	95	10.7	tidak	3150	tidak	23.3	negatif
13	25	kepala	10.7	120	92	10.4	ya	3000	tidak	23.6	negatif
14	21	kepala	10.8	120	90	10.7	tidak	3050	tidak	23.7	negatif
15	27	kepala	11.4	120	94	10.1	tidak	2750	tidak	23.7	negatif
16	23	kepala	10.7	125	94	10.3	ya	3350	tidak	23	negatif
17	27	kepala	11.4	119	91	10.9	tidak	2750	tidak	23.6	negatif
18	30	kepala	11.8	124	95	10.6	tidak	3400	tidak	23.7	negatif
19	24	kepala	11.3	114	91	10.1	tidak	3400	tidak	23.7	negatif
20	23	kepala	10.5	120	90	10.7	ya	3300	tidak	23.1	negatif
21	28	kepala	11.5	125	95	10.5	tidak	3250	tidak	23.6	negatif
22	21	kepala	10.5	125	99	10.8	tidak	2850	tidak	23.5	negatif
23	20	kepala	11	115	96	10.1	ya	2800	tidak	23.2	negatif
24	26	kepala	11.8	112	90	10.5	ya	2850	tidak	23.6	negatif
25	24	kepala	11.2	113	97	10.5	ya	3200	tidak	23.8	negatif
26	19	kepala	11	115	94	10.6	tidak	3250	tidak	23.2	negatif
27	25	kepala	10.8	110	96	10.9	ya	2950	tidak	23.5	negatif
28	25	kepala	11.9	115	93	10.7	tidak	3200	tidak	23.6	negatif
29	27	kepala	11.3	119	93	10.6	tidak	3450	tidak	23.7	negatif
30	20	kepala	10.9	125	92	10.5	ya	3350	tidak	23.4	negatif
31	27	kepala	11.5	118	100	10.6	tidak	3150	tidak	23.7	negatif
32	28	kepala	12.0	114	91	10.1	ya	3300	tidak	23.7	negatif
33	22	kepala	10.3	120	94	10.2	tidak	2750	tidak	23.1	negatif
34	21	kepala	10.4	125	99	10.2	ya	3150	tidak	23.3	negatif
35	27	kepala	11.5	120	98	10.8	tidak	2850	tidak	23.8	negatif
36	28	kepala	12.0	125	97	10.6	tidak	3300	tidak	23.7	negatif
37	25	kepala	11.5	122	92	10.2	tidak	3100	tidak	23.7	negatif

38	24	kepala	11	115	91	10.5	tidak	3200	tidak	22.8	negatif
39	24	kepala	11.5	125	92	10.6	ya	3400	tidak	23.6	negatif
40	25	kepala	11.2	122	94	10.1	tidak	3400	tidak	23.8	negatif
41	27	kepala	11.8	117	92	10.7	ya	2700	tidak	23.8	negatif
42	23	kepala	11.8	124	91	10.6	tidak	3450	tidak	23.8	negatif
43	26	kepala	11.6	114	98	10.3	ya	3150	tidak	23.6	negatif
44	25	kepala	10.9	125	95	10.2	tidak	3250	tidak	22.9	negatif
45	25	kepala	11	125	93	10.9	ya	2750	tidak	23.4	negatif
46	22	kepala	10.6	115	97	11	tidak	3200	tidak	23.7	negatif
47	24	kepala	11.7	122	95	10.5	ya	3300	tidak	23.6	negatif
48	25	kepala	11.2	115	100	10.7	tidak	3150	tidak	23.7	negatif
49	22	kepala	10.4	125	98	10.6	ya	3500	tidak	23.4	negatif
50	30	kepala	11.5	120	95	11.0	ya	3200	tidak	23.8	negatif
51	27	kepala	11.4	119	91	10.7	tidak	2750	tidak	23.7	negatif
52	25	kepala	11.3	113	94	10.5	ya	3100	tidak	23.7	negatif
53	21	kepala	10.2	125	100	10.1	tidak	3200	tidak	23	negatif
54	28	kepala	11.1	124	98	10.2	tidak	3350	tidak	23.6	negatif
55	21	kepala	10.2	120	90	10.9	tidak	2750	tidak	23.8	negatif
56	24	kepala	10.2	120	93	10.7	ya	2800	tidak	23.5	negatif
57	22	kepala	10.6	120	91	10.3	tidak	3100	tidak	23.4	negatif
58	30	kepala	11.6	122	90	10.6	ya	3000	tidak	23.8	negatif
59	26	kepala	11.5	124	94	10.5	tidak	2950	tidak	23.6	negatif
60	25	kepala	10.8	120	97	10.1	ya	2750	tidak	23	negatif
61	27	kepala	11.5	121	97	10.7	tidak	3500	tidak	23.8	negatif
62	27	kepala	11.5	116	99	10.6	tidak	3200	tidak	23.6	negatif
63	27	kepala	11.1	123	90	10.1	ya	2750	tidak	23.6	negatif
64	27	kepala	11.8	123	99	11.0	ya	3300	tidak	23.6	negatif
65	25	kepala	10	125	93	10.4	tidak	2800	tidak	22.8	negatif
66	30	kepala	11.6	122	98	10.1	ya	3450	tidak	23.7	negatif
67	27	kepala	11.8	122	94	10.1	ya	3400	tidak	23.7	negatif
68	21	kepala	10.4	125	95	10.5	ya	3300	tidak	23.5	negatif
69	27	kepala	11.5	119	91	10.8	tidak	2750	tidak	23.8	negatif
70	25	kepala	10.2	115	95	10.3	tidak	3250	tidak	22.8	negatif
71	26	kepala	11.9	121	91	10.3	tidak	3100	tidak	23.8	negatif
72	29	kepala	11.5	119	95	10.7	tidak	2950	tidak	23.6	negatif
73	26	kepala	10.2	115	90	10.1	ya	2850	tidak	23.6	negatif
74	29	kepala	11.3	116	93	11	tidak	3350	tidak	23.7	negatif
75	23	kepala	10.2	110	97	10.8	tidak	2900	tidak	23.7	negatif
76	27	kepala	11.8	125	91	10.5	ya	3150	tidak	23.8	negatif
77	25	kepala	11.6	124	92	11	ya	3200	tidak	23.8	negatif
78	26	kepala	10.1	125	100	10.3	ya	3250	tidak	23.5	negatif

79	24	kepala	10.5	110	94	10.8	tidak	3150	tidak	23.1	negatif
80	23	kepala	11	115	90	10.6	ya	3000	tidak	23.8	negatif
81	30	kepala	11.5	116	95	10.9	tidak	3450	tidak	23.8	negatif
82	26	kepala	11.9	124	100	10.9	ya	3200	tidak	23.6	negatif
83	27	kepala	10.9	115	91	10.9	ya	3300	tidak	23.2	negatif
84	26	kepala	11	123	93	10.6	ya	2750	tidak	23.8	negatif
85	26	kepala	11.5	118	90	10.1	tidak	2900	tidak	23.7	negatif
86	21	kepala	10.3	115	94	10.1	tidak	3100	tidak	23.1	negatif
87	22	kepala	10.8	120	99	10.4	ya	2850	tidak	23.2	negatif
88	27	kepala	11.3	123	90	10.3	ya	2700	tidak	23.7	negatif
89	29	kepala	11.3	121	100	10.7	tidak	3000	tidak	23.6	negatif
90	26	kepala	11.7	123	99	10.3	ya	3000	tidak	23.6	negatif
91	23	kepala	10.1	115	93	10.9	tidak	3100	tidak	23.3	negatif
92	27	kepala	11.1	119	91	10	tidak	2700	tidak	23.7	negatif
93	25	kepala	11.4	113	94	10.6	ya	3100	tidak	23.8	negatif
94	24	kepala	11.3	116	98	10.3	tidak	2800	tidak	23.6	negatif
95	30	kepala	11.1	122	98	10.4	ya	3450	tidak	23.6	negatif
96	27	kepala	11.4	119	93	10.9	tidak	3450	tidak	23.6	negatif
97	24	kepala	10.6	125	93	10.1	ya	2750	tidak	23.3	negatif
98	30	kepala	11.6	115	94	10.1	tidak	3250	tidak	23.8	negatif
99	27	kepala	11.8	120	94	10.4	tidak	2750	tidak	23.7	negatif
100	27	kepala	11.5	119	91	10.8	tidak	2750	tidak	23.8	negatif
101	43	kepala	10.2	120	95	10.4	ya	3150	tidak	23.6	negatif
102	17	kepala	10.8	130	95	10.4	ya	3000	tidak	22.9	positif 1
103	16	kepala	10.5	140	91	9.8	ya	3450	tidak	22.9	positif 1
104	43	kepala	10.1	120	92	10.8	ya	2750	tidak	24.8	positif 1
105	45	kepala	10.4	110	94	10.8	ya	3000	tidak	24.0	positif 1
106	40	kepala	10.5	100	92	10.6	ya	3350	tidak	24.3	positif 1
107	44	kepala	10.8	145	100	9.4	ya	2950	tidak	24.8	negatif
108	40	kepala	10.2	140	91	10.1	ya	3000	tidak	23.2	positif 2
109	45	kepala	10.5	150	97	10.8	ya	3000	tidak	22.9	positif 2
110	44	kepala	11.0	110	99	10.3	ya	2950	tidak	23.3	negatif
111	36	kepala	10.4	120	95	9.7	ya	3350	tidak	22.9	positif 2
112	45	kepala	10.9	100	98	10.8	ya	2700	tidak	23.0	positif 2
113	43	kepala	10.8	100	98	10.0	ya	2750	tidak	23.5	positif 2
114	37	kepala	10.1	120	92	10.8	ya	3250	tidak	23.1	positif 2
115	38	kepala	10.5	135	96	9.2	ya	3350	tidak	23.6	positif 2
116	43	kepala	10.3	150	100	9.7	ya	3450	tidak	23.4	positif 2
117	15	kepala	10.3	110	98	9.7	ya	3300	tidak	23.4	positif 2
118	18	kepala	10.7	120	93	9.5	ya	2750	tidak	23.5	positif 2
119	16	kepala	10.4	100	90	10.8	ya	2850	tidak	23.5	positif 2



120	17	kepala	10.8	105	100	9.1	ya	3400	tidak	23.3	positif 2
121	17	kepala	10.5	120	91	9.1	ya	3550	tidak	23.1	positif 2
122	15	kepala	10.4	140	92	9.9	ya	2950	tidak	23.5	positif 2
123	18	kepala	10.2	140	98	10.2	ya	3100	tidak	23.7	positif 2
124	38	kepala	10.2	125	92	10.9	ya	2950	tidak	24.5	positif 2
125	35	kepala	10.2	115	99	10.1	ya	2900	tidak	24.3	positif 2
126	42	kepala	10.9	105	98	10.8	ya	3550	tidak	24.2	positif 2
127	41	kepala	10.6	110	96	10.8	ya	3250	tidak	24.9	positif 2
128	38	kepala	10.4	110	94	10.4	ya	3150	tidak	24.9	positif 2
129	37	kepala	10.8	150	95	10.4	ya	3050	tidak	24.5	positif 2
130	36	kepala	10.5	150	94	10.6	ya	3300	tidak	24.5	positif 2
131	42	kepala	10.8	120	95	9.4	ya	3350	tidak	24.9	positif 2
132	15	kepala	10.8	115	93	9.5	ya	3200	tidak	24.6	positif 2
133	18	kepala	10.1	135	91	9.2	ya	3200	tidak	24.8	positif 2
134	39	kepala	10.3	145	99	10.3	ya	3200	tidak	23.5	negatif
135	38	kepala	10.8	148	71	10.3	ya	2850	tidak	22.8	negatif
136	45	kepala	10.4	105	87	10.9	ya	3500	tidak	22.8	negatif
137	45	kepala	10.6	108	75	10.1	ya	2700	tidak	22.8	negatif
138	35	kepala	10.7	151	95	10.2	ya	2950	tidak	22.8	negatif
139	43	kepala	10.4	134	88	10.8	ya	3450	tidak	22.8	negatif
140	37	kepala	10.5	147	97	10.4	ya	3050	tidak	22.8	negatif
141	36	kepala	10.4	155	81	10.5	ya	3100	tidak	22.8	negatif
142	44	kepala	10.6	138	70	9.4	ya	3250	tidak	22.8	negatif
143	39	kepala	10.7	105	83	10.7	ya	3300	tidak	22.8	negatif
144	42	kepala	10.1	106	73	10.2	ya	3100	tidak	22.8	negatif
145	35	kepala	10.6	151	92	10.6	ya	2450	tidak	22.8	negatif
146	38	kepala	10	131	83	9.7	ya	3500	tidak	22.8	negatif
147	38	kepala	10.2	138	98	9.7	ya	3050	tidak	22.8	negatif
148	16	kepala	10.4	136	87	10	ya	3500	tidak	22.8	negatif
149	18	kepala	10.7	135	73	10.6	ya	2950	tidak	22.8	negatif
150	18	kepala	10.6	100	81	10.3	ya	3500	tidak	22.8	negatif
151	17	kepala	10.3	106	70	10	ya	3450	tidak	22.8	negatif
152	18	kepala	10.6	145	99	10.3	ya	2800	tidak	22.8	negatif
153	17	kepala	10	139	80	10.4	ya	3100	tidak	22.8	negatif
154	18	kepala	10.2	150	93	10.4	ya	3050	tidak	22.8	negatif
155	17	kepala	10.2	141	83	9.6	ya	3000	tidak	22.8	negatif
156	17	kepala	10.2	139	73	9.2	ya	3050	tidak	22.8	negatif
157	18	kepala	10.7	103	82	9.2	ya	2950	tidak	22.8	negatif
158	15	kepala	10.5	102	71	10	ya	3450	tidak	22.8	negatif
159	15	kepala	10.8	150	95	10.5	ya	3500	tidak	22.8	negatif
160	17	kepala	10.9	147	83	10.5	ya	3000	tidak	22.8	negatif



161	18	kepala	10.2	149	97	11	ya	3300	tidak	22.8	negatif
162	40	kepala	10.3	150	75	10.5	ya	3600	tidak	22.8	positif 1
163	44	kepala	10.2	106	81	10.5	ya	2800	tidak	22.8	positif 1
164	24	sungsang	9.6	140	100	10.1	ya	3850	ya	24.1	positif 3
165	28	kepala	9.6	150	96	9.2	ya	4050	ya	24.2	positif 3
166	35	kepala	9.2	120	96	10.2	ya	4100	ya	24.5	positif 3
167	35	kepala	10.0	150	95	10.7	ya	3750	ya	25.0	positif 3
168	40	sungsang	9.8	145	98	10.9	ya	4200	ya	24.2	negatif
169	17	lintang	9.4	120	97	9.4	ya	3950	ya	24.9	negatif
170	15	lintang	9.3	150	93	9.7	ya	3750	ya	24.6	negatif
171	15	lintang	9.6	130	96	9.1	ya	3850	ya	24.7	negatif
172	23	kepala	9.2	125	90	9.1	ya	3900	ya	24.3	positif 3
173	25	lintang	9.6	145	90	9.5	ya	3750	ya	24.5	negatif
174	20	lintang	9.1	140	92	10.6	ya	3800	ya	24.4	negatif
175	35	kepala	9.9	120	93	9.6	ya	3950	ya	24.3	positif 3
176	42	lintang	9.7	140	94	10.9	ya	4100	ya	24.4	positif 3
177	40	lintang	9.4	145	92	10.1	ya	4075	ya	24.2	positif 3
178	18	sungsang	9.9	120	97	10.7	ya	2950	ya	24.1	negatif
179	16	kepala	10.0	135	97	9.6	ya	2700	ya	24.9	positif 3
180	42	sungsang	10.4	140	100	10.2	ya	3750	ya	24.9	negatif
181	17	lintang	11.0	155	90	9.3	ya	3750	ya	24.2	negatif
182	29	kepala	11.1	118	96	10.1	ya	3250	tidak	23.6	negatif
183	21	kepala	10.5	115	95	10.4	tidak	2850	tidak	23.8	negatif
184	24	kepala	11.1	121	90	10.5	ya	2700	tidak	23.7	negatif
185	30	kepala	11.9	124	95	10.4	tidak	3500	tidak	23.6	negatif
186	26	kepala	11.6	120	95	10.5	ya	3200	tidak	23.8	negatif
187	25	kepala	11.5	122	92	10	tidak	3000	tidak	23.7	negatif
188	28	kepala	11.2	113	100	10.4	ya	3400	tidak	23.7	negatif
189	25	kepala	10.7	115	95	10.1	tidak	3500	tidak	23.4	negatif
190	29	kepala	11.2	119	91	10.8	ya	2750	tidak	23.8	negatif
191	26	kepala	11.7	114	98	10.7	ya	3100	tidak	23.8	negatif
192	30	kepala	11.1	125	93	11	ya	3500	tidak	23.6	negatif
193	24	kepala	11.1	122	95	10.6	ya	3200	tidak	23.6	negatif
194	26	kepala	11.8	119	100	10.9	ya	3100	tidak	23.6	negatif
195	28	kepala	11.8	123	96	10.1	tidak	3050	tidak	23.7	negatif
196	20	kepala	11	110	92	10.5	ya	2750	tidak	23.2	negatif
197	22	kepala	10.8	115	93	10.1	tidak	3100	tidak	23.2	negatif
198	24	kepala	10.8	120	96	10.9	ya	2500	tidak	23.4	negatif
199	21	kepala	10.3	115	95	10.9	tidak	2700	tidak	23.2	negatif
200	24	kepala	11.1	124	90	10.5	ya	2700	tidak	23.7	negatif



Lampiran E Batas Fuzzy Terbaik

Segmen	Batas Fuzzy
Usia	15,808
	23,012
	40,311
Letak bayi	1,045
	2,000
	3,000
Luas panggul	10,000
	11,000
Sistoli	107,733
	112,834
	143,235
Diastoli	70,000
	83,589
	98,248
Hb	9,000
	10,324
Gangguan Psikologis	0,250
	0,750
TBJ	3372,431
	4062,554
Penyakit Beresiko	0,250
	0,750
Lila	23,000
	24,000
Proteinuria	1,000
	2,000
	3,322
	4,000
Kemungkinan	0,000
	0,300
	0,450