

repository.ub.ac.id

IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA UNTUK OPTIMASI PEMILIHAN ANTIHIPERTENSI PADA PENDERITA HIPERTENSI

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:

Kemal Wibisono

NIM: 115060800111092



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016**



PENGESAHAN

IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA UNTUK OPTIMASI PEMILIHAN
ANTIHIPERTENSI PADA PENDERITA HIPERTENSI

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :
Kemal Wibisono
NIM: 115060800111092

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
22 Desember 2016

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing

Wayan Firdaus Mahmudy, S.Si, M.T, Ph.D
NIP: 19720919 199702 1 001

Mengetahui
Ketua Jurusan **Teknik Informatika**

Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D
NIP: 19710518 200312 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, 9 November 2016

Kemal Wibisono

NIM: 115060800111092

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, karena atas limpahan rahmat, dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini menjadi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Komputer di Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya. Judul skripsi ini adalah **“Implementasi Algoritma Genetika Untuk Optimasi Pemilihan Antihipertensi Pada Penderita Hipertensi”**. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan semua pihak yang terus memberikan semangat, kritik, saran dan bimbingan serta doa. Oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Wayan Firdaus Mahmudy, S.Si., M.T., Ph.D., selaku pembimbing skripsi yang telah membantu dan membimbing penulis dari penyusunan proposal sampai skripsi ini selesai.
2. Agus Wahyu Widodo, ST., M.Cs, selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
3. Kedua orang tua dan seluruh anggota keluarga penulis yang turut memberikan semangat kepada penulis.
4. Segenap bapak dan ibu dosen program studi Teknik Informatika/Illmu Komputer beserta staff pegawai yang telah membantu penulis selama masa studi.
5. Sahabat sekaligus keluarga SCANF yang selalu memberi dukungan dan semangat pada penulis.
6. Sahabat sekaligus keluarga GSHC yang selalu memberi semangat, menemani dan mengingatkan penulis.
7. Sahabat sekaligus keluarga BEMTIK bersatu II yang telah memberi pelajaran berharga kepada penulis
8. Teman- teman program studi Teknik Informatika Universitas Brawijaya yang telah memberikan masukan kepada penulis selama menempuh studi dan menyelesaikan skripsi ini.
9. Dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung demi terselesainya skripsi ini.

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

Malang, 9 November 2016

Penulis

wibisonokemal@gmail.com

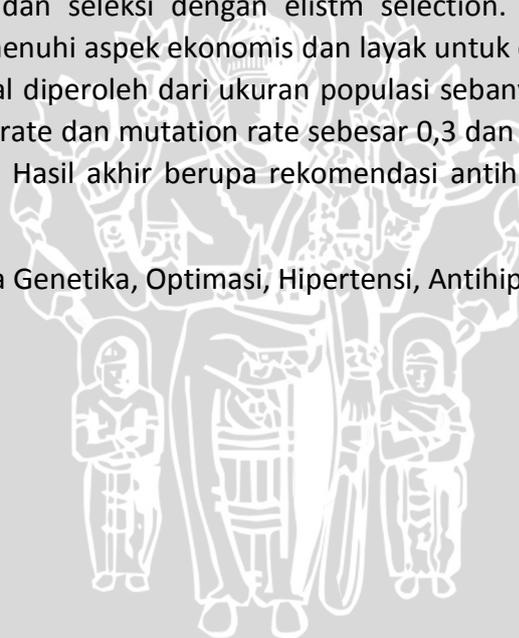
ABSTRAK

Penyakit Hipertensi merupakan masalah yang serius bagi seluruh dunia, tak terkecuali Indonesia. Perlu dilakukan berbagai cara dalam menjaga kestabilan tekanan darah bagi penderita hipertensi. Penanganan hipertensi akan semakin rumit, apabila penderita memiliki komorbid. Penderita hipertensi yang memiliki komorbid harus menjalani terapi kombinasi dalam mengkonsumsi antihipertensi.

Seorang dokter harus mematuhi aturan kombinasi sesuai dengan kaidah kombinasi antihipertensi. Akan tetapi masih ditemukan terapi kombinasi antihipertensi yang tidak sesuai dengan kaidah kombinasi antihipertensi.

Algoritma genetika diterapkan pada kasus pemilihan antihipertensi untuk mendapatkan solusi yang paling optimum dari segi kelayakan dan ekonomis. Optimasi pemilihan antihipertensi menggunakan algoritma genetika menggunakan teknik crossover dengan one-cut point, mutasi dengan exchange mutation dan seleksi dengan elitism selection. Solusi dikatakan optimal apabila memenuhi aspek ekonomis dan layak untuk diberikan kepada pasien. Solusi optimal diperoleh dari ukuran populasi sebanyak 100 individu, kombinasi crossover rate dan mutation rate sebesar 0,3 dan 0,7, serta jumlah generasi sebesar 90. Hasil akhir berupa rekomendasi antihipertensi yang diajukan oleh sistem.

Kata Kunci: Algoritma Genetika, Optimasi, Hipertensi, Antihipertensi.



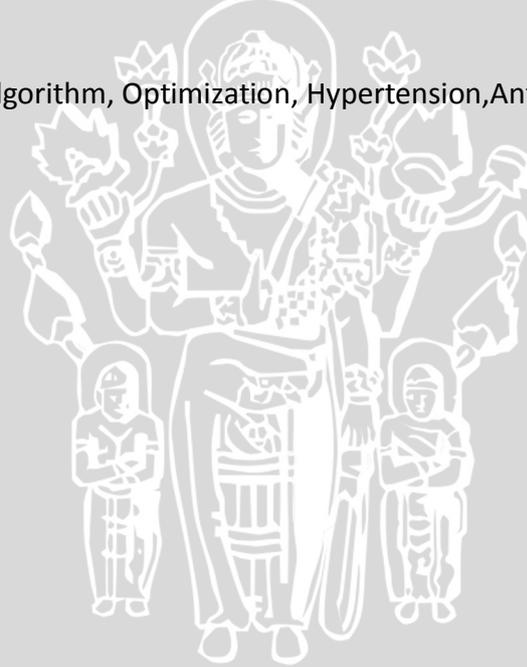
ABSTRACT

Hypertension is serious problem in the world, as well in Indonesia. There are many ways to control the blood pressure for the hypertension patient. Handling the hypertension is more difficult, if the patient has comorbid. The patient must do the therapy combination for the antihypertension drug.

The doctor must obey the rule of antihypertensive combination therapy. However, several therapy aren't appropriate is still found.

Genetic algorithm is applied in antihypertensive combination therapy to get the optimum and proper solution. The optimization use one-cut point for crossover technique, exchange mutation for mutation technique and elitism method for the selection technique. The optimum result relies on economic aspect and appropriateness for patient. This research result are population size is 100, combination for crossover rate and mutation rate are 0,3 and 0,7, and 90 generation, which are the best solution. The final result of the system is recommendation.

Keywords: Genetic Algorithm, Optimization, Hypertension, Antihypertension.



DAFTAR ISI

PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	3
1.3 Batasan masalah.....	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan masalah.....	3
1.6 Sistematika pembahasan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	5
2.1 Kajian pustaka.....	5
2.2 Hipertensi.....	7
2.2.1 Hipertensi primer.....	7
2.2.2 Hipertensi sekunder.....	8
2.3 Antihipertensi.....	8
2.3.1 Diuretik.....	8
2.3.2 Alpha blocker.....	9
2.3.3 Beta blocker.....	9
2.3.4 ACE-Inhibitor.....	9
2.3.5 Renin inhibitor.....	9
2.3.6 Antagonis kalsium.....	10
2.4 Komorbid.....	10
2.5 Kombinasi antihipertensi.....	10
2.6 Algoritma genetika.....	12
2.6.1 Struktur algoritma genetika.....	12
2.6.2 Parameter algoritma genetika.....	13

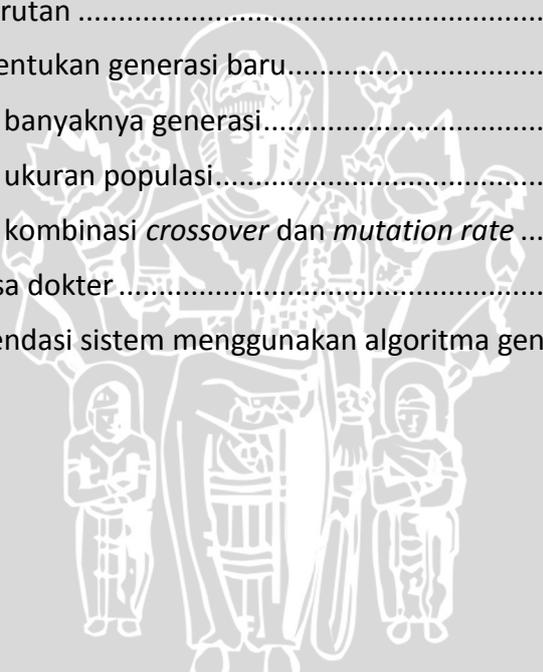


2.6.3 Proses algoritma genetika.....	13
2.7 Penerapan algoritma genetika	14
2.7.1 <i>Generate</i> populasi awal.....	14
2.7.2 Representasi kromosom	14
2.7.3 <i>Crossover</i>	15
2.7.4 <i>Mutation</i>	15
2.7.5 <i>Fitness</i>	15
2.7.6 Seleksi.....	15
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Tahapan penelitian	17
3.2 Teknik pengumpulan data	18
3.3 Algoritma yang digunakan	19
3.4 Kebutuhan sistem	19
3.5 Pengujian algoritma.....	19
3.5.1 Pengujian generasi.....	19
3.5.2 Pengujian populasi.....	20
3.5.3 Pengujian <i>crossover</i> dan <i>mutation</i>	20
3.5.4 Pengujian parameter terbaik.....	20
BAB 4 PERANCANGAN.....	21
4.1 Formulasi permasalahan.....	21
4.2 Siklus algoritma genetika.....	24
4.3 Siklus penyelesaian masalah.....	24
4.3.1 Representasi kromosom	24
4.3.2 Inisialisasi populasi awal	26
4.3.3 Reproduksi	26
4.3.3.1 <i>Crossover</i>	26
4.3.3.2 <i>Mutation</i>	27
4.3.4 Evaluasi dan seleksi	27
4.4 Perancangan <i>user interface</i>	28
4.4.1 Rancangan panel utama.....	29
4.4.2 Rancangan panel informasi.....	29
4.4.3 Rancangan panel <i>input</i>	30
BAB 5 IMPLEMENTASI	31
5.1 Potongan <i>source code</i> utama	31

5.1.1 Implementasi membangkitkan populasi awal	31
5.1.2 Implementasi <i>crossover</i>	32
5.1.3 Implementasi mutasi.....	32
5.1.4 Implementasi kelayakan solusi	33
5.1.5 Implementasi perhitungan <i>fitness</i>	33
5.1.6 Implementasi seleksi.....	34
5.2 Implementasi antarmuka.....	34
5.2.1 Implementasi antarmuka panel <i>home</i>	35
5.2.2 Implementasi antarmuka panel informasi.....	35
5.2.3 Implementasi antarmuka panel <i>input</i>	36
BAB 6 PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN.....	37
6.1 Pengujian dan analisa uji coba banyaknya generasi	37
6.2 Pengujian dan analisa uji coba ukuran populasi	38
6.3 Pengujian dan analisa uji coba kombinasi <i>crossover</i> dan <i>mutation rate</i>	39
6.4 Pengujian parameter terbaik	41
BAB 7 PENUTUP	42
7.1 Kesimpulan.....	42
7.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA.....	44
LAMPIRAN BUKTI PENELITIAN A	45
LAMPIRAN BUKTI PENELITIAN B	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kajian Pustaka	6
Tabel 2.2 Tabel Komorbid	10
Tabel 3.1 Analisis kebutuhan penelitian	18
Tabel 4.1 Data komorbid dan kelas antihipertensi	21
Tabel 4.2 Data dari tiap kelas antihipertensi	22
Tabel 4.3 Contoh representasi kromosom.....	24
Tabel 4.4 Inisialisasi populasi awal.....	26
Tabel 4.5 Proses <i>crossover</i>	27
Tabel 4.6 Proses <i>mutation</i>	27
Tabel 4.7 Proses evaluasi.....	27
Tabel 4.8 Proses pengurutan	28
Tabel 4.9 Proses pembentukan generasi baru.....	28
Tabel 6.1 Hasil uji coba banyaknya generasi.....	37
Tabel 6.2 Hasil uji coba ukuran populasi.....	38
Tabel 6.3 Hasil uji coba kombinasi <i>crossover</i> dan <i>mutation rate</i>	40
Tabel 6.4 Tabel diagnosa dokter	41
Tabel 6.5 Tabel rekomendasi sistem menggunakan algoritma genetika	41



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Aturan kombinasi dari kelas antihipertensi yang berbeda	11
Gambar 2.2 Mencari solusi dengan algoritma genetika.....	12
Gambar 2.3 Siklus umum algoritma genetika	14
Gambar 2.4 <i>Pseudocode</i> seleksi elitism	16
Gambar 3.1 Diagram alir tahapan penelitian.....	17
Gambar 4.1 Perancangan panel <i>home</i>	29
Gambar 4.2 Perancangan panel informasi.....	29
Gambar 4.3 Perancangan panel <i>input</i>	30
Gambar 5.1 <i>Source code</i> membangkitkan populasi awal	31
Gambar 5.2 <i>Source code crossover</i>	32
Gambar 5.3 <i>Source code</i> mutasi	32
Gambar 5.4 Potongan <i>source code</i> implementasi kelayakan	33
Gambar 5.5 <i>Source code</i> perhitungan <i>fitness</i>	34
Gambar 5.6 <i>Source code</i> implementasi seleksi.....	34
Gambar 5.7 Implementasi panel <i>home</i>	35
Gambar 5.8 Implementasi panel informasi	35
Gambar 5.9 Implementasi panel <i>input</i>	36
Gambar 6.1 Grafik hasil uji coba banyaknya generasi	38
Gambar 6.2 Grafik hasil uji coba ukuran populasi	39
Gambar 6.3 Grafik hasil uji coba <i>crossover</i> dan <i>mutation rate</i>	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyakit hipertensi merupakan masalah yang tidak bisa dipandang sebelah mata. *World Heart Organization* (WHO) mencatat hipertensi termasuk kedalam 10 penyakit yang menyebabkan kematian paling banyak. Pada tahun 2010, *International Society of Hypertension* (ISH) mencatat hipertensi bertanggung jawab atas 9,4 juta kasus kematian. Pada tahun 2013, lebih dari 360.000 kasus kematian warga Amerika Serikat yang disebabkan hipertensi sebagai faktor utama ataupun pendukung. Artinya pada tahun tersebut, Amerika Serikat mengalami hampir 1000 kasus kematian per hari. *American Hypertension Association* (AHA) juga mencatat terjadinya kenaikan jumlah kematian pertahun akibat hipertensi, dari rentang 2001 hingga 2011, sebanyak 39 persen. Akibatnya AHA juga menyimpulkan ratio hipertensi dengan kematian pada tahun tersebut mengalami kenaikan 13 persen.

Hipertensi juga masih menjadi epidemi bagi kesehatan masyarakat. ISH mencatat rata-rata 4 dari 10 orang dewasa diatas 25 tahun memiliki penyakit hipertensi. AHA juga mencatat 80 juta orang Amerika memiliki tekanan darah tinggi. WHO juga menegaskan bahwa hampir satu miliar orang menderita hipertensi, dimana dua per tiga-nya terdapat di negara berkembang. Bahkan WHO memprediksi sekitar 1,56 miliar orang dewasa terkena hipertensi pada tahun 2025.

Di negara Indonesia, hipertensi juga masih menjadi tantangan besar yang harus dihadapi. Hipertensi termasuk 10 penyakit paling mematikan di Indonesia. Menurut data dari *Sample Registration Survey* tahun 2014 yang dikembangkan oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan, Hipertensi disebut sebagai penyakit penyebab kematian nomor lima tertinggi di Indonesia. Perhimpunan Dokter Hipertensi Indonesia (InaSH) mencatat angka kematian di Indonesia menyentuh angka 56 juta jiwa, terhitung dari tahun 2000 sampai 2013.

Pengendalian hipertensi pun perlu biaya yang tidak sedikit. Diperlukan biaya dan waktu yang panjang untuk menjaga kestabilan tekanan darah. *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) mencatat biaya untuk pengendalian hipertensi di Amerika bisa mencapai 46 juta USD per tahun. Salah satu pengendalian yang dilakukan penderita hipertensi ialah mengkonsumsi obat hipertensi (antihipertensi). Celaknya, harga antihipertensi perlahan mencekik para penderita hipertensi. Harga obat yang beredar di pasaran yang harus dikonsumsi mencapai Rp 125.000 rupiah per butirnya (100 mg) dan harus dikonsumsi sepanjang hidupnya (Sutriyano, 2015). Bahkan penderita hipertensi paru harus mengkonsumsi obat yang biayanya menyentuh jutaan rupiah. Peserta program Jaminan Kesehatan Nasional (JKN) pun, masih mengeluhkan pembebanan biaya obat antihipertensi yang tidak sedikit (Priatmojo & Permadi, 2015).

Keadaan ini sangat merugikan bagi penderita hipertensi yang memiliki penyakit pendukung (komorbid). Apabila sudah mencapai kondisi demikian, penderita harus menjalani terapi kombinasi dalam mengkonsumsi antihipertensi. JNC 7 dan ESC/ESH, referensi dokter dalam mengendalikan hipertensi, menganjurkan untuk langsung mengkonsumsi kombinasi obat. Penderita yang mendapatkan pengobatan kombinasi memiliki tekanan darah yang terkontrol (Rustiani dkk, 2014).

Di dalam mengkombinasikan antihipertensi, seorang dokter atau tenaga klinis harus mematuhi aturan-aturan yang berlaku, terkait dengan banyaknya kelas antihipertensi itu sendiri dan juga jenis obat dalam suatu kelas antihipertensi. Tidak semua komorbid cocok oleh suatu kelas antihipertensi dan tidak semua kelas antihipertensi dapat dikombinasikan satu dengan kelas lainnya. Seorang dokter harus memahami cara kerja suatu kelas antihipertensi dalam terapi kombinasi, apakah suatu kelas tersebut saling mendukung untuk mengendalikan antihipertensi atau malah saling meniadakan. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Salwa (2010) di sebuah rumah sakit di Indonesia, memaparkan bahwa terdapat kombinasi yang tidak tepat dengan presentasi sebesar 4 persen dan terapi tidak rasional sebesar 12 persen. Artinya, terdapat sebuah kemungkinan kesalahan dalam mengkombinasikan antihipertensi.

Dari masalah yang telah dipaparkan diatas, perlu dibuat alat bantu berupa sistem yang mampu merekomendasi kombinasi antihipertensi yang sesuai dengan kebutuhan dengan biaya minimum. Sehingga penderita hipertensi dapat menekan biaya pengeluaran obat dan pengendalian hipertensi dari segi obat lebih optimal. Sistem ini akan dibuat dengan mengimplementasikan algoritma genetika untuk menghasilkan kombinasi antihipertensi dengan biaya paling minimum sesuai dengan kormobid yang diderita oleh pasien, agar menghasilkan keuntungan untuk pasien yang mana mendapat obat sesuai dengan kebutuhannya dan juga menekan biaya pengeluaran obat.

Metode untuk optimasi pemilihan antihipertensi pada penderita hipertensi ini menggunakan algoritma genetika karena tingkat akurasi yang sangat baik. Algoritma ini sering dijumpai dalam permasalahan optimasi yang rumit karena selain adanya kemungkinan untuk keluar dari optimum lokal, dan ruang pencarian area yang sangat luas, algoritma ini mampu menyajikan kombinasi-kombinasi yang mungkin terjadi dengan keuntungan yang optimal.

Pada penelitian sebelumnya, yakni penelitian Suci (2014), yang menggunakan algoritma genetika untuk optimasi biaya pemenuhan gizi dan nutrisi pada manusia lanjut usia (manula). Dari penelitian tersebut, algoritma genetika mampu memberikan solusi gizi yang optimal dengan harga yang minimal. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Saputro (2014) yang menggunakan algoritma genetika untuk optimasi penggunaan lahan pertanian. Dari penelitian tersebut algoritma genetika mampu menentukan proposi luas lahan yang optimal pada setiap jenis tanaman yang akan ditanam dengan memanfaatkan luas lahan dan modal untuk memperoleh keuntungan yang maksimal.

Karena algoritma ini mampu menyelesaikan berbagai masalah kompleks, algoritma ini banyak digunakan di berbagai bidang yang sering menghadapi masalah optimasi yang model matematikanya kompleks ataupun sulit dibangun (Mahmudy, 2013).

Penulis berharap dengan dibuatnya alat bantu tersebut dapat membantu mengatasi keterbatasan yang telah dipaparkan, sebab tujuan dari alat bantu ini saling bersinergi dengan program JKN yang menginginkan kualitas pelayanan terbaik dengan biaya yang minimum dan penderita hipertensi yang mendapatkan antihipertensi sesuai dengan kebutuhan mereka. Sehingga pengendalian dan pengawasan penyakit hipertensi lebih optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana mengimplementasikan algoritma genetika untuk optimasi pemilihan antihipertensi pada penderita hipertensi?
2. Bagaimana menentukan parameter terbaik dalam implementasi algoritma genetika untuk optimasi pemilihan antihipertensi pada penderita hipertensi?
3. Bagaimana hasil penerapan algoritma genetika dalam pemilihan antihipertensi pada penderita hipertensi?

1.3 Batasan Masalah

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

1. Penelitian ditujukan untuk penderita hipertensi yang memiliki paling sedikit 2 jenis komorbid.
2. Penelitian ini menggunakan satu obat untuk satu komorbid.
3. Penelitian hanya dilakukan di Rumah Sakit Saiful Anwar Malang.
4. Jenis komorbid yang digunakan didalam penelitian hanya 10 penyakit yang paling sering dijumpai kasusnya di Rumah Sakit Saiful Anwar Malang.
5. Jenis antihipertensi yang digunakan didalam penelitian ini sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 238/MENKES/IX/2013 tentang Formularium Nasional.
6. Harga antihipertensi didapat dari situs resmi pemerintah <https://katalog-buku.lkpp.go.id/e-katalog-obat/>, regional Jawa Timur.

1.4 Tujuan

1. Merancang dan mengimplementasikan algoritma genetika untuk optimasi pemilihan antihipertensi pada penderita hipertensi
2. Menguji dan menganalisa tingkat optimasi dari hasil penerapan algoritma genetika dalam pemilihan antihipertensi pada penderita hipertensi.

1.5 Manfaat

Penelitian ini diharapkan memiliki kegunaan sebagai berikut:

1. Bagi rumah sakit, hasil penelitian ini dapat membantu memberikan rekomendasi bagi para dokter dan petugas kesehatan dalam menentukan antihipertensi untuk pasien.
2. Bagi pasien, hasil penelitian ini dapat membantu pasien dalam menekan biaya pengeluaran dalam pengobatan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ditunjukkan untuk memberikan gambaran dan uraian dari penyusun tugas akhir secara garis besar yang meliputi beberapa bab sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Menguraikan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika pembahasan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Menguraikan tentang kajian pustaka, dasar teori dan referensi yang mendasari pembuatan sistem implementasi algoritma genetika untuk optimasi pemilihan antihipertensi pada penderita hipertensi.

BAB III : METODE PENELITIAN

Menguraikan tentang metode dan langkah kerja yang dilakukan dalam penulisan tugas akhir yang terdiri dari studi literatur, metode pengambilan data, analisis kebutuhan. Dalam bab ini juga dijabarkan proses algoritma genetika dan contoh manualisasinya.

BAB IV : PERANCANGAN

Membahas perancangan yang terkait dalam pembuatan sistem, yakni perancangan *database* dan perancangan *user interface*.

BAB IV : IMPLEMENTASI

Membahas implementasi dari Optimasi Pemilihan Antihipertensi Pada Penderita Hipertensi yang sesuai dengan perancangan sistem yang telah dibuat.

BAB V : PENGUJIAN DAN ANALISIS

Membahas hasil pengujian dan analisis terhadap sistem yang telah direalisasikan.

BAB VI : PENUTUP

Memuat kesimpulan yang diperoleh dari pembuatan dan pengujian perangkat lunak yang dikembangkan dalam tugas akhir ini serta saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Pada bab ini akan dijelaskan tinjauan pustaka dan dasar teori yang mendukung penelitian yang diperoleh dari beberapa referensi, yakni diantaranya kajian pustaka, teori hipertensi, antihipertensi dan algoritma genetika.

2.1 Kajian Pustaka

Penelitian tentang optimasi telah banyak dilakukan dengan berbagai obyek permasalahan yang beragam. Pada penelitian ini, digunakan beberapa referensi yang sesuai sebagai rujukan dalam proses penelitan nantinya.

Salah satu referensi yang menjadi rujukan pada penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan oleh Suci (2014) dengan menerapkan algoritma genetika untuk optimasi biaya pemenuhan gizi dan nutrisi pada manula. Penelitian ini bertujuan untuk memecahkan masalah dalam memberikan rekomendasi menu seimbang gizi dan nutrisi pada manula dengan harga yang paling minimum. Proses pada penelitian ini diawali dengan menerima inputan berupa berat badan, jenis kelamin, dan beberapa parameter algoritma genetika seperti popsize, Cr, Mr, dan generasi. Kemudian selanjutnya dibangkitkan populasi awal secara acak sesuai dengan masukan. Kemudian dari masukan dilakukan perhitungan fitness dengan cara jumlah maksimum harga dikurangi total harga dan dikurangi lagi dengan penalti. Representasi kromosom didalam penelitian ini terdiri dari 14 susunan gen, dimana masing-masing gen memiliki fungsi masing-masing. Setelah itu dilakukan proses reproduksi, dimana didalam penelitian ini metode crossover yang digunakan adalah metode *one cut point*. Sedangkan metode yang digunakan untuk mutasi adalah *reciprocal exchange mutation*. Di dalam penelitian ini, terdapat penalti. Penalti diberikan apabila total gizi pada makanan lebih kecil dari pada kebutuhan gizi yang diperlukan manula. Setelah itu dilakukan metode seleksi, dimana di dalam penelitian ini menggunakan metode seleksi *elitism*. Setelah itu terpilih individu-individu yang memiliki menu makanan dalam sehari, harga, kandungan gizi dan kecukupan gizi (Suci, 2014). Dari pengujian yang telah dilakukan, algoritma genetika mampu menghasilkan rekomendasi menu makanan sehari beserta harga dan kandungan gizi untuk para manula dengan harga yang seminimal mungkin.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Saputro (2014) dengan menerapkan algoritma genetika untuk optimasi lahan pertanian. Penelitian ini bertujuan untuk merekomendasikan proposi luas lahan yang optimal untuk penggunaan lahan pertanian. Proses algoritma genetika pada penelitian ini diawali dengan membangkitkan populasi secara acak melalui prosedur tertentu. Representasi kromosom yang digunakan didalam penelitian ini adalah pengkodean *real*. Setelah itu dilanjutkan dengan proses reproduksi dimana didalam penelitian ini metode crossover yang digunakan adalah metode *extended intermediate crossover*. Sedangkan untuk metode mutasi yang digunakan adalah metode *random mutation*. Didalam perhitungan fitness, penelitian ini juga mengenal ada yang namanya penalti. Penalti didalam penelitian ini dibagi menjadi dua, yakni

penalti₁ dan penalti₂. Penalti₁ terjadi apabila total biaya produksi melebihi modal yang dimiliki sedangkan penalti₂ terjadi apabila proposi luas lahan yang direkomendasikan kurang dari luas lahan yang ditentukan pakar. Proses terakhir adalah proses seleksi dimana didalam penelitian ini menggunakan seleksi *elitism* dan *binary tournament*. Didalam proses seleksi elitism terjadi pengurutan berdasarkan fitness yang paling besar. Sedangkan didalam proses seleksi binary tournament mengambil 2 individu secara acak didalam populasi yang sudah terurut fitnessnya kemudian dibandingkan nilai fitnessnya (Saputro, 2014). Dari penelitian tersebut algoritma genetika mampu menentukan proposi luas lahan yang optimal pada setiap jenis tanaman yang akan ditanam dengan memanfaatkan luas lahan dan modal untuk memperoleh keuntungan yang maksimal. Secara garis besar, rangkuman dari penelitian di atas ditampilkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kajian Pustaka

No	Judul	Obyek	Metode	Hasil
1.	Optimasi Biaya Pemenuhan Gizi dan Nutrisi pada Manusia Lajut Usia Menggunakan Algoritma genetika	Pemenuhan asupan gizi dan nutrisi lewat menu makanan dalam satu hari yang sesuai untuk manusia lanjut usia dengan harga seminimal mungkin	Metode yang digunakan yaitu algoritma genetika dengan permutasi integer yang mewakili item makanan.	Algoritma genetika berhasil diterapkan dalam permasalahan optimasi pemenuhan gizi dan nutrisi pada manula.
2	Implementasi Algoritma Genetika Untuk Optimasi Penggunaan Lahan Pertanian	Proposi luas lahan setiap jenis tanaman dengan memanfaatkan luas lahan dan modal untuk memperoleh keuntungan maksimal.	Metode yang digunakan yaitu algoritma genetika dengan representasi kromosom pengkodean <i>real</i> .	Algoritma genetika berhasil memberi rekomendasi proposi luas lahan dengan keuntungan yang maksimal.

Sumber : (Suci, 2014), (Saputro, 2014).

Tabel 2.1 merupakan tabel kajian pustaka yang menjelaskan penelitian-penelitian sebelumnya terkait dengan optimasi pada algoritma genetika. Algoritma genetika terbukti berhasil diterapkan dalam permasalahan optimasi. Sehingga peneliti menggunakan metode algoritma genetika dengan representasi kromosom menggunakan permutasi *integer*. Representasi kromosom tersebut dibuat berdasarkan banyaknya komorbid yang diderita pasien hipertensi.

2.2 Hipertensi

Hipertensi atau biasa disebut tekanan darah tinggi adalah kondisi medis dengan tekanan darah di arteri meningkat sehingga jantung harus bekerja lebih keras dari biasanya untuk mengedarkan darah keseluruh tubuh. Hipertensi dapat menyerang siapa saja, mulai dari bayi, remaja hingga dewasa. Pada umumnya hipertensi diukur dari otot jantung yang bereaksi (sistole) atau berelaksasi antara denyut (diastole). Tekanan darah normal pada saat istirahat berkisar antara 100-140 mmHg pada sistolik atau 60-90 mmHg pada diastolik. Untuk menentukan hipertensi pada bayi, tekanan darah tidak dilakukan secara rutin. Penentuan juga membutuhkan beberapa faktor seperti usia gestasi, usia pascakonsepsi dan berat badan bayi tersebut. Begitu juga dengan penentuan hipertensi pada anak dan remaja. Penentuan hipertensi ditentukan dengan beberapa faktor, seperti usia, jenis kelamin, dan etnisitas. Kemudian dikaitkan dengan resiko jangka panjang mengalami kesehatan yang buruk.

Hipertensi jarang sekali menunjukkan gejala. Biasanya pengenalan hipertensi dilakukan melalui skrining. Dalam beberapa kasus, penderita hipertensi melaporkan sakit kepala, vertigo, dengung di bagian kuping (tinitus), gangguan pada penglihatan atau pingsan. Selain dari skiring, hipertensi diketahui melalui pemeriksaan fisik dengan alat oftalmoskop, dimana hasil dari pemeriksaan tersebut juga dapat mengindikasikan berapa lama pasien sudah mengidap penyakit hipertensi.

Hipertensi merupakan faktor utama untuk penyakit lainnya seperti stroke, serangan jantung, gagal jantung, penyakit perifer vaskular, dan penyakit kardiovaskular lainnya. Hipertensi juga merupakan faktor resiko terjadinya gangguan kognitif, demensia, dan gangguan ginjal kronik.

Pengendalian hipertensi dapat dilakukan dengan berbagai cara. Selain pola makan dan gaya hidup sehat yang dapat mengontrol tekanan darah dan mengurangi resiko, perlu adanya konsumsi obat secara rutin. Konsumsi obat dilakukan sesuai anjuran dari dokter, biasanya obat harus diminum seumur hidup atau sampai dokter memutuskan tidak perlu lagi minum obat. Tingkat kewaspadaan penderita juga dibutuhkan dalam pengendalian hipertensi. Banyak kasus stroke terjadi ketika seseorang lepas dari obat. Oleh karena itu pengontrolan tekanan darah secara rutin mutlak dilakukan untuk pengendalian hipertensi, tidak hanya mengontrol tekanan darah juga mengurangi resiko-resiko yang ada.

2.2.1 Hipertensi Primer

Hipertensi primer merupakan hipertensi yang paling umum terjadi. Hipertensi jenis primer ini menyebabkan tekanan darah yang tinggi tanpa ada penyebab atau faktor yang jelas. Di dalam masyarakat sekarang ini, tekanan darah meningkat, seiring dengan penuaan dan reksi terkena hipertensi pun meningkat. Dari 90-95 persen kasus yang ada terdapat beberapa faktor penyebab terjadinya hipertensi primer, diantaranya: gaya hidup yang tidak sehat, faktor genetik, stres dan usia. Gaya hidup yang tidak sehat meliputi kurang olahraga, merokok, terlalu sering mengonsumsi minuman keras, serta pola makan yang tidak baik yang menyebabkan obesitas atau peningkatan kadar garam didalam tubuh.

2.2.2 Hipertensi Sekunder

Hipertensi jenis sekunder terjadi diakibatkan oleh tekanan darah yang tinggi karena adanya kondisi penyebab klinis yang sudah terdeteksi. Tekanan darah tinggi sekunder biasa disebabkan oleh obat-obatan, kondisi hormon atau berbagai penyakit seperti penyakit diabetes dan penyakit ginjal. Kegagalan ginjal akut ditandai dengan kehilangan cairan, oleh karena adanya akumulasi cairan, terjadi volume peningkatan darah dan serta peningkatan tekan darah.

2.3 Antihipertensi

Antihipertensi adalah obat yang berfungsi sebagai penurun tekanan darah dan mencegah morbiditas dan mortalitas yang terkait dengan hipertensi. Antihipertensi juga diberikan pada individu yang memiliki resiko tinggi untuk terjadinya penyakit kardiovaskular dan mereka yang beresiko terkena stroke maupun miokard infark.

Pada dasarnya pengendalian hipertensi dengan cara mengonsumsi antihipertensi itu penting dilakukan agar pasien dapat mencapai tekanan darah ke tingkat paling rendah yang dapat di toleransi. Kadar tekanan darah yang diharapkan pada pasien hipertensi yang tidak disertai komplikasi pada umumnya adalah 140/90 mmHg atau lebih rendah. Dalam kasus lain, pada pasien mengalami insiden kerusakan organ akhir atau kondisi seperti diabetes, level tekanan darah yang diharapkan adalah 130/90 mmHg, dan pada pasien proteinuria diharapkan tekanan darah di bawah 150/75 mmHg. Berikut ini merupakan tujuan pemberian antihipertensi (Hasibuan, 2011):

1. Mengurangi insiden gagal jantung dan mencegah manifestasi yang muncul akibat gagal jantung.
2. Mencegah hipertensi yang akan tumbuh menjadi komplikasi yang lebih parah dan mencegah komplikasi yang lebih parah bila sudah ada.
3. Mengurangi insiden serangan serebrovaskular dan akutnya pada pasien yang sudah terkena serangan serebrivaskular.
4. Mengurangi mortalitas fetal dan perinatal yang diasosiasikan dengan hipertensi hipertensi maternal.

Antihipertensi dikelompokan sesuai dengan fungsinya masing-masing, diantaranya diuretik, alpha blocker, beta blocker, ACE inhibitor, renin inhibitor, dan calsium antagonis.

2.3.1 Diuretik

Diuretik menurunkan tekanan darah dengan menghancurkan garam yang tersimpan di alam tubuh dalam berupa bentuk urin. Diuretik juga merupakan obat yang dapat menambah kecepatan pembentukan urin. Fungsi utama dari diuretik adalah untuk memobilisasi cairan edema, yang bermaksud mengubah keseimbangan cairan sehingga carian ekstrasel kembali menjadi normal. Pengaruh diuretik terjadi dalam dua tahap (Hasibuan, 2011):

1. Pengurangan dari volume jumlah darah dan curah jantung. Hal ini menyebabkan meningkatnya resistensi pembuluh darah perifer.
2. Ketika curah jantung kembali ke batas normal, resistensi pembuluh darah perifer juga berkurang.

Contoh antihipertensi dari golongan ini adalah bumetanide, furosemide, hydrochlorothiazide, triamterene, amiloride, chlorothiazide, chlorthaldion.

2.3.2 Alpha Blocker

Alpha blocker bekerja dengan cara menghambat kerja adrenaline pada otot dinding pembuluh darah. Adrenaline memicu penyempitan pembuluh darah sehingga tekanan darah meningkat. Dengan dihambatnya kerja adrenaline menggunakan alpha blocker, pembuluh darah melebar sehingga tekanan darah menurun. Contoh antihipertensi dalam golongan ini adalah doksasozin, prazosin dan terasozin.

2.3.3 Beta Blocker

Beta blocker adalah obat yang memblokir atau menghambat sistem saraf simpatis dengan cara menghambat aksi katekolamin endogen pada reseptor beta adrenergik. Beta blocker banyak digunakan untuk penyakit jantung dan hipertensi (Christian, 2011).

Terdapat berbagai mekanisme penurunan tekanan darah akibat beta blocker (Hasibuan, 2011):

1. Penurunan frekuensi denyut jantung dan kontraktilitas miokard sehingga menurunkan curah jantung.
2. Hambatan sekresi renin di sel jukstaglomeruler ginjal dengan akibat penurunan Angiotensin II.
3. Efek sentral yang mempengaruhi aktivitas saraf simpatis.
4. Perubahan pada sensitivitas baroreseptor, perubahan neuron adrenergik perifer.
5. Peningkatan biosintesis prostasiklin.

Contoh antihipertensi dari golongan ini adalah propanolol, metoprolol, atenolol, betaxolol, bisoprolol, pindolol, acebutolol, penbutolol, labetalol.

2.3.4 ACE-Inhibitor

ACE inhibitor adalah obat yang menghambat proses arteriosklerosis dengan cara menstabilkan plak dan memperbaiki fungsi endotel, meningkatkan sensitivitas insulin, dan menurunkan laju glomerulus (Darnindro & Abdul, 2008). Mekanisme kerja ACE inhibitor dengan cara langsung menghambat pembentukan Angiotensin II dan pada waktu bersamaan pula, ACE inhibitor meningkatkan jumlah bradikinin. Hasilnya berupa vasokonstriksi yang berkurang, berkurangnya natrium dan retensi air, dan meningkatkan vasodilatasi (melalui bradikinin) (Hasibuan, 2011). Contoh antihipertensi dari golongan ini adalah kaptopril, enalapril, benazepril, fosinopril, moexipril, quianapril, lisinopril.

2.3.5 Renin Inhibitor

Renin inhibitor adalah antihipertensi memiliki pengaruh lebih spesifik pada Angiotensin II dan mengurangi atau sama sekali tidak ada produksi ataupun metabolisme bradikinin (Hasibuan, 2011). Contoh antihipertensi dari golongan ini adalah losartan, valsartan, candesartan, irbesartan, telmisartan, eprosartan, zolosartan.

2.3.6 Antagonis Kalsium

Antagonis kalsium bekerja dengan cara menghambat influks kalsium pada sel otot polos pembuluh darah dan miokard. Di pembuluh darah, antagonis kalsium terutama menimbulkan relaksasi arteriol, sedangkan vena kurang dipengaruhi. Penurunan resistensi perifer ini sering diikuti efek takikardia dan vasokonstriksi, terutama bila menggunakan golongan obat dihidropirin. Sedangkan Diltiazem dan Veparamil tidak menimbulkan takikardia karena efek kronotropik negatif langsung pada jantung. Contoh antihipertensi dari golongan ini adalah amlodipine, diltiazem, verapamil, nifedipine.

2.4 Komorbid

Didalam dunia medis, komorbid adalah kehadiran satu atau lebih penyakit tambahan yang terjadi bersamaan dengan penyakit utama atau dampak yang ditimbulkan dari penyakit tambahan tersebut. Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan perkembangan kormobid diantaranya infeksi, sistem metabolisme, faktor gen, dan faktor ekologi.

Banyak sekali kasus hipertensi yang muncul dengan kondisi memiliki kormobid. Hal tersebut akan meningkatkan resiko yang tinggi bagi penderita hipertensi, baik untuk komorbid yang langsung menyerang hipertensi, seperti gagal ginjal, stroke maupun komorbid yang terkait dengan hipertensi seperti diabetes atau gagal jantung. Terdapat banyak sekali jenis komorbid dan setiap komorbid memiliki antihipertensi yang boleh dikonsumsi seperti pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Tabel komorbid

Compelling indications	AntiHypertensive
Diabetes Mellitus with no Pretonuria	Diuretic, ACEI
Diabetes Mellitus with Pretonuria	ACEI, ARB
CKD	ACEI, ARB
Post Myocardial infarct	ACEI, Bbloker, ARB
Sistol Heart Failure	ACEI, Bbloker, Diuretic, ARB
High Coronary Disease Risk	Diuretic, ACEI
Angina pectoris	B Blocker, Calcium Antagonist
AF/atrial flutter rate control	B Blocker, CCB non Dyhydropyridine
BPH	Alpha Blocker
Hyperthyroidism	B Blocker
Essential Tremor	B Blocker
Migraine	B Blocker
Perioperative Hypertension	B Blocker
Raynaulds Syndrome	CCB
Pregnancy	CCB, Methyldopa, Bbloker
ISH	CCB, Diuretic

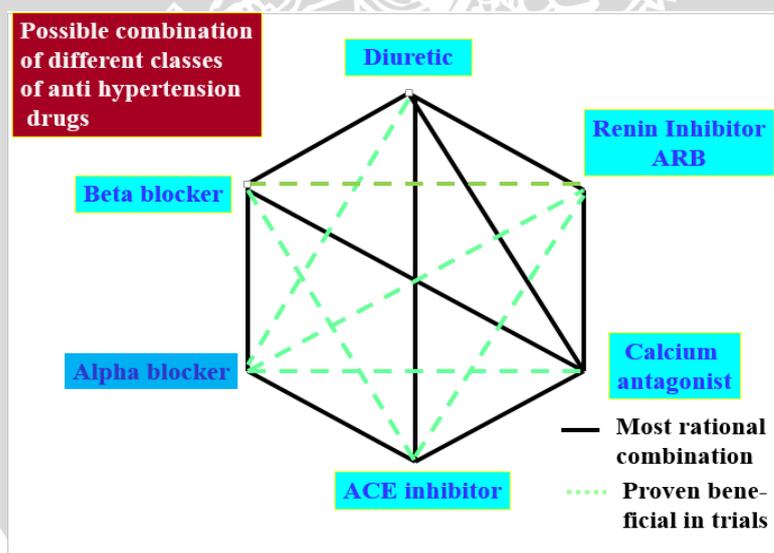
2.5 Kombinasi Antihipertensi

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, bahwa penyakit hipertensi dengan banyak komorbid akan memerlukan terapi kombinasi. Penelitian yang dilakukan oleh Law dkk. (2003) menunjukkan bahwa rata-rata pengurangan

tekanan diastol dengan satu obat sebesar 4,7 mmHg, dua kombinasi obat sebesar 8,9 mmHg, dan tiga kombinasi obat sebesar 12,6 mmHg, sehingga di harapkan angka kematian akibat antihipertensi stroke menurun dengan satu obat sebesar 32%, kombinasi dua obat sebesar 52% dan kombinasi tiga obat sebesar 65% dan angka kematian akibat antihipertensi jantung iskemik menurun dengan satu obat sebesar 20%, kombinasi dua obat sebesar 34% dan kombinasi tiga obat sebesar 45%.

Terapi kombinasi didasarkan dari kaidah-kaidah yang sesuai dengan kondisi pasien. Hal ini dilakukan dengan harapan mempercepat turunnya tekanan darah. Kaidah tersebut dijelaskan dalam JNC 7. Tabel 2.3 menjelaskan berbagai komorbid dengan kategori obat yang dibutuhkan. Setelah melihat komorbid yang di derita oleh pasien dan kategori antihipertensi apa yang digunakan, perlu diperhatikan juga mengenai kategori hipertensi itu sendiri.

Terdapat beberapa kombinasi dari kategori antihipertensi yang dimungkinkan untuk menurunkan tekanan darah pasien. Dan ada juga beberapa kategori yang tidak dianjurkan untuk dikombinasi. Hal ini didasari atas cara kerja antihipertensi itu sendiri. Kombinasi dapat dilakukan apabila dua obat memiliki kerja yang saling bersinergi, sedangkan kombinasi tidak dapat dilakukan apabila obat saling tabrakan atau meniadakan. Keadaan tabrakan dan meniadakan akan membahayakan kehidupan pasien. Gambar 2.1 akan menjelaskan kombinasi kategori antihipertensi apa saja yang boleh dan yang tidak boleh.



Gambar 2.1. Aturan kombinasi dari kelas antihipertensi yang berbeda
Sumber: JNC 7

Dari gambar 2.1 dijelaskan kombinasi yang rasional yang dilambangkan dengan garis hitam, sedangkan garis putus melambangkan kombinasi yang tidak rasional. ACE Inhibitor dapat dikombinasikan dengan Alpha Blocker, Calcium Antagonist (CCB), dan Diuretic. Sedangkan CCB tidak boleh dikombinasikan dengan Alpha Blocker. Solusi dari setiap kategori akan dikatakan sah apabila kombinasinya memenuhi aturan tersebut.

2.6 Algoritma Genetika

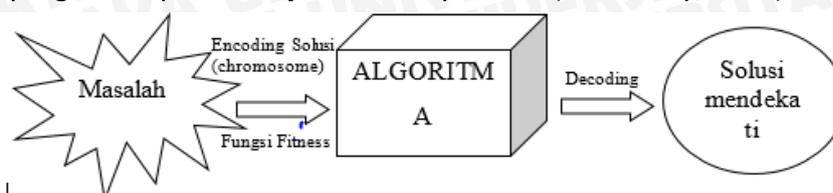
Algoritma Genetika atau *Genethic Algorithm* (GA) diperkenalkan oleh John Holland dalam menyelesaikan masalah optimasi. Algoritma Genetika merupakan *evolutionary algorithm* yang paling populer karena kemampuannya untuk menyelesaikan masalah yang memiliki model matematika yang kompleks atau sulit dibangun (Mahmudy, 2013). Algoritma genetika dapat mencakup segala bidang, mulai dari bidang fisika, biologi, ekonomi, sosiologi, dan-lain.

Sebagai metode optimasi, algoritma genetika memiliki beberapa kelebihan sebagai berikut (Suryanto, 2007) :

1. Algoritma genetika merupakan algoritma yang berbasis populasi yang memungkinkan digunakan pada optimasi masalah dengan ruang pencarian (*search space*) yang sangat luas dan kompleks. Properti ini juga memungkinkan algoritma genetika untuk melompat keluar dari daerah optimum lokal.
2. Individu yang ada pada populasi bisa diletakan pada beberapa sub-populasi yang diproses pada sejumlah komputer secara paralel. Hal ini dapat mengurangi waktu komputasi pada maslaah yang sangat kompleks. Sehingga penyelesaian permasalahan dapat lakukan dalam waktu yang relatif singkat.
3. Algoritma genetika dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah yang kompleks dengan banyak variabel. Variabel tersebut bisa kontinyu, diskrit atau campuran keduanya.
4. Algoritma genetika menggunakan kromosom untuk mengkodekan solusi sehingga bisa melakukan pencarian tanpa memperhatikan informasi derivatif yang spesifik dari masalah yang diselesaikan.
5. Algoritma genetika bisa diimplementasikan pada berbagai macam data seperti data yang dibangkitkan secara numerik atau menggunakan fungsi analitis.
6. Algoritma Genetika bersifat *ergodic*, sembarang solusi dapat diperoleh dari solusi yang lain dengan hanya beberapa langkah. Hal ini memungkinkan eksplorasi pada daerah pencarian yang sangat luas dilakukan dengan lebih cepat dan mudah.

2.6.1 Struktur Algoritma Genetika

Bagaimana algoritma genetika memecahkan masalah dijelaskan pada Gambar 2.2. Solusi dari sebuah masalah harus dipetakan (*encoding*) mejadi string kromosom. String kromosom mengandung sejumlah gen yang menggambarkan variabel keputusan. Representasi kromosom dan fungsi *fitness* kemudian dimasukan kedalam algoritma genetika. Dengan menirukan proses dan seleksi alam, muncul kromosom terbaik setelah dari sekian generasi. Kromosom terbaik itu lah yang diharapkan menjadi solusi optimum (Mahmudy, 2013).



Gambar 2.2 Mencari Solusi Dengan Algoritma Genetika

Sumber : (Mahmudy, 2013)

Proses dalam algoritma genetika dimulai dengan inialisasi, yaitu menciptakan individu-individu secara acak yang memiliki susunan gen (kromosom) tertentu pada populasi. Setiap kromosom merepresentasikan solusi dari permasalahan yang akan dipecahkan. Reproduksi dilakukan untuk menghasilkan keturunan (*offspring*) dari individu-individu yang ada di populasi tersebut. Evaluasi digunakan untuk menghitung kebugaran (*fitness*) setiap kromosom. Semakin besar *fitness* maka semakin baik kromosom tersebut untuk dijadikan calon solusi.

Seleksi dilakukan untuk memilih individu dan *offspring* dari himpunan populasi yang dipertahankan hidup pada generasi berikutnya. Fungsi *probabilistic* digunakan untuk memilih individu yang dipertahankan hidup. Individu yang lebih baik (mempunyai nilai *fitness* lebih besar) mempunyai peluang lebih besar untuk terpilih (Mahmudy, 2013).

Setelah melewati sekian iterasi (generasi) akan didapatkan individu terbaik. Individu terbaik ini mempunyai susunan kromosom yang bisa dikonversi menjadi solusi yang terbaik (paling tidak mendekati optimum). Dari sini bisa disimpulkan bahwa algoritma genetika menghasilkan suatu solusi optimum dengan melakukan pencarian di antara sejumlah alternatif titik optimum berdasarkan fungsi probabilistic (Mahmudy, 2013).

2.6.2 Parameter Algoritma Genetika

Algoritma genetika memberikan suatu pilihan bagi penentuan nilai parameter dengan meniru cara reproduksi genetik, pembentukan kromosom baru serta seleksi alami seperti yang terjadi pada makhluk. Terdapat beberapa parameter dan variabel yang digunakan pada algoritma genetika (Wardhani, 2011):

1. Fungsi *fitness* yang dimiliki oleh masing-masing individu untuk menentukan tingkat kesesuaian individu dengan kriteria yang ingin dicapai
2. Populasi jumlah individu yang dilibatkan pada setiap generasi.
3. Probabilitas terjadinya persilangan (*crossover*) pada suatu generasi.
4. Probabilitas terjadinya mutasi pada setiap individu.
5. Jumlah generasi yang akan dibentuk yang menentukan lama penerapan algoritma genetika.

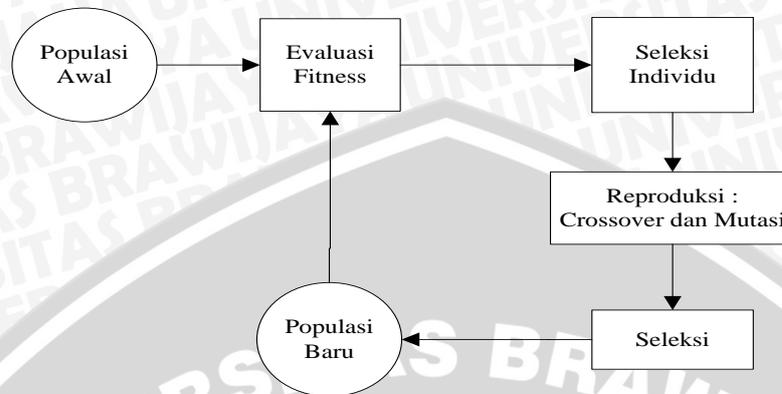
2.6.3 Proses Algoritma Genetika

Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam pemecahan masalah dengan menggunakan algoritma genetika adalah sebagai berikut (Wardhani, 2011) :

1. Melakukan inialisasi populasi kromosom secara acak (*random*).
2. Melakukan evaluasi setiap kromosom dalam populasi dengan cara pengevaluasian fungsi *fitness* (*fitness function*).
3. Memilih sebagian anggota populasi sebagai solusi yang sesuai untuk generasi selanjutnya.
4. Menciptakan kromosom baru (keturunan) dengan cara mereproduksi kromosom yang sudah dipilih dengan metode *crossover* dan mutasi.

5. Mempertahankan anggota populasi yang memiliki fitness tinggi dan membuang anggota populasi lama yang memiliki nilai *fitness* rendah sesuai dengan jumlah populasi.

Siklus umum proses Algoritma Genetika ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Siklus Umum Algoritma Genetika
Sumber : (Wardhani, 2011)

2.7 Penerapan Algoritma Genetika

Terdapat beberapa tahap yang harus dilakukan dalam penerapan algoritma genetika. Berikut langkah dalam penerapan algoritma genetika tersebut (Mahmudy, 2013) :

2.7.1 Generate populasi awal

Membangkitkan sejumlah individu secara acak pada tempat penampungan (populasi) awal atau melalui prosedur tertentu untuk mencari penyelesaian optimal. Populasi awal yang dibangun pada penelitian ini menggunakan bilangan yang telah ditentukan.

2.7.2 Representasi Kromosom

Representasi kromosom merupakan proses pengkodean dari penyelesaian asli suatu permasalahan. Solusi dari suatu masalah harus dipetakan (*encoding*) menjadi string kromosom. Setiap kromosom ini tersusun atas sejumlah gen yang menggambarkan variabel-variabel keputusan yang digunakan dalam tiap solusi (Mahmudy, 2013).

Terdapat berbagai macam cara merepresentasikan kromosom, yakni representasi biner, *real coded*, representasi integer, representasi matriks dan representasi permutasi (Mahmudy, 2013).

Dalam penelitian ini, representasi kromosom *real coded* berupa kombinasi dari gen dimana setiap gen mengandung solusi antihipertensi untuk satu jenis komorbid.

2.7.3 Crossover

Proses crossover dilakukan dengan memilih dua induk (parent) secara acak dari populasi yang bertujuan untuk menghasilkan keturunan (offspring). Secara umum, mekanisme *crossover* adalah sebagai berikut (Mahmudy, 2013) :

1. Memilih dua buah kromosom sebagai *parent*.
2. Memilih secara acak populasi dalam kromosom, sehingga masing – masing kromosom *parent* terpisah menjadi dua segmen.
3. Menukar antar segmen kromosom induk untuk menghasilkan kromosom anak.

Metode crossover yang digunakan didalam penelitian ini adalah *one cut point crossover*, dimana secara acak memilih satu titik potong dan menukarkan bagian kanan tiap induk untuk menghasilkan offspring (Mahmudy, 2013).

2.7.4 Mutasi

Mutasi menciptakan individu baru dengan melakukan modifikasi satu atau lebih gen dalam individu yang sama. Mutasi berfungsi untuk menggantikan gen yang hilang dari populasi selama proses seleksi serta menyediakan gen yang tidak ada dalam populasi awal. Mutasi akan meningkatkan variasi populasi. Misal, jika ditentukan $\mu = 0.2$ dan jumlah populasi 10 maka ada $0.2 \times 10 = 2$ *offspring* yang akan dihasilkan dari proses mutasi (Mahmudy, 2013).

Pada penelitian ini metode mutasi yang digunakan adalah reciprocal exchange mutation. Metode ini memilih dua posisi titik penukaran (*exchange point / XP*) secara random kemudian menukarkan nilai yang ada pada posisi tersebut.

2.7.5 Fitness

Sebuah fungsi *fitness* digunakan untuk mengukur seberapa baik suatu individu. Individu terbaik diakhir generasi bisa dikodekan sebagai solusi terbaik yang bisa diperoleh. Semakin besar nilai *fitness*, maka semakin baik individu tersebut untuk dijadikan calon solusi (Mahmudy, 2013). Fungsi *fitness* pada penelitian ini dihitung dengan menjumlahkan harga dari masing-masing gen yang muncul dalam kromosom. Sehingga *fitness* yang terbaik akan menjadi solusi optimasi.

2.7.6 Seleksi

Seleksi dilakukan untuk memilih individu dari himpunan populasi dan *offspring* yang dipertahankan pada generasi berikutnya (Mahmudy, 2013). Semakin besar *fitness* yang dimiliki sebuah kromosom, maka semakin besar peluang untuk terpilih. Fungsi probabilitas digunakan untuk memilih individu yang dipertahankan hidup. Dalam penelitian ini, akan digunakan metode seleksi *elitism*.

Seleksi *elitism* adalah seleksi dimana individu – individu yang terpilih untuk menjadi generasi selanjutnya berdasarkan pada nilai *fitness* tertinggi. Metode seleksi *elitism* bekerja dengan mengumpulkan semua individu dalam populasi (*popSize*) dan *offspring* dalam satu penampungan. Individu terbaik dalam penampungan akan lolos untuk masuk dalam generasi berikutnya. Metode seleksi *elitism* menjamin individu yang terbaik akan selalu lolos (Mahmudy, 2013), Karena ada kemungkinan individu bernilai fitness tertinggi rusak karena persilangan. Untuk mencegah hal tersebut perlu dibuat satu atau dua kopinya (Suyatno, 2011).

Kelemahan metode seleksi *elitism* adalah metode ini tidak mengijinkan individu dengan *fitness* rendah untuk masuk ke populasi berikutnya. Selain itu

tingkat keragaman individu dalam populasi tersebut sangat kecil. Dalam beberapa kasus solusi optimum dicapai pada individu dengan *fitness* rendah (Mahmudy, 2013).

Pseudo-code seleksi *elitism* dideskripsikan sebagai berikut (Mahmudy, 2013) :

PROCEDURE ElitismSelection

Input:

POP: himpunan individu pada populasi

pop_size: ukuran populasi

OS: himpunan individu anak (*offspring*) hasil reproduksi menggunakan *crossover* dan mutasi

Output :

POP: himpunan individu pada populasi setelah proses seleksi selesai

TEMP <- Merge (POP,OS)

OrderAscending (Temp)

POP <- CopyBest (Temp, pop_size)

END PROCEDURE

Gambar 2.4 Pseudocode Seleksi Elitism

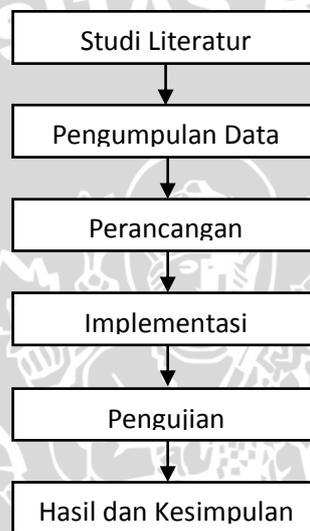


BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab metodologi penelitian ini akan dijelaskan tahapan dalam pembuatan sistem optimasi pemilihan antihipertensi pada penderita hipertensi dengan algoritma genetika. Pada bab ini, juga akan dibahas mengenai tahapan penelitian, kebutuhan sistem, formulasi permasalahan dan siklus penyelesaian algoritma genetika beserta contoh perhitungan manualnya.

3.1 Tahapan Penelitian

Pada sub bab tahapan penelitian ini, akan dibahas langkah-langkah yang digunakan dalam pembuatan sistem optimasi pemilihan antihipertensi dengan algoritma genetika. Tahapan pembuatannya dijelaskan pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir Tahapan Penelitian

Berdasarkan Gambar 3.1, maka tahap-tahap yang harus dilakukan pada penelitian ini adalah :

1. Studi literatur, melakukan studi tentang hipertensi, antihipertensi, serta metode algoritma genetika.
2. Pengumpulan data, dalam hal ini dilakukan pengumpulan data mengenai berbagai macam komorbid, rekam medik pasien penderita hipertensi berkormobid, berbagai macam kelas antihipertensi, berbagai jenis antihipertensi dalam suatu kelas, dan harga yang digunakan.
3. Perancangan sistem, merancang sistem menggunakan hasil dari studi literatur yang sudah dilakukan dan juga menganalisa.
4. Implementasi, membuat sistem berdasarkan hasil studi literatur dan analisa yang telah dilakukan
5. Pengujian, melakukan uji coba terhadap sistem yang telah diimplementasikan.
6. Hasil dan kesimpulan, menarik sebuah kesimpulan dari pengujian yang telah dilakukan.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan didalam penelitian ini didapatkan dengan cara wawancara dan studi literatur. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu :

1. Data mengenai jenis komorbid yang paling sering dijumpai.
2. Data mengenai kategori antihipertensi pada masing-masing komorbid.
3. Data obat yang digunakan dari masing-masing kategori antihipertensi.
4. Data mengenai biaya obat dari masing-masing kategori antihipertensi.

Analisa kebutuhan data beserta sumber, metode, dan kegunaannya ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Analisis kebutuhan data penelitian

No	Kebutuhan Data	Sumber Data	Metode	Kegunaan Data
1.	Data mengenai komorbid yang paling sering dijumpai	Rumah Sakit Syaiful Anwar Kota Malang	Literatur, Wawancara	Sebagai salah satu dasar penentuan batasan penelitian untuk kategori antihipertensi yang digunakan berikut dengan obat-obatannya.
2.	Data mengenai kategori antihipertensi pada masing-masing komorbid.	Rumah Sakit Syaiful Anwar Kota Malang	Literatur, Wawancara	Sebagai salah satu dasar penentuan kategori antihipertensi yang digunakan yang sesuai dengan komorbid.
3.	Data obat yang digunakan dari masing- masing kategori antihipertensi	Keputusan Direktur Jendral Bina Kefarmasian dan Alat Kesehatan Nomor HK.02.03/III/1346/2014 tentang Pedoman Penerapan Formularium Nasional	Literatur	Digunakan untuk penentuan obat-obat yang digunakan dari masing-masing kategori antihipertensi.

4.	Data mengenai biaya obat per kategori antihipertensi.	https://katalog-buku.lkpp.go.id/e-katalog-obat/	Literatur	Digunakan untuk analisis biaya dari masing-masing obat dari tiap kategori antihipertensi.
----	---	---	-----------	---

3.3 Algoritma yang Digunakan

Sistem yang akan dibangun dalam penelitian ini adalah sebuah sistem yang mengimplementasikan algoritma genetika untuk permasalahan optimasi pemilihan antihipertensi pada penderita hipertensi untuk mendapatkan kombinasi jenis antihipertensi yang sesuai dan harga yang paling minimum, sehingga mendapatkan hasil atau keuntungan yang maksimal. Pengguna akan diminta untuk memasukkan identitas diri, tekanan sistol dan diastol beserta komorbid yang di miliki pengguna. Selanjutnya akan diproses dengan algoritma genetika untuk mendapatkan rekomendasi antihipertensi yang sesuai dengan kebutuhan pasien dengan harga yang minimum sehingga dapat mengurangi biaya dari faktor obat.

3.4 Kebutuhan Sistem

Perangkat keras yang digunakan untuk pengembangan perangkat lunak dalam penelitian ini memiliki spesifikasi sebagai berikut :

1. Processor Intel(R) Core i5 CPU @210 GHz
2. Memori 4GB
3. *Harddisk* dengan kapasitas 520 GB

Sedangkan Kebutuhan Perangkat Lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Sistem Operasi Microsoft Windows 8 Ultimate *edition* 32 bit.
2. Bahasa pemrograman Java dengan *editor* Netbeans.
3. MySQL server sebagai *Database Management System* (DBMS).
4. Microsoft Office Visio 2007 untuk pembuatan diagram alir.

3.5 Pengujian Algoritma

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian dari sistem yang telah dibuat pada proses implementasi. Dari pengujian tersebut akan didapatkan parameter optimal yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini.

3.5.1 Pengujian Generasi

Pengujian generasi dilakukan untuk mengetahui besarnya generasi yang optimal dalam menguji masalah optimasi pemilihan antihipertensi pada penderita hipertensi dengan menggunakan metode algoritma genetika. Pengujian ini akan dilakukan sebanyak sepuluh kali dengan kelipatan generasi mulai dari sepuluh hingga seratus. Nilai *crossover rate* dan *mutation rate* dalam dalam setiap pengujian generasi adalah tetap.

3.5.2 Pengujian Populasi

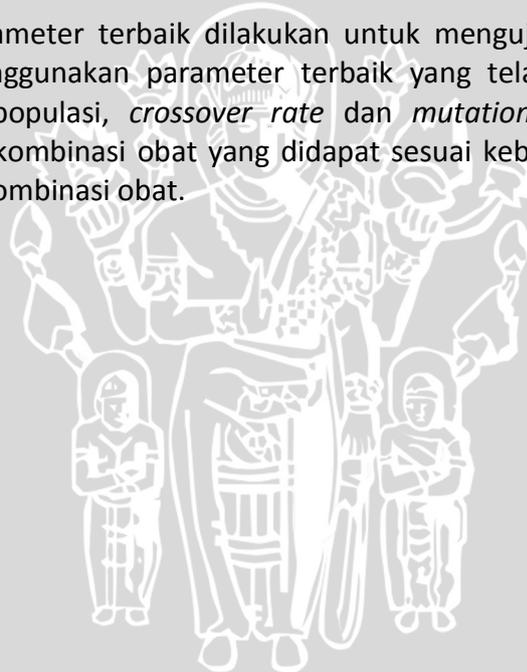
Pengujian generasi dilakukan untuk mengetahui besarnya populasi yang optimal dalam menguji masalah optimasi pemilihan antihipertensi pada penderita hipertensi dengan menggunakan metode algoritma genetika. Pengujian ini akan dilakukan sebanyak sepuluh kali dengan kelipatan populasi mulai dari sepuluh hingga seratus. Nilai *crossover rate* dan *mutation rate* dalam setiap pengujian populasi adalah tetap.

3.5.3 Pengujian *Crossover* dan *Mutation*

Pengujian generasi dilakukan untuk mengetahui besarnya nilai *crossover rate* dan *mutation rate* yang optimal dalam menguji masalah optimasi pemilihan antihipertensi pada penderita hipertensi dengan menggunakan metode algoritma genetika. Pengujian ini akan dilakukan sebanyak sepuluh kali dengan kelipatan *crossover rate* dan *mutation rate* mulai dari 0,1 skala 0 hingga 1. Nilai populasi dan generasi dalam pengujian *crossover rate* dan *mutation rate* adalah tetap.

3.5.4 Pengujian Parameter Terbaik

Pengujian parameter terbaik dilakukan untuk menguji hasil dari kasus berbeda dengan menggunakan parameter terbaik yang telah diperoleh dari pengujian generasi, populasi, *crossover rate* dan *mutation rate*. Hasil dari pengujian ini berupa kombinasi obat yang didapat sesuai kebutuhan penderita juga total harga dari kombinasi obat.



BAB IV PERANCANGAN

4.1 Formulasi Permasalahan

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, bahwa penyakit hipertensi dengan banyak komorbid akan memerlukan terapi kombinasi. Terapi kombinasi didasarkan dari kaidah-kaidah yang sesuai dengan kondisi pasien sesuai dengan Gambar 2.1. Tabel 4.1 menjelaskan berbagai komorbid dengan kategori obat yang dibutuhkan.

Tabel 4.1 Data Komorbid dan Kelas Antihipertensi

Penyakit	Antihipertensi			
	x1	x2	x3	x4
Diabetes Mellitus with no Pretonuria	Diuretic	ACEI	-	-
Diabetes Mellitus with Pretonuria	ACEI	ARB	-	-
CKD	ACEI	ARB	-	-
Post Myocardial infarct	ACEI	B Blocker	ARB	-
Sistol Heart Failure	ACEI	B Blocker	Diuretic	ARB
High Coronary Disease Risk	Diuretic	ACEI	-	-
Angina pectoris	B Blocker	CCB	-	-
AF/atrial flutter rate control	B Blocker	non dihydropyridine CCB	-	-
BPH	Alpha Blocker	-	-	-
Hyperthyroidism	B Blocker	-	-	-
Essential Tremor	B Blocker	-	-	-
Migraine	B Blocker	-	-	-
Perioperative Hypertension	B Blocker	-	-	-
Raynaulds Syndrome	CCB	-	-	-
Pregnancy	CCB	Methyldopa	B Blocker	-
ISH	CCB	Diuretic	-	-



Pada Tabel 4.1 menjelaskan berbagai komorbid yang sering muncul dengan kelas antihipertensi yang digunakan. Dalam penanganan awal diagnosa, selalu digunakan *minimum therapy*, yakni memberikan satu kelas antihipertensi untuk satu macam komorbid atau memberikan dosis paling rendah. Kolom X1, X2, X3, dan X4 merupakan pilihan kelas antihipertensi yang dapat digunakan. Misal, seseorang pasien hipertensi menderita penyakit hipertensi dengan komorbid Sistol Heart Failure. Merujuk pada Tabel 4.1, bahwa komorbid Sistol Heart Failure dapat diobati dengan antihipertensi kelas ACEI, kelas B Blocker, kelas Diuretic, ataupun kelas ARB. Pemilihan kelas antihipertensi sangat diperhatikan apabila pasien sudah memiliki lebih dari satu macam komorbid, karena penanganan yang dilakukan adalah mengkombinasikan obat. Pada bab sebelumnya juga telah dijelaskan mengenai aturan dalam mengkombinasikan antihipertensi dilihat dari cara kerja yang bersumber dari JNC 7.

Setiap kelas antihipertensi memiliki banyak sekali obat dengan berbagai jenis, aturan minum hingga harga dalam satuan butir. Selain itu terdapat kekuatan yang dimiliki oleh kelas antihipertensi tersebut seperti yang dijelaskan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Data dari tiap kelas antihipertensi

Kategori	Kekuatan kategori	Antihipertensi	Dosis	Konsumsi	Harga/butir
ACE inhibitor	sistol : 8.5	kaptopril	12,5 mg	3x1	Rp62
			25 mg	3x1	Rp84
			50 mg	3x1	Rp140
		diastol : 4.7	lisinopril	5 mg	1x1
	10 mg			1x1	Rp600
	ramipril		2,5 mg	1x1	Rp995
			5 mg	2x1	Rp580
			10 mg	2x1	Rp1,013
			imidapril	5 mg	1x1
	10 mg	1x1		Rp3,908	
perindoprilarginin	5mg	1x1	Rp2,420		
ARB	sistol : 10.3	irbesartan	150 mg	1x1	Rp1,425
			300 mg	1x1	Rp2,470
		kandesartan	8mg	2x1	Rp3,100
			16 mg	2x1	Rp4,900
	diastol : 5.7	telmisartan	40 mg	1x1	Rp3,900
			80 mg	1x1	Rp6,500
		valsartan	80 mg	2x1	Rp3,600
			160 mg	2x1	Rp6,500
B Bloker	sistol : 8.8	atenolol	50mg	1x1	Rp352
			100mg	1x1	Rp700
		diastol : 6.7	bisoprolol	2,5 mg	2x1
	5 mg			2x1	Rp645
	propranolol		40 mg	2x1	Rp107

CCB dihydro	sistol : 8.8	amlodipin	5mg	1x1	Rp187
			10mg	1x1	Rp330
		nifedipin	10 mg	3x1	Rp110
			20 mg	3x1	Rp2,999
CCB non dihydro	diastol : 5.9	diltiazem	30 mg	2x1	Rp3,500
			100 mg	1x1	Rp3,667
		verapamil	200 mg	1x1	Rp4,015
			80 mg	3x1	Rp234
Diuretik	sistol : 8.4	hidroklorotiazid	25 mg	2x1	Rp149
	diastol : 4.4				

Diberikan contoh, seorang wanita berusia 48 tahun dengan hipertensi tingkat satu dan mengalami komorbid CKD dengan Angina Pectoris.

- Solusi 1.

CKD + Angina Pectoris = Kandesartan dan Atenolol.

Dari solusi 1 dapat dijabarkan menjadi CKD dengan Angina Pectoris itu sendiri. Pasien hipertensi dengan komorbid CKD biasa diberikan dari golongan ARB atau ACE Inhibitor. Sedangkan Angina Pectoris biasanya diberikan B-Blocker atau CCB. Dilihat dari antihipertensi, Kandesartan merupakan jenis obat dari kategori ARB dan Atenolol merupakan golongan dari B-Blocker. Dilihat dari kekuatan obat juga sangat baik, baik ARB ataupun B-Blocker. Akan tetapi dilihat dari sudut pandang harga, ACE Inhibitor lebih unggul ketimbang ARB sedangkan beberapa obat dari kategori CCB memiliki harga yang jauh lebih murah dan kekuatan CCB sendiri tidak kalah jauh dari B-Blocker. Dilihat dari tingkat rasional, solusi ini tidak rasional, karena B-Blocker tidak dapat dikombinasikan dengan ARB seperti yang dijelaskan pada Gambar 2.1. Jadi solusi ini dianggap tidak layak digunakan.

- Solusi 2.

CKD + Angina Pectoris = Kandesartan dan Amlodipin.

Dilihat dari antihipertensi, Kandesartan merupakan jenis obat dari kategori ARB dan Amlodipin merupakan golongan dari CCB. Dilihat dari tingkat rasional suatu kombinasi, solusi ini juga layak, karena ARB dan Calcium Antagonist (CCB) boleh dikombinasikan. Dilihat dari kekuatan ARB dan CCB sangat baik dalam menurunkan hipertensi. Dilihat dari harga obat, Kandesartan memiliki harga Rp3.100,00- untuk dua kali minum dalam sehari. Sehingga menelan biaya Rp 6.200,00-. Merujuk pada Tabel 4.2, terdapat beberapa merek obat dari golongan ARB yang masih jauh lebih murah, misal irbesartan dengan satu kali minum sehingga menelan biaya Rp. 1.425,00- atau telmisartan dengan satu kali minum sehingga menelan biaya Rp. 3.900,00-. Atau bahkan kategori ARB diganti dengan ACE Inhibitor. Kalau dilihat dari segi harga, golongan ACE Inhibitor memiliki harga

yang jauh lebih murah dengan kekuatan yang cukup baik. Sedangkan amlodipin merupakan obat termurah pada kategorinya. Jadi solusi 2 dikatakan layak, akan tetapi kurang optimal karena masih banyak sekali obat-obat antihipertensi yang masih bisa digunakan untuk solusi yang lebih optimal.

Dari solusi 1 dan 2 dapat dilihat bahwa hanya solusi 2 yang layak akan tetapi masih kurang optimal dikarenakan masih banyak sekali opsi obat antihipertensi yang dapat digunakan. Sedangkan solusi 1 dikatakan tidak layak karena tidak sesuai kaidah dalam mengkombinasikan antihipertensi. Oleh karena itu diperlukan Algoritma Evolusi karena, hasil pencarian sangat luas dan memunculkan kombinasi-kombinasi baru yang memungkinkan sehingga kombinasi antihipertensi akan lebih optimal.

4.2 Siklus Algoritma Genetika

Pada sub bab ini akan dibahas mengenai proses penyelesaian optimasi pemilihan antihipertensi pada penderita hipertensi dengan menggunakan algoritma genetika. Pertama, pembangkitan populasi secara random. Setelah itu proses reproduksi dilakukan dengan cara crossover dan mutasi. Selanjutnya hasil dari proses reproduksi (*offspring*) digabung dengan populasi awal untuk masuk proses seleksi. Seleksi dilakukan untuk memilih individu-individu dalam populasi tersebut yang memiliki nilai *fitness* yang baik. Individu terbaik adalah individu yang memiliki nilai *fitness* paling tinggi pada generasi tertentu.

4.3 Siklus Penyelesaian Masalah

Dengan melihat studi kasus pada sub bab 4.1, maka dibutuhkan algoritma genetika untuk menyelesaikan masalah optimasi pemilihan antihipertensi pada penderita hipertensi.

4.3.1 Representasi Kromosom

Representasi kromosom dalam penelitian ini menggunakan representasi *real coded*. Representasi *real coded* bisa menyatakan sebuah solusi. Setiap gen pada kromosom berupa angka integer yang menyatakan nomer tiap simpul (Mahmudy, 2013). Kemudian simpul saling terhubung membentuk sebuah kombinasi. Pada penelitian ini, setiap jenis obat diwakili oleh sebuah angka integer. Contoh representasi kromosom dari penelitian ini ditampilkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Contoh Representasi Kromosom

Individu	Kromosom		Fitness
	1	2	
1	O1	O2	Z

Pada Tabel 4.3, panjang gen didalam kromosom bergantung dari seberapa banyak kormobid yang diderita oleh pasien dan setiap gen yang menyusun kromosom tersebut mewakili satu jenis obat antihipertensi untuk satu kormobid. Seperti yang telah dijelaskan bahwa panjang kromosom bergantung dari komorbid yang diderita pasien. Gen penyusun kromosom merupakan representasi angka yang mewakili suatu antihipertensi.

Fitness menggunakan ketentuan sebagai berikut:

$$\text{Fitness: } \frac{\text{Kekuatan Sistol Total}}{(\alpha \times \text{Harga Total}) + ((1-\alpha) \times P)} + \frac{\text{Kekuatan Diastol Total}}{(\alpha \times \text{Harga Total}) + ((1-\alpha) \times P)} \dots\dots (\text{Rumus 4.1})$$

Dimana:

- $\alpha = 0.1$, karena proses perhitungan *fitness* tidak mentoleransi penalti.
- Kekuatan sistol total merupakan penjumlahan kekuatan sistolic dari masing-masing kelas antihipertensi yang dikombinasikan dan dianggap sebagai suatu solusi.
Kekuatan Sistol Total = ***systolic01 + systolic02 + \dots***.....(Rumus 4.2)
- Kekuatan diastol total merupakan penjumlahan kekuatan diastolic dari masing-masing kelas antihipertensi yang dikombinasikan dan dianggap sebagai suatu solusi.
Kekuatan Diastol Total = ***diastol01 + diastol02 + \dots***.....(Rumus 4.3)
- Harga total merupakan perkalian antara harga suatu antihipertensi dengan konsumsi antihipertensi per harinya. Kemudian dijumlahkan dengan perkalian antihipertensi lainnya.
Harga Total = ***(Harga01 \times Konsumsi01) + (Harga02 \times Konsumsi02) + \dots***(Rumus 4.4)
- P merupakan nilai yang diberikan terhadap suatu solusi. Apabila solusi itu sesuai dengan kaidah JNC 7 (dianggap layak) maka nilai P = 0. Sedangkan apabila suatu solusi dianggap tidak layak maka nilai P = 1.

Perhitungan nilai *fitness* akan dijelaskan sebagai berikut:

Dengan merujuk pada Tabel 4.2, didapat informasi sebagai berikut:

Antihipertensi 1:

- ID = 2
- Nama Antihipertensi = Kaptopril
- Kekuatan Systolic = 8,5
- Kekuatan Diastol = 4,7
- Konsumsi/Hari = 2
- Harga/Butir = Rp 62

Antihipertensi 2:

- ID = 14
- Nama Antihipertensi = Amlodipin
- Kekuatan Systolic = 8,8
- Kekuatan Diastol = 5,9
- Konsumsi/Hari = 1
- Harga/Butir = Rp 187

Setelah informasi didapat, dilakukan perhitungan kekuatan total sistol dengan menggunakan Rumus 4.2. sebagai berikut:

$$\text{Kekuatan Systol Total} = 8,5 + 8,8 = 17,3.$$

Kemudian dilakukan perhitungan kekuatan total diastol dengan menggunakan Rumus 4.3. sebagai berikut:

$$\text{Kekuatan Diastol Total} = 4,7 + 5,9 = 10,6.$$

Setelah itu dilakukan perhitungan Harga Total dengan menggunakan Rumus 4.4. sebagai berikut:

$$\text{Harga Total} = (2 \times \text{Rp } 62) + (1 \times \text{Rp } 187) = \text{Rp } 311.$$

Seperti yang dijelaskan pada Gambar 2.1 bahwa ACEI dapat dikombinasikan dengan CCB sehingga nilai $P = 0$. Setelah itu dilakukan perhitungan Fitness sesuai dengan Rumus 4.1 sebagai berikut:

$$\text{Fitness} = \frac{17,3}{(0,1 \times \text{Rp } 311) + ((1-0,1) \times 0)} + \frac{10,6}{(0,1 \times \text{Rp } 311) + ((1-0,1) \times 0)} = \mathbf{0,897}$$

4.3.2 Inisialisasi Populasi Awal

Pada tahapan berikut merupakan pembangkitan populasi awal pembentukan kromosom dengan nilai-nilai parameter yang sesuai kebutuhan. Parameter awal dari perhitungan ini sebagai berikut:

- Jumlah Populasi = 5
- Crossover Rate = 0,4
- Mutation Rate = 0,2

Tabel 4.4 menjelaskan contoh inisialisasi populasi awal dimana populasi tersebut menggunakan parameter-parameter yang telah ditentukan.

Tabel 4.4 Inisialisasi Populasi Awal

Individu	Kromosom	
	1	2
P1	2	14
P2	2	17
P3	4	15
P4	4	17
P5	2	12

4.3.3 Reproduksi

Pada proses reproduksi, terdapat dua proses, yakni proses *crossover* dan proses *mutation*. Proses *crossover* dalam penelitian ini menggunakan metode *One-Cut Point*. Sedangkan untuk proses *mutation* menggunakan metode *Reciprocal Exchange Mutation*.

4.3.3.1 Crossover

Pada proses *crossover*, banyaknya keturunan (*child*) dihasilkan berdasar dari pada besarnya nilai *crossover rate*. Jumlah *child* yang muncul didapat dari perkalian nilai besarnya *crossover rate* dan jumlah *popsi*. Sesuai dengan parameter yang telah ditentukan, dari proses ini akan menghasilkan sebanyak $0,4 \times 5 = 2$ *child*. Pemilihan induk (*parent*) dilakukan secara acak pada interval P1 hingga P5 dari jumlah populasi yang ada. Tabel 4.5 akan menjelaskan proses *crossover*.

Tabel 4.5 Proses Crossover

Individu	Kromosom	
	1	2
P1	2	14
P4	7	12
C1	2	12
Parent yang diacak : 1,4		
P2	4	15
P3	2	17
C2	4	17
Parent yang diacak : 2,3		

4.3.3.2 Mutation

Pada proses *mutation*, banyaknya keturunan (*child*) dihasilkan berdasar dari pada besarnya nilai *mutation rate*. Jumlah *child* yang muncul didapat dari perkalian nilai besarnya *mutation rate* dan jumlah *popsiz*e. Sesuai dengan parameter yang telah ditentukan, dari proses ini akan menghasilkan sebanyak $0,2 \times 5 = 1$ child. Pemilihan induk (*parent*) dilakukan secara acak pada interval P1 hingga P5 dari jumlah populasi yang ada. Tabel 4.6 akan menjelaskan proses *mutation*.

Tabel 4.6 Proses Mutation

Individu	Kromosom	
	1	2
P5	8	13
C3	13	8
Parent yang mutasi : 5		

4.3.4 Evaluasi dan Seleksi

Evaluasi digunakan untuk menghitung nilai *fitness* dari induk dan seluruh keturunan dari hasil proses crossover dan mutasi untuk dilakukan proses selanjutnya, yakni proses seleksi. Hasil evaluasi dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Proses Evaluasi

Individu	Kromosom		Harga Total	Penalti	Fitness
	1	2			
P1	2	14	311	0	0.897106109
P2	4	15	1325	0	0.210566038
P3	2	17	826	0	0.337772397
P4	7	12	2917	1	0.107655502
P5	8	13	6414	1	0.049042504
C1	2	12	1616	1	0.176615385
C2	4	17	1697	0	0.164407778
C3	13	8	6414	1	0.049042504

Setelah proses evaluasi dilakukan, kemudian dilakukan proses selanjutnya, yakni proses seleksi. Dalam penelitian ini seleksi yang digunakan adalah seleksi elitism. Metode elitism adalah metode yang mengurutkan individu berdasarkan nilai *fitness parent* dan *offspring*, dari nilai *fitness* yang paling tinggi hingga nilai *fitness* terendah, kemudian mengambil individu yang sudah diurutkan sesuai jumlah populasi. Dalam penelitian ini, seleksi tidak hanya bergantung pada besarnya *fitness* saja, akan tetapi dilihat juga penalti dari setiap individu. Individu dikatakan layak apabila nilai penalti suatu individu ialah 0. Sedangkan nilai penalti 1 dikatakan individu tersebut tidak layak untuk dijadikan sebuah solusi.

Tahapan pertama dalam proses seleksi elitism ialah mengurutkan semua individu berdasarkan *fitness* terbesar. Selain *fitness*, nilai penalti juga diperhatikan untuk menyatakan layak tidaknya sebuah individu. Proses pengurutan nilai penalti dan *fitness* dijelaskan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Proses Pengurutan

Individu	Kromosom		Harga Total	Penalti	Fitness
	1	2			
P1	2	14	311	0	0.897106
P3	2	17	826	0	0.337772
P2	4	15	1325	0	0.210566
C2	4	17	1697	0	0.164408
C1	2	12	1616	1	0.176615
P4	7	12	2917	1	0.107656
P5	8	13	6414	1	0.049043
C3	13	8	6414	1	0.049043

Setelah proses pengurutan, proses selanjutnya ialah mengambil individu-individu yang sudah diurutkan sesuai dengan populasi untuk generasi berikutnya. Proses pembentukan generasi baru akan dijelaskan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Proses Pembentukan Generasi Baru

Individu	Kromosom		Harga Total	Penalti	Fitness
	1	2			
P1	2	14	311	0	0.897106109
P2	2	17	826	0	0.337772397
P3	4	15	1325	0	0.210566038
P4	4	17	1697	0	0.164407778
P5	2	12	1616	1	0.176615385

Setelah melakukan evaluasi dan seleksi, maka dapat ditentukan bahwa individu terbaik adalah P1, dengan *Fitness* 0,004016 dan total harga sebesar Rp 209.

4.4 Perancangan User Interface

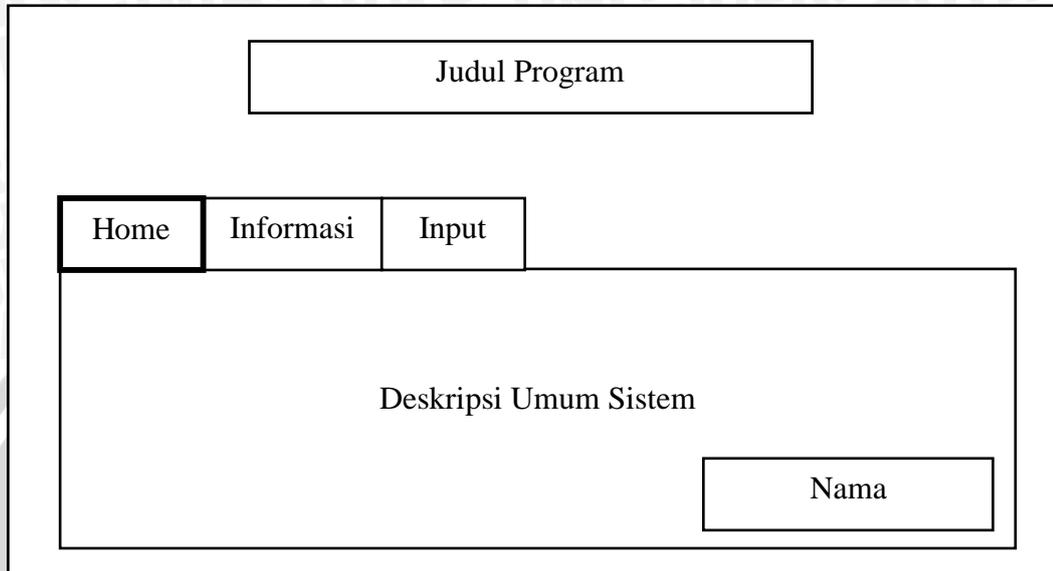
Perancangan *User Interface* terdiri dari satu halaman utama dan tiga panel yang sesuai dengan fungsinya. Panel tersebut yakni panel *home*, panel mengenai informasi berbagai macam kategori antihipertensi beserta obat-obat dari masing-



masing kategori, dan panel *input* untuk melakukan input data serta pemrosesan data tersebut.

4.4.1 Rancangan Panel Utama

Rancangan untuk halaman utama sistem akan dijelaskan pada Gambar 4.1.

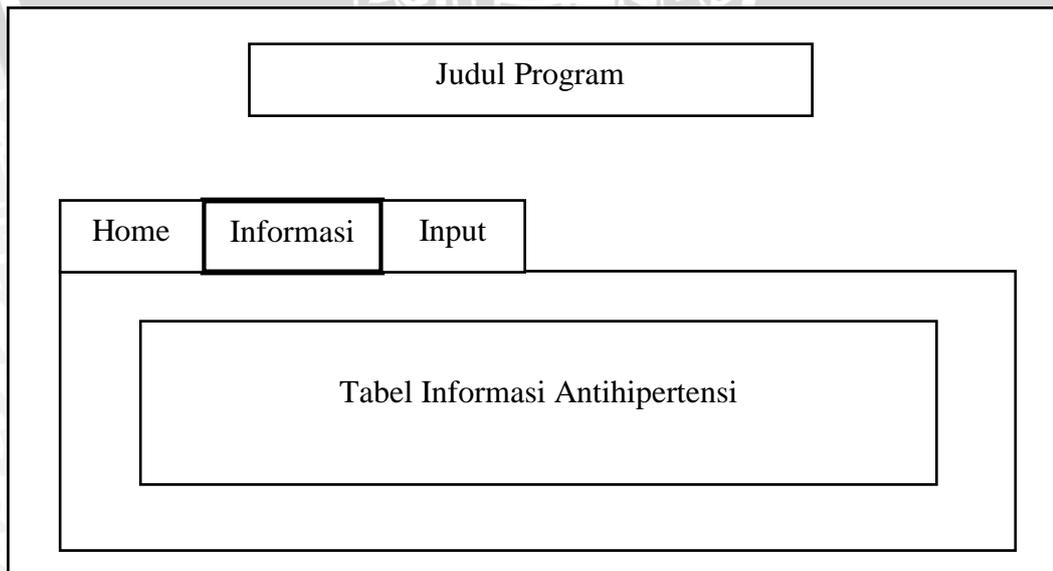


Gambar 4.1 Perancangan Panel Home

Pada panel *home* hanya berisi tampilan sederhana beserta deskripsi umum sistem tersebut.

4.4.2 Rancangan Panel Informasi

Rancangan untuk halaman informasi sistem akan dijelaskan pada Gambar 4.2.

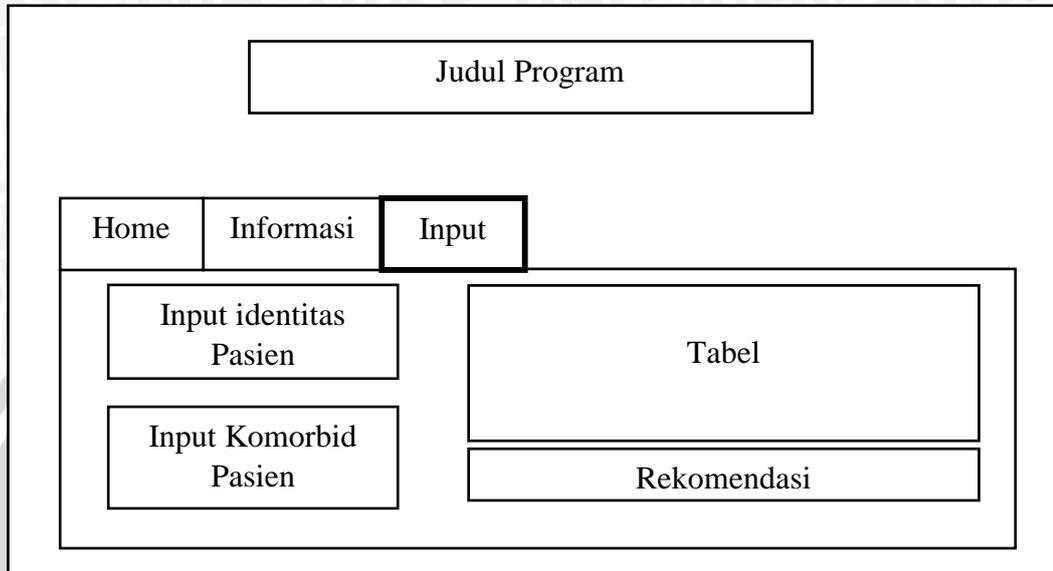


Gambar 4.2 Perancangan Panel Informasi

Pada panel informasi, terdapat tabel yang menjelaskan berbagai macam kategori antihipertensi beserta obat-obat dari tiap-tiap kategori antihipertensi.

4.4.3 Rancangan Panel *Input*

Rancangan untuk halaman *input* sistem akan dijelaskan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Perancangan Panel *Input*

Pada panel input, terdapat berbagai macam jenis inputan berupa *text-box* yang berisikan identitas pasien, inputan berupa kotak *checkbox* yang menjabarkan berbagai macam komorbid. Selain *input*, terdapat beberapa *output*, diantaranya hasil perhitungan dengan menggunakan algoritma genetika dalam bentuk tabel dan kolom rekomendasi yang menyatakan hasil terbaik.

BAB V

IMPLEMENTASI

5.1 Potongan *Source Code* Utama

Sesuai dengan rancangan yang telah dibahas pada bab sebelumnya, dalam sub bab ini akan dibahas mengenai implementasi dari rancangan dengan menggunakan bahasa Java pada netbeans.

5.1.1 Implementasi Membangkitkan Populasi Awal

Dalam implementasi membangkitkan populasi awal, proses dilakukan dengan memasukan input berupa *checkbox* dimana setiap *checkbox* mewakili satu penyakit seperti yang telah dibahas pada bab sebelumnya, yakni bab IV sub bab 4.3.1. Sebelum populasi awal dibangkitkan, terdapat proses pengambilan data dari database yang dibutuhkan sistem sebagai tabel master. Setelah proses selesai, populasi dapat dibangkitkan sesuai dengan kebutuhan. Potongan *Source Code* dalam membangkitkan populasi akan dijelaskan pada Gambar 5.1

```
1. if(mylist.get(i) == 1){
2.
3.     int[] random = {0,1,2,3,4,5,6,7,8,16};
4.     for(int j = 0; j < population; j++){
5.         int row = random[new.Random().nextInt(random.length)];
6.         if(klm == 0){
7.             for(int k = 0; k < 7; k++){
8.                 tabel[j][k] = master[row][k];
9.             }
10.        }
11.        else{
12.            for(int k = 0; k < 7; k++){
13.                tabel[j][k+7] = master[row][k];
14.            }
15.        }
16.    }
```

Gambar 5.1 *Source code* membangkitkan populasi awal

Dalam *source code* diatas adalah potongan dari keseluruhan karena prosesnya sama. Baris nomor satu menjelaskan mengenai kondisi apabila penyakit dengan kode 1 dipilih. Baris nomor 2 merupakan array yang berisi angka-angka integer yang mewakili antihipertensi dan dipilih secara acak sebanyak 5 kali. Sedangkan baris 5 hingga 13 hanya menjelaskan mengenai penempatan posisi dalam array. Proses yang sama akan terjadi apabila penyakit yang dipilih selain 1, misal 2 sampai dengan 10. Yang membedakan hanya nilai array random yang terkandung dari tiap-tiap kode.

5.1.2 Implementasi Crossover

Pada implementasi *crossover* ini menggunakan metode *one-cut point*, dengan menyilangkan dua buah kromosom yang dipilih secara acak untuk menghasilkan keturunan. Titik potong yang digunakan pada dua kromosom acak ada pada gen pertama pada kromosom pertama lalu disilangkan dengan satu gen terakhir pada kromosom kedua. *Source code crossover* akan dijelaskan pada Gambar 5.2.

```

1. for(int i=population;i<(population+cr_anak.intValue());i++){
2.     int xx; int yy;
3.     Random seleksi = new Random();
4.         xx = seleksi.nextInt(4) + 1;
5.         do{
6.             yy = seleksi.nextInt(4) + 1; }
7.         while(yy == xx);
8.         for(int x = 0; x < 7; x++){
9.             tabel[i][x] = tabel[xx][x];}
10.        for(int y = 6; y < 14; y++){
11.            tabel[i][y] = tabel[yy][y];}
12.}

```

Gambar 5.2 Source code crossover

5.1.3 Implementasi Mutasi

Pada implementasi mutasi ini menggunakan metode *reciprocal exchange*, dengan memilih satu kromosom secara acak kemudian dilakukan pertukaran nilai didalam kromosom tersebut sehingga memunculkan keturunan. *Source code* mutasi akan dijelaskan pada Gambar 5.3

```

1. for(int i = (population + cr_anak.intValue());
2.     i<population_total; i++){
3.         Random seleksi = new Random();
4.         int xx = seleksi.nextInt(4) + 1;
5.         String temp [][] = new String [1][7];
6.         for(int x = 0; x < 1; x++){
7.             for(int y = 0; y < 7; y++){
8.                 temp[x][y] = tabel[xx][y]; }
9.         for(int x = 0; x < 1; x++){
10.            for(int y = 0; y < 7; y++){

```

```

11.         tabel[i][y] = tabel[xx][y+7];
12.     }
13.     for(int x = 0; x < 1; x++){
14.         for(int y = 0; y < 7; y++){
15.             tabel[i][y+7] = temp[x][y];
16.         }
17. }

```

Gambar 5.3 Source code mutasi

5.1.4 Implementasi Kelayakan Solusi

Pada proses implementasi kelayakan solusi akan dilakukan pengecekan apakah suatu kromosom dikatakan layak atau tidak. Pengecekan dilakukan sesuai dengan aturan yang sudah dibahas pada bab sebelumnya. Hal ini dilakukan agar hasil yang dikeluarkan sistem merupakan kombinasi kromosom yang sesuai dengan aturan kombinasi. Potongan *source code* implementasi kelayakan akan dijelaskan pada Gambar 5.4.

```

1. if (tabel[i][0].equals("2")) {
2. if (tabel[i][7].equals("5") || tabel[i][7].equals("6") ||
   tabel[i][7].equals("8")) {
3.         tabel[i][14] = "0";
4. if (tabel[i][7].equals("2") || tabel[i][7].equals("3") ||
   tabel[i][7].equals("4")) {
           tabel[i][14] = "1";
5. }

```

Gambar 5.4 Potongan *source code* implementasi kelayakan solusi

Source code diatas merupakan potongan dari keseluruhan proses, sebab seluruh proses memiliki alur yang mirip hanya yang membedakan pada baris ke 2 dengan ke 4. Hanya angka-angkanya yang berbeda. Alur kelayakan solusi hanya melakukan pengecekan gen pada setiap kromosom. Dari potongan diatas dapat dilihat, apabila array[i][0] memiliki nilai 2, maka isi dari array[i][7] diantara nilai 5, 6, atau 8. Apabila solusi dikatakan layak, maka akan diisi nilai 0, sebaliknya apabila tidak layak maka diisi nilai 1;

5.1.5 Implementasi Perhitungan *Fitness*

Proses perhitungan *fitness* dilakukan seperti yang dijelaskan pada sub bab 4.3.4. sebelum dilakukan perhitungan, dibutuhkan nilai-nilai pada variabel kekuatan_sistol, kekuatan_diastol, total_harga, dan penalti. Setelah variabel-variabel sudah berisi nilai, maka proses perhitungan dapat dijalankan. *Source code* perhitungan *fitness* akan dijelaskan pada Gambar 5.5.

```

1.temp = (kekuatan_sistol/((0.1*total_harga)+(0.9*penalti)))+
(kekuatan_diastol/((0.1*total_harga) + (0.9*penalti)));
2.tabel[i][15] = String.valueOf(temp);

```

Gambar 5.5 Source code perhitungan *fitness*

5.1.6 Implementasi Seleksi

Proses seleksi menggunakan metode seleksi *Elitism*, yakni dengan cara membandingkan nilai tiap kromosom, sehingga kromosom yang memiliki nilai terbaik akan diletakan posisi paling atas. Didalam implementasi ini, tidak hanya dilihat dari *fitness* saja, melainkan juga penalti. Karena yang dibutuhkan pertama kali adalah solusi yang layak, lalu dengan *fitness* yang paling baik. *Source code* implementasi seleksi akan dijelaskan pada Gambar 5.6.

```

1.for(int i = 0; i < 7; i++){
2.    for(int j = 0; j < 7; j++){
3.        if(Integer.parseInt(tabel[j][14]) >
Integer.parseInt(tabel[j+1][14])) {
4.            String[] tempArray = new
String[tabel[j].length];
5.            tempArray = tabel[j];
6.            tabel[j] = tabel[j+1];
7.            tabel[j+1] = tempArray; }
8.        if(Integer.parseInt(tabel[j][14]) ==
Integer.parseInt(tabel[j+1][14])){
9.            if(Double.parseDouble(tabel[j][15]) <
Double.parseDouble(tabel[j+1][15])) {
10.                String[] tempArray = new
String[tabel[j].length];
11.                tempArray = tabel[j];
12.                tabel[j] = tabel[j+1];
13.                tabel[j+1] = tempArray;}
14.        } } }

```

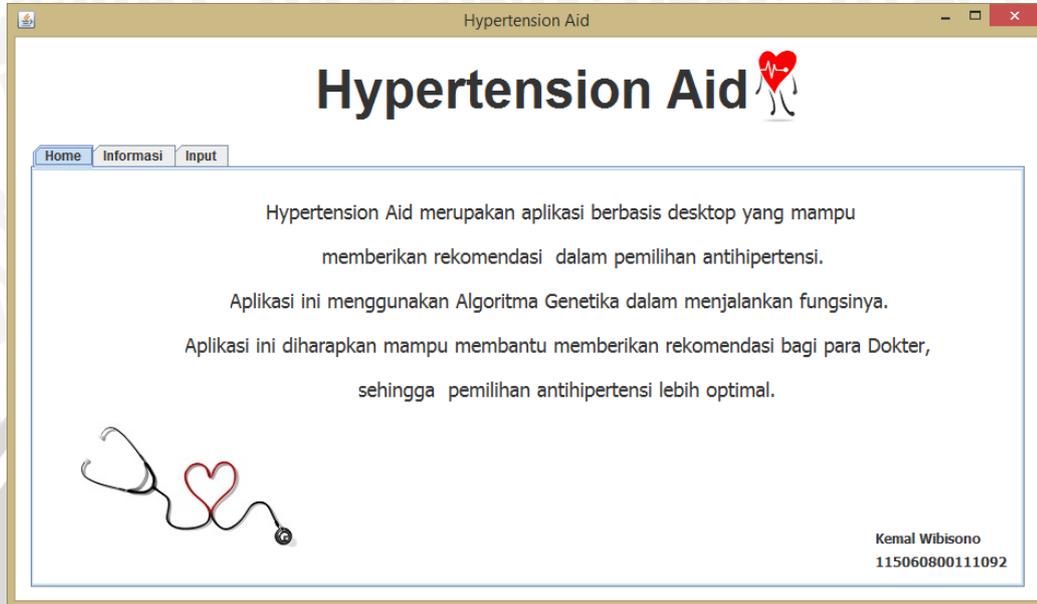
Gambar 5.6 Source code implementasi seleksi

5.2 Implementasi Antarmuka

Pada sub bab ini akan dijelaskan hasil dari implementasi perancangan yang telah dirancang sesuai dengan Bab IV. Antarmuka yang telah dibuat terdiri dari antarmuka panel *home*, panel informasi dan panel input.

5.2.1 Implementasi Antarmuka Panel *Home*

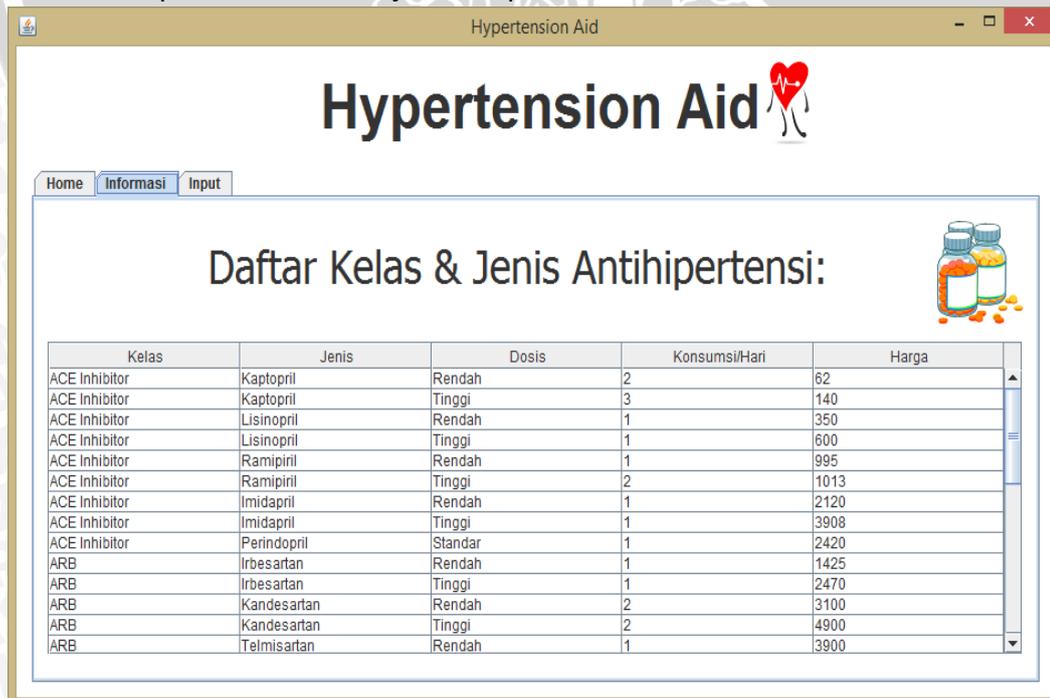
Panel *home* merupakan panel utama pada program ini. Panel *home* menjelaskan deskripsi umum sistem yang meliputi penjelasan mengenai sistem ini, kegunaan sistem ini, serta metode yang digunakan dalam sistem ini. Antarmuka panel *home* akan dijelaskan pada Gambar 5.7.



Gambar 5.7 Implementasi panel *home*

5.2.2 Implementasi Antarmuka Panel Informasi

Panel informasi merupakan panel pendukung yang digunakan dalam sistem ini. Panel informasi menjelaskan tentang deskripsi antihipertensi yang meliputi kelas antihipertensi, jenis antihipertensi, konsumsi antihipertensi per hari. Antarmuka panel informasi dijelaskan pada Gambar 5.8.



Gambar 5.8 Implementasi panel informasi

5.2.3 Implementasi Antarmuka Panel Input

Panel *input* merupakan panel yang paling penting didalam sistem ini. Panel ini berisi tentang *input* apa saja yang digunakan, kemudian diolah dengan metode dan menghasilkan rekomendasi berupa tabel. Antarmuka panel *input* akan dijelaskan pada Gambar 5.9.

The screenshot shows a web application window titled "Hypertension Aid". It features a navigation menu with "Home", "Informasi", and "Input" tabs. The "Input" tab is active, displaying a "Data Pasien" form and a "Hasil Diagnosa" section.

Data Pasien

Nama: Umur:
Sistol: Diastol:

Komorbid Pasien

Diabetes Mellitus Angina Pectoris
 CKD Atrial Flutter
 Post Myocardial Infarct Hyperthyroid
 Systolic Heart Failure Pregnancy
 High Coronary Disease Risk Migraine

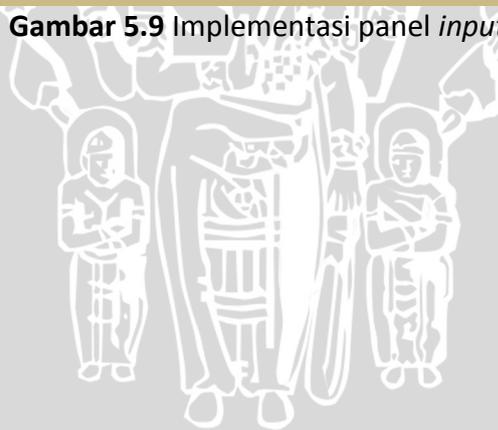
Hasil Diagnosa

Nama : Kemal W.
Umur : 21 Tahun
Tingkat Hipertensi : Hipertensi Stage-1
Kormobid Pasien :
-> CKD
-> Angina Pectoris

Berikut ini adalah kombinasi obat yang diperbolehkan:

Kromosom	Obat	Fitness	Status
[7, 14]	Irbesartan, Amlodipin	0.19044665012406947	Layak
[7, 16]	Irbesartan, Diltiazem	0.08098127143233975	Layak
[2, 16]	Kaptopril, Diltiazem	0.0735953574254814	Layak
[2, 13]	Kaptopril, Propanolol	0.03073463268365817	Tidak Layak
[4, 11]	Ramipiril, Atenolol	0.027737508456557456	Tidak Layak

Gambar 5.9 Implementasi panel *input*



BAB VI

PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dilakukan pengujian serta analisis terhadap sistem sesuai dengan rancangan pengujian yang telah dibuat pada bab sebelumnya. Pengujian meliputi pengujian generasi, populasi, kombinasi *crossover rate* dan *mutation rate*, serta pengujian menggunakan parameter terbaik terhadap studi kasus.

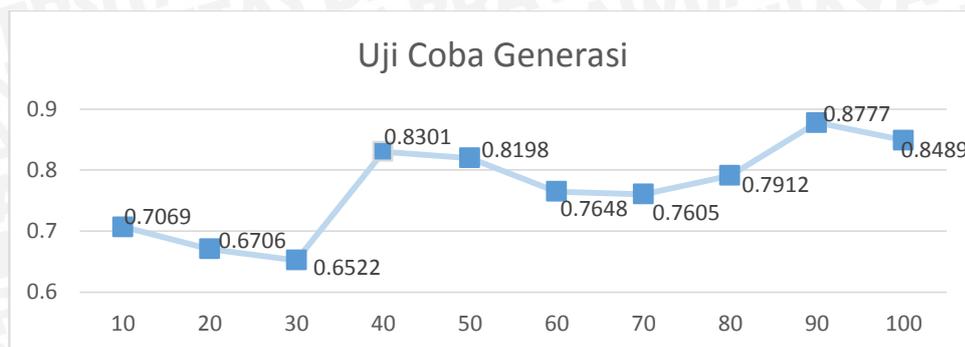
6.1 Pengujian dan Analisa Uji Coba Banyaknya Generasi

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah generasi yang optimal untuk menghasilkan fitness paling baik. Data yang digunakan untuk penelitian ini adalah pasien dengan hipertensi tingkat satu dan menderita komorbid CKD juga Angina Pectoris. Tekanan sistol pasien adalah 141 dan tekanan diastol pasien adalah 90. Jumlah populasi yang digunakan yakni 50 individu dengan banyak kelipatan generasi mulai dari 10 hingga 100. Nilai *crossover* dan *mutation rate* dalam pengujian ini sebesar 0,5 dan 0,5. Setiap generasi akan dilakukan sepuluh kali percobaan dan dicari rata-rata *fitness* yang telah didapat. Hasil uji coba banyaknya generasi ditampilkan pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Hasil uji coba banyaknya generasi

Generasi	Fitness										Rata-rata
	Percobaan ke:										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
10	0.337	0.614	0.897	0.897	0.987	0.519	0.897	0.897	0.41	0.614	0.7069
20	0.614	0.897	0.897	0.614	0.614	0.614	0.614	0.614	0.614	0.614	0.6706
30	0.897	0.614	0.897	0.519	0.614	0.337	0.614	0.519	0.614	0.897	0.6522
40	0.897	0.987	0.614	0.987	0.614	0.897	0.614	0.897	0.897	0.897	0.8301
50	0.897	0.614	0.987	0.987	0.614	0.987	0.614	0.614	0.987	0.897	0.8198
60	0.614	0.897	0.897	0.519	0.897	0.897	0.614	0.897	0.519	0.897	0.7648
70	0.897	0.519	0.897	0.614	0.897	0.571	0.897	0.897	0.519	0.897	0.7605
80	0.897	0.987	0.897	0.614	0.41	0.897	0.519	0.897	0.897	0.897	0.7912
90	0.987	0.897	0.897	0.897	0.897	0.897	0.614	0.897	0.897	0.897	0.8777
100	0.897	0.897	0.987	0.897	0.897	0.614	0.897	0.987	0.897	0.519	0.8489

Berdasarkan hasil uji coba banyaknya generasi pada Tabel 6.1 dapat diketahui setiap generasi memiliki rata-rata *fitness* yang berbeda-beda. Dari data tersebut dapat dibuat grafik untuk melihat perbedaan tinggi rendahnya rata-rata *fitness* yang dimiliki oleh tiap generasi. Grafik hasil uji coba banyaknya generasi akan dijelaskan pada Gambar 6.1.



Gambar 6.1 Grafik hasil uji coba banyaknya generasi

Pada Gambar 6.1 dapat dilihat nilai rata-rata *fitness* terbaik adalah 0,8777 pada generasi ke 90. Sedangkan nilai rata-rata *fitness* terendah adalah 0,6522 pada generasi ke 30. Gambar diatas juga menjelaskan bahwa pada generasi ke 60 hingga 100 memiliki kecenderungan nilai *fitness* naik. Dalam percobaan ini dapat disimpulkan bahwa apabila semakin besar suatu generasi, akan memiliki kecenderungan nilai *fitness* yang lebih baik dan juga waktu eksekusi semakin lama dikarenakan area pencarian yang semakin luas. Dalam pengujian ini didapat bahwa jumlah generasi yang paling optimal yakni 90 dengan nilai rata-rata *fitness* sebesar 0,8777.

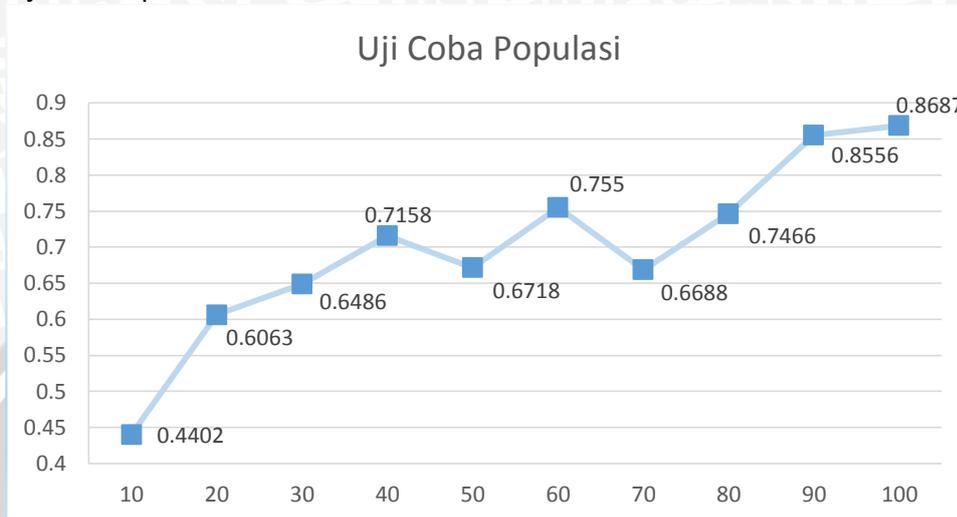
6.2 Pengujian dan Analisa Uji Coba Ukuran Populasi

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui ukuran populasi yang optimal untuk menghasilkan *fitness* paling baik. Data yang digunakan untuk penelitian ini adalah pasien dengan hipertensi tingkat satu dan menderita komorbid CKD juga Angina Pectoris. Tekanan sistol pasien adalah 141 dan tekanan diastol pasien adalah 90. Jumlah generasi yang digunakan yakni 25 generasi dengan ukuran populasi dengan kelipatan mulai dari 10 hingga 100 populasi. Nilai *crossover* dan *mutation* rate dalam pengujian ini sebesar 0,5 dan 0,5. Setiap generasi akan dilakukan sepuluh kali percobaan dan dicari rata-rata *fitness* yang telah didapat. Hasil uji coba ukuran populasi ditampilkan pada Tabel 6.2.

Tabel 6.2 Hasil uji coba ukuran populasi

Populasi	Fitness										Rata-rata
	Percobaan ke:										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
10	0.897	0.897	0.125	0.614	0.144	0.113	0.571	0.571	0.337	0.133	0.4402
20	0.519	0.897	0.291	0.41	0.41	0.897	0.897	0.987	0.236	0.519	0.6063
30	0.614	0.19	0.897	0.897	0.897	0.41	0.57	0.41	0.614	0.987	0.6486
40	0.897	0.987	0.897	0.571	0.265	0.614	0.614	0.897	0.897	0.519	0.7158
50	0.897	0.451	0.337	0.897	0.614	0.41	0.987	0.897	0.614	0.614	0.6718
60	0.614	0.897	0.519	0.614	0.897	0.614	0.897	0.897	0.987	0.614	0.755
70	0.41	0.519	0.897	0.897	0.614	0.519	0.897	0.519	0.897	0.519	0.6688
80	0.897	0.519	0.897	0.614	0.897	0.897	0.897	0.614	0.337	0.897	0.7466
90	0.614	0.897	0.897	0.897	0.897	0.897	0.987	0.897	0.897	0.676	0.8556
100	0.897	0.614	0.897	0.897	0.897	0.897	0.897	0.897	0.897	0.897	0.8687

Berdasarkan hasil uji coba ukuran populasi pada Tabel 6.2 dapat diketahui setiap ukuran populasi memiliki rata-rata *fitness* yang berbeda-beda. Semakin besar ukuran populasi memiliki kecenderungan untuk memiliki rata-rata *fitness* yang tinggi juga. Dari data tersebut dapat dibuat grafik untuk melihat pengaruh ukuran populasi terhadap rata-rata *fitness*. Grafik hasil uji coba ukuran populasi akan dijelaskan pada Gambar 6.2



Gambar 6.2 Grafik hasil uji coba ukuran populasi

Pada Gambar 6.2 dapat dilihat nilai rata-rata *fitness* terbaik adalah 0,868 pada populasi ke 100. Sedangkan nilai rata-rata *fitness* terendah adalah 0,4402 pada populasi ke 10. Gambar diatas juga menjelaskan semakin besar populasi memiliki kecenderungan nilai rata-rata *fitness* juga semakin tinggi. Dari ukuran populasi 10 hingga 60 memiliki grafik yang naik. Kemudian terjadi penurunan pada ukuran populasi 70, yakni dengan nilai 0.6688. Setelah itu hingga ukuran populasi 100, grafik mengalami kecenderungan naik. Dari pengujian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa apabila suatu populasi semakin besar, maka kecenderungannya memiliki nilai *fitness* yang tinggi. Dalam pengujian ini juga didapat bahwa jumlah populasi yang paling optimal yakni 100 dengan nilai rata-rata *fitness* sebesar 0,868.

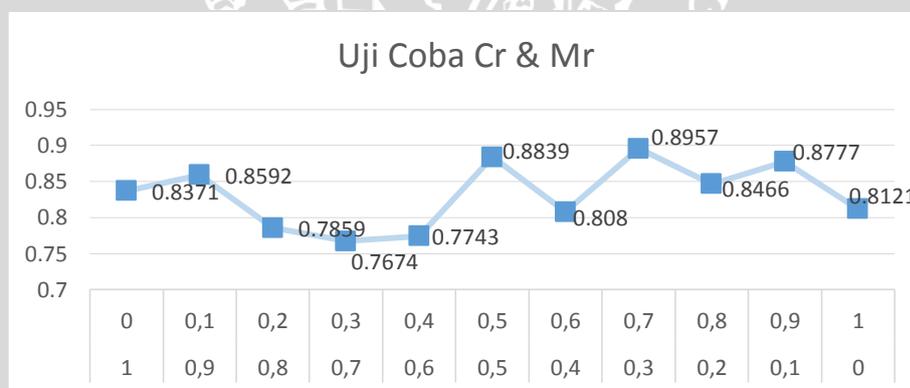
6.3 Pengujian dan Analisa Uji Coba Kombinasi *Crossover* dan *Mutation Rate*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kombinasi *crossover rate* dan *mutation rate* yang optimal untuk menghasilkan *fitness* paling baik. Data yang digunakan untuk penelitian ini adalah pasien dengan hipertensi tingkat satu dan menderita komorbid CKD juga Angina Pectoris. Tekanan sistol pasien adalah 141 dan tekanan diastol pasien adalah 90. Jumlah generasi yang digunakan yakni generasi yang terbaik yang telah dilakukan pengujian sebelumnya, yakni 90 generasi dengan ukuran populasi terbaik yang telah dilakukan pengujian sebelumnya sebesar 100 individu. Kombinasi *crossover rate* dan *mutation rate* dimulai dari 0,1 skala 0 hingga 1. Setiap generasi akan dilakukan sepuluh kali percobaan dan dicari rata-rata *fitness* yang telah didapat. Hasil uji coba ukuran populasi ditampilkan pada Tabel 6.3.

Tabel 6.3 Hasil uji coba kombinasi *crossover* dan *mutation rate*

Komposisi		Fitness										Rata-rata
		Percobaan ke:										
Cr	Mr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0	0.897	0.897	0.897	0.676	0.519	0.897	0.897	0.897	0.897	0.897	0.8371
0,9	0,1	0.897	0.897	0.897	0.897	0.897	0.897	0.897	0.897	0.519	0.897	0.8592
0,8	0,2	0.897	0.987	0.614	0.676	0.987	0.614	0.897	0.676	0.897	0.614	0.7859
0,7	0,3	0.987	0.614	0.676	0.897	0.897	0.897	0.897	0.614	0.519	0.676	0.7674
0,6	0,4	0.614	0.897	0.897	0.897	0.897	0.897	0.897	0.614	0.614	0.519	0.7743
0,5	0,5	0.897	0.897	0.897	0.676	0.897	0.897	0.897	0.987	0.897	0.897	0.8839
0,4	0,6	0.897	0.614	0.897	0.987	0.614	0.987	0.897	0.676	0.614	0.897	0.808
0,3	0,7	0.897	0.987	0.897	0.897	0.897	0.987	0.897	0.614	0.897	0.987	0.8957
0,2	0,8	0.897	0.897	0.897	0.614	0.897	0.897	0.897	0.676	0.897	0.897	0.8466
0,1	0,9	0.897	0.897	0.897	0.987	0.897	0.897	0.897	0.614	0.897	0.897	0.8777
0	1	0.897	0.897	0.614	0.614	0.897	0.897	0.897	0.614	0.897	0.897	0.8121

Berdasarkan hasil uji coba kombinasi *crossover* dan *mutation rate* pada Tabel 6.3 dapat diketahui setiap ukuran populasi memiliki rata-rata *fitness* yang berbeda-beda. Dari data tersebut dapat dibuat grafik untuk melihat tinggi rendah rata-rata nilai *fitness* dari kombinasi *crossover* dan *mutation rate*. Grafik hasil uji coba kombinasi *crossover* dan *mutation rate* akan dijelaskan pada Gambar 6.3.



Gambar 6.3 Grafik hasil uji coba *crossover* dan *mutation rate*

Pada Gambar 6.3 dapat dilihat nilai rata-rata *fitness* terbaik adalah 0,895 pada kombinasi *crossover rate* dengan nilai 0,3 dan *mutation rate* dengan nilai 0,7. Sedangkan nilai rata-rata *fitness* terendah adalah 0,767 pada kombinasi *crossover rate* dengan nilai 0,7 dan *mutation rate* dengan nilai 0,3. Dari Gambar 6.3 dapat dilihat, apabila kombinasi *crossover rate* dan *mutation rate* yang bernilai 0,5 sebagai titik tengah, kombinasi *crossover rate* dan *mutation rate* dari 1 dan 0 hingga 0,6 dan 0,4 memiliki rata-rata *fitness* 0,804. Sedangkan kombinasi *crossover rate* dan *mutation rate* 0,4 dan 0,6 hingga 0 dan 1 memiliki rata-rata *fitness* 0,848. Dari penjelasan diatas didapat kesimpulan apabila nilai *crossover rate* lebih kecil dari nilai *mutation rate*, hasil *fitness* yang didapat memiliki kecenderungan lebih besar dan kombinasi *crossover rate* dan *mutation rate* paling baik adalah 0,3 dan 0,7 dengan rata-rata *fitness* 0,895.

6.4 Pengujian Parameter Terbaik

Pengujian ini bertujuan untuk menguji parameter-parameter yang telah diuji sebelumnya, dimana jumlah generasi yang paling optimal sebanyak 90, ukuran populasi yang paling optimal sebesar 100 individu dan kombinasi nilai *crossover rate* dan *mutation rate* yang paling optimal adalah 0,3 dan 0,7. Terdapat lima percobaan didapatkan hasil rekomendasi dokter yang dijelaskan pada Tabel 6.4. Sedangkan dengan data yang sama didapatkan hasil rekomendasi sistem dengan menggunakan parameter algoritma genetika yang dijelaskan pada Tabel 6.5.

Tabel 6.4 Tabel diagnosa dokter

Diagnosa Dokter					
Komorbid		Obat		Fitness	Status
1	2	1	2		
CKD	Angina Pectoris	Kandesartan	Atenolol	0.046	Tidak Layak
DM	Angina Pectoris	Valsartan	Amlodipin	0.041	Layak
DM	Angina Pectoris	Kaptopril	Amlodipin	0.897	Layak
DM	Angina Pectoris	Furosemid	Valsartan	0.039	Layak
DM	Angina Pectoris	Kaptopril	Bisoprolol	0.17	Tidak Layak

Tabel 6.5 Tabel rekomendasi sistem menggunakan algoritma genetika

Hasil GA					
Komorbid		Obat		Fitness	Status
1	2	1	2		
CKD	Angina Pectoris	Kaptopril	Amlodipin	0.897	Layak
DM	Angina Pectoris	Kaptopril	Nifedipin	0.61	Layak
DM	Angina Pectoris	Kaptopril	Amlodipin	0.897	Layak
DM	Angina Pectoris	Kaptopril	Amlodipin	0.897	Layak
DM	Angina Pectoris	Kaptopril	Amlodipin	0.897	Layak

Berdasarkan perbandingan Tabel 6.4 dan Tabel 6.5, dapat disimpulkan bahwa hasil akhir sistem dapat merekomendasikan pemilihan antihipertensi pada penderita hipertensi yang lebih optimal. Pada kasus nomor 1, 2, 4 dan 5 sistem mampu memberikan rekomendasi yang lebih optimal dari segi nilai *fitness*, khususnya pada kasus 1 dan 5 dimana sistem juga memberikan solusi yang layak sesuai dengan aturan kombinasi.

BAB VII

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari percobaan yang dilakukan dalam penelitian implementasi algoritma genetika untuk optimasi pemilihan antihipertensi pada penderita hipertensi adalah sebagai berikut:

1. Optimasi pemilihan antihipertensi dapat diterapkan menggunakan algoritma genetika. Dalam penelitian ini menggunakan representasi kromosom *real code*, metode *crossover* menggunakan metode *one-cut point*, metode mutasi menggunakan metode *reciprocal exchange mutation*, dan metode seleksi menggunakan metode seleksi *elitism*.
2. Dari pengujian yang dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa nilai parameter algoritma genetika mempengaruhi nilai *fitness* yang didapat. Ukuran nilai parameter yang kecil menghasilkan solusi-solusi yang beragam, tetapi kurang optimal dan area pencarian yang masih sempit. Sedangkan ukuran nilai parameter yang besar menghasilkan solusi-solusi yang kurang beragam dan waktu eksekusi lebih lama, tetapi menghasilkan solusi yang lebih optimal.
3. Dari hasil uji coba parameter algoritma genetika didapat nilai-nilai parameter yang menghasilkan *fitness yang paling optimal*, yakni generasi yang paling optimal adalah 90 dengan rata-rata nilai *fitness* sebesar 0,877. Kemudian untuk ukuran populasi yang paling optimal adalah 100 individu dengan rata-rata nilai *fitness* sebesar 0,868 dan kombinasi nilai *crossover rate* dan *mutation rate* yang paling optimal adalah 0,3 dan 0,7 dengan rata-rata nilai *fitness* 0,895.

7.2 Saran

Pada penelitian ini terdapat beberapa saran yang ditambahkan atau dikembangkan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Pada permasalahan optimasi pemilihan antihipertensi, penelitian ini memiliki batasan seperti yang dijelaskan pada bab sebelumnya. Pada penelitian berikutnya dapat diperluas dengan menambahkan faktor-faktor lain, seperti efek obat pada penderita hipertensi, keluhan-keluhan yang dialami oleh penderita, atau diagnosa lanjutan yang bersifat periodik sehingga pengendalian hipertensi menjadi lebih baik lagi.
2. Pada permasalahan optimasi pemilihan antihipertensi, data antihipertensi yang digunakan hanya antihipertensi yang bersifat oral. Pada penelitian berikutnya dapat diperluas dengan menambahkan antihipertensi yang bersifat suntik atau injeksi sehingga menjadi lebih baik lagi.
3. Pada penelitian ini menggunakan parameter algoritma genetika berupa representasi kromosom *real code*, metode *crossover* menggunakan metode *one-cut point*, metode mutasi menggunakan metode *reciprocal exchange mutation*, dan metode seleksi menggunakan metode seleksi *elitism*. Pada penelitian berikutnya dapat digunakan metode representasi

kromosom yang lain, *crossover* dengan metode *extended intermediate crossover*, mutasi dengan metode lain, dan seleksi yang berbeda sehingga hasil lebih bervariasi.



DAFTAR PUSTAKA

- Saputro, HA, Mahmudy, WF & Dewi, C 2015, 'Implementasi algoritma genetika untuk optimasi penggunaan lahan pertanian', *DORO: Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya*, vol. 5, no. 12.
- Suci, WW, Mahmudy, WF & Putri, RRM 2015, 'Optimasi biaya pemenuhan gizi dan nutrisi pada manusia lanjut usia menggunakan algoritma genetika', *DORO: Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya*, vol. 5, no. 17.
- Salwa, Anita. 2013. *Evaluasi Penggunaan Obat Antihipertensi pada Pasien Hipertensi dengan Gangguan Ginjal di Instalasi Rawat Inap RSUD Dr. Moewardi tahun 2010*. Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Mahmudy, Wayan Firdaus. 2013. *Algoritma Evolusi*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Law, M. Wald, M. dan Morris, J. 2003. *Lowering Blood pressure to prevent myocardial infraction and stroke: a new preventive strategy*. *Health Technology Assessment*
- Chobanian, AV. Bakris, GL. et al. 2003. *JNC 7 Express : The Seventh Report of the Joint National Committe on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure*. International Medical Publishing, Inc
- Sutriyano, E. 2015. "Konsumsi Obat Mahal Sepanjang Hidup, Ini Kalkulasi Biaya Untuk Pasien Hipertensi" *Tribunnews.com*[diakses 24 Agustus 2015].
- Priatmojo, D. Permadi E. 2014." *Banyak Masalah, DPR Akan Evaluasi Pelaksanaan BPJS*" *Viva.co.id*[diakses 27 juni 2014].
- Rustiani, E. Andrajati, R. dan Arsyanti, L. 2014. "Analisis Penggunaan Obat Antihipertensi di Poliklinik Rawat Jalan Rumah Sakit PMII Bogor: Perbandingan *Cost Effectivness* dan Kualitas Hidup Pasien", 12, 5.

LAMPIRAN BUKTI PENELITIAN A



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR
RUMAHSAKIT UMUM DAERAH Dr. SAIFUL ANWAR
TERAKREDITASI KARS VERSI 2012 TINGKAT PARIPURNA



24 Februari 2015 s.d. 23 Februari 2018
Jl. Jaks Agung Suprpto No.2 MALANG 65111
Telp. (0341) 362101, Fax. (0341) 369384
E-mail : staf-rsu-drsaifulanwar@jatimprov.go.id
Website : www.rsusaifulanwar.jatimprov.go.id



NOTA DINAS

Kepada : Kepala Bidang Rekam Medik & Evapor
Dari : Kepala Bidang Diklit
RSUD Dr. Saiful Anwar Malang
Tanggal : 13 - 06 - 2016
Nomor : 070/566 /1.20/302/2016
Sifat : Biasa
Lampiran : --
Perihal : Penghadapan Penelitian bagi Mahasiswa Program Studi Teknologi
Informasi dan Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang a.n
Kemal Wibisono

Menindaklanjuti surat dari Direktur RSUD Dr. Saiful Anwar Malang No. 070/10257/302/2016 tanggal 13 Juni 2016 perihal Izin Penelitian, bersama ini kami hadapkan Mahasiswa tersebut untuk melaksanakan penelitian di satuan kerja yang Saudara pimpin pada bulan Juni s/d Juli 2016 sesuai dengan judul proposal, atas nama :

No	Nama/NIM	Institusi	Judul Proposal
1.	Kemal Wibisono NIM. 115060800111092	Program Studi Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang	Implementasi Algoritma Genetika Untuk Optimasi Pemilihan Antihipertensi Pada Penderita Hipertensi

Setelah yang bersangkutan selesai melaksanakan penelitian, mohon Saudara informasikan tertulis kepada kami bahwa yang bersangkutan telah selesai melaksanakan penelitian di satuan kerja yang Saudara pimpin, sebagai dasar kami membuat Surat Keterangan Selesai Penelitian bagi yang bersangkutan.

Demikian atas perhatian dan kerjasama Saudara, diucapkan terima kasih.

Kepala Bidang Pendidikan & Penelitian

SRI ENDAH NOVIANI, SH, M.Sc

Pembina Tingkat I
NIP. 19631103 199103 2 004

LAMPIRAN BUKTI PENELITIAN B



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR
RUMAHSAKIT UMUM DAERAH Dr. SAIFUL ANWAR
TERAKREDITASI KARS VERSI 2012 TINGKAT PARIPURNA



☆☆☆☆☆☆
24 Februari 2015 s.d. 23 Februari 2018
Jl. Jaks Agung Suprpto No.2 MALANG 65111
Telp. (0341) 362101, Fax. (0341) 369384
E-mail : staf-rsu-drsaifulanwar@jatimprov.go.id
Website : www.rsusaifulanwar.jatimprov.go.id

Nomor : 070 / 10257 / 302 / 2016
Sifat : Biasa
Lampiran : -
Perihal : Izin Penelitian

Malang, 13 JUN 2016'
Kepada Yth. Ketua Program Studi Informatika/Ilmu Komputer
Universitas Brawijaya
Jl. Veteran
di-

a.n Kemal Wibisono MALANG

Menindaklanjuti surat Saudara nomor : 0077/UN10.36/AK/2015, tanggal 12 Januari 2016, perihal sebagaimana tersebut pada pokok surat, dengan ini kami sampaikan bahwa pada prinsipnya kami dapat menyetujui permohonan dimaksud. Selain itu ada beberapa hal yang perlu kami informasikan sebagai berikut :

- Mahasiswa wajib menaati peraturan dan tata tertib yang berlaku di RSUD Dr. Saiful Anwar Malang yaitu :
 - Memakai jas almamater;
 - Tidak mengenakan pakaian dari bahan jeans dan kaos;
 - Kartu Tanda Pengenal harus selalu dipakai selama kegiatan di RSSA;
 - Mengenakan pakaian yang sopan dan layak pakai;
- Penelitian bisa dilakukan pada bulan Juni s/d Juli 2016 di Bidang Rekam Medik & Evapor RSUD Dr. Saiful Anwar Malang;
- Menyerahkan pas foto berwarna ukuran 4 x 6 cm sebanyak 1 (satu) lembar untuk pembuatan Kartu Tanda Pengenal;
- Besaran biaya:
 - Penelitian : Rp. 250.000,-/orang/bulan/satker;
 - Kartu Pengenal : Rp. 30.000,-/orang;
 - Surat Keterangan Selesai Penelitian : Rp. 10.000,-/orang;
 - Peminjaman Status RM : Rp. 5.000,-/orang/DRM;
 - Pelayanan Data Medik : Rp. 6.000,-/orang/bulan;
- Laporan hasil penelitian (skripsi), agar diserahkan ke Bidang Diklit dan satuan kerja yang dituju di RSUD Dr. Saiful Anwar Malang, sebanyak 2 (dua) expl dan 1 (satu) keping CD.

Adapun untuk pelaksanaan selanjutnya, mohon mahasiswa yang bersangkutan berkoordinasi dengan Bidang Diklit RSUD Dr. Saiful Anwar Malang.

Demikian untuk menjadikan maklum, atas perhatian dan kerjasama Saudara diucapkan terima kasih.

a.n. Direktur RSUD Dr. Saiful Anwar Malang
Wadir. P. dan P. Pengembangan Profesi



dr. MOCHAMAD BACHTIAR BUDIANTO, Sp. B(K) Onk.

Pembina
NIP. 19670725 199603 1 003

Tembusan :
Yth. 1. Direktur RSSA (sebagai laporan)

