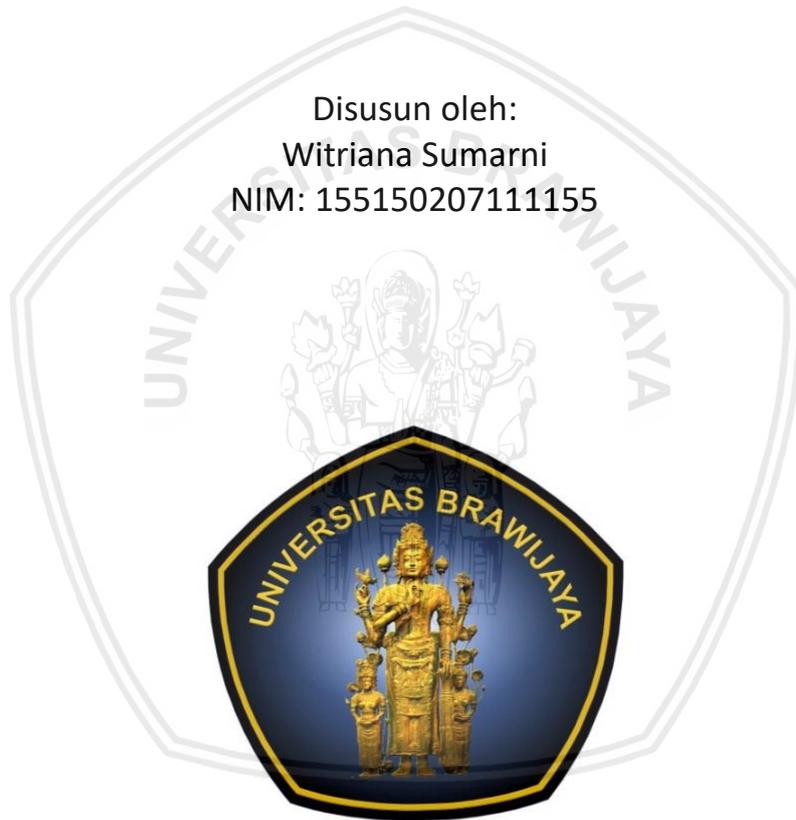


**OPTIMASI PENGADAAN BUKU PERPUSTAKAAN
MENGUNAKAN METODE ALGORITME GENETIKA
(Studi Kasus : Perpustakaan Universitas Brawijaya)**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar sarjana Komputer

Disusun oleh:
Witriana Sumarni
NIM: 155150207111155



PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019

PENGESAHAN

OPTIMASI PENGADAAN BUKU PERPUSTAKAAN MENGGUNAKAN METODE ALGORITME GENETIKA

(Studi Kasus : Perpustakaan Universitas Brawijaya)

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Komputer

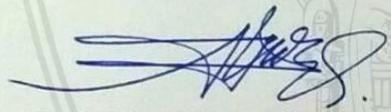
Disusun oleh:
Witriana Sumarni
NIM: 155150207111155

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
28 Mei 2019

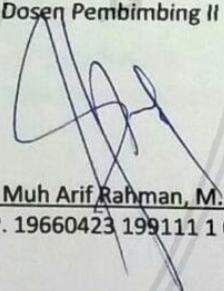
Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Agus Wahyu Widodo, S.T, M.Cs
NIP. 19740805 200112 1 001



Drs. Muh Arif Rahman, M.Kom
NIP. 19660423 199111 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, 21 April 2019



Witriana Sumarni

NIM: 15515020711155

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan izin-Nya penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Optimasi Pengadaan Buku Perpustakaan Menggunakan Algoritme Genetika (Studi Kasus: Perpustakaan Pusat Universitas Brawijaya)” dengan tepat waktu. Dalam pengerjaan skripsi tidak terlepas juga dari bantuan, bimbingan, dukungan semangat dan doa yang diberikan oleh berbagai pihak kepada penulis. Oleh karena itu, ucapan terima kasih akan disampaikan kepada:

1. Keluarga tercinta yaitu kedua orang tua, kakak, kakak ipar dan adik tercinta yang selama ini tak henti-hentinya mengirimkan doa terbaiknya untuk penulis, yang selalu memberikan dukungan baik moril maupun materil selama penulis menempuh pendidikan,
2. Bapak Agus Wahyu Widodo, S.T, M.Cs selaku dosen pembimbing 1 yang selalu meluangkan waktu sibuknya untuk memberikan bimbingan dan arahan yang baik dengan kesabaran tidak terbatas, segala kritik dan saran yang membangun serta dukungan dan doa yang selalu diberikan kepala penulis,
3. Bapak Drs. Muh. Arif Rahman, M.Kom selaku dosen pembimbing 2 yang selalu meluangkan waktunya untuk membimbing, memberikan arahan untuk penulis dalam pengerjaan dokumen skripsi dengan baik dan benar, serta kritik dan saran yang sangat membantu penulis,
4. Bapak dan ibu dosen serta seluruh civitas akademik Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya yang dengan sabar dan ikhlas memberikan ilmu, mendidik dan membantu penulis selama perkuliahan serta telah memberikan banyak inspirasi bagi penulis dalam pengerjaan skripsi,
5. Teman-teman Himpunan Mahasiswa Informatika khususnya teman seperjuangan angkatan 2015 yang telah memberikan dan mau berbagi ilmu, berbagi pengalaman, berbagi suka dan duka,
6. Sahabat-sahabat yang selalu mendukung penulis sejak SMA, Tim17, Sasaque, Ginyok, Childhood dan Teman yang terlupakan. Penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala dukungan, semangat dan doa yang telah diberikan secara tulus dan ikhlas kepada penulis.
7. Sahabat-sahabat seperjuangan penulis di kota Malang, Cinthia Vairra Hudyanti S.kom., Rizdiani Tri Prastiti., Siti Alfina P. S., Tesa Putri Cendani., Femilia Nopianti., Faradila Puspa Wardani S.kom., Ardia Regita P., Tasya Agiyola., Shafitri N., dan Muhammad Rafi Farhan S.kom., serta teman-teman kos poharin yang selalu memberikan semangat, dukungan, pertimbangan, masukan, kritik, saran dan doa yang tiada hentinya serta telah menemani penulis dalam pengerjaan skripsi. Semoga Allah SWT senantiasa selalu melindungi kalian semua.

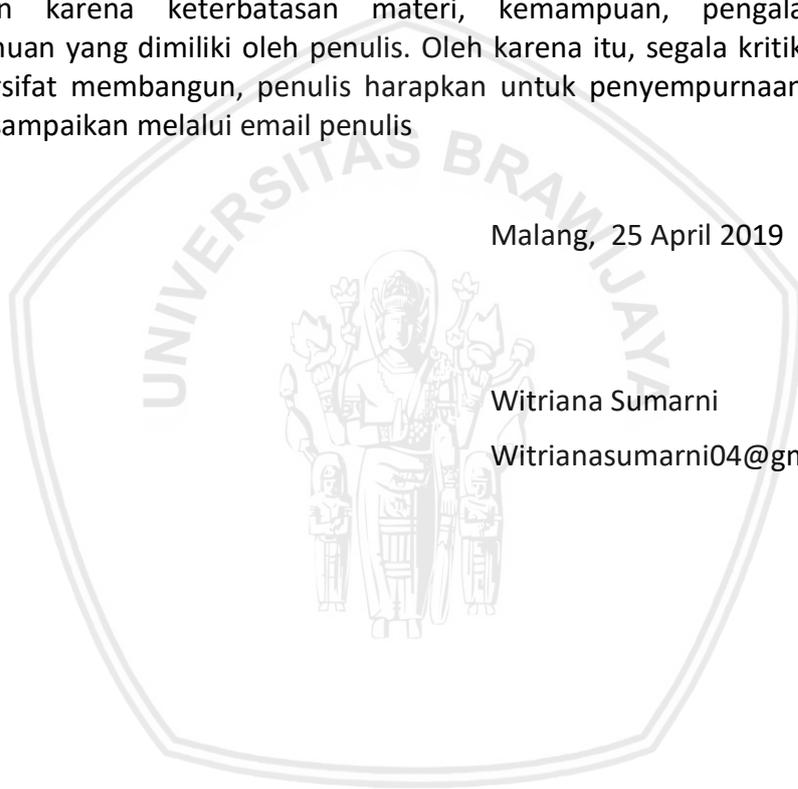
8. Keluarga kelas T yang telah memberikan ilmu dan pengalaman, dukungan, doa, kritik dan saran yang membangun serta selalu memberikan kasih sayang yang tulus. Suatu keberuntungan dan kehormatan bisa berada ditengah orang-orang hebat seperti kalian semua.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terimakasih banyak atas bantuan, semangat dan doa yang diberikan kepada penulis.

Semoga jasa dan amal baik yang telah diberikan mendapatkan balasan yang jauh lebih baik lagi dari Allah SWT, serta semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan untuk pengembangan penelitian selanjutnya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna dan tidak terlepas dari kekurangan dan kesalahan karena keterbatasan materi, kemampuan, pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang bersifat membangun, penulis harapkan untuk penyempurnaan skripsi ini dapat disampaikan melalui email penulis

Malang, 25 April 2019

Witriana Sumarni

Witrianasumarni04@gmail.com



ABSTRAK

Witriana Sumarni, Optimasi Pengadaan Buku Perpustakaan Menggunakan Metode Algoritme Genetika (Studi Kasus: Perpustakaan Universitas Brawijaya)

Pembimbing: Agus Wahyu Widodo, S.T., M.Cs dan Drs. Muh Arif Rahman, M.Kom.

Setiap tahun pada perpustakaan Universitas Brawijaya mengadakan pengadaan buku untuk meningkatkan daya tarik pembaca ataupun untuk memberikan pelayanan yang terbaik bagi pembaca. Namun, untuk melakukan pengadaan buku yang maksimal diperlukan anggaran dana yang mencukupi untuk kebutuhan pembelian seluruh buku yang diperlukan oleh masing-masing jurusan yang ada di Universitas Brawijaya. Maka dari itu, dalam penelitian ini dibuat sistem yang mampu mengoptimalkan jumlah buku yang didapatkan dengan anggaran yang sudah ditetapkan di perpustakaan Universitas Brawijaya dengan menerapkan metode algoritme genetika. Algoritme genetika membangkitkan kromosom dengan algoritme genetika permutasi yaitu setiap gen merepresentasikan 1 judul buku per jurusan. Setelah dilakukan pembangkitan kromosom kemudian akan dilakukan proses reproduksi *crossover* dan reproduksi mutasi untuk menghasilkan individu baru. Kemudian dilakukan evaluasi dan seleksi individu berdasarkan nilai *fitness* tertinggi. Setelah dilakukan pengujian, didapatkan hasil parameter ukuran populasi terbaik = 160, parameter banyak generasi = 2000, *crossover rate* 0.5 dan *mutation rate* 0.5 yang memberikan hasil pengadaan buku perpustakaan Universitas Brawijaya yang optimal yakni dengan jumlah buku yang terbeli adalah 1077 buku.

Kata kunci: *optimasi, pengadaan buku perpustakaan, algoritme genetika, one-cut-point crossover, reciprocal exchange mutation, elitism.*

ABSTRACT

Witriana Sumarni, Optimization of Library Book Procurement Using Genetic Algorithm Methods (Case Study: Brawijaya University Library)

Supervisors: Agus Wahyu Widodo, S.T., M.Cs and Drs. Muh Arif Rahman, M.Kom

Every year at Library of Brawijaya University procures books to increase the attractiveness of readers or to provide the best service for readers. However, to carry out a maximum book procurement, an adequate budget is needed for the needs of all books needed by each department in Brawijaya University. Therefore, in this study a system was created which was able to optimize the number of books obtained with the budget set in the library of Brawijaya University by applying the genetic algorithm method. Genetic algorithms generate chromosomes with permutation genetic algorithms, each gene represents 1 book title per department. After chromosome generation is carried out, a crossover reproduction process and mutation reproduction will be carried out to produce new individuals. Then an individual evaluation and selection is based on the highest fitness value. After testing, the results of the parameters of the best population were obtained = 160, parameters of many generations = 2000, crossover rate 0.5 and mutation rate 0.5 which gave the optimal results of the library book procurement by the number of book purchased 1077 books.

Keywords: optimization, procurement of library books, genetic algorithms, one-cut-point crossover, reciprocal exchange mutation, elitism.

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN ORISINALITAS	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan masalah	3
1.6 Sistematika pembahasan.....	3
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 Dasar Teori.....	8
2.2.1 Pengertian Optimasi.....	8
2.2.2 Perpustakaan.....	8
2.2.3 Pengadaan Buku Perpustakaan.....	9
2.2.4 Algoritme Genetika	10
2.2.5 Komponen Algoritme Genetika	11
BAB 3 METODOLOGI	14
3.1 Tipe Penelitian	14
3.2 Strategi Penelitian.....	14
3.2.1 Objek Penelitian	15
3.2.2 Metode Pengumpulan Data.....	15
3.2.3 Pengolahan dan Analisis Data	15



3.3 Pengumpulan Data	15
3.4 Perancangan Sistem.....	15
3.5 Implementasi	17
3.6 Pengujian Sistem.....	17
3.7 Penarikan Kesimpulan	17
BAB 4 PERANCANGAN.....	18
4.1 Formulasi Permasalahan.....	18
4.2 Penyelesaian Masalah Menggunakan Algoritme Genetika	18
4.2.1 Pembentukan Populasi Awal	20
4.2.2 Reproduksi	21
4.2.3 Evaluasi.....	24
4.2.4 Seleksi.....	26
4.3 Perhitungan Manual	27
4.3.1 Representasi Kromosom	28
4.3.2 Inialisasi Populasi Awal	29
4.3.3 Reproduksi	29
4.3.4 Crossover.....	29
4.3.5 Evaluasi dan Perhitungan <i>Fitness</i>	31
4.3.6 Seleksi.....	32
4.4 Perancangan Proses Pengujian.....	33
4.4.1 Pengujian Kombinasi Cr dan Mr.....	33
4.4.2 Pengujian Parameter Ukuran Populasi	34
4.4.3 Pengujian Parameter Banyak Generasi.....	34
BAB 5 implementasi	36
5.1 Implementasi Penggunaan Perangkat Lunak	36
5.2 Implementasi Algoritme Genetika.....	36
5.2.1 Implementasi Inialisasi Populasi Awal.....	36
5.2.2 Implementasi <i>Crossover</i>	37
5.2.3 Implementasi Mutasi	38
5.2.4 Implementasi Evaluasi <i>Fitness</i>	39
5.2.5 Implementasi Seleksi.....	40
BAB 6 pengujian	41



6.1 Pengujian dan Analisis Kombinasi <i>Crossover Rate</i> dan <i>Mutation Rate</i>	41
6.2 Pengujian dan Analisis Terhadap Parameter Ukuran populasi	42
6.3 Pengujian dan Analisis Terhadap Parameter Banyak Generasi	44
6.4 Analisis Global Hasil Pengujian	45
BAB 7 penutup	47
7.1 Kesimpulan.....	47
7.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA.....	48
LAMPIRAN	50



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 pemecahan masalah pada algoritme genetika	11
Gambar 2. 2 <i>One Cut Point Crossover</i>	12
Gambar 2. 3 <i>Reciprocal Exchange Mutation</i>	12
Gambar 3. 1 Diagram Alir Metode Penelitian	14
Gambar 3. 2 Perancangan Sistem	16
Gambar 4. 1 Diagram Alir Penyelesaian Menggunakan Algoritme Genetika	19
Gambar 4. 2 Diagram Alir Pembentukan Populasi Awal	21
Gambar 4. 3 Diagram Alir Proses Crossover	22
Gambar 4. 4 Diagram Alir Proses Mutasi	24
Gambar 4. 5 Diagram Alir Proses Evaluasi	26
Gambar 4. 6 Diagram Alir Proses Seleksi	27
Gambar 4. 7 Representasi Kromosom	29
Gambar 4. 8 Inisialisasi Populasi Awal	29
Gambar 4. 9 Proses <i>One Cut Point Crossover</i>	30
Gambar 4. 10 Individu Hasil <i>One Cut Point Crossover</i>	31
Gambar 4. 11 Proses <i>Reciprocal Exchange Mutation</i>	31
Gambar 4. 12 Individu Hasil Proses Mutasi	31
Gambar 4. 13 Kromosom Gabungan	32
Gambar 5. 1 Kode Program Inisialisai Populasi Awal	36
Gambar 5. 2 Kode Program Proses <i>Crossover</i>	37
Gambar 5. 3 Kode Program Proses Mutasi	38
Gambar 5. 4 Kode Program Proses Perhitungan Nilai <i>Fitness</i>	39
Gambar 5. 5 Kode Program Proses Seleksi	40
Gambar 6. 1 Grafik Hasil Pengujian Cr dan Mr	42
Gambar 6. 2 Grafik Hasil Pengujian Parameter Ukuran Populasi	43
Gambar 6. 3 Grafik Hasil Pengujian Banyak Generasi	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kajian pustaka.....	6
Tabel 4. 1 Daftar Pelanggaran.....	28
Tabel 4. 2 Daftar Buku Terpilih.....	32
Tabel 4. 3 Hasil Seleksi Menggunakan Metode <i>Elitism Selection</i>	32
Tabel 4. 4 Perancangan Pengujian Kombinasi Cr dan Mr	33
Tabel 4. 5 Perancangan Pengujian Parameter Ukuran Populasi.....	34
Tabel 4. 6 Perancangan Pengujian Parameter Banyak Generasi	35
Tabel 6. 1 Hasil Pengujian Kombinasi <i>Crossover Rate</i> dan <i>Mutation Rate</i>	41
Tabel 6. 2 Hasil Pengujian Terhadap Parameter Banyak Populasi.....	43
Tabel 6. 3 Hasil Pengujian Terhadap Parameter Banyak Generasi	44



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 DAFTAR JUDUL BUKU DAN HARGA BUKU JURUSAN AKUNTANSI ..	50
LAMPIRAN 2 DAFTAR NAMA BUKU DAN HARGA JURUSAN ARSITEKTUR	57
LAMPIRAN 3 DAFTAR NAMA BUKU DAN HARGA JURUSAN BIOLOGI.....	63



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Perpustakaan merupakan jantung dari suatu perguruan tinggi maupun lembaga pendidikan lainnya karena merupakan salah satu sumber ilmu yang sering dikunjungi oleh orang-orang yang gemar membaca ataupun orang-orang yang memiliki kepentingan untuk mencari suatu informasi. Setiap perpustakaan memiliki tujuan untuk memberikan pelayanan yang terbaik untuk pemustakanya (Ratnaningsih, 2010). Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia perpustakaan adalah suatu tempat, sebuah gedung maupun ruangan dimana ruangan tersebut menyediakan buku, majalah dan/atau kebutuhan bahan pustaka lainnya untuk kebutuhan membaca maupun untuk dipelajari. Perpustakaan pusat Universitas Brawijaya merupakan salah satu perpustakaan yang sering dikunjungi oleh mahasiswa Universitas Brawijaya yang menyediakan berbagai jenis buku dari seluruh jurusan yang terdapat di Universitas Brawijaya untuk memenuhi kebutuhan mahasiswa. Perpustakaan Universitas Brawijaya melakukan pengadaan buku setiap tahunnya untuk menambah koleksi buku perpustakaan sesuai dengan kebutuhan dari seluruh jurusan yang ada di Universitas Brawijaya. Pengadaan buku perpustakaan merupakan suatu bagian dari pengembangan koleksi buku yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan informasi para pembaca. Dalam melakukan pengadaan buku, perpustakaan Universitas Brawijaya mengundang perwakilan dari setiap jurusan untuk mendiskusikan usulan buku apa saja yang paling dibutuhkan pada jurusan tersebut.

Usulan buku dapat berupa judul-judul buku yang sekiranya sangat dibutuhkan oleh mahasiswa dari masing-masing jurusan, tergantung dari minat baca dan keperluan mahasiswanya. Walaupun dari perpustakaan Universitas Brawijaya telah melakukan pendataan buku yang dibutuhkan dari setiap jurusan, namun terkadang buku-buku yang disiapkan tidak seluruhnya sesuai dengan prioritas buku yang diajukan oleh masing-masing jurusan. Salah satu faktor penyebabnya adalah adanya keterbatasan anggaran dana dari perpustakaan, sehingga tidak memungkinkan untuk memenuhi seluruh permintaan buku pada setiap jurusan. Maka dari itu dikembangkan suatu sistem optimasi pengadaan buku. Optimasi adalah suatu proses penyesuaian input atau pemilihan karakteristik, proses matematis serta suatu percobaan yang dilakukan untuk menemukan suatu output atau hasil yang minimum maupun maksimum (Haupt dan Haupt, 2013). Penelitian sebelumnya mengenai optimasi dilakukan oleh (Imam Ahmad Ashari, Much Aziz Muslim & Alamsyah, 2016), hasil yang didapatkan adalah penerapan metode algoritme genetika mendapatkan performansi terbaik 21,26 detik dan memori yang digunakan 12.159,08 Kilo byte. Sedangkan dengan menggunakan algoritme *ant colony optimization* didapatkan performansi terbaik dalam waktu eksekusi 69,11 detik dan dengan penggunaan memori 21.674,48 Kilo byte. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa dalam penelitian ini metode algoritme genetika lebih baik dari metode *ant colony optimization*.

Penyelesaian masalah optimasi pengadaan buku perpustakaan Universitas Brawijaya membutuhkan metode yang tepat untuk menyelesaikan masalah tersebut. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode algoritme genetika, karena berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya metode algoritme genetika merupakan metode yang paling sering digunakan dan menghasilkan solusi yang lebih baik. Algoritme genetika merupakan tipe dari algoritme evolusi yang sering digunakan sebagai metode penyelesaian masalah optimasi penjadwalan, kompresi citra, optimasi tugas mengajar dosen serta merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mempermudah proses alokasi waktu untuk setiap kegiatan pada keadaan tertentu (Mahmudy, 2013). Algoritme genetika terinspirasi dari proses evolusi yang terjadi di alam, dimana setiap individu dapat melakukan proses-proses evolusi alam seperti kawin silang (*crossover*), seleksi, dan mutasi. Proses-proses tersebut dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan individu terbaik dari seluruh generasi yang dihasilkan. Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dengan menggunakan metode algoritme genetika sebagai metode untuk penyelesaian masalah telah membuktikan bahwa metode algoritme genetika mampu menyelesaikan suatu permasalahan optimasi dengan memberikan suatu solusi yang cukup baik. Penelitian yang dilakukan oleh (Soemardi, W, B., & Sumirto, D. 2007) didapatkan bahwa dalam melakukan optimasi penjadwalan untuk pengalokasian sumberdaya, metode algoritme genetika memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan algoritme momen minimum.

Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan, maka penulis mengajukan penelitian dengan judul “OPTIMASI PENGADAAN BUKU PERPUSTAKAAN MENGGUNAKAN METODE ALGORITME GENETIKA (STUDI KASUS : PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS BRAWIJAYA)”. Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya mengenai permasalahan optimasi metode yang sering digunakan sebagai metode penyelesaian masalah adalah metode algoritme genetika maka, dalam penelitian ini metode algoritme genetika akan digunakan sebagai metode dalam penyelesaian masalah optimasi pengadaan buku.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka penulis dapat merumuskan masalah yang akan diselesaikan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana menentukan struktur kromosom untuk kasus optimasi pengadaan buku perpustakaan Universitas Brawijaya?
2. Bagaimana pengaruh perubahan parameter yang terjadi menggunakan algoritme genetika untuk mendapatkan hasil optimal?

1.3 Tujuan

Berdasarkan dari rumusan masalah, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menerapkan metode algoritme genetika untuk menentukan struktur kromosom untuk kasus yang sedang diteliti.

2. Mengetahui pengaruh perubahan parameter yang terjadi untuk mengetahui nilai parameter algoritme genetika yang optimal ?

1.4 Manfaat

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah serta tujuan yang telah dituliskan, manfaat dari penelitian ini adalah memberikan solusi pengadaan buku yang lebih optimal dari sistem yang digunakan sebelumnya.

1.5 Batasan masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah data pengadaan buku pada perpustakaan Universitas Brawijaya 1 tahun terakhir yaitu tahun 2018.
2. Jumlah buku yang diajukan oleh setiap jurusan jumlahnya berbeda-beda.
3. Data yang digunakan dalam penelitian ini hanya buku usulan Bahasa asing.

1.6 Sistematika pembahasan

Sistematika penyusunan laporan ditujukan untuk mencapai tujuan yang ada yang dibagi dalam 6 bab yang terdiri atas:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memuat 6 subbab yaitu:

Latar belakang : memuat mengenai masalah yang terjadi sehingga diperlukan dilakukannya penelitian optimasi pengadaan buku perpustakaan di Universitas Brawijaya.

Rumusan masalah : memuat mengenai permasalahan yang akan diselesaikan dalam penelitian optimasi pengadaan buku perpustakaan Universitas Brawijaya.

Tujuan : memuat mengenai tujuan yang ingin dicapai.

Manfaat penulisan : manfaat yang akan didapatkan oleh penulis maupun instansi terkait dalam penelitian ini.

Batasan masalah : memuat mengenai batasan masalah dalam penelitian optimasi pengadaan buku perpustakaan.

Sistematika penulisan : sistematika penulisan mengenai gambaran kecil dari setiap bab yang ada dalam dokumen skripsi.

BAB II LANDASAN KEPUSTAKAAN

Bab ini membahas mengenai teori-teori yang bersangkutan dengan algoritme genetika dan kajian pustaka. Beberapa hal yang terkait pada bab landasan kepastakaan antara lain kajian pustaka yang berisi penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya mengenai metode dan topik permasalahan yang sama, dasar teori berupa pengertian optimasi, perpustakaan, perpustakaan

Universitas Brawijaya, pengadaan buku perpustakaan dan metode algoritme genetika.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab metodologi penelitian berisi metode dan langkah-langkah kerja yang akan dilakukan dalam penelitian yang meliputi tipe penelitian yang sedang dilakukan, strategi dan rancangan penelitian, pengumpulan data, perancangan sistem yang akan dibuat dalam penelitian ini, implementasi sistem, pengujian sistem serta penarikan kesimpulan yang berkaitan dengan penelitian yang sedang dilakukan.

BAB IV PERANCANGAN

Bab perancangan berisi mengenai analisis kebutuhan dan perencanaan perancangan optimasi pengadaan buku perpustakaan Universitas Brawijaya menggunakan metode algoritme genetika berupa formulasi permasalahan yang terjadi pada pengadaan buku perpustakaan Universitas Brawijaya, deskripsi umum sistem, perancangan algoritme, perhitungan manualisasi menggunakan metode algoritme genetika.

BAB V IMPLEMENTASI

Bab implementasi membahas mengenai implementasi dan hasil implementasi dari sistem yang akan dibuat yaitu sistem optimasi pengadaan buku perpustakaan Universitas Brawijaya dengan menggunakan algoritme genetika. Implementasi pada penelitian ini menggunakan bahasa pemrograman python.

BAB VI PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab pengujian dan analisis membahas mengenai pengujian algoritme genetika yang dilakukan dalam penelitian ini serta membahas hasil analisa pengujian ukuran populasi, kombinasi *crossover* dan mutasi yang digunakan, perhitungan *fitness* serta ukuran banyak generasi pada sistem yang telah dibuat.

BAB VII PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian optimasi pengadaan buku perpustakaan Universitas Brawijaya yang telah dilakukan serta saran-saran untuk pengembangan yang lebih lanjut.

BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Pada bab landasan kepustakaan dibahas tentang landasan kepustakaan yang berisi kajian pustaka dari penelitian-penelitian terkait permasalahan yang diteliti yang telah dilakukan sebelumnya kemudian membahas dasar teori mengenai metode yang digunakan untuk penyelesaian masalah yaitu metode algoritme genetika, teori-teori yang berkaitan dengan optimasi, pengadaan buku serta algoritme genetika yang mendukung penelitian yang sedang dilakukan.

2.1 Kajian Pustaka

Beberapa penelitian sebelumnya terkait dengan penyelesaian masalah secara optimal yang penyelesaian masalah secara optimal dilakukan oleh (Harim Adi Saputro, Wayan Firdaus Mahmudy, Candra Dewi, 2015), (Claudia Nelwan, John S. Kekenusa & Yohanes Langi, 2013) dan (Muchlisin Anis, Siti Nandiroh & Agustin Dyah Utami, 2007). Optimasi adalah suatu upaya untuk menyelesaikan suatu permasalahan tertentu agar masalah tersebut berada pada kondisi yang paling baik. Optimasi juga merupakan suatu proses penyesuaian input atau pemilihan karakteristik, proses matematis serta suatu percobaan yang dilakukan untuk menemukan suatu output atau hasil yang minimum maupun maksimum (Haupt dan Haupt, 2004). Dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang berkaitan dengan optimasi, pada penelitian ini yang membedakan dari penelitian sebelumnya adalah optimasi pada penelitian ini dilakukan untuk mengoptimalkan pengadaan buku pada perpustakaan Universitas Brawijaya dengan menggunakan metode algoritme genetika. Penelitian-penelitian yang dilakukan sebelumnya dengan menggunakan metode Algoritme Genetika dilakukan oleh (Setiawati, 2015), (Anies Hannawati, Thiang & Eleazar, 2002), (Agus Wahyu Widodo & Wayan Firdaus Mahmudy, 2010) dan (Rudy Adipranata, Felicia Soedjianto & Wahyudi Tjondro, 2007). Algoritme genetika merupakan teknik pencarian di dalam ilmu komputer untuk menemukan penyelesaian perkiraan untuk permasalahan optimisasi dan masalah pencarian yang didasarkan atas mekanisme seleksi alam dan evolusi biologis. Algoritme genetika khususnya diterapkan sebagai simulasi komputer dimana sebuah populasi representasi abstrak (kromosom) dari solusi-solusi calon (individual) pada sebuah masalah optimisasi akan berkembang menjadi solusi-solusi yang lebih baik. Dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, yang membedakan penelitian yang sedang dilakukan dengan penelitian sebelumnya adalah penelitian ini menerapkan metode algoritme genetika untuk penyelesaian masalah optimasi pengadaan buku perpustakaan Universitas Brawijaya.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, penulis mengajukan penelitian dengan membuat sistem optimasi pengadaan buku perpustakaan Universitas Brawijaya menggunakan metode algoritme genetika. Adapun dari penelitian-penelitian yang sebelumnya, untuk lebih memahami mengenai kajian-kajian pustaka yang digunakan, dapat dilihat dalam rangkuman pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Kajian pustaka

No	Judul dan Peneliti	Obyek	Metode	Hasil
1	Implementasi Algoritme Genetika Untuk Optimasi Penggunaan Lahan Pertanian (Saputro, dkk., 2015)	Beberapa jenis tanaman berupa tanaman palawija dan hortikultura kelompok sayuran yang ada di Indonesia	Algoritme genetika : <i>Crossover</i> : <i>extended intermediate crossover</i> Mutasi : <i>random mutation</i>	- Algoritme genetika mampu menentukan proporsi penggunaan luas lahan yang optimal sehingga dapat menghasilkan keuntungan yang maksimal.
2	Optimasi Pendistribusian Air dengan Menggunakan Metode <i>Least Cost</i> dan Metode <i>Modified Distribution</i> (Studi Kasus: PDAM Kabupaten Minahasa Utara) (Nelwan C., Kekenusa J, S., & Langi Y., 2013)	alat produksi air bersih, terbatasnya ketersediaan air bersih yang akan didistribusi ke wilayah – wilayah tujuan, terbatasnya biaya operasional	- <i>Least Cost</i> - <i>Modified Distribution</i>	- Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa penggunaan metode <i>least cost</i> dan <i>modified distribution</i> dapat meminimalisasi biaya operasional yaitu dari sebelumnya Rp. 603.364.240 menjadi 588.814.656
3	Optimasi Perencanaan Produksi dengan Metode <i>Goal Programming</i> (Anis M., Nandiroh S., & Utamu A, D., 2007)	Ukuran performansi kritis, Volume Produksi, pendapatan penjualan, biaya produksi, utilisasi mesin kritis dan biaya inventori barang dalam proses	- <i>Goal Programming</i>	- Solusi optimal dari metode yang digunakan dapat meningkatkan keuntungan perusahaan dalam pembuatan produksi - Metode yang diterapkan sangat potensial untuk digunakan sebagai perencanaan produksi yang merupakan masalah yang kompleks.
4	Sistem Penjadwalan Mata Kuliah Berdasarkan	Mata Kuliah, Ruang, Kelompok Kelas,	Metode Asosiasi yang disempurnakan menggunakan Algoritme	- Menghasilkan jadwal mata kuliah yang cukup

	Peminatan Mahasiswa Menggunakan Metode Asosiasi yang Disempurnakan oleh Algoritme Genetika (Setiawati, 2015)	dan Kelas.	Genetika.	optimal karena mampu mengasosiasi antara mata kuliah yang telah diambil dengan mata kuliah yang ditawarkan.
5	Pencarian Rute Optimum Menggunakan Algoritme Genetika (Hanawati, Thiang dan Eleazar, 2002)	- Waktu, jarak	Algoritme Genetika : <i>crossover</i> : one cut point crossover Mutasi : Pertukaran gen	- Algoritme genetika cukup efektif dan mudah digunakan dalam hal mencari rute terpendek dan waktu tersingkat berdasarkan kondisi rute dan lebih efisien digunakan dalam hal perhitungan dengan memakai bobot jarak terhadap waktu
6	Penerapan Algoritme Genetika pada Sistem Rekomendasi Wisata Kuliner (Widodo, Agus Wahyu dan Mahmudy, Wayan Firdaus., 2010)	Jarak, waktu tempuh, selera pengunjung.	Algoritme genetika : <i>crossover</i> : - <i>one cut point crossover</i> - <i>two cut point crossover</i> Mutasi : - Pertukaran gen - Pergeseran gen	- dihasilkan sistem rekomendasi kunjungan wisata kuliner yang siap pakai. Daftar daerah wisata beserta waktu buka, waktu tutup, waktu yang dianjurkan untuk mengunjungi lokasi tersebut, dan jarak antar lokasi wisata sudah tersimpan di basisdata.
7	Perbandingan Algoritme <i>Exhaustive</i> , Algoritme Genetika dan Algoritme Jaringan Syaraf Tiruan <i>Hopfield</i> untuk Pencarian Rute Terpendek (Adipranata, Rudy.,	- waktu, rute, jarak	- <i>Neural Network Hopfield</i> - Algoritme Genetika - Algoritme <i>Exhaustive</i>	- Secara umum algoritme genetika adalah metode yang paling baik daripada kedua metode yang lain jika dilihat dari jarak yang dihasilkan dan

	dkk)			waktu yang dibutuhkan.
8	Optimasi Pengadaan Buku Perpustakaan (Studi Kasus : Universitas Brawijaya)	Daftar buku-buku dan daftar harga buku untuk pengadaan tahun 2018	<ul style="list-style-type: none"> - Algoritme Genetika <p><i>Crossover :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>One Cut Point Crossover</i> <p><i>Mutasi :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Reciprocal Exchange Mutation</i> 	-

2.2 Dasar Teori

Dalam penelitian ini, dalam pengimplementasiannya, ada beberapa hal yang akan digunakan sebagai dasar teori.

2.2.1 Pengertian Optimasi

Optimasi menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) merupakan suatu upaya untuk menyelesaikan suatu permasalahan tertentu agar masalah tersebut berada pada kondisi yang paling baik. Optimasi juga merupakan suatu proses penyesuaian input atau pemilihan karakteristik, proses matematis serta suatu percobaan yang dilakukan untuk menemukan suatu *output* atau hasil yang minimum maupun maksimum (Randy L. Haupt & Sue Ellen Haupt, 2004). Dalam penelitian ini optimasi akan digunakan dalam permasalahan pengadaan buku perpustakaan Universitas Brawijaya guna memilih buku yang paling dibutuhkan oleh masing-masing jurusan yang ada di Universitas Brawijaya.

2.2.2 Perpustakaan

Perpustakaan merupakan suatu koleksi yang terdiri dari bahan tertulis, tercetak ataupun grafis lain seperti film, slide, tape, dalam ruangan atau gedung yang diatur dan diorganisasikan dengan sistem tertentu agar dapat digunakan untuk keperluan studi, penelitian, pembacaan dan lain sebagainya (Aziz, 2014). Perpustakaan merupakan sebuah gedung atau bisa juga sebuah ruangan yang di dalamnya terdapat banyak koleksi buku yang ditata dengan susunan tertentu digunakan untuk pembaca buku sebagai sumber pustaka. Beberapa fungsi dari perpustakaan yaitu sebagai khazanah penyimpan sebuah karya, sumber informasi, fungsi rekreasi, fungsi pendidikan, fungsi budaya, fungsi penelitian dan fungsi pengambilan keputusan (Rachmananta, 2006). Peran perpustakaan adalah sebagai penolong masyarakat dengan memberikan kesempatan belajar melalui buku-buku koleksi yang dimiliki perpustakaan. Adapun tujuan lain dari perpustakaan yaitu:

1. Mendidik diri sendiri secara berkesinambungan.

2. Mengembangkan pola berfikir yang kreatif, membimbing rohani serta dapat lebih menghargai hasil budaya dan seni manusia.
3. Dapat mengisi waktu luang untuk membaca buku–buku di perpustakaan.

2.2.2.1 Perpustakaan Universitas Brawijaya

Perpustakaan Universitas Brawijaya merupakan perpustakaan umum untuk mahasiswa Universitas Brawijaya. Terletak di samping gedung rektorat Universitas Brawijaya. Perpustakaan ini didirikan tanggal 5 Januari 1963 yang berdasarkan pada keputusan menteri PTIT Nomor 1 tahun 1963 yang selanjutnya dikukuhkan dengan keputusan presiden RI No. 196 tanggal 23 September 1963. Perpustakaan universitas Brawijaya mempunyai visi yaitu sebagai pusat desiminasi sumber ilmu pengetahuan guna mendukung tercapainya Universitas Brawijaya sebagai *World Class Entrepreneurial University*. Sedangkan misi dari perpustakaan Universitas Brawijaya dalam mewujudkan visi perpustakaan adalah pengembangan dan mengimplementasikan sistem yang digunakan pada perpustakaan berdasarkan manajemen mutu, meningkatkan penyediaan informasi media cetak maupun elektronik yang bersifat lokal, nasional maupun internasional, memanfaatkan ITC (*Information and Communications Technology*) sebagai sistem penunjang perpustakaan, menjadikan perpustakaan yang bisa memberikan layanan yang memuaskan *stakeholders*. Adapun tujuan dari perpustakaan Universitas Brawijaya adalah:

- a. Untuk menghasilkan SDM yang mandiri, professional serta memiliki kualitas yang baik yang mampu diterima di tingkat local, nasional maupun internasional maka disediakan sumber informasi yang ilmiah dalam rangka proses belajar mengajar civitas akademika Universitas Brawijaya.
- b. Meningkatkan kemampuan Universitas Brawijaya untuk menjalankan fungsi pendidikan, penelitian dan pengabdian masyarakat (*community service*).
- c. Sebagai penunjang perpustakaan Universitas Brawijaya menuju *world class entrepreneurial university* diselenggarakan pelayanan perpustakaan berstandar internasional.

2.2.3 Pengadaan Buku Perpustakaan

Pengadaan buku perpustakaan merupakan suatu bagian dari pengembangan koleksi buku yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan informasi para pembaca. Dalam pengadaan buku perpustakaan biasanya disesuaikan dengan kebutuhan civitas akademika yang ada pada perpustakaan perguruan tinggi dimana pengadaan buku harus disesuaikan dengan kebutuhan berbagai jurusan yang ada di perguruan tinggi tersebut. Pengadaan buku perpustakaan biasanya dilakukan dalam waktu satu kali dalam satu tahun. Dalam melakukan pengadaan buku di perpustakaan, ada beberapa faktor yang dapat memengaruhi pembelian koleksi buku pada perpustakaan di perguruan tinggi adalah topik atau judul buku yang sering dipinjam oleh mahasiswa, kebutuhan

dari setiap fakultas yang telah diusulkan, kebutuhan pengguna perpustakaan serta dana yang disediakan oleh perguruan tinggi tersebut.

Pengadaan buku perpustakaan dapat dilakukan dengan 2 cara (Ratnaningsih, 2010), yaitu:

a. Pengadaan dengan Cara Swakelola

Pelaksanaan pengadaan buku secara swakelola merupakan pelaksanaan pengadaan buku yang dilakukan dengan direncanakan dan dikerjakan oleh orang atau instansi yang bersangkutan. Pelaksana sistem swakelola dapat dilakukan oleh pemustaka barang/jasa, kelompok masyarakat serta instansi pemerintah lain.

b. Pengadaan dengan Sistem Lelang

Pelaksanaan pengadaan buku dengan sistem lelang merupakan pengadaan yang sumber dananya diperoleh dari APBN (Anggaran Pendapatan Belanja Negara).

2.2.4 Algoritme Genetika

Algoritme genetika merupakan teknik pencarian di dalam ilmu komputer untuk menemukan penyelesaian permasalahan optimisasi dan masalah pencarian yang didasarkan berdasarkan mekanisme seleksi alam dan evolusi biologis (Mahmudy, 2013). Algoritme genetika pertama kali dikembangkan oleh John Holland pada tahun 1970-an di New York, Amerika Serikat. Umumnya, proses pencarian penyelesaian sebuah masalah dalam algoritme genetika berlangsung sama dengan terpilihnya suatu individu dalam proses evolusi untuk bertahan hidup.

Proses pencarian pada algoritme genetika adalah dengan membangkitkan secara acak sejumlah individu. Kromosom merupakan kandidat-kandidat calon penyelesaian yang akan dinilai dengan membandingkan nilai fitnessnya dan kromosom yang akan bertahan pada suatu populasi merupakan kromosom yang nilai fitnessnya tinggi. Setelah itu, kromosom-kromosom yang terpilih selanjutnya akan melakukan proses reproduksi yaitu dengan cara penyilangan atau biasanya disebut dengan *crossover* serta melakukan proses mutasi. *Crossover* merupakan metode reproduksi yang bekerja dengan menyilangkan dua *parent* yang biasanya akan melahirkan individu baru tergantung dari nilai *cr* (*crossover rate*) dan *popSize* (panjang populasi) yang telah ditentukan. Sedangkan mutasi adalah menukarkan gen secara acak sehingga melahirkan individu baru. Dalam algoritme genetika terdapat beberapa batasan yang menjadi parameter, yaitu, banyaknya individu dalam suatu populasi hanya dibatasi sebanyak ukuran populasi itu saja, suatu individu mungkin kawin dengan individu lainnya (probabilitas penyilangan), memungkinkan terjadinya mutasi pada suatu individu (probabilitas mutasi) serta dalam algoritme genetika proses komputasi juga dibatasi (Zukhri, 2014). Proses dalam penyelesaian masalah pada algoritme genetika dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 pemecahan masalah pada algoritme genetika

(sumber : (Mahmudy, 2013))

Beberapa kelebihan algoritme genetika dengan algoritme pencarian lainnya. Menurut Gen dan Cheng (1997) di dalam buku (Zukhri, 2014):

1. Algoritme genetika hanya melakukan sedikit perhitungan matematis yang berhubungan dengan masalah yang akan diselesaikan.
2. Operator-operator pada algoritme genetika sangat efektif digunakan untuk pencarian global.
3. Algoritme Genetika memiliki fleksibilitas yang tinggi untuk dihibridkan dengan metode pencarian lainnya supaya lebih efektif.

2.2.5 Komponen Algoritme Genetika

1. Inisialisasi Populasi Awal

Proses inisialisasi populasi awal merupakan proses yang digunakan untuk menentukan banyaknya individu-individu baru secara acak yang memiliki susunan kromosom dalam satu populasi. Dalam tahap inisialisasi populasi awal ditentukan jumlah kromosom dalam satu populasi serta menentukan representasi gen yang diinginkan (*biner*, *real*, integer dan permutasi) serta menentukan jumlah iterasi maksimal dan *threshold fitness*. Berikut beberapa contoh dari penerapan representasi kromosom.

Contoh representasi biner :

0	0	0	1	1	0
---	---	---	---	---	---

Contoh representasi integer :

0	2	1	4	6	3
---	---	---	---	---	---

Contoh representasi *real* :

0,4	1.5	1.9	2,1	1,1	2,3
-----	-----	-----	-----	-----	-----

2. Reproduksi

Reproduksi merupakan proses yang dilakukan untuk menghasilkan keturunan (*offspring*) dari individu-individu yang ada di populasi dengan menggunakan operator genetika yaitu *crossover* dan mutasi.



- *Crossover*

Crossover merupakan salah satu operator genetika yang bekerja dengan melibatkan dua *parent* (menyilangkan kromosom) yang bertujuan untuk menghasilkan keturunan baru (*offspring*). Ada beberapa metode *crossover* yang digunakan untuk penyelesaian masalah, namun dalam penelitian ini digunakan metode *one cut point Crossover*. Metode *one cut point crossover* digunakan untuk memotong suatu string menjadi dua bagian yang kemudian bagian dari salah satu string tersebut akan diganti oleh string lain dari *parent* yang berbeda. Contoh metode *one cut point crossover* pada representasi biner dapat dilihat pada Gambar 2.2.

Parent 1	0	0	1	1	1	0	0	1	0
Parent 2	1	0	1	1	1	0	1	0	1
child	0	0	1	1	1	0	1	0	1

Gambar 2. 2 *One Cut Point Crossover*

- Mutasi

Mutasi merupakan operator genetika yang bekerja dengan menukarkan salah satu gen dengan inversnya, misalnya gen 1 menjadi 0 dan sebaliknya gen 0 menjadi 1. Mutasi dilakukan secara acak pada posisi gen tertentu pada individu-individu yang terpilih untuk dimutasikan. Metode dalam reproduksi mutasi memiliki beberapa metode untuk penyelesaian masalah, namun dalam penelitian ini metode mutasi yang digunakan adalah metode *reciprocal exchange mutation*. *Reciprocal exchange mutation* merupakan salah satu metode yang ada pada reproduksi mutasi yang dilakukan dengan menukarkan 1 atau lebih gen pada 1 kromosom yang sama. Contoh *reciprocal exchange mutation* menggunakan representasi biner dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Parent 1	1	0	1	1	1	0	1	1
Child	1	0	0	1	1	1	1	1

Gambar 2. 3 *Reciprocal Exchange Mutation*

3. Evaluasi

Evaluasi digunakan untuk menghitung nilai *fitness* setiap kromosom. Nilai *fitness* sendiri merupakan nilai yang digunakan untuk mengukur baik tidaknya suatu individu maupun suatu solusi itu sendiri. Pada umumnya semakin besar nilai *fitness* maka semakin baik kromosom

tersebut untuk dijadikan sebuah solusi. Nilai *fitness* pada suatu masalah dapat dicari menggunakan rumus tertentu tergantung dari permasalahan yang ada. Rumus *fitness* yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada persamaan 2.1 berikut:

$$fitness = \text{Jumlah buku terpilih} \quad (2.1)$$

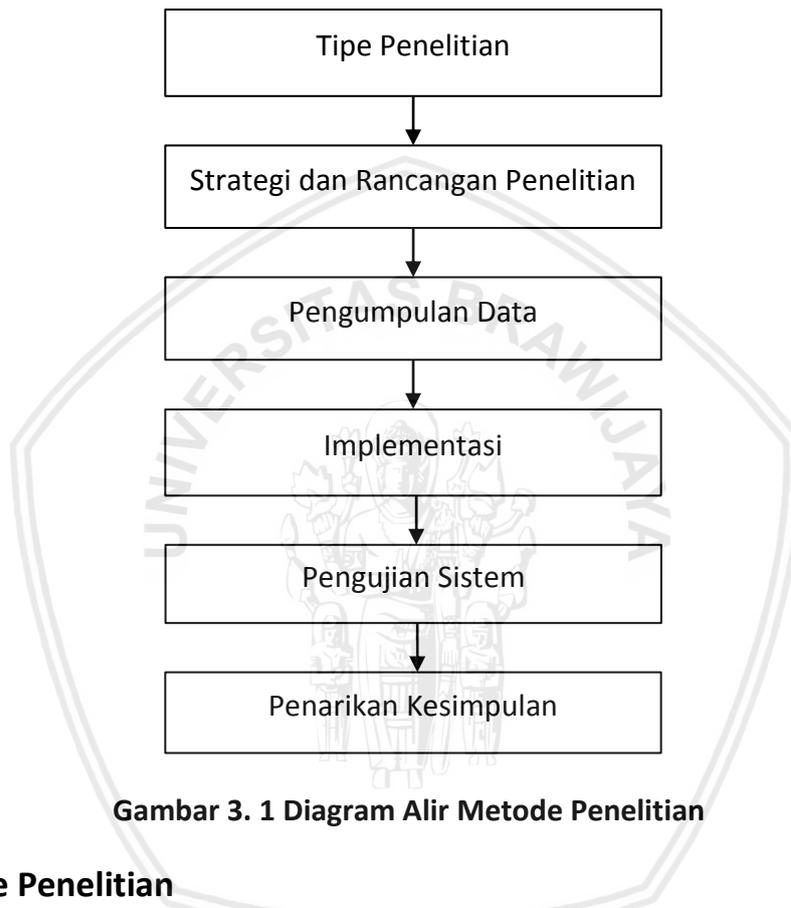
Rumus *fitness* pada persamaan 2.1 digunakan untuk memberikan hasil terbaik yaitu jumlah seluruh buku terpilih dari setiap jurusan dengan anggaran dana yang telah ditentukan sebelumnya. Rumus *fitness* yang digunakan ditentukan berdasarkan permasalahan yang ada dengan menjadikan anggaran yang diberikan oleh Universitas Brawijaya sebagai syarat atau batasan untuk pemilihan buku yang paling optimal.

4. Seleksi

Setelah melakukan tahapan reproduksi dan evaluasi, selanjutnya dilakukan proses seleksi individu. Seleksi digunakan untuk memilih individu yang terbaik dari himpunan populasi yaitu himpunan *parent* dan *offspring*. Semakin tinggi nilai *fitness* dari suatu individu, maka semakin baik individu tersebut untuk dijadikan solusi (Widodo, 2010). Ada beberapa metode seleksi yang sering digunakan pada algoritme genetika yaitu metode *roulette wheel*, *binary tournament* dan *elitism*. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode seleksi *elitism*. Metode seleksi *elitism* merupakan metode yang memilih individu terbaik sebanyak *popsize* dari kumpulan *parent* maupun dari kumpulan *offspring* yang telah dihasilkan dari proses *crossover* dan proses mutasi.

BAB 3 METODOLOGI

Bab metodologi membahas mengenai metode yang akan digunakan pada penelitian optimasi pengadaan buku pada Universitas Brawijaya serta tahapan-tahapan dalam pembuatan sistem optimasi pengadaan buku pada perpustakaan universitas Brawijaya menggunakan Algoritme Genetika. Diagram alir tahapan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Metode Penelitian

3.1 Tipe Penelitian

Tipe penelitian dalam penelitian ini adalah nonimplementatif dengan pendekatan analitik. Dalam penelitian ini dilakukan untuk menyelesaikan masalah optimasi pengadaan buku dengan menggunakan metode Algoritme Genetika untuk mendapatkan hasil terbaik. Hasil dari penelitian berupa seleksi judul terbaik dari masing-masing fakultas di Universitas Brawijaya.

3.2 Strategi Penelitian

Penelitian akan dilakukan dari tahap pengumpulan studi literatur, pengumpulan data, perancangan sistem, implementasi dan penarikan kesimpulan. Dalam penelitian ini strategi penelitian yang digunakan adalah menggunakan metode kuantitatif karena berupa nama-nama buku dan daftar harga buku yang harus dibeli oleh perpustakaan.

3.2.1 Objek Penelitian

Dalam penelitian ini, objek penelitian yang digunakan adalah perpustakaan Universitas Brawijaya. Data didapatkan dari perpustakaan Universitas Brawijaya yang berupa data jumlah permintaan kebutuhan buku setiap jurusan yang ada di Universitas Brawijaya.

3.2.2 Metode Pengumpulan Data

Terdapat dua jenis metode yang digunakan dalam pengumpulan data yaitu metode pengumpulan data sekunder dan metode pengumpulan data primer. Metode pengumpulan data sekunder merupakan metode pengumpulan data yang datanya dikumpulkan oleh orang lain namun tidak dipersiapkan untuk keperluan kegiatan penelitian namun dapat digunakan untuk tujuan penelitian. Data primer merupakan data langsung dari responden penelitian. Dalam penelitian ini metode pengumpulan data yang digunakan adalah metode primer karena data yang digunakan peneliti adalah data diambil dari responden dengan sistem wawancara yang merupakan data pengadaan buku Universitas Brawijaya tahun 2018.

3.2.3 Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan dan analisis data dilakukan ketika data yang dibutuhkan untuk optimasi pengadaan diinputkan. Dalam proses pengolahan, data diolah dengan menggunakan metode Algoritme Genetika. Hasil dari metode adalah hasil optimasi pengadaan buku yaitu pemilihan buku terbaik yang paling dibutuhkan oleh masing-masing fakultas.

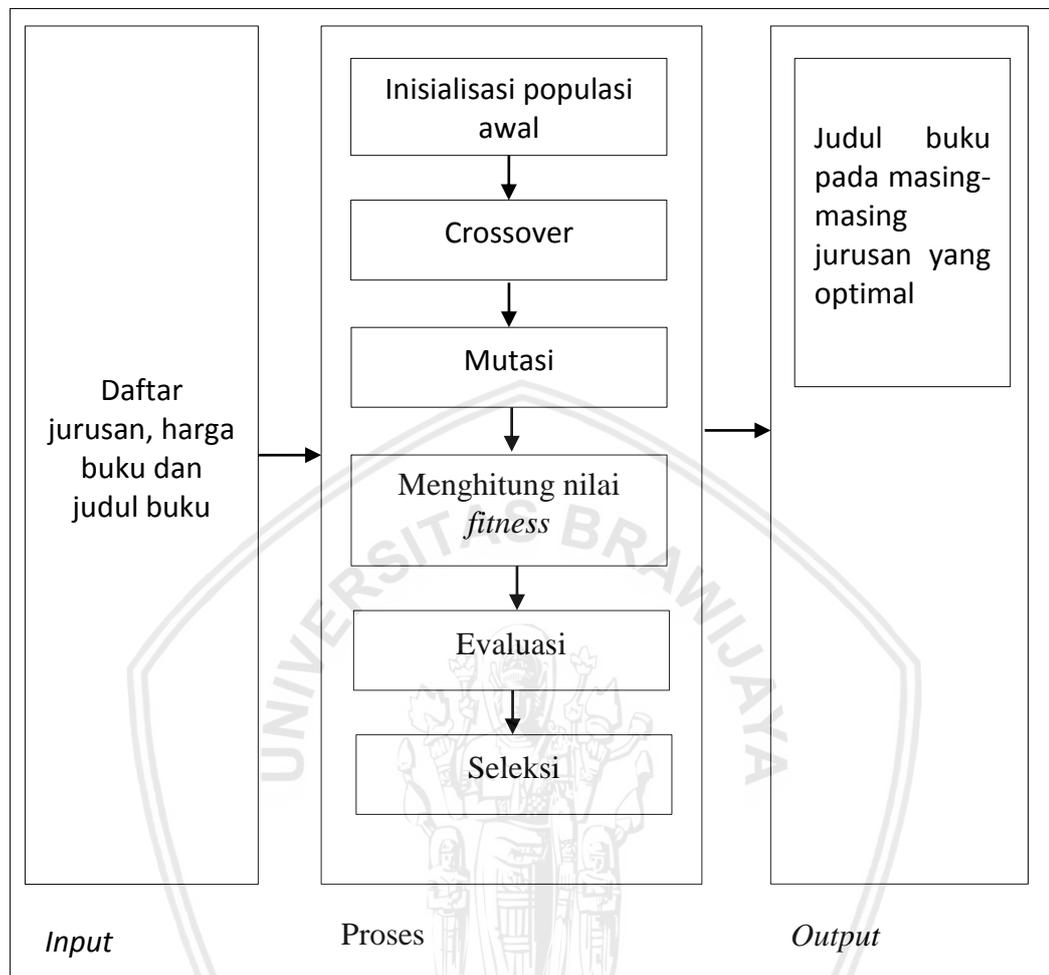
3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan tahapan yang dilakukan agar kebutuhan data pada penelitian optimasi pengadaan buku perpustakaan Universitas Brawijaya yang diperlukan terpenuhi. Data yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan dari perpustakaan Universitas Brawijaya yaitu jumlah dan jenis buku yang dibutuhkan oleh setiap jurusan yang ada di Universitas Brawijaya. Data pengadaan buku yang digunakan adalah data 1 tahun terakhir yaitu tahun 2018.

3.4 Perancangan Sistem

Perancangan sistem dibuat sebagai gambaran rincian penelitian yang sedang dilakukan. Perancangan sistem digunakan untuk memudahkan pengerjaan penelitian. Proses dalam perancangan sistem yaitu perancangan antarmuka dan perancangan pengujian. Perancangan antarmuka merupakan perancangan yang dibuat untuk memudahkan pengguna dalam menggunakan sistem dengan menggunakan sebuah penghubung antara pengguna dengan sistem, sedangkan perancangan pengujian dilakukan untuk menguji sistem yang telah dibuat untuk menghasilkan iterasi terbaik. Perancangan sistem optimasi

pengadaan buku perpustakaan Universitas Brawijaya dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Perancangan Sistem

Perancangan sistem pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.2, dimana dalam perancangan sistem terdapat 3 blok yang merupakan *input*, *proses* dan *output*. Input dari sistem yang dibuat merupakan data yang dibutuhkan yaitu daftar jurusan, judul buku serta harga buku. Kemudian seluruh data yang telah diinputkan akan di proses dengan menggunakan algoritme genetika untuk mendapatkan buku yang paling optimal pada masing-masing jurusan. Proses yang terjadi pada algoritme genetika yaitu inisialisasi populasi awal yang berisi individu-individu yang telah dibentuk dengan prosprosi judul buku per jurusan secara *random*. Setelah proses inisialisasi awal, selanjutnya dilakukan proses reproduksi dengan *crossover* dan mutasi. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai *fitness* untuk mencari individu terbaik yang dihasilkan untuk kemudian dilakukan evaluasi. Selanjutnya, proses terakhir yaitu seleksi individu. Metode seleksi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *elitism selection* untuk mendapatkan individu-individu terbaik. Kemudian output yang

diharapkan yaitu sistem yang dibuat mampu memberikan rekomendasi buku-buku yang harus dibeli oleh perpustakaan.

3.5 Implementasi

Tahapan implementasi merupakan tahapan pembangunan sistem yang diadopsi dari prancangan sistem yang telah dibuat, pada tahap ini seluruh hal yang telah didapatkan akan diterapkan dan diujikan guna mengetahui sesuai atau tidaknya sistem yang telah dibuat tujuan yang diinginkan oleh peneliti. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk implementasi adalah dengan menggunakan Python 3.6 serta menggunakan *Microsoft Excel* sebagai tempat menyimpan data dan digunakan untuk proses manualisasi.

3.6 Pengujian Sistem

Tahapan pengujian sistem dilakukan guna mengetahui sistem yang dibuat berjalan dengan baik serta dapat memberikan rekomendasi judul buku yang optimal sesuai yang peneliti harapkan. Ada 3 pengujian yang akan dilakukan pada penelitian ini yaitu pengujian kombinasi *cr* dan *mr*, pengujian ukuran populasi serta pengujian banyak generasi.

3.7 Penarikan Kesimpulan

Penarikan kesimpulan diambil apabila semua proses atau semua tahap yaitu tahap perhitungan manual dengan menggunakan metode algoritme genetika dengan menggunakan *one cut point crossover* serta *random mutation*, tahap perancangan sistem, implementasi metode yang digunakan serta pengujian sistem optimasi pengadaan buku pada penelitian ini telah dilakukan. Setelah semua tahapan tersebut telah dilakukan maka kesimpulan akan diambil berdasarkan hasil dari perhitungan dan pengujian sistem serta analisis yang telah dilakukan terhadap optimasi pengadaan buku perpustakaan menggunakan algoritme genetika sebagai jawaban dari rumusan masalah yang sudah peneliti rumuskan sebelumnya.

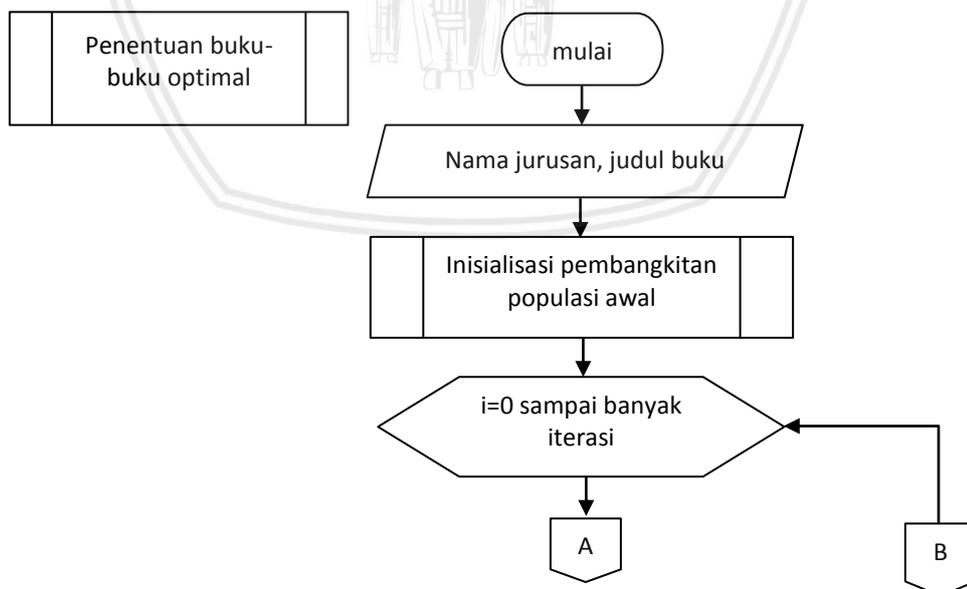
BAB 4 PERANCANGAN

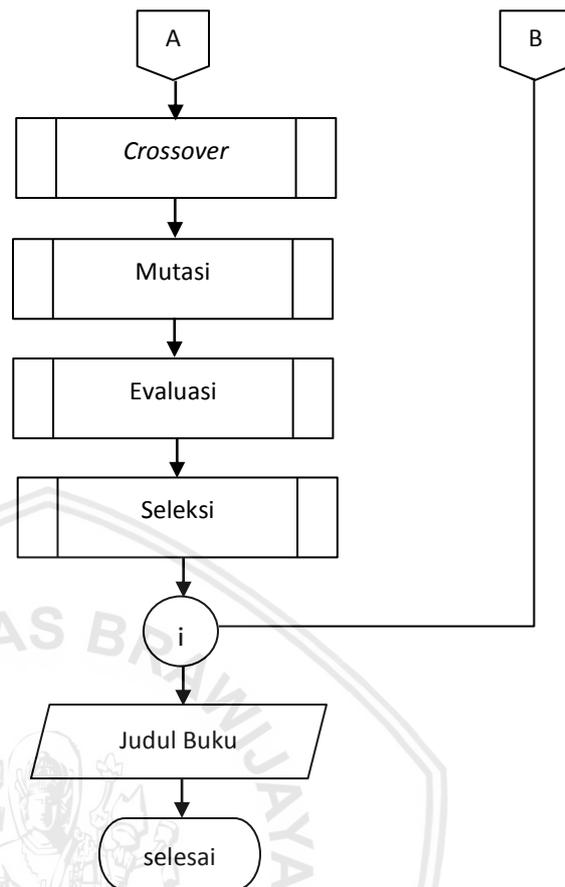
4.1 Formulasi Permasalahan

Setiap tahun perpustakaan Universitas Brawijaya mengadakan pengadaan buku untuk menambah koleksi buku serta untuk meningkatkan kualitas pelayannya terhadap pelanggan di perpustakaan tersebut. Setiap tahunnya perpustakaan pusat Universitas Brawijaya menambah lebih dari 500 buku. Jumlah buku yang dibeli oleh perpustakaan Universitas Brawijaya bergantung dari anggaran yang diberikan dari pihak Universitas Brawijaya. Anggaran dana yang diberikan oleh Universitas Brawijaya setiap tahunnya adalah sekitar 1,2 M dan pada tahun 2018 anggaran tersebut dibagikan untuk setiap fakultas dengan total 29 jurusan masing-masing mendapatkan total anggaran sebesar Rp. 41300000,00 guna memenuhi kebutuhan buku di perpustakaan pusat Universitas Brawijaya agar buku-buku yang dibeli dapat digunakan oleh seluruh mahasiswa Universitas Brawijaya. Namun, dengan anggaran yang telah diberikan untuk masing-masing jurusan, masing-masing jurusan memiliki jumlah maksimal buku yang harus dibelikan oleh perpustakaan karena adanya keterbatasan dana yang ada.

4.2 Penyelesaian Masalah Menggunakan Algoritme Genetika

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai bagaimana *flowchart* atau proses yang digunakan untuk menentukan pemilihan buku yang optimal dengan menggunakan algoritme genetika. *Flowchart* pertama dapat dilihat pada Gambar 4.2.



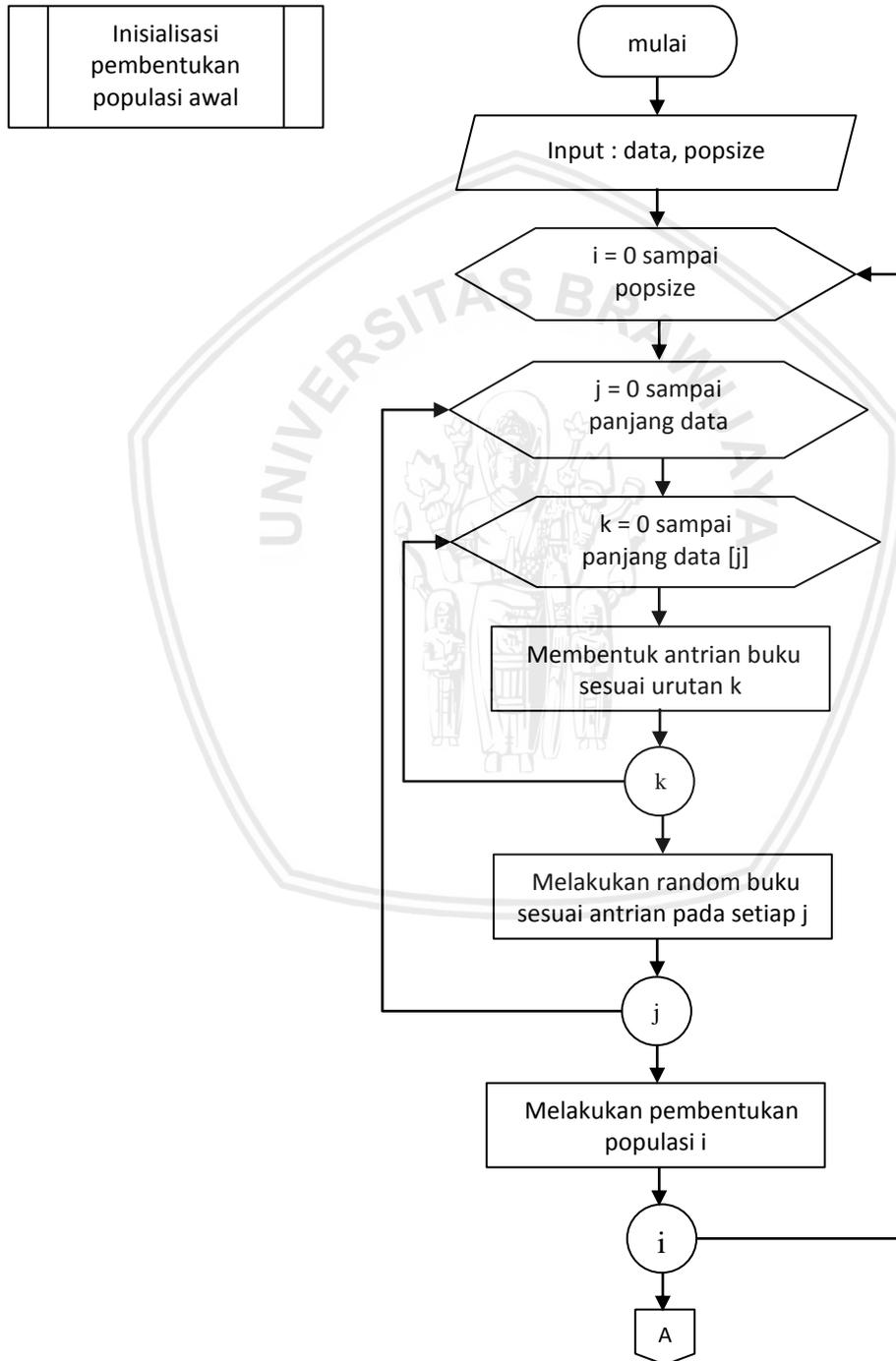


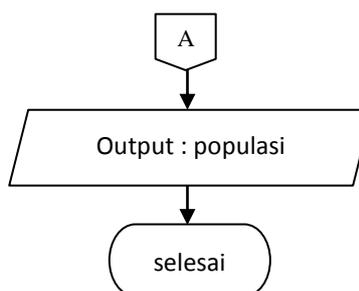
Gambar 4. 1 Diagram Alir Penyelesaian Menggunakan Algoritme Genetika

Berdasarkan Gambar 4.1 tahap pertama untuk menyelesaikan masalah adalah dengan menginputkan seluruh buku yang telah diajukan oleh masing-masing jurusan. Setelah itu, akan dilakukan proses pembangkitan populasi awal yakni pembentukan kromosom dengan inialisasi nilai pada masing-masing gen adalah judul buku per jurusan. Selanjutnya, setelah terbentuknya kromosom akan dilakukan proses *crossover* dengan menggunakan metode *one cut point crossover* dengan memilih 2 *parent* secara acak kemudian masing-masing dari *parent* tersebut akan saling menukar gen. setelah proses *crossover* kemudian akan dilakukan proses mutasi dengan menggunakan metode *exchange extended mutation* dengan memilih secara acak 1 *parent* kemudian menukarkan gen satu dengan gen lain. Setelah 2 proses yang telah dipaparkan akan dilakukan proses evaluasi dengan menggabungkan seluruh *parent* dan *child* yang telah terbentuk dari proses sebelumnya yang kemudian akan dilakukan proses perhitungan fitness. Rumus fitness dalam penyelesaian masalah pada penelitian ini adalah dengan menjumlahkan seluruh buku terpilih kemudian dibagi dengan jumlah dari total dana yang tersisa. Setelah nilai fitness pada setiap individu diketahui, proses terakhir, selanjutnya akan dilakukan proses seleksi dengan menggunakan metode *elitism selection* sehingga akan menghasilkan individu terbaik sejumlah dengan popsize yang sudah ditentukan.

4.2.1 Pembentukan Populasi Awal

Proses awal yang dilakukan pertama kali pada metode algoritme genetika adalah dengan melakukan pembentukan populasi awal. Proses pembentukan populasi awal dapat dilihat pada gambar diagram alir algoritme genetika, dimana langkah pertama yang harus dilakukan adalah dengan menentukan panjang populasi kemudian dilakukan perulangan untuk membangkitkan populasi.





Gambar 4. 2 Diagram Alir Pembentukan Populasi Awal

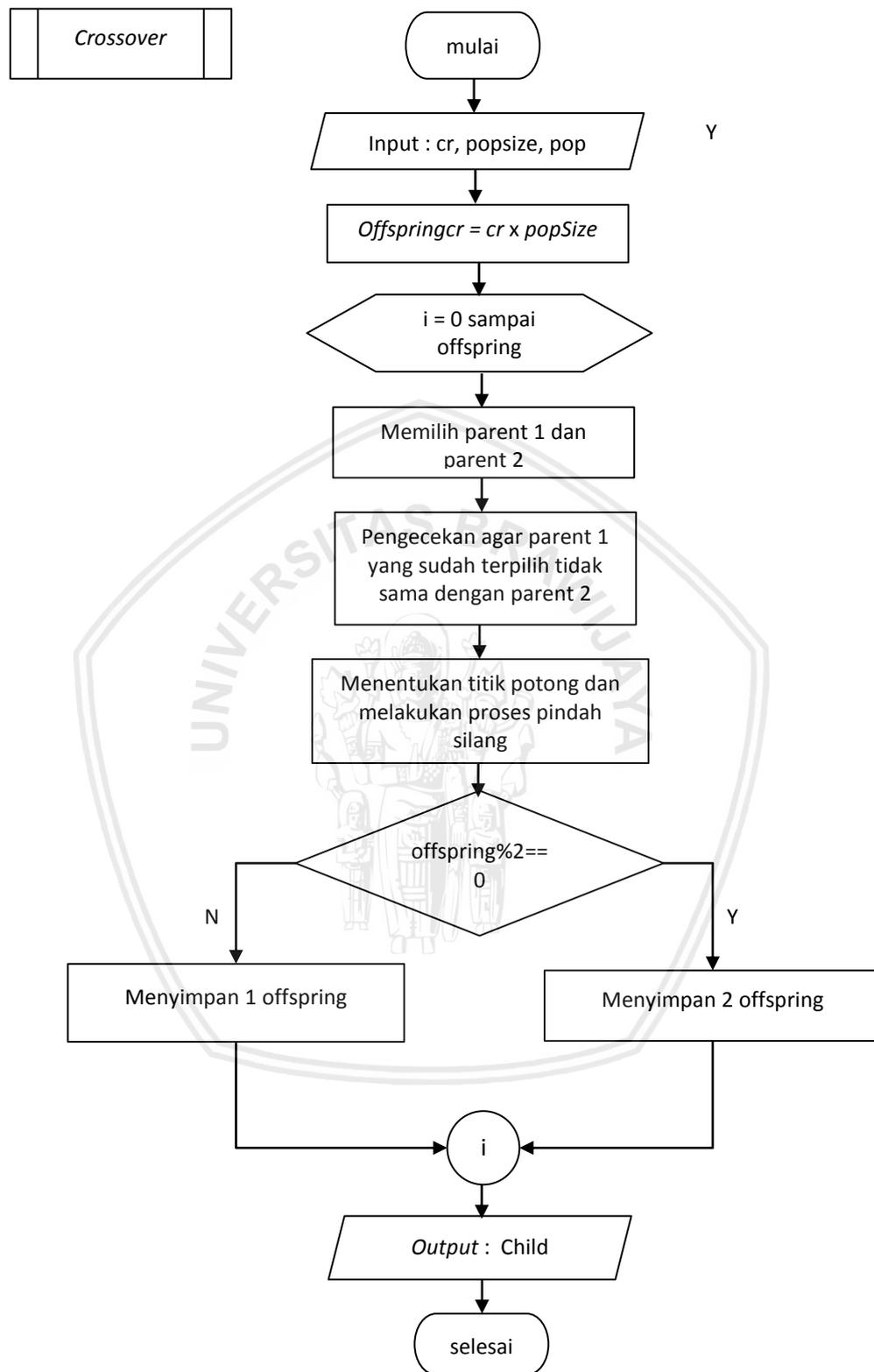
Pada Gambar 4.2 dilakukan inisialisasi pembentukan populasi awal dengan data dan popsize sebagai inputan kemudian melakukan 3 kali perulangan dengan perulangan pertama yaitu perulangan sebanyak popsize yang dilakukan untuk pembentukan populasi awal, kemudian perulangan kedua yaitu sampai dengan banyak data untuk membentuk antrian buku pada masing-masing jurusan untuk membentuk kromosom dan perulangan terakhir sampai panjang data di dalam j (banyak buku perjurusan) berfungsi untuk membentuk antrian buku secara acak sesuai dengan daftar buku perjurusan.

4.2.2 Reproduksi

Proses reproduksi dilakukan setelah membangkitkan populasi awal dengan menentukan *popsize* dari individu-individu yang telah dibentuk. Proses reproduksi dilakukan dengan 2 cara, yaitu proses *crossover* dan proses mutasi. Ada beberapa metode *crossover* yang dapat digunakan untuk proses reproduksi seperti, *one cut point crossover*, *extended intermediate crossover*, *two cut point crossover* dan lain-lain. Ada beberapa metode mutasi yang dapat digunakan diantaranya *random mutation*, *reciprocal exchange mutation* dan *roulette wheel*. Pada penelitian ini, metode *crossover* yang digunakan adalah *one cut point crossover* dan metode mutasi yang digunakan adalah *reciprocal exchange mutation*. Proses *crossover* dilakukan dengan memilih secara random 2 *parent* dari populasi untuk di proses menggunakan metode *one cut point crossover*, sedangkan proses mutasi dilakukan dengan memilih 1 *parent* secara random dari populasi untuk diproses dengan menggunakan *reciprocal exchange mutation*.

4.2.2.1 Crossover

Reproduksi *crossover* dilakukan setelah menentukan populasi awal dan kemudian dari populasi tersebut dipilih 2 *parent* secara random untuk di proses dengan menggunakan metode *crossover* yaitu metode *one-cut-point crossover*. Metode *one-cut-point crossover* kemudian memilih secara random satu titik potong kemudian akan menukarkan bagian kanan dari setiap induk untuk menghasilkan *offspring*. Adapun proses *crossover* dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut.



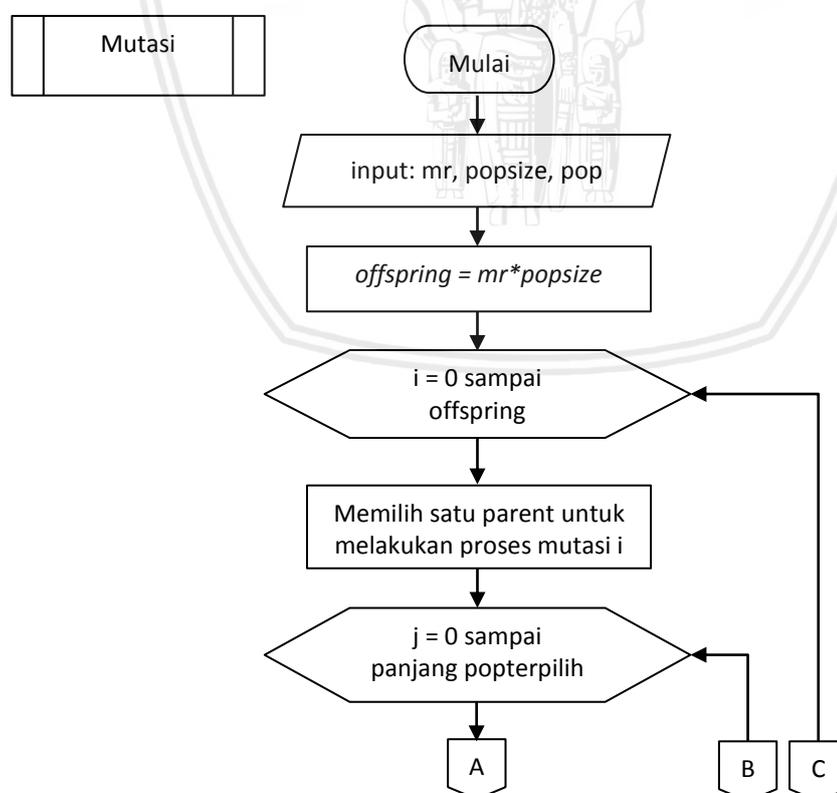
Gambar 4. 3 Diagram Alir Proses *Crossover*

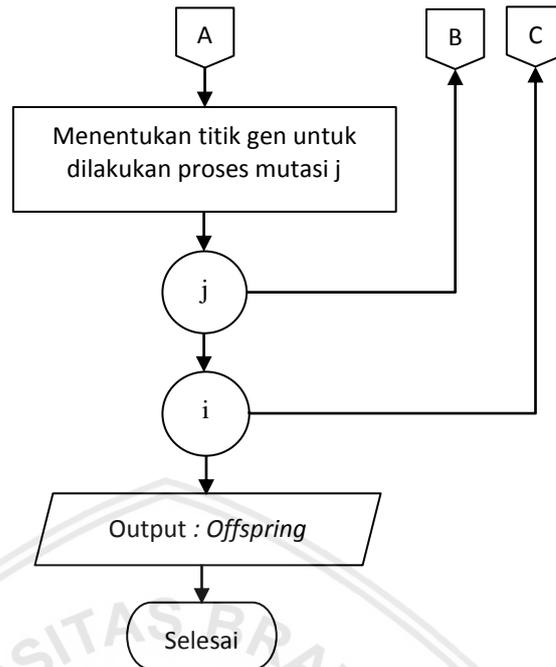
Pada Gambar 4.3 merupakan diagram alir proses *crossover* dengan melakukan inisialisasi *cr*, *popsize* dan *pop* kemudian dilakukan penentuan jumlah

offspring yang akan dihasilkan dengan operasi pengalian dari nilai *cr* dan *popsiz*. Dapat dilihat pada gambar diagram alir proses *crossover* proses terbagi menjadi 2 cabang. Proses pertama merupakan proses *if-else* dengan syarat jika *offspring* yang dihasilkan merupakan bukan sama dengan modulo 2, maka sistem akan melakukan perulangan untuk memilih parent 1 dan parent 2 secara acak kemudian dilakukan pengecekan agar kedua parent yang terpilih bukan 2 parent yang sama. Selanjutnya yaitu dilakukan proses penentuan titik potong dan proses pindah silang dengan metode *one cut point crossover* yang kemudian akan menyimpan 1 *offspring*. Proses kedua merupakan proses *if-else* dengan syarat jika *offspring* merupakan modulo 2. Selanjutnya sistem akan melakukan proses yang sama dengan proses pertama, namun pada proses kedua hanya akan menyimpan 1 *offspring* saja.

4.2.2.2 Mutasi

Seperti halnya pada proses reproduksi *crossover*, pada proses reproduksi mutasi dilakukan dengan menentukan banyak *child* yang akan didapatkan terlebih dahulu yaitu dengan mengalikan *mr* dengan *popsiz*. Kemudian langkah selanjutnya adalah memilih 1 *parent* secara random dari populasi yang sudah ditentukan sebelumnya. Metode mutasi yang digunakan adalah *reciprocal exchange mutation* yaitu dengan memindahkan salah satu gen ke tempat gen lainnya. Adapun proses mutasi dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut.





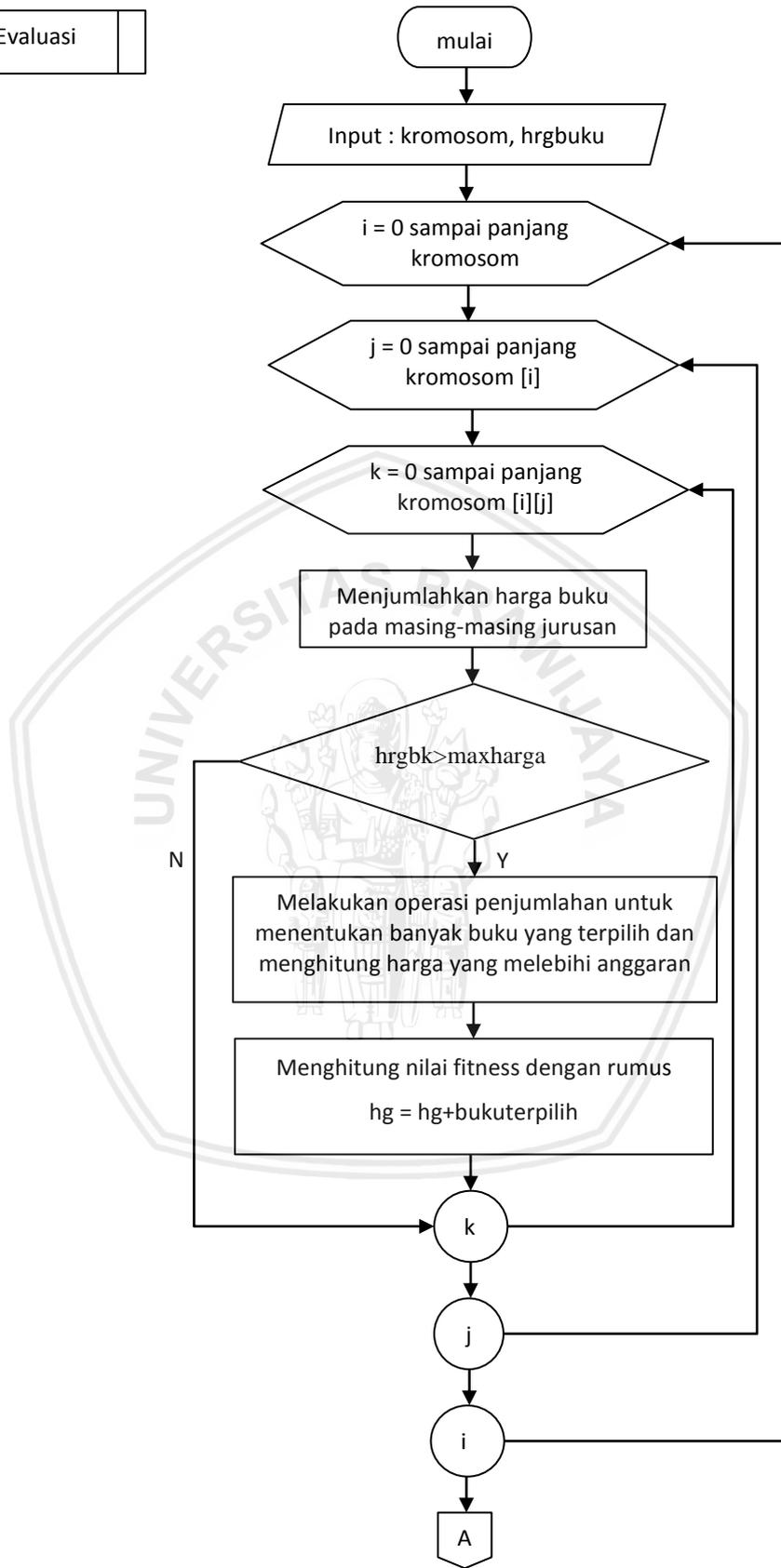
Gambar 4. 4 Diagram Alir Proses Mutasi

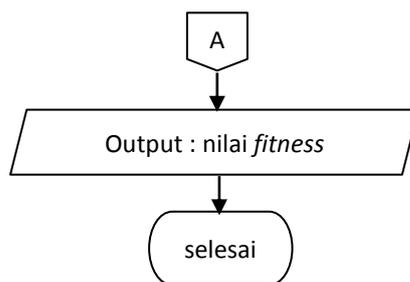
Pada Gambar 4.4 merupakan diagram alir proses mutasi dengan melakukan inialisasi mr , $popsiz$ dan pop kemudian dilakukan penentuan jumlah *offspring* yang akan dihasilkan dengan operasi mengkalikan nilai mr dan $popsiz$. Selanjutnya terdapat 2 perulangan yaitu perulangan pertama untuk menentukan atau memilih 1 *parent* dan perulangan kedua untuk menentukan titik pertukaran gen serta dilakukannya proses mutasi yaitu dengan menggunakan metode *reciprocal exchange mutation*. Kemudian setelah proses tersebut, akan dihasilkan output sistem berupa *offspring*.

4.2.3 Evaluasi

Proses evaluasi adalah proses yang dilakukan untuk menghitung nilai *fitness* dari setiap individu. Semakin besar nilai *fitness* yang dihasilkan maka semakin baik individu tersebut untuk dijadikan sebuah solusi (Widodo, 2010). Dalam penelitian ini, nilai *fitness* didapatkan dengan menghitung penalti buku perjurusan. Perhitungan yang digunakan adalah dengan menghitung seluruh sisa buku per jurusan dengan seluruh total sisa harga buku yang tidak terpilih. Adapun proses evaluasi dengan menghitung *fitness* masing-masing individu dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut.

Evaluasi



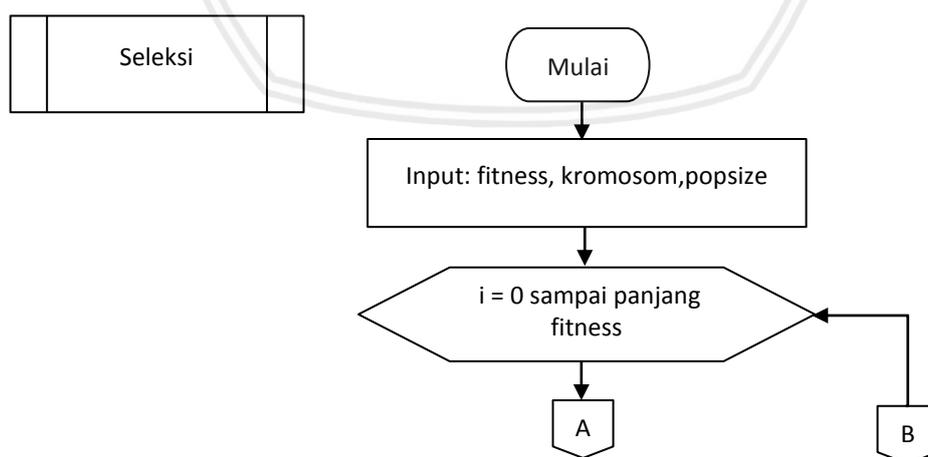


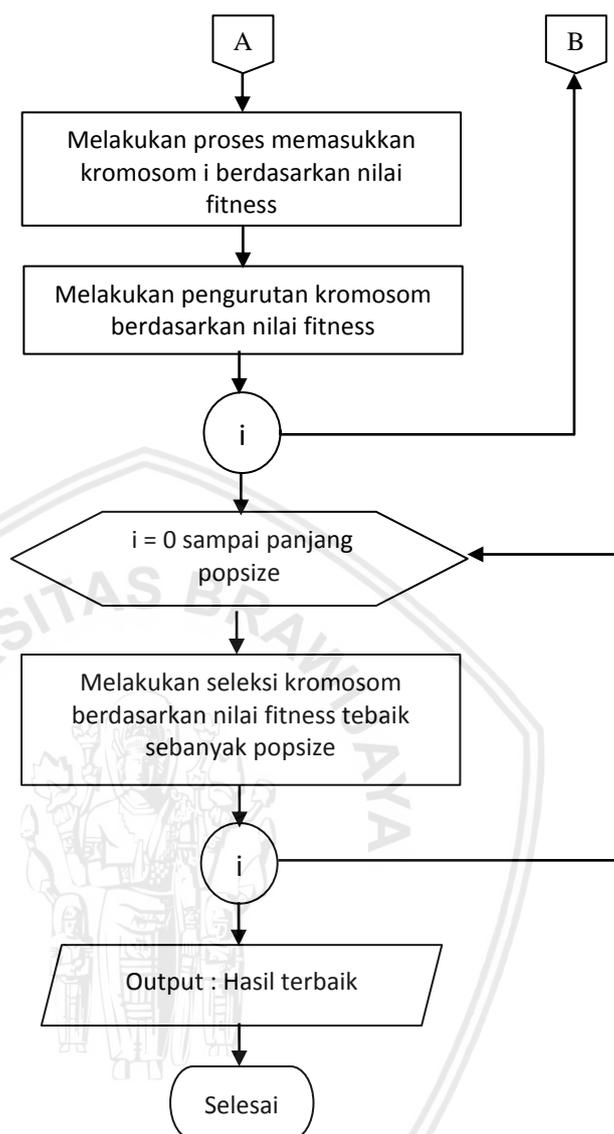
Gambar 4. 5 Diagram Alir Proses Evaluasi

Pada Gambar 4.5 terdapat diagram alir proses evaluasi dengan inialisasi inputan yaitu kromosom dan hrgbuku kemudian melakukan 3 kali perulangan. Pada diagram alir Gambar 4.5 dapat diketahui bahwa dalam proses evaluasi dilakukan proses menjumlahkan harga buku pada masing-masing jurusan. Kemudian melakukan operasi penjumlahan yang digunakan untuk menentukan banyak buku yang terpilih serta menghitung harga yang melebihi anggaran. Setelah itu dilakukan proses perhitungan nilai fitness dengan menggunakan rumus pada persamaan 4.1 untuk mendapatkan hasil yang optimal.

4.2.4 Seleksi

Proses seleksi dilakukan setelah seluruh proses dari algoritma genetika telah selesai. Proses seleksi dilakukan untuk memilih individu baru sebanyak panjang populasi yang telah ditentukan sebagai individu baru pada generasi selanjutnya. Metode yang digunakan dalam proses seleksi yaitu menggunakan seleksi *elitism*. Metode elitism adalah metode yang dilakukan dengan mengambil individu-individu terbaik sesuai dengan urutan nilai *fitness* tertinggi. Banyak individu yang diambil dari proses *elitism* adalah sepanjang populasi awal yang telah ditentukan untuk generasi selanjutnya. Adapun proses seleksi dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut.





Gambar 4. 6 Diagram Alir Proses Seleksi

Berdasarkan Gambar 4.6 dapat dilihat diagram alir proses seleksi dengan menggunakan metode seleksi *elitism* sehingga pada tahap awal dilakukan inialisasi input parameter *fitness*, kromosom dan *popsiz*e. Kemudian dilakukan perulangan *for* yang digunakan sebagai proses memasukkan seluruh kromosom yang telah terbentuk dan melakukan pengurutan kromosom sesuai dengan nilai *fitness*. Setelah itu dilakukan proses pencarian individu terbaik dengan menyeleksi individu-individu dengan nilai *fitness* tertinggi sebanyak *popsiz*e yang telah ditentukan.

4.3 Perhitungan Manual

Perhitungan manual yang dilakukan pada seluruh proses-proses yang ada pada metode algoritme genetika menggunakan beberapa parameter untuk setiap prosesnya yang telah ditentukan terlebih dahulu, yaitu: *Popsiz*e, *Cr*, *Mr*

serta jumlah generasi. Pada contoh manualisasi dalam penelitian ini digunakan nilai parameter yaitu:

- *Popsize* : 3
- Nilai *Cr* : 0,5
- Nilai *Mr* : 0,2
- Jumlah generasi : 1

Nilai *fitness* merupakan nilai yang didapatkan dari perhitungan jumlah pelanggaran yang terjadi. Rumus *fitness* yang dibentuk dapat dilihat pada persamaan 2.1. Terdapat 2 *constraint* atau batasan masalah dalam permasalahan pengadaan buku yang dilakukan di perpustakaan Universitas Brawijaya. Pada Tabel 4.1 berikut adalah batasan masalah yang terjadi pada permasalahan pengadaan buku.

Tabel 4. 1 Daftar Pelanggaran

No.	Pelanggaran
1	Jika harga buku melebihi anggaran dana yang diberikan.
2	Jika total anggaran yang diberikan tidak mencukupi pembelian seluruh buku

4.3.1 Representasi Kromosom

Representasi kromosom yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan 29 jurusan yang memberikan usulan buku dengan seluruh buku yang diusulkan untuk setiap jurusan adalah berbeda-beda jumlahnya (dinamis). Pada penelitian ini digunakan representasi permutasi untuk menyatakan suatu solusi. Panjang kromosom untuk satu individu adalah seluruh buku yang diajukan oleh setiap jurusan. Setiap gen dalam kromosom berupa angka integer yang merepresentasikan 1 judul buku. Pada perhitungan manual diisi dengan angka *random* dengan range 1-banyak buku per jurusan. Contoh representasi kromosom dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.7.

	Akuntansi					Arsitektur					Biologi					Pertanian								
P 1	1	6	4	1	7	3	2	5	1	9	7	1	4	2	1	5	3	6	2	1	5	4	9	
	9	2	5	8	3	1	7	8	2	4	1	6	4	1	7	8	0	2	9	6	1	8	7	3

Gambar 4. 7 Representasi Kromosom

Berdasarkan Gambar 4.7 dapat dilihat susunan skruktur kromosom yang dibentuk adalah dengan mengacak setiap judul buku yang ada pada satu jurusan tersebut dengan masing-masing judul buku direpresentasikan dengan angka integer. Dapat diambil contoh pada jurusan akuntansi memiliki 10 judul buku

yang dengan masing-masing judul buku yang telah direpresentasikan dengan angka 1 sampai 10, setelah merepresentasikan masing-masing judul buku dengan angka 1 sampai dengan 10 selanjutnya dari seluruh jumlah buku yang terdapat pada jurusan akuntansi tersebut akan di *random* di dalam jurusan itu sendiri.

4.3.2 Inisialisasi Populasi Awal

Inisialisasi populasi awal direpresentasikan dengan cara acak sejumlah *PopSize* yang telah ditentukan sebelumnya. Contoh inisialisasi populasi awal pada contoh perhitungan manual dapat dilihat pada Gambar 4.8.

	akuntansi					Arsitektur					Biologi					Pertanian							
p ₁	1	6	4	0	7	3	2	5	0	9	7	1	4	2	1	5	3	6	2	1	5	4	9
	9	2	5	8	3	1	7	8	2	4	6	4	1	7	8	0	2	9	6	1	8	7	3
p ₂	5	7	1	8	4	6	1	9	5	4	3	8	3	4	2	6	9	3	4	3	9	5	1
	2	9	6	3	0	1	1	3	2	2	7	4	1	5	0	1	8	2	1	2	6	8	7
p ₃	9	1	3	6	5	4	2	0	8	4	2	5	6	0	3	7	1	1	3	8	1	9	4
	2	0	8	4	7	1	3	6	1	9	7	3	4	2	5	9	2	8	7	2	0	5	6

Gambar 4. 8 Inisialisasi Populasi Awal

Gambar 4.8 adalah contoh inisialisasi populasi awal dengan 3 individu yaitu p₁, p₂ dan p₃ sesuai dengan jumlah *popSize* yang telah ditentukan sebelumnya. Seluruh gen yang ada pada setiap kromosom merupakan representasi dari judul buku setiap jurusan.

4.3.3 Reproduksi

Proses reproduksi merupakan proses yang dilakukan untuk menghasilkan suatu keturunan yang baru. Dalam proses reproduksi terdapat 2 operator yang digunakan yaitu, tukar silang (*crossover*) dan *mutation*. Dalam tahapan *crossover* terlebih dahulu akan ditentukan nilai *crossover rate / pc* untuk menyatakan rasio *offspring* yang akan dihasilkan terhadap ukuran populasi sehingga dari proses *crossover* yang dilakukan akan dihasilkan *offspring* sebanyak *crossover rate x popSize*. Selanjutnya pada tahapan mutasi, sama dengan tahapan yang ada pada *crossover*, sebelumnya akan ditentukan nilai *mutation rate / pm* untuk menyatakan rasio *offspring* yang akan dihasilkan dari proses mutasi terhadap ukuran populasi sehingga dari proses mutasi yang dilakukan akan dihasilkan *offspring* sebanyak *mutation rate x popSize*.

4.3.4 Crossover

Pada proses ini, sebelum melakukan *crossover* atau proses pindah silang terlebih dulu ditentukan *crossover rate (cr)*. Kemudian, untuk menentukan

banyak *offspring* yang nantinya akan dihasilkan dari proses *crossover* yaitu dengan mengalikan *Cr* dengan *Popsi* seperti pada contoh di bawah ini :

$$\text{Offspring} = 0.6 * 3 = 1.8$$

Karena dari hasil perhitungan tersebut adalah 1.8 maka, dapat dibulatkan keatas menjadi 2 sehingga jumlah *offspring* yang akan dihasilkan adalah 2. Kemudian, untuk menghasilkan 2 *offspring* maka dibutuhkan 2 *parent*. *Parent* dipilih secara *random* dari individu yang sudah ada sebelumnya. Dalam proses perhitungan manual, kromosom dibagi menjadi 2 bagian dengan 2 kromosom digunakan pada proses *crossover* dan 1 kromosom lainnya digunakan untuk proses mutasi. Proses *One Cut Point Crossover* dapat dilihat pada Gambar 4.9.

	akuntansi					Arsitektur					biologi					Pertanian										
p	1	6	4	0	7	3	1	2	5	0	9	7	1	1	4	2	1	5	3	6	2	1	0	5	4	9
1	9	2	5	8	3	1	7	8	2	4	6	4	1	1	7	8	0	2	9	6	1	8	7	3	3	
p	5	7	1	8	4	6	1	9	5	4	3	8	1	3	4	2	6	9	3	4	3	9	5	1	1	
2	2	9	6	3	0	0	0	3	2	2	7	4	1	5	0	1	8	2	1	2	6	8	7	0	0	

Gambar 4. 9 Proses *One Cut Point Crossover*

Setelah dilakukan proses *crossover* atau pindah silang dengan menggunakan metode *one cut point crossover* dihasilkan 2 *child* (individu baru). *Child* dari hasil proses *crossover* dapat dilihat pada Gambar Gambar 4.10.

	akuntansi					Arsitektur					biologi					pertanian									
C	1	6	4	0	7	3	1	2	5	0	9	7	1	1	3	4	2	6	9	3	4	3	9	5	1
1	9	2	5	8	3	1	7	8	2	4	6	4	5	0	1	8	2	1	2	6	8	7	0	1	0
C	5	7	1	8	4	6	1	9	5	4	3	8	4	2	1	5	3	6	2	1	0	5	4	9	9
2	2	9	6	3	0	0	3	2	2	7	4	1	1	7	8	0	2	9	6	1	8	7	3	3	3

Gambar 4. 10 Individu Hasil *One Cut Point Crossover*

4.3.4.1 Mutasi

Proses reproduksi mutasi dilakukan dengan menggunakan metode *reciprocal exchange mutation* yaitu memilih secara acak 2 gen pada satu individu kemudian kedua gen tersebut akan berpindah posisi. Sama dengan proses pada *crossover* untuk menentukan jumlah *offspring* yang akan dihasilkan terlebih dahulu menentukan *mutation rate* (*Mr*) yang kemudian akan dikalikan dengan *popsi* seperti pada contoh di bawah ini.

$$\text{Offspring} = 0,2 * 3 = 0,6$$

Dari hasil perhitungan tersebut maka akan dibulatkan keatas menjadi 1 sehingga jumlah *offspring* yang akan dicari yaitu sebanyak 1 *offspring*. Untuk mencari *offspring* maka ditentukan 1 *parent* secara acak dari individu yang sudah

ada sebelumnya. Contoh proses mutasi yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 4.11.

	akuntansi					Arsitektur					biologi					pertanian									
p 3	9	1	3	6	5	4	2	1	0	8	1	4	2	5	6	10	3	7	11	1	3	8	1	9	4
	2	10	8	4	7	1	3	6	1	9	7	3	4	12	5	9	2	8	7	2	10	5	6		

Gambar 4. 11 Proses *Reciprocal Exchange Mutation*

Setelah dilakukan proses mutasi dengan menggunakan metode *reciprocal exchange mutation* dihasilkan 1 *child* (individu baru). *Child* dari hasil proses mutasi dapat dilihat pada Gambar 4.12.

	akuntansi					Arsitektur					biologi					pertanian									
C 3	9	4	3	6	5	9	2	1	0	8	1	4	2	5	6	10	3	7	11	1	3	10	1	9	4
	2	10	8	1	7	1	3	6	1	4	7	3	2	12	5	9	4	8	7	2	8	5	6		

Gambar 4. 12 Individu Hasil Proses Mutasi

4.3.5 Evaluasi dan Perhitungan *Fitness*

Proses evaluasi digunakan untuk menghitung nilai *fitness* dari semua kromosom yang ada pada populasi awal serta dari *offspring* yang telah didapatkan. Seluruh kromosom dari hasil proses yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 4.13.

	akuntansi					Arsitektur					biologi					pertanian									
p 1	1	6	4	0	7	3	2	5	0	9	7	1	4	1	2	1	5	3	6	2	1	0	5	4	9
	9	2	5	8	3	1	7	8	2	4	6	4	1	7	8	0	2	9	6	1	8	7	3		
p 2	5	7	1	8	4	6	1	9	5	4	3	8	3	4	2	6	9	3	4	3	9	5	1		
	2	9	6	3	0	0	3	2	2	7	4	1	5	0	1	8	2	1	2	6	8	7	0		
p 3	9	1	3	6	5	4	2	0	8	4	2	5	6	0	3	7	1	1	3	8	1	9	4		
	2	0	8	4	7	1	3	6	1	9	7	3	4	2	5	9	2	8	7	2	0	5	6		
C 1	1	6	4	0	7	3	2	5	0	9	7	1	3	4	2	6	9	3	4	3	9	5	1		
	9	2	5	8	3	1	7	8	2	4	6	4	5	0	1	8	2	1	2	6	8	7	0		
C 2	5	7	1	8	4	6	1	9	5	4	3	8	4	2	1	5	3	6	2	0	5	4	9		
	2	9	6	3	0	0	3	2	2	7	4	1	1	7	8	0	2	9	6	1	8	7	3		
C 3	9	4	3	6	5	9	2	0	8	4	2	5	6	0	3	7	1	1	3	0	1	9	4		
	2	0	8	1	7	1	3	6	1	4	7	3	2	2	5	9	4	8	7	2	8	5	6		

Gambar 4. 13 Kromosom Gabungan

Gambar 4.13 merupakan gabungan dari seluruh kromosom *parent* dan *child* yang telah dihasilkan dari proses yang *crossover* dan mutasi. setelah menggabungkan seluruh kromosom maka selanjutnya akan dilakukan perhitungan nilai *fitness* dengan menggunakan rumus persamaan 2.1.

Perhitungan *fitness* dilakukan dengan melakukan pengecekan pada setiap slot judul buku pada setiap jurusan. Kemudian sistem secara otomatis akan mengambil buku-buku yang sesuai dengan kecukupan anggaran yang telah diberikan oleh Universitas Brawijaya per masing-masing jurusannya. Dapat dilihat pada Tabel 4.2 merupakan contoh permasalahan jumlah buku terpilih pada masing-masing jurusan

Tabel 4. 2 Daftar Buku Terpilih

	Akuntansi	Arsitektur	Biologi	Pertanian	Total Buku Terpilih
	Buku Terpilih	Buku Terpilih	Buku Terpilih	Buku Terpilih	
P1	7	11	9	8	35
P2	6	9	11	7	33
P3	7	11	11	8	37
C1	6	9	8	8	31
C2	7	10	9	7	33
C3	8	13	8	7	36

Setelah dilakukan perhitungan nilai *fitness* kemudian akan dilakukan proses seleksi yaitu memilih individu baru dengan nilai *fitness* yang paling tinggi.

4.3.6 Seleksi

Pada proses seleksi dalam penelitian ini digunakan metode elitism. Metode ini merupakan metode yang dilakukan dengan mengurutkan nilai *fitness* dari nilai yang terbesar hingga terkecil. Proses seleksi dilakukan untuk mendapatkan individu-individu baru yang kemudian akan digunakan pada generasi selanjutnya. Setelah melakukan pengurutan maka akan diambil individu terbaik dari hasil perhitungan sebelumnya yang sesuai dengan inisialisasi awal. Hasil seleksi menggunakan metode *elitism* dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 3 Hasil Seleksi Menggunakan Metode *Elitism Selection*

Individu Asal	Individu baru	Nilai <i>Fitness</i>
P3	P1	37
C3	P2	36

P1	P3	35
P2	P4	33
C2	P5	33
C1	P6	31

Setelah dilakukan pengurutan nilai *fitness*, selanjutnya individu-individu baru yang dihasilkan akan digunakan sebagai solusi-solusi untuk generasi selanjutnya.

4.4 Perancangan Proses Pengujian

Perancangan proses pengujian pada penelitian ini digunakan untuk menguji validasi dari sebuah sistem yang telah dibuat dalam penelitian ini. Selain untuk menguji sistem pengujian juga ditujukan untuk menguji parameter-parameter yang digunakan dalam penyelesaian masalah menggunakan algoritme genetika dalam memberikan hasil yang paling baik. beberapa pengujian yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengujian kombinasi *cr* dan *mr*.
2. Pengujian jumlah populasi yang digunakan.
3. Pengujian jumlah generasi yang digunakan dalam penelitian ini.

4.4.1 Pengujian Kombinasi Cr dan Mr

Pengujian terhadap kombinasi nilai *cr* (*crossover rate*) dan *mr* (*mutation rate*) dilakukan untuk mengetahui pengaruh yang akan terjadi dari banyaknya generasi terhadap nilai *fitness* paling baik yang akan dihasilkan. Pengujian ini dilakukan sejumlah 8 kali dengan 11 kombinasi *cr* dan *mr* dengan jumlah generasi sebanyak 100 dan 20 populasi. Setelah diketahui nilai rata-rata *fitness* tertinggi dari suatu kombinasi, maka kombinasi *cr* dan *mr* tersebut akan digunakan pada pengujian selanjutnya. Perancangan pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 4 Perancangan Pengujian Kombinasi Cr dan Mr

Kombinasi Nilai		Nilai <i>fitness</i>								Rata-rata <i>fitness</i>
		Percobaan ke-								
Cr	Mr	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	0									
0,9	0,1									
0,8	0,2									
0,7	0,3									

0,6	0,4									
0,5	0,5									
0,4	0,6									
0,3	0,7									
0,2	0,8									
0,1	0,9									
0	1									

4.4.2 Pengujian Parameter Ukuran Populasi

Pengujian parameter Ukuran populasi dilakukan untuk mengetahui pengaruh ukuran populasi yang digunakan terhadap nilai *fitness* yang akan dihasilkan pada masing-masing individu dan mengetahui pengaruh terhadap nilai rata-rata *fitness* yang paling baik yang akan dihasilkan. Nilai rata-rata *fitness* tertinggi akan digunakan untuk pengujian selanjutnya. Pengujian pada penelitian ini dilakukan sebanyak 8 kali pengujian dengan menggunakan generasi sebanyak 200 generasi dan menggunakan kombinasi $cr = 0.5$ dan $mr = 0.5$. Perancangan pengujian parameter ukuran populasi dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 5 Perancangan Pengujian Parameter Ukuran Populasi

Ukuran Populasi	Nilai <i>fitness</i>								Rata-rata <i>fitness</i>
	Percobaan ke-								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
20									
40									
60									
80									
100									
120									
140									
160									
180									
200									



4.4.3 Pengujian Parameter Banyak Generasi

Pengujian parameter banyak generasi dilakukan untuk mengetahui pengaruh yang akan ditimbulkan dari banyaknya generasi yang digunakan terhadap nilai *fitness* yang akan dihasilkan. Pengujian parameter banyak generasi pada penelitian ini dilakukan sebanyak 8 kali percobaan dengan menggunakan banyak generasi kelipatan 200. Dalam pengujian ini kombinasi *cr* dan *mr* yang digunakan adalah $cr = 0.5$ dan $mr = 0.5$ dengan ukuran populasi adalah 160 populasi. Kombinasi *cr*, *mr* dan ukuran populasi yang digunakan untuk pengujian banyak generasi ini merupakan kombinasi *cr*, *mr* yang paling optimal dan ukuran populasi yang digunakan merupakan ukuran populasi yang paling optimal berdasarkan pada pengujian yang telah dilakukan sebelumnya. Perancangan pengujian parameter banyak generasi dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 6 Perancangan Pengujian Parameter Banyak Generasi

Jumlah Generasi	Nilai <i>fitness</i>								Rata- rata <i>fitness</i>
	Percobaan ke-								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
200									
400									
600									
800									
1000									
1200									
1400									
1600									
1800									
2000									
2200									

BAB 5 IMPLEMENTASI

5.1 Implementasi Penggunaan Perangkat Lunak

Pada subbab ini dijelaskan implementasi perangkat lunak yang digunakan pada sistem optimasi pengadaan buku perpustakaan Universitas Brawijaya. Lingkungan perangkat lunak yang digunakan sebagai pengembangan sistem adalah Python 3.6.

5.2 Implementasi Algoritme Genetika

Implementasi algoritme genetika pada penelitian ini menggunakan Bahasa pemrograman python. Kode program beserta penjelasan kode program ini akan dibagi menjadi beberapa sub bab.

5.2.1 Implementasi Inisialisasi Populasi Awal

Inisialisasi populasi awal merupakan tahap awal yang dilakukan untuk menentukan panjang populasi yang digunakan pada penelitian yang dilakukan, dimana dalam 1 kromosom yang terbentuk terdapat 29 jurusan dengan masing-masing jurusan berisi buku-buku yang dibangkitkan secara acak atau *random*. Kode program proses inisialisasi populasi awal dapat dilihat pada Gambar 5.1.

```

1  def inisialisasipopulasi (data,popsize):
2      populasi = []
3      for i in range (0, popsize):
4          kromosom = []
5          for j in range (0, len(data)):
6              tamp =[]
7              for k in range (0, len(data[j])):
8                  tamp.append(k)
9                  random.shuffle(tamp)
10                 kromosom.append(tamp)
11                 populasi.append(kromosom)
12                 return populasi

```

Gambar 5. 1 Kode Program Inisialisai Populasi Awal

Penjelasan kode program pada Gambar 5.1 adalah sebagai berikut:

1. Baris 1 dan 2 membuat method dan variable untuk menyimpan populasi.
2. Baris 3-4 berfungsi untuk membuat perulangan for i dengan panjang 0 sampai dengan popsize dan membuat variabel untuk menyimpan kromosom.
3. Baris 5-6 membuat perulangan j dengan panjang 0 sampai dengan panjang data dan membuat variable untuk menampung tamp.
4. Baris 7 yaitu membuat perulangan for dengan panjang 0 sampai dengan panjang data [j]

5. Baris 8-10 yaitu untuk membangkitkan nilai k atau membuat antrian buku untuk memenuhi nilai setiap gen pada kromosom sesuai dengan masing-masing jurusan secara acak.
6. Baris 11 yaitu untuk membentuk antrian populasi sesuai dengan popsize yang telah ditentukan sebelumnya dengan membentuk kromosom secara berulang-ulang dan acak.

5.2.2 Implementasi Crossover

Setelah melakukan inisialisasi awal, selanjutnya dilakukan proses reproduksi untuk menghasilkan keturunan. Salah satu proses reproduksi adalah *crossover*. *Crossover* merupakan salah satu proses untuk menghasilkan suatu individu baru yang dilakukan dengan memilih secara *random* 2 individu kemudian akan di proses dengan metode *one cut point crossover* (kawin silang). Kode program proses *crossover* dapat dilihat pada Gambar 5.2.

```

1  def crossover(cr, popsize, pop):
2  offspring = math.ceil(cr*popsize)
3  child = []
4  parentterpilih = []
5  if offspring%2==0:
6      for i in range (0, offspring,2):
7          p1 = random.randint(0, popsize-1)
8          p2 = getrandomp2 (0, popsize-1,p1)
9          p1,p2 = cekparentcross
(p1,p2,parentterpilih,popsize)
10         offspring1 = copy.deepcopy(pop[p1])
11         offspring2 = copy.deepcopy(pop[p2])
12         pjgkromosom = len(pop[p1])
13         titikptg = random.randint(0, pjgkromosom)
14         temp = offspring1[titikptg : ]
15         offspring1[titikptg : ] = offspring2[titikptg :
16     ]
17         offspring2[titikptg : ] = temp
18         parentterpilih.append([p1,p2])
19         child.append(offspring1)
20         child.append(offspring2)
21
22     else:
23         for i in range (0, offspring,1):
24             p1 = random.randint(0, popsize-1)
25             p2 = getrandomp2 (0, popsize-1,p1)
26             p1,p2 =
27 cekparentcross (p1,p2,parentterpilih,popsize)
28             offspring1 = copy.deepcopy(pop[p1])
29             offspring2 = copy.deepcopy(pop[p2])
30             pjgkromosom = len(pop[p1])
31             titikptg = random.randint(0, pjgkromosom)
32             temp = offspring1[titikptg : ]
33             offspring1[titikptg : ] = offspring2[titikptg :
34         ]
35             offspring2[titikptg : ] = temp
36             parentterpilih.append([p1,p2])
36             child.append(offspring1)
36         return child

```

Gambar 5. 2 Kode Program Proses *Crossover*

Penjelasan kode program pada Gambar 5.2 adalah sebagai berikut:

1. Baris 1 membuat method dengan nama *crossover* dengan parameter *cr*, *popsiz*e dan *pop*.
2. Baris 2 operasi matematika untuk menentukan jumlah anak yang akan dihasilkan.
3. Baris 3-4 berfungsi membuat variabel untuk menyimpan *child* dan *parent* terpilih.
4. Baris 5-20 berfungsi jika anak yang dihasilkan adalah genap maka sistem akan melakukan fungsi *if*. Kemudian terdapat proses untuk memilih dua *parent* secara *random* serta menentukan letak titik potong pada proses *crossover*.
5. Baris 21- 35 berfungsi jika proses pertama tidak di jalankan yang berarti jika anak yang dihasilkan adalah ganjil.

5.2.3 Implementasi Mutasi

Setelah melakukan proses *Crossover* selanjutnya dilakukan proses mutasi. Mutasi merupakan salah satu proses untuk menghasilkan suatu individu baru yang dilakukan dengan menukarkan satu gen dalam satu individu atau satu kromosom. Dalam penelitian ini metode mutasi yang digunakan adalah *reciprocal exchange mutation*. Kode program proses mutasi dapat dilihat pada Gambar 5.3.

```

1  def mutasi (mr, popsize, pop):
2      offspring = math.ceil(mr*popsiz)e
3      child = []
4      parentsdhterpilih=[]
5      for i in range (0, offspring):
6          pilihpop = random.randint(0, popsize-1)
7          pilihpop = cekindeksmutasi(pilihpop,
8  parentsdhterpilih,popsiz)e
9          popterpilih = copy.deepcopy(pop[pilihpop])
10         for j in range(len(popterpilih)):
11             titik1 = random.randint(0,
12 len(pop[pilihpop][j])-1)
13             titik2 = random.randint(0,
14 len(pop[pilihpop][j])-1)
15             while titik1 == titik2:
16                 titik2 = random.randint(0,
17 len(pop[pilihpop][j])-1)
18
19         popterpilih[j][titik1],popterpilih[j][titik2]=popterpilih[j
20 ][titik2],popterpilih[j][titik1]
21         child.append(popterpilih)
           parentsdhterpilih.append(pilihpop)
           return child

```

Gambar 5. 3 Kode Program Proses Mutasi

Penjelasan kode program pada Gambar 5.3 adalah sebagai berikut:

1. Baris 1 membuat method dengan nama mutasi dengan parameter *mr*, *popsiz*e dan *pop*.
2. Baris 2 operasi matematika untuk menentukan jumlah anak yang akan dihasilkan.
3. Baris 3-4 membuat variabel untuk menyimpan *child* dan *parent* terpilih.
4. Baris 5-9 berfungsi untuk menentukan *parent* secara acak.
5. Baris 10-16 berfungsi untuk menentukan letak *gen* pada satu kromosom yang akan dipilih secara acak yang akan ditukarkan sehingga menghasilkan anak.

5.2.4 Implementasi Evaluasi *Fitness*

Proses evaluasi *fitness* adalah proses untuk menghitung nilai *fitness* dari setiap kromosom atau individu. Nilai *fitness* dihasilkan dari penalti yang terjadi. Setelah melakukan proses *crossover* dan mutasi selanjutnya dilakukan perhitungan nilai *fitness* untuk menentukan individu terbaik. Kode program proses perhitungan nilai *fitness* dapat dilihat pada Gambar 5.4.

```

1  def pelanggaran(kromosom, hrgbuku, hargamax):
2      fitness = []
3      m = []
4      sisa = []
5      for i in range (len(kromosom)):
6          hg=0
7          for j in range (len(kromosom[i])):
8              maxharga = hargamax
9              jumlahbukusisa = 0
10             hrgbk = 0
11             hrg = 0
12
13             totalbuku = len(kromosom[i][j])
14             bukuterpilih=0
15             harga=0
16             for k in range (len(kromosom[i][j])):
17                 buku = kromosom[i][j][k]
18                 hargabuku = hrgbuku[j][buku]
19                 hrgbk = hrgbk+hargabuku
20
21
22                 if hrgbk>maxharga:
23                     jumlahbukusisa=jumlahbukusisa+1
24                     hrg = hrg+hargabuku
25                 else:
26                     bukuterpilih=bukuterpilih+1
27                     harga=harga+hargabuku
28
29             m.append(jumlahbukusisa)
30             sisa.append(hrg)
31             hg=hg+bukuterpilih
32

```

33	fitness.append(hg)
34	return fitness,m,sisa

Gambar 5. 4 Kode Program Proses Perhitungan Nilai *Fitness*

Penjelasan kode program pada Gambar 5.4 adalah sebagai berikut:

1. Baris 1 method dengan nama pelanggaran dengan parameter kromosom dan hrgbuku.
2. Baris 2 variabel untuk menyimpan *fitness*.
3. Baris 7-34 digunakan untuk proses perhitungan nilai *fitness* untuk mengetahui jumlah buku terpilih dengan anggaran yang telah ditentukan.

5.2.5 Implementasi Seleksi

Proses terakhir dari seluruh proses yang ada dalam metode algoritme genetika adalah dengan melakukan seleksi individu. Metode seleksi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode seleksi *elitism* yaitu metode yang mengurutkan kromosom ataupun individu dari nilai *fitness* tertinggi. Dalam implementasi proses seleksi dilakukan dengan melakukan perulangan dengan membandingkan nilai *fitness* setiap individu atau kromosom. Kode program proses seleksi dapat dilihat pada Gambar 5.5.

1	def pengurutanfitness(fitness, kromosom,popsize):
2	isi = []
3	for i in range(len(fitness)):
4	isi.append((fitness[i],kromosom[i]))
5	hasilsorted = sorted(isi, key=lambda
6	x:x[0],reverse=True)
7	hasilterbaik = []
8	for i in range(popsize):
9	hasilterbaik.append(hasilsorted[i][1])
	return hasilterbaik

Gambar 5. 5 Kode Program Proses Seleksi

Penjelasan kode program pada Gambar 5.5 adalah sebagai berikut:

1. Baris 1 method dengan nama pengurutanfitness dengan parameter *fitness*, kromosom dan popsize.
2. Baris 2 variabel untuk menyimpan isi.
3. Baris 3-5 berfungsi untuk mengambil individu terbaik sejumlah *popsize*.
4. Baris 7-9 berfungsi untuk mengambil individu-individu terbaik sejumlah *popsize* yang lolos seleksi.

BAB 6 PENGUJIAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai pengujian yang akan dilakukan sesuai dengan perancangan pengujian pada bab sebelumnya serta analisis hasil pengujian. Ada 3 pengujian yang akan dilakukan pada bab ini, yaitu pengujian kombinasi *cr* dan *mr*, pengujian parameter ukuran populasi serta pengujian parameter banyak generasi.

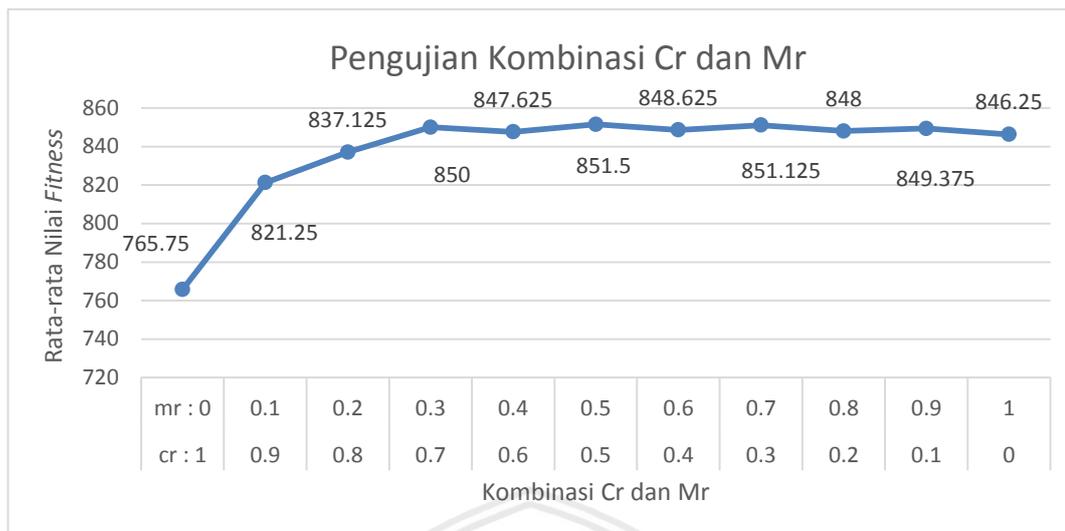
6.1 Pengujian dan Analisis Kombinasi *Crossover Rate* dan *Mutation Rate*.

Berdasarkan perancangan pengujian yang telah dipaparkan pada tabel pengujian dan analisis kombinasi *crossover rate* dan *mutatition rate* pada bab sebelumnya, maka pada bab ini akan dilakukan pengujian kombinasi *cr* dan *mr* dengan menggunakan jumlah ukuran populasi awal yaitu 20 dengan jumlah generasi yaitu 100. Kombinasi *cr* dan *mr* yang akan diujikan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 6.1.

Tabel 6. 1 Hasil Pengujian Kombinasi *Crossover Rate* dan *Mutation Rate*

Kombinasi Nilai		Nilai <i>Fitness</i>								Rata-rata Nilai <i>fitness</i>
		Percobaan ke-								
Cr	Mr	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	0	750	771	776	791	787	733	755	763	765.75
0,9	0,1	821	826	827	823	830	821	808	814	821.25
0,8	0,2	830	840	836	835	847	834	845	830	837.125
0,7	0,3	838	838	854	843	864	855	855	853	850
0,6	0,4	850	834	844	817	881	843	843	869	847.625
0,5	0,5	839	837	851	870	840	854	854	867	851.5
0,4	0,6	852	851	846	832	845	857	863	843	848.625
0,3	0,7	852	862	854	852	847	853	846	843	851.125
0,2	0,8	853	848	845	847	837	836	861	857	848
0,1	0,9	845	851	853	846	854	852	854	840	849.375
0	1	851	861	843	846	828	843	853	845	846.25

Berdasarkan dari tabel hasil pengujian 6.1 yaitu pengujian kombinasi *cr* dan *mr*, setelah diketahui nilai rata-rata *fitness* yang dihasilkan maka dapat dibuat sebuah grafik yang digunakan untuk memudahkan dalam mengetahui kombinasi *cr* dan *mr* yang paling optimal. Grafik hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 6.1.



Gambar 6. 1 Grafik Hasil Pengujian Cr dan Mr

Berdasarkan Gambar 6.1 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata *fitness* yang dihasilkan dari beberapa pengujian kombinasi *cr* dan *mr* yang telah dilakukan mengalami peningkatan. Dapat dilihat dari kombinasi *cr* dan *mr* yang telah diujikan dengan pengujian pertama yaitu 0 dan 1 didapatkan nilai rata-rata *fitness* sebesar 765.75 Kemudian pengujian selanjutnya yaitu kombinasi dengan nilai *cr* 0.9 dan nilai *mr* 0.1 didapatkan nilai rata-rata *fitness* sebesar 821.25. Selanjutnya dengan pengujian yang sama dengan kombinasi nilai *cr* dan *mr* yang berbeda didapatkan nilai rata-rata *fitness* dengan kondisi tidak tetap yaitu dengan pengujian kombinasi terakhir dengan nilai *cr* adalah 0 dan nilai *mr* adalah 1 didapatkan nilai rata-rata *fitness* yaitu 846.25. Dari Gambar 6.1 nilai rata-rata *fitness* yang paling optimal terjadi pada kombinasi *cr* = 0.5 dan *mr* = 0.5 dengan nilai rata-rata *fitness* sebesar 851.5. Maka, dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa nilai rata-rata *fitness* tertinggi didapatkan dari kombinasi *cr* dengan nilai 0.5 dan *mr* dengan nilai 0.5 dengan rata-rata nilai *fitness* 851.5 yang selanjutnya kombinasi *cr* dan *mr* yang paling optimum akan digunakan untuk pengujian selanjutnya, yaitu pengujian parameter ukuran populasi dan pengujian parameter banyak generasi.

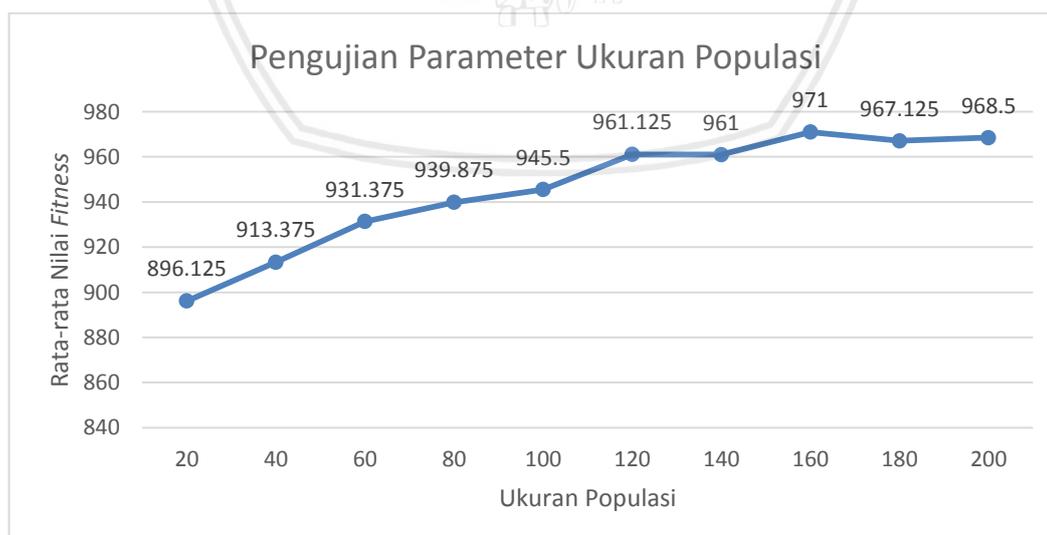
6.2 Pengujian dan Analisis Terhadap Parameter Ukuran populasi

Berdasarkan perancangan tabel pengujian parameter ukuran populasi yang telah dirancang pada bab sebelumnya, maka pada bab ini akan dilakukan pengujian terhadap parameter ukuran populasi dengan kombinasi *cr* dan *mr* adalah 0.5 dan 0.5 karena kombinasi *cr*=0.5 dan *mr*=0.5 merupakan kombinasi yang memiliki nilai rata-rata *fitness* yang paling tinggi. Kemudian, jumlah ukuran populasi awal yang akan digunakan yaitu 20 dengan jumlah generasi yaitu 200. Pengujian dilakukan sebanyak 8 kali percobaan dengan parameter yang diujikan sebanyak 10. Hasil pengujian terhadap parameter ukuran populasi dapat dilihat pada Tabel 6.2.

Tabel 6. 2 Hasil Pengujian Terhadap Parameter Ukuran Populasi

Ukuran Populasi	Nilai <i>Fitness</i>								Nilai Rata-rata <i>Fitness</i>
	Percobaan Ke-								
20	921	906	874	887	897	900	888	896	896.125
40	892	919	907	922	903	916	917	931	913.375
60	925	922	925	944	934	918	925	958	931.375
80	926	943	943	947	951	924	943	942	939.875
100	937	955	953	953	945	948	960	913	945.5
120	964	948	967	947	977	947	962	977	961.125
140	981	952	942	972	950	972	954	965	961
160	971	957	971	993	963	978	974	961	971
180	974	956	976	972	986	977	942	954	967.125
200	970	953	972	980	946	976	978	973	968.5

Berdasarkan dari Tabel hasil pengujian 6.2 yaitu pengujian terhadap parameter ukuran populasi diketahui nilai rata-rata *fitness* yang dihasilkan dari 8 kali percobaan. Dari hasil pengujian parameter ukuran populasi yang telah dilakukan, nilai rata-rata *fitness* yang dihasilkan dibuat sebuah grafik yang digunakan untuk memudahkan dalam mengetahui yang paling optimal. Grafik hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 6.2.



Gambar 6. 2 Grafik Hasil Pengujian Parameter Ukuran Populasi

Berdasarkan dari Gambar 6.2 dapat dilihat bahwa pengujian awal dengan data uji sebanyak 20 dihasilkan nilai rata-rata *fitness* sebesar 896.125. Kemudian

pada pengujian parameter banyak generasi dengan data uji sebanyak 40 dihasilkan nilai rata-rata *fitness* sebesar 913.375. Kemudian pada pengujian selanjutnya dengan parameter ukuran populasi sebanyak 60 sampai dengan parameter ukuran populasi sebanyak 160 populasi dihasilkan nilai rata-rata *fitness* yang terus meningkat. Pada pengujian selanjutnya dengan parameter ukuran populasi sebanyak 180 dan 200 populasi nilai rata-rata *fitness* yang dihasilkan mengalami penurunan yaitu dengan nilai *fitness* 967.125 dan 968.5. Dari seluruh pengujian parameter ukuran populasi yang telah diujikan, diketahui ukuran populasi yang memiliki nilai rata-rata *fitness* tertinggi atau ukuran populasi yang paling optimal yaitu ukuran populasi dengan jumlah 160 populasi. Selanjutnya, ukuran populasi yang paling optimal akan digunakan sebagai parameter pengujian selanjutnya.

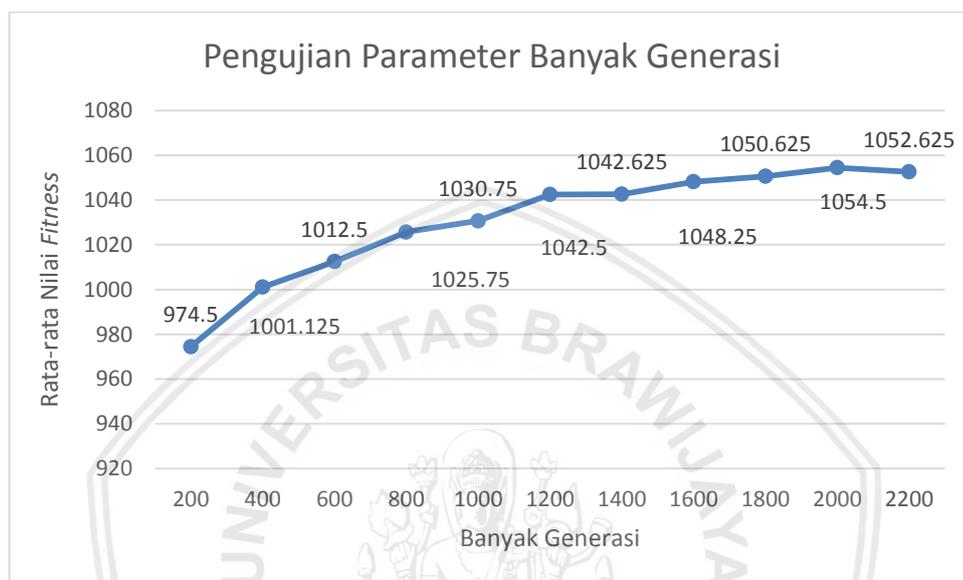
6.3 Pengujian dan Analisis Terhadap Parameter Banyak Generasi

Pengujian terakhir yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengujian parameter banyak generasi. Pengujian parameter banyak generasi dilakukan untuk mengetahui jumlah banyak generasi yang paling optimal dengan nilai yang konvergen pada penelitian ini. Kombinasi *cr* dan *mr* yang digunakan adalah 0.5 dan 0.5 karena merupakan kombinasi yang memiliki nilai rata-rata *fitness* yang paling tinggi. Sedangkan, jumlah populasi yang digunakan adalah hasil dari pengujian ukuran populasi dengan nilai rata-rata *fitness* paling optimal yaitu 160. Hasil pengujian terhadap parameter banyak generasi dapat dilihat pada Tabel 6.3.

Tabel 6. 3 Hasil Pengujian Terhadap Parameter Banyak Generasi

Banyak Populasi	Nilai <i>Fitness</i>								Nilai Rata-rata <i>Fitness</i>
	Percobaan Ke-								
200	976	979	977	970	969	971	980	974	974.5
400	1001	1012	985	1019	1003	991	1001	997	1001.125
600	1031	983	1027	1000	1010	1028	1001	1020	1012.5
800	1028	1034	1011	1032	1029	1014	1020	1038	1025.75
1000	1006	1051	1022	1066	1045	1020	1013	1023	1030.75
1200	1037	1032	1067	1041	1071	1016	1047	1029	1042.5
1400	1008	1022	1067	1077	1069	1027	1021	1050	1042.625
1600	1059	1041	1036	1035	1054	1046	1055	1060	1048.25
1800	1058	1042	1058	1055	1063	1038	1054	1027	1049.375
2000	1037	1068	1042	1058	1048	1074	1063	1046	1054.5
2200	1060	1056	1038	1055	1058	1057	1052	1045	1052.625

Berdasarkan dari tabel hasil pengujian 6.3 yaitu pengujian parameter banyak generasi diketahui nilai rata-rata *fitness* yang dihasilkan. Setelah diketahui nilai rata-rata *fitness* dari pengujian yang telah dilakukan maka dapat dibuat sebuah grafik yang digunakan untuk memudahkan dalam mengetahui hasil pengujian parameter banyak generasi yang paling optimal. Grafik hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 6.3.



Gambar 6. 3 Grafik Hasil Pengujian Banyak Generasi

Berdasarkan dari Gambar 6.3 dapat dilihat bahwa pengujian banyak generasi telah dilakukan sebanyak 8 kali percobaan dimana setiap percobaan yang dilakukan menghasilkan nilai rata-rata *fitness* yang tidak tetap nilainya. Pada percobaan pertama dengan banyak generasi 200 menghasilkan nilai rata-rata *fitness* sebesar 974.5.

Percobaan selanjutnya dengan banyak generasi sebesar 400, 600, 800, 1000, 1200 dan 1800 generasi selalu mengalami peningkatan nilai rata-rata *fitness* dimana nilai rata-rata *fitness* tertinggi terjadi pada ukuran banyak generasi 1800 dengan rata-rata *fitness* sebesar 0.398615. Kemudian pada pengujian parameter banyak generasi sebanyak 2000, nilai rata-rata *fitness* mengalami penurunan sebesar 0.0003 dengan nilai rata-rata *fitness* sebesar 0.398386. Pengujian parameter banyak generasi terhenti pada generasi 2000 dikarenakan pada pengujian banyak generasi selanjutnya tidak terjadi kenaikan nilai *fitness* yang signifikan.

6.4 Analisis Global Hasil Pengujian

Berdasarkan beberapa pengujian yang sudah dilakukan yaitu diantaranya pengujian kombinasi *crossover rate* dan *mutation rate*, pengujian terhadap parameter ukuran populasi serta pengujian terhadap parameter banyak generasi

didapatkan hasil yang optimal dengan mengacu pada besarnya rata-rata nilai *fitness* yang dihasilkan pada setiap pengujian parameter tersebut.

Pada pengujian pertama, yaitu pengujian kombinasi *crossover rate* dan *mutation rate* didapatkan hasil kombinasi yang optimal yaitu dengan nilai *crossover rate* adalah 0 dan *mutation rate* adalah 1. Kemudian dari hasil kombinasi yang paling optimal akan digunakan sebagai parameter pada pengujian selanjutnya yaitu pengujian populasi dan generasi. Pada pengujian parameter ukuran populasi didapatkan hasil jumlah populasi yang optimal adalah sebanyak 200 populasi. Kemudian dengan hasil optimal dari kedua pengujian yang telah dilakukan, yaitu pengujian kombinasi *crossover rate* dan *mutation rate* serta pengujian parameter ukuran populasi akan digunakan untuk melakukan pengujian parameter banyak generasi. Pada pengujian parameter banyak generasi yang telah dilakukan didapatkan jumlah generasi dengan nilai yang sudah konvergen adalah 2000 generasi dengan nilai rata-rata *fitness* yang paling optimum berada pada generasi ke 1800 dengan nilai rata-rata *fitness* adalah 0.398386.

Parameter yang digunakan pada pengujian yang telah dilakukan mempengaruhi hasil penentuan buku yang paling optimum. Parameter banyak generasi berpengaruh baik karena semakin banyak generasi yang digunakan semakin baik pula nilai rata-rata *fitness* yang dihasilkan. Parameter ukuran populasi merupakan parameter yang paling berpengaruh pada kemampuan eksplorasi dan hasil variasi yang dihasilkan dari penerapan metode algoritme genetika. Namun, semakin banyak ukuran populasi dan banyak generasi yang digunakan dalam pengujian maka proses perhitungan komputasi yang dibutuhkan semakin lama.

BAB 7 PENUTUP

Bab ini menjelaskan bagaimana kesimpulan yang didapatkan dari penelitian yang telah dilakukan untuk memberikan solusi pengadaan buku yang optimal pada perpustakaan Universitas Brawijaya dan memuat saran yang ditujukan untuk penelitian yang akan dilakukan selanjutnya.

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan beberapa pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan bagaimana struktur kromosom yang dibentuk dalam permasalahan optimasi pengadaan buku perpustakaan serta bagaimana pengaruh parameter algoritme genetika terhadap permasalahan optimasi pengadaan buku perpustakaan. Maka, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Struktur kromosom pada permasalahan optimasi pengadaan buku perpustakaan Universitas Brawijaya diterapkan dengan menggunakan representasi permutasi, dimana setiap judul buku pada masing-masing jurusan direpresentasikan dengan bilangan integer dan kromosom yang terbentuk adalah sepanjang jumlah buku yang telah diusulkan. Kemudian setiap jurusan dalam 1 kromosom mengacak urutan gennya.
2. Setelah dilakukan pengujian parameter maka dapat diketahui bahwa parameter kombinasi *cr* dan *mr* terbaik didapatkan yaitu *crossover rate* bernilai 0.5 dan *mutation rate* bernilai 0.5 dengan rata-rata nilai *fitness* adalah 851.125, kemudian untuk parameter ukuran populasi terbaik adalah 160 populasi dengan rata-rata nilai *fitness* 971 dan didapatkan parameter banyak generasi yang paling baik adalah pada generasi 2000 dengan nilai yang sudah mengalami konvergensi dengan nilai rata-rata *fitness* 1054.5 dan dengan nilai error = 0.
3. Berdasarkan tiga pengujian yang telah dilakukan dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa jumlah buku maksimal yang dapat dibeli untuk seluruh jurusan yang mengajukan pengadaan buku dengan total dana yang telah diberikan adalah 1077 buku.

7.2 Saran

Berdasarkan beberapa pengujian yang telah dilakukan serta kesimpulan yang telah dibuat diketahui bahwa algoritme genetika sebagai metode yang digunakan sebagai metode penyelesaian masalah optimasi pengadaan buku perpustakaan cukup baik untuk diterapkan. Namun, untuk penelitian lebih lanjut dapat digunakan metode *crossover* yang lain seperti metode *extended intermediate crossover*, dan menggunakan metode mutasi yang lain seperti *random mutation* ataupun *insertion mutation* serta menggunakan metode seleksi yang berbeda seperti *roulette wheel* maupun *binary tournament* untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal lagi.

DAFTAR REFERENSI

Adipranata Rudy., Soedjianto Felicia ., & Tjondro Wahyudi., 2007. *Perbandingan Algoritme Exhaustive, Algoritme Genetika dan Algoritme Jaringan Syaraf Tiruan Hopfield untuk Pencarian Rute Terpendek*. Teknik Informatika, Universitas Kristen Petra: Surabaya.

Adipranata Rudy., Soedjianto Felicia., & Tjondro Wahyudi, n.d. *Perbandingan Algoritme Exhaustive, Algoritme Genetika dan Algoritme Jaringan Syaraf Tiruan Hopfield untuk Pencarian Rute Terpendek*. Teknik Informatika, Universitas Kristen Petra: Surabaya.

Anis Muchlisin., Nandiroh Siti., & Utami Agustin Dyah., 2007. *Optimasi Perencanaan Prosuksi dengan Metode Goal Programming*. Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Surakarta:Surakarta.

Ashari I. Ahmad., Muslim Much. Aziz., & Alamsyah., 2016. *Perbandingan Performansi Algoritme Genetika dan Algoritme Ant Colony Optimization dalam Optimasi Penjadwala Mata Kuliah*. p. 34.

Aziz, S., 2014. *Perpustakaan Ramah Difabel : Mengelola Layanan Informasi bagi Pemustaka Difabel*. Yogyakarta: AR-RUZZ MEDIA.

Hannawati Anies., Thiang & Eleazar , 2002. *Pencarian Rute Optimum Menggunakan Algoritme Genetika*. Volume II, pp. 78-83.

Haupt Randy L., & Haupt Sue Ellen., 2004. *Practical Genetic Algorithm*. p. 1.

Kamus Besar Bahasa Indonesia dalam jaringan (KBBI daring): <<https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/perpustakaan>>.

Mahmudy, W. F., 2013. *Algoritme Evolusi*. p. 5.

Mahmudy, W. F., 2013. *Algoritme Evolusi*. p. 9.

Nelwan Claudia., Kekenusa John S., & Langi Yohanes., 2013. *Optimasi Pendistribusian Air dengan Menggunakan Metode Least Cost dan Metode Modified Distribution (Studi Kasus: PDAM Minahasa Utara)*. Sulawesi Utara.

Rachmananta, D. P., 2006. *Etika Kepustakawanan*. Jakarta: CV. Sagung Seto.

Ratnaningsih, 2010. *Pengadaan Bahan Pustaka di Perguruan Tinggi : Suatu Pengalaman di Perpustakaan Institut Pertanian Bogor*. Volume X, p. 49.

Ratnaningsih, 2010. *Pengadaan Bahan Pustaka di Perguruan Tinggi : Suatu Pengalaman di Perpustakaan Institut Pertanian Bogor*. X(1), p. 46.

Saputro H. Adi., Mahmudy W. Firdaus., & Dewi Candra., 2015. *Implementasi Algoritme Genetika untuk Optimasi Penggunaan Lahan Pertanian*. V(12).Teknik Informatika: Universitas Brawijaya, Malang.

Saputro H. Adi., Mahmudy W. Firdaus., & Dewi Candra., 2015. *Implementasi Algoritme Genetika untuk Optimasi Penggunaan Lahan Pertanian*. Vol.5. No.12.Teknik Informatika:Malang.

Setiawati, W., 2015. *Sistem Penjadwalan Mata Kuliah Berdasarkan Peminatan Mahasiswa Menggunakan Metode Asosiasi yang Disempurnakan dengan Algoritme Genetika*. Fakultas Ilmu Komputer: Universitas Dian Nuswantoro.

Soemardi Biemo W., & Sumirto Dede., 2007. *Optimasi Penjadwalan Sumberdaya dengan Metode Algoritme Genetik dan Algoritme Momen Minimum*. Institut Teknologi Bandung.

Universitas Brawijaya, 2018. *Sejarah Perpustakaan Universitas Brawijaya*. [online] Available at: <<http://lib.ub.ac.id/profil/sejarah/>> [diakses tanggal 20 Oktober 2018]

Universitas Brawijaya, 2018. *Visi dan Misi Perpustakaan Universitas Brawijaya*. [online] Available at: <<http://lib.ub.ac.id/profil/visi-dan-misi/>> [diakses tanggal 20 Oktober 2018].

Universitas Brawijaya, 2018. *Visi dan Misi Perpustakaan Universitas Brawijaya*. [online] Available at: <<http://lib.ub.ac.id/permintaan-bahan-pustaka/>> [diakses tanggal 26 Oktober 2018].

Widodo Agus W., & Mahmudy Wayan F., 2010. *Penerapan Algoritme Genetika pada Sistem Rekomendasi Wisata Kuliner*. V(4).

Zukhri, Z., 2014. *Algoritme Genetika Metode Komputasi Evolusioner untuk Menyelesaikan Masalah Optimasi*. Yogyakarta : s.n.

