

**PENERAPAN METODE *ROULETTE WHEEL* SECARA PARALEL UNTUK  
PENJADWALAN PERKULIAHAN PADA FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan  
Gelar Sarjana Komputer (S.Kom) Program Studi Informatika



**ANDI AGUNG DWI ARYA BULU**

**105841101818**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

**2022**

**PENERAPAN METODE ROULETTE WHEEL SECARA  
PARALEL UNTUK PENJADWALAN PERKULIAHAN PADA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**



Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh  
Gelar Sarjana Komputer Prodi Informatika Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Makassar

Disusun Dan Diajukan Oleh:

**ANDI AGUNG DWI ARYA BULU**  
105 81 11018 18

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

2022

16/09/2022

1 eq  
Smb. Alimmi

P/0007/IFM/224  
BUL  
P



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama Andi Agung Dwi Arya Bulu dengan nomor induk Mahasiswa 105 84 11018 18, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 456/05/A.5-VI/VI/43/2022, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Informatika Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Selasa tanggal 30 Agustus 2022.

Panitia Ujian :

09 Safar 1444 H

Makassar,

07 September 2022 M

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, ST., MT.

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc.

b. Sekretaris : Chyquitha Danuputri, S.Kom., M.Kom

3. Anggota

1. Muhyiddin AM Hayat, S.Kom., MT.

2. Titin Wahyuni, S.Pd., MT.

3. Lukman, S.Kom., MT.

Mengetahui :

Pembimbing I

Rizki Yusliana Bakti, ST., MT.

Pembimbing II

Fahrir Irhamna Rahman, S.Kom., MT.



Dekan

Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM

NBM : 795 108



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

**FAKULTAS TEKNIK**

**GEDUNG MENARA IQRA LT. 3**

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website: [www.unismuh.ac.id](http://www.unismuh.ac.id), e\_mail: [unismuh@gmail.com](mailto:unismuh@gmail.com)

Website: <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**HALAMAN PENGESAHAN**

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom) Program Studi Informatika Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

Judul Skripsi : **PENERAPAN METODE ROULETTE WHEEL SECARA PARAREL UNTUK PENJADWALAN PERKULIAHAN PADA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

Nama : Andi Agung Dwi Arya Bulu

Stambuk : 105 84 11018 18

Makassar, 05 September 2022

Telah Diperiksa dan Disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II

Rizki Yusliana Bakti, ST.,MT.

Fahrim Irhamna Rahman, S.Kom., MT.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Informatika

Muhyiddin AM Hayat, S.Kom.,MT.

NEM : -

## ABSTRAK

**ANDI AGUNG DWI ARYA BULU.** Penerapan Metode Roulette Wheel Secara Paralel Untuk Penjadwalan Perkuliahan Pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar (Dibimbing oleh Rizki Yusliana Bakti dan Fahrir Irhamna Rahman)

Penelitian ini bertujuan menerapkan Pemrograman Paralel dengan menggunakan Metode Roulette Wheel pada Algoritma Genetika dalam Sistem Penjadwalan untuk Membuat Sistem Penjadwalan Cerdas yang praktis. Algoritma genetika adalah pilihan yang sangat baik untuk menangani masalah pengoptimalan yang rumit didasarkan pada seleksi alam dan genetika.

Proses paralel yang diterapkan pada pembuatan penjadwalan berada di fase *Generate* jadwal dan mutasi dikarenakan kedua fase tersebut diproses oleh masing-masing kromosom. Pada pengujian sistem penelitian ini menggunakan metode *white box*. Hasil nilai *fitness* pada individu yang terpilih bernilai sama dengan 1, artinya tidak ada ruang maupun dosen yang mengalami *clash* (Bentrok).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan proses yang dilakukan secara sekuensial membutuhkan waktu proses 280.838 seconds sedangkan proses paralel tercepat berada pada 32 *Thread* dengan hasil waktu 17.9583 seconds. Sehingga proses paralel sangat efisien terhadap proses waktu pembuatan jadwal perkuliahan yang memiliki skala data yang besar atau termasuk dalam kategori big data, sehingga penerapan Metode Roulette Wheel yang di proses secara paralel dalam penyelesaian masalah pembuatan penjadwalan berhasil.

Kata Kunci: Roulette Wheel, Penjadwalan Mata Kuliah, Algoritma Genetika, Paralel

## ABSTRACT

**ANDI AGUNG DWI ARYA BULU.** *The Application of the Roulette Wheel Method in Parallel for Lecture Scheduling at the Faculty of Engineering, Muhammadiyah University of Makassar* (Supervised by Rizki Yusliana Bakti and Fahrin Irhamna Rahman)

This study aimed to apply Parallel Program by using *Roulette Wheel Method* in Schedule System to make efficient and smart Schedule System. Genetic algorithms are an excellent choice for dealing with complex optimization problems based on natural selection and genetics.

The parallel process applied to scheduling is in the Generate schedule and mutation phase because both phases are processed by each chromosome. In testing, this research system using the white box method. The result of the fitness value of the selected individual is equal to 1; it means that there are no rooms or lecturers who have clashed.

The results showed that the sequential comparison of processes required a processing time of 280.838 seconds while the fastest parallel process was at 32 Threads with a time of 17.9583 seconds. So that the parallel process is very efficient for the time process of making lecture schedules that have large data scales or are included in the big data category. So that the application of the *Roulette Wheel Method* which is processed in parallel in solving the problem of making scheduling is successful

Keyword: Roulette Wheel, Lecture Scheduling, Genetic Algorithm, Parallel

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*AssalamualaikumWr. Wb,*

Segala Puji bagi Allah SWT atas limpahan rahmat, kesehatan dan kekuatannya sehingga proposal skripsi dengan judul “PENERAPAN METODE ROULETTE WHEEL SECARA PARALEL UNTUK PENJADWALAN PERKULIAHAN PADA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR” ini dapat kami selesaikan sebagaimana salah satu syarat untuk penyusunan Skripsi Program Studi Informatika. Shalawat dan junjungan Nabi Besar Muhammad SAW sebagai uswatun hasanah dan rahmatan lil alamin.

Tak lupa kami mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan motivasi dalam penyusunan proposal ini, terutama kepada:

1. Ibu **Dr.Ir.Hj Nurnawati, S.T.,M.T.,I.P.M**, selaku Dekan Fakultas Teknik.
2. Bapak **Muh. Syafaat S Kuba, ST.,M.T**, selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik.
3. Bapak **Muhyiddin AM Hayat S.Kom.,MT**, selaku Ketua Prodi Informatika.
4. Ibu **Rizki Yusliana Bakti S.T.,MT**, selaku Dosen Pembimbing 1 Proposal.
5. Bapak **Fahrim Irhamna Rahman S.Kom,M.T**, selaku Dosen Pembimbing 2 Proposal.
6. Dosen dan Staf Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
7. Teman-teman khususnya Angkatan 2018 Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, terima kasih atas dukungan dan doanya.
8. Dan terkhusus kepada kedua Orang tua kami beserta keluarga kami yang telah memberikan dorongan dan motivasi baik secara moril maupun materil.

Demikian laporan proposal skripsi ini kami buat, dan kami sadar bahwa laporan ini masih memiliki banyak kekurangan didalamnya olehnya itu saran dan kritik yang sifatnya membangun dari pembaca sangat kami harapkan untuk kesempurnaan kedepannya.

*Billahi fisabilhaq, fastabiqul khairat.*

*Wassalamulaikum Wr.Wb.*



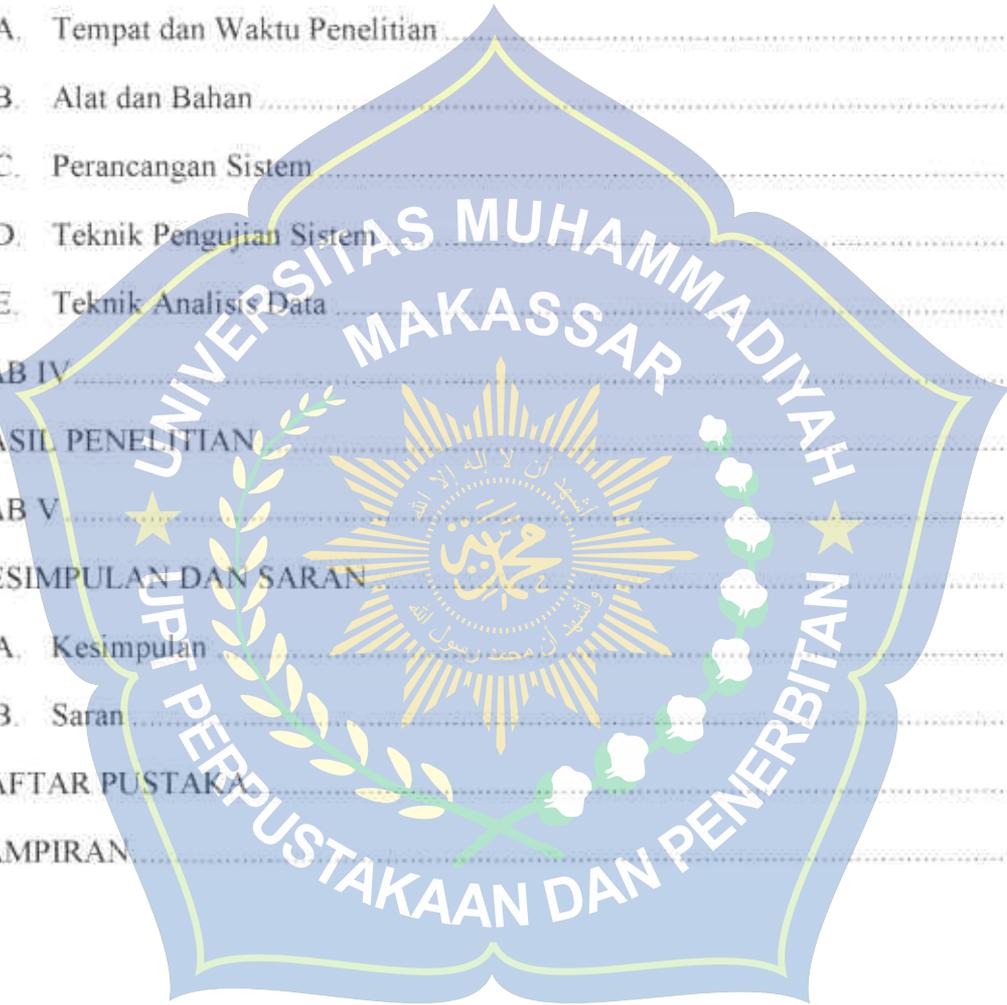
Makassar, 21 Juni 2022.

Penulis

## DAFTAR ISI

PENERAPAN METODE <i>ROULETTE WHEEL</i> SECARA PARALEL UNTUK PENJADWALAN PERKULIAHAN PADA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR.....	i
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR ISTILAH.....	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	3
E. Ruang Lingkup Penelitian.....	4
F. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Landasan Teori.....	5
B. Penelitian Terkait.....	12
C. Kerangka Berpikir.....	16

BAB III.....	18
METODE PENELITIAN.....	18
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	18
B. Alat dan Bahan.....	18
C. Perancangan Sistem.....	19
D. Teknik Pengujian Sistem.....	24
E. Teknik Analisis Data.....	24
BAB IV.....	26
HASIL PENELITIAN.....	26
BAB V.....	49
KESIMPULAN DAN SARAN.....	49
A. Kesimpulan.....	49
B. Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA.....	50
LAMPIRAN.....	53



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perbandingan Penelitian Terkait.....	12
Tabel 2. Pemetaan Kromosom.....	21
Tabel 3. Kuliah.....	26
Tabel 4. Jam.....	27
Tabel 5. Hari.....	27
Tabel 6. Waktu.....	28
Tabel 7. Ruang.....	28
Tabel 8. Hasil <i>Generate</i> Jadwal Perkuliahan.....	38
Tabel 9. Pengaruh probabilitas <i>crossover/mutasi</i> terhadap waktu.....	43
Tabel 10. Pengaruh Probabilitas <i>crossover/mutasi</i> terhadap Ram MB ( <i>MegaBytes</i> ) dengan jumlah perkuliahan 124.....	44
Tabel 11. Pengaruh jumlah data terhadap penggunaan Ram.....	46

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Gen, Kromosom dan Populasi	7
Gambar 2. Crossover Point	8
Gambar 3. Pertukaran gen antara parent	9
Gambar 4. Sebelum dan Sesudah Mutasi	9
Gambar 5. Kerangka Pikir Penelitian	17
Gambar 6. <i>Flowchart</i> Perancangan Sistem	20
Gambar 7. Kromosom Jadwal	21
Gambar 8. Gambar Identifikasi Populasi	21
Gambar 9. Diagram <i>Roulette Wheel</i>	32
Gambar 10. Proses Algoritma Genetika dengan seleksi <i>Roulette Wheel</i>	33
Gambar 11. <i>Flowgraph Base Path</i> Alur Algoritma Genetika	41
Gambar 12. Grafik Pengaruh probabilitas <i>crossover/mutasi</i> terhadap waktu	44
Gambar 13. Grafik Pengaruh Probabilitas <i>crossover/mutasi</i> terhadap Ram MB ( <i>MegaBytes</i> ) dengan jumlah perkuliahan	124
	45
Gambar 14. Grafik Pengaruh Processor terhadap waktu	48

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Kuliah Fakultas Teknik.....	53
Lampiran 2. Hasil Penjadwalan Perkuliahan Fakultas Teknik.....	69
Lampiran 3. Hasil Perhitungan Program Penjadwalan Menggunakan Algoritma Genetika.....	87
Lampiran 4. <i>Source Code</i> .....	124
Lampiran 5. Lampiran Server Uji Coba.....	138



## DAFTAR ISTILAH



<b>Algoritma genetika</b>	Algoritma yang memanfaatkan proses seleksi alamiah yang dikenal dengan proses evolusi.
<b>Populasi</b>	Merupakan sekumpulan individu yang akan diproses bersama dalam satu proses.
<b>Individu</b>	Yaitu menyatakan satu nilai atau keadaan yang menyatakan salah satu solusi yang mungkin dari permasalahan yang diangkat Populasi.
<b>Roulette wheel</b>	Emilihan roda roulette, adalah operator genetika yang digunakan dalam algoritme genetika untuk memilih solusi yang berpotensi berguna untuk rekombinasi.
<b>Crossover</b>	Crossover (persilangan) yang merupakan operator dari algoritma genetika yang melibatkan dua induk untuk membentuk kromosom baru.
<b>Paralel</b>	Paralel yaitu metode komputasi untuk menyelesaikan permasalahan komputasi dengan membagi beban komputasi ke dalam beberapa bagian kecil sub proses komputasi, dimana sub komputasi

tersebut dijalankan pada prosesor yang berbeda secara bersamaan dan saling berinteraksi satu sama lain.

***Software***

Istilah khusus untuk data yang diformat dan disimpan secara digital, termasuk program komputer, dokumentasinya

***Fitness function***

Merupakan sebuah fungsi yang digunakan untuk mengukur tingkat kecocokan sebuah solusi/chromosome yang dihasilkan oleh GA.

***Offspring***

Merupakan keturunan dari individu-individu yang ada dipopulasi.

***Parent***

Individu terbaik dari kumpulan individu dipopulasi yang telah diseleksi.

***Kromosom***

Sebuah nilai yang menyatakan satuan dasar yang membentuk suatu arti tertentu dalam satu kesatuan gen.

***Gen***

Merupakan informasi yang dapat kita rubah sesuai dengan bentuk solusi dari suatu algoritma.

***Probability***

Adalah peluang atau kemungkinan dari suatu kejadian, terjadi atau tidak dan seberapa besar kemungkinan kejadian tersebut berpeluang untuk terjadi.

<i>Core</i>	Salah satu bagian dari prosesor yang punya tugas membaca instruksi kemudian menjalankannya.
<i>Processor</i>	adalah sirkuit inti yang menjalankan seluruh operasi perangkat
<i>Memory module</i>	modul memori atau RAM stick adalah papan sirkuit tercetak tempat sirkuit terintegrasi memori dipasang.
<i>Distributed memory/Shared Memory</i>	Yaitu memori yang dapat diakses secara bersamaan oleh beberapa program dengan tujuan untuk menyediakan komunikasi di antara mereka atau menghindari salinan yang berlebihan.
<i>Flowchart</i>	diagram yang menampilkan langkah-langkah dan keputusan untuk melakukan sebuah proses dari suatu program. Setiap langkah digambarkan dalam bentuk diagram dan dihubungkan dengan garis atau arah panah.
<i>Crossover rate</i>	Yaitu batas nilai kemungkinan suatu individu pada proses pertukaran kromosom antara dua buah individu.
<i>Mutation rate</i>	Batas nilai pada proses perubahan gen dalam kromosom.

$\Sigma m$

Jumlah Mutasi



## BAB I PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Perkuliah adalah proses kegiatan pembelajaran tatap muka antara dosen dan mahasiswa dengan pokok pembahasan sesuai ketetapan materi perkuliahan yang telah ditentukan. Dalam proses perkuliahan banyak komponen-komponen yang harus berjalan secara optimal tidak lepas dari kurikulum, proses belajar mengajar dan penjadwalan perkuliahan.

Penjadwalan perkuliahan merupakan kegiatan rutin yang dilaksanakan setiap pergantian semester sehingga penjadwalan itu sendiri menjadi salah satu bagian terpenting karena mempengaruhi beberapa faktor dalam perkuliahan seperti tersedianya jadwal dosen, matakuliah, ruangan dan waktu. Selain faktor-faktor tersebut, dalam penjadwalan perkuliahan juga perlu memperhatikan kesesuaian antara sks mata kuliah dengan lamanya waktu perkuliahan dan ketersediaan waktu dosen dalam mengajar (Soyemi et al., 2018).

Tidak dipungkiri bahwa dalam penjadwalan banyak terjadi masalah. Permasalahan yang sering terjadi dalam penjadwalan kuliah adalah lamanya proses pembuatan jadwal dan adanya bentrok jadwal karena banyaknya aturan-aturan yang harus diperhatikan. Masalah Penjadwalan ini juga sering terjadi pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar yaitu seringnya terjadi jadwal kuliah bentrok dan perubahan jadwal oleh dosen tertentu di tengah masa perkuliahan sehingga mengakibatkan jadwal dan ketidaksesuaian jumlah sks mata kuliah dengan jam jadwal perkuliahan. Untuk itu mengingat pentingnya proses penjadwalan ini, maka perlu dilakukan langkah optimasi penjadwalan kuliah sehingga proses penjadwalan kuliah lebih cepat dan bentrok jadwal dapat diminimalisir (Darussalam & Arief, 2017).

Aplikasi penjadwalan perkuliahan telah dilakukan beberapa peneliti sebelumnya. Pada tahun 2017 Darussalam, Arief telah melakukan penelitian

tentang penjadwalan perkuliahan menggunakan Algoritma Genetika dengan metode *roulette wheel* untuk menentukan pasangan jadwal yang akan di-*crossover*. *Roulette wheel* menyeleksi populasi baru dengan distribusi probabilitas yang berdasarkan pada nilai kepastian. Penelitian ini menghasilkan aplikasi penjadwalan kuliah dengan hasil yang optimal dan nilai bentrok 0. Rata-rata waktu pembuatan jadwal 1,003 detik dan rata-rata generasi untuk mencapai nilai optimal, yaitu generasi ke 5 (pembulatan dari 5,2). Adapun waktu tercepat didapatkan pada percobaan ke 9 yaitu 0,75 detik (Darussalam & Arief, 2017)

Penelitian tersebut hanya berfokus pada proses optimasi penjadwalan agar tidak terjadinya bentrok perkuliahan tanpa memperhatikan jumlah sks pada setiap matakuliah serta kecepatan komputasi sistem sehingga terjadi kekosongan jam perkuliahan pada jumlah matakuliah sks tertentu. Pembuatan penjadwalan perkuliahan dirasa penting agar dapat disesuaikan dengan jumlah sks matakuliah sehingga mengoptimalkan waktu dan jam perkuliahan.

Untuk memecahkan sebuah masalah pada kecepatan komputasi maka dibutuhkan pemrograman paralel yaitu metode komputasi untuk menyelesaikan permasalahan komputasi dengan membagi beban komputasi ke dalam beberapa bagian kecil sub proses komputasi, dimana sub komputasi tersebut dijalankan pada prosesor yang berbeda secara bersamaan dan saling berinteraksi satu sama lain (Lumbanraja et al., 2020)

Penelitian kedua dilakukan oleh I Putu Adi Pradnyana Wibawa pada tahun 2018 yang telah melakukan penelitian mengenai pemrograman paralel dengan hasil pengujian membuktikan bahwa waktu pengolahan data pasien menggunakan program paralel lebih cepat dibandingkan menggunakan topologi sekuensial dan tanpa menggunakan pemrograman paralel (Wibawa et al., 2018)

Berdasarkan data hasil penelitian diatas ini menjadi sebuah referensi dan alasan peneliti melakukan penelitian "Penerapan Metode *Roulette Wheel* Secara Paralel Untuk Penjadwalan Perkuliahan". Penelitian ini bermaksud untuk melakukan penerapan Algoritma Genetika menggunakan metode *roulette wheel*

dengan proses pemrograman secara paralel sehingga dapat mengefisienkan waktu proses pembuatan jadwal perkuliahan.

Berdasarkan data penelitian diatas, oleh karena itu pentingnya pembuatan penjadwalan perkuliahan yang dapat disesuaikan dengan jumlah sks matakuliah sehingga mengoptimalkan waktu dan jam perkuliahan.

### **B. Rumusan Masalah**

Berlandaskan latar belakang diatas, peneliti dapat merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Belum ada Sistem Penjadwalan Cerdas yang praktis untuk memudahkan staff dalam penentuan jadwal perkuliahan.
2. Belum ada penelitian yang menerapkan Pemrograman Paralel dengan menggunakan Metode *Roulette Wheel* dalam sistem penjadwalan.

### **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan dari rumusan masalah maka tujuan penelitian yaitu:

1. Membuat Sistem Penjadwalan Cerdas yang praktis untuk memudahkan staff dalam penentuan jadwal perkuliahan.
2. Melakukan penelitian yang menerapkan Pemrograman Paralel dengan menggunakan Metode *Roulette Wheel* dalam Sistem Penjadwalan

### **D. Manfaat Penelitian**

Penelitian tentang penggunaan Algoritma Genetika untuk Sistem Penjadwalan Mata Pelajaran Sekolah diharapkan dapat bermanfaat baik secara teoritis maupun secara praktis:

1. Secara Teoritis
  - a. Untuk pengembangan ilmu pengetahuan, terutama bagi dunia Teknik Informatika dan Ilmu Komputer.
  - b. Menemukan cara pengimplementasian Algoritma Genetika terhadap *Software* Sistem Penjadwalan Mata Perkuliahan
2. Secara Praktis
  - a. Bagi Peneliti

- 1) Memahami proses kerja Algoritma Genetika dan bentuk implementasinya.
  - 2) Sebagai portofolio untuk peneliti yang berguna untuk masa yang akan datang.
- b. Bagi Universitas
- 1) Sebagai bahan referensi untuk penelitian yang akan datang.
  - 2) Sebagai bahan evaluasi bagi universitas dalam mengembangkan keilmuan dalam hal ini yang berkaitan dengan program berbasis Algoritma Genetika.

#### **E. Ruang Lingkup Penelitian**

Dari analisis rumusan masalah di atas dapat dirumuskan beberapa batasan masalah yaitu:

1. Mata kuliah praktikum, kuliah kerja profesi (KKP), dosen tidak tetap dan dosen kedua tidak dimasukkan dalam proses penjadwalan.
2. Pembuatan penjadwalan dilakukan di awal perkuliahan.

#### **F. Sistematika Penulisan**

Secara garis besar penulisan laporan tugas akhir ini terbagi menjadi beberapa bab yang tersusun sebagai berikut:

##### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menerangkan secara singkat dan jelas mengenai latar belakang penulisan penelitian tugas akhir, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, batasan permasalahan, metodologi yang digunakan dan sistematika penulisan.

##### **BAB II TINJAUUAN PUSTAKA**

Pada bab ini membahas tentang teori-teori yang melandasi penulis dalam melaksanakan skripsi.

##### **BAB III METODE PENELITIAN**

Membahas tentang metode penelitian dan alat yang digunakan untuk pembuatan sistem.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Landasan Teori

##### 1. Optimasi

Ungkapan optimasi menurut Syahrul Mauluddin dapat berlaku dua hal yang berbeda, yaitu menemukan nilai terendah atau mencari nilai maksimal (Darussalam & Arief, 2017).

Sedangkan Optimasi adalah proses mendapatkan hasil terbaik dalam skenario tertentu, proses memperoleh suatu kondisi yang menghasilkan nilai terendah atau maksimum dari suatu fungsi dapat dinyatakan sebagai hasil yang dibutuhkan atau manfaat yang diinginkan dari proses tersebut (Manik et al., 2018).

##### 2. Penjadwalan Mata Kuliah

Penjadwalan mata kuliah merupakan tugas penting yang harus diselesaikan setiap pergantian semester di perguruan tinggi. Penjadwalan perkuliahan yang baik tentunya akan meningkatkan mutu dan pelayanan pendidikan karena memungkinkan para pendidik, dalam hal ini dosen, untuk merencanakan sumber daya yang tersedia, yaitu tenaga pendidik dan ruang kelas, secara optimal sehingga mahasiswa dapat menghadiri perkuliahan dan memperoleh informasi (Christian & Donoriyanto, 2021)

Penjadwalan mata kuliah diatur oleh berbagai faktor, termasuk dosen, ruang kuliah, mata kuliah, laboratorium, dan jam kuliah, yang semuanya memiliki batasan tersendiri yang harus dipatuhi. Kendala atau batasan yang terjadi adalah ukuran kualitas penjadwalan kuliah, memungkinkan untuk pembuatan jadwal kuliah yang optimal dan dapat tersusun sebaik mungkin (Salman & Irfandi, 2019).

### 3. Algoritma Genetika

Algoritma adalah kumpulan proses untuk mengatasi masalah logistik yang diatur secara logis. Algoritma adalah suatu teknik yang merupakan gabungan dari serangkaian tahapan, atau pendekatan khusus untuk menangani suatu masalah yang nyata, suatu susunan, atau langkah-langkah untuk memecahkan suatu masalah secara logis, efisien, dan cara-cara yang terorganisir untuk memberikan jawaban yang tepat untuk suatu masalah dengan menentukan secara tepat apa yang dibutuhkan (Indahyanti, 2020).

Algoritma sendiri adalah suatu upaya dengan urutan operasi yang disusun secara logis dan sistematis untuk menyelesaikan suatu masalah untuk menghasilkan suatu output tertentu (Kani, 2020)

Sedangkan Algoritma Genetika adalah algoritma pencarian (*search algorithm*) yang menggunakan prinsip seleksi alam dalam ilmu genetika untuk mengembangkan solusi terhadap permasalahan (Haupt, L.R., and Haupt, E.S., 2004).

Menurut K. Krisnandi Algoritma Genetika sama halnya dengan genetika dalam bidang biologi yaitu algoritma genetika adalah algoritma pencarian yang didasarkan pada seleksi alam dan genetika. Algoritma genetika adalah pilihan yang sangat baik untuk menangani masalah pengoptimalan yang rumit. Sifat algoritma genetika adalah mencari opsi terbaik dan paling optimal dari alternatif solusi yang tersedia. Kromosom yang terpilih adalah kromosom yang memiliki nilai *fitness* yang terbaik. Nilai *fitness* dapat ditetapkan untuk setiap solusi yang layak. Kromosom dengan nilai *fitness* yang tinggi memiliki peluang yang lebih besar untuk bertahan hidup pada generasi berikutnya, meskipun kromosom dengan nilai *fitness* yang rendah masih dapat bertahan seleksi tersebut kemudian ditentukan oleh kromosom-kromosom baru (*offspring*) melalui proses *crossover* dan mutasi dari kromosom yang terpilih (induk) (Zulmahendra & Derta, 2020).

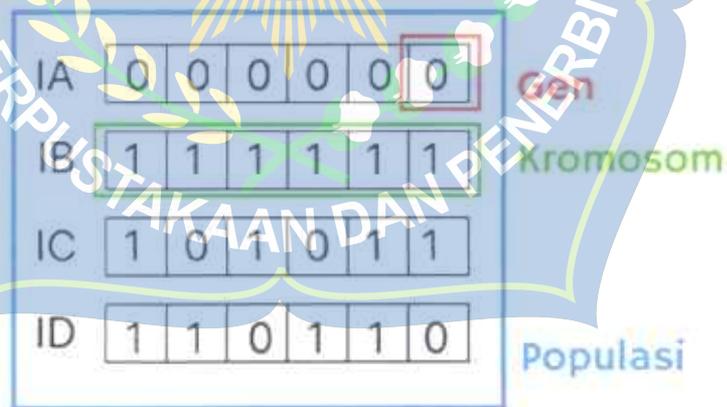
a. Proses Umum Algoritma Genetika

Tujuan dari algoritma genetika adalah untuk menentukan nilai *fitness* individu dalam suatu populasi. Dari generasi ke generasi, seluruh proses adalah satu iteratif. Ketika setiap generasi memiliki anak, dan setiap keturunan atau *offspring* memiliki individu yang baik dibandingkan dengan orang tua atau *parent*-nya. Pada generasi berikutnya, individu anak terbaik akan dipilih kembali sebagai orang tua. Teknik ini diulang sampai nilai *fitness* terbaik ditemukan (Muhammad, 2018).

Terdapat 5 tahapan dalam algoritma genetika yaitu sebagai berikut (Muhammad, 2018).

1) Inisialisasi Populasi

Prosedur dimulai dengan inisialisasi beberapa individu atau disebut dengan populasi. Setiap individu adalah solusi potensial atau nilai *fitness* yang ingin dicari. Setiap individu terdiri dari kumpulan gen atau *Genes*, sering dikenal sebagai *Chromosome* (kromosom).



Gambar 1. Gen, Kromosom dan Populasi

## 2) *Fitness Function*

Fungsi *fitness* menunjukkan seberapa cocok nilai dari suatu individu. Fungsi ini menghasilkan *score* atau nilai *fitness* yang dicari dari setiap individu.

## 3) *Selection*

Selama tahapan ini, individu dengan nilai *fitness* tertinggi di rekomendasikan menjadi *parent* pada generasi berikutnya. Salah satu metode paling populer pada fase ini adalah metode *roulette*.

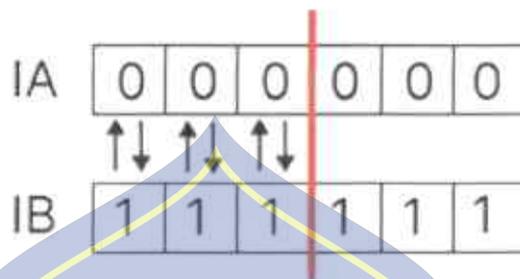
## 4) *Cross Over*

Tahapan paling penting dari algoritma genetika adalah tahapan *crossover*. Setiap pasangan individu yang telah menjadi *parent* kemudian disilangkan untuk menciptakan individu baru. Prosedur persilangan digunakan dengan menentukan *crossover point* secara acak di dalam kromosom, contoh dapat dilihat pada gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Crossover Point.

Dengan bertukar gen diantara *parent* sampai titik *crossover point* akan melahirkan “keturunan” baru.



Gambar 3. Pertukaran gen antara parent.

Setelah penukaran, keturunan baru dimasukkan ke populasi.

5) Mutasi

Setelah terciptanya keturunan baru, gen tertentu pada setiap individu mengalami mutasi dengan *probability* tertentu, umumnya dengan *probabilitas* yang rendah. Mutasi dapat dilihat pada gambar 4. Mutasi digunakan untuk menjaga keragaman populasi tetap terkendali dan mencegah konvergensi dini.

**Sebelum Mutasi**



**Sesudah Mutasi**



Gambar 4. Sebelum dan Sesudah Mutasi.

Ketika populasi telah konvergen dan tidak lagi menghasilkan anak-anak substansial dari generasi sebelumnya, algoritma akan terhenti.

Dengan kata lain, algoritma genetika telah menghasilkan solusi untuk masalah yang dijelaskan pada saat ini.

#### 4. *Roulette Wheel*

Pembentukan susunan kromosom pada suatu populasi baru dilakukan dengan menggunakan metode seleksi *roulette wheel*. Sesuai dengan namanya, metode ini menirukan permainan *roulette wheel* dimana masing masing kromosom menempati potongan lingkaran pada *roulette wheel* secara proporsional sesuai dengan nilai *fitness*-nya. Kromosom yang memiliki nilai *fitness* lebih besar menempati potongan lingkaran yang lebih besar dibandingkan dengan kromosom bernilai *fitness* rendah. Langkah pertama metode ini adalah dengan menghitung total nilai *fitness* seluruh kromosom (Iskandar, 2021).

Metode seleksi *roulette wheel* juga merupakan metode yang paling sederhana, dan sering juga dikenal dengan nama *stochastic sampling with replacement*. Metode ini memilih satu individu dengan kemungkinan proporsi secara langsung untuk nilai *fitness*-nya, yaitu memilih kromosom terbaik dengan cara menghitung setiap nilai kromosom dan membandingkannya dengan nilai kromosom lainnya (Abadi & Juanita, 2017).

### 5. Paralel

Pemrograman paralel adalah strategi komputasi untuk mengatasi masalah yang membagi beban komputasi menjadi banyak proses sub-komputasi kecil yang beroperasi pada berbagai prosesor pada saat yang sama dan berinteraksi satu sama lain. Tujuan komputasi paralel adalah untuk meningkatkan kinerja komputer dalam menangani berbagai masalah dengan memecah masalah besar menjadi beberapa masalah yang lebih kecil. Ini memungkinkan kinerja yang lebih cepat (Lumbanraja et al., 2020).

Algoritma paralel berbeda dari algoritma serial karena prosedur pengelolaan data secara paralel dilakukan secara bersamaan dengan menggunakan sejumlah *core* yang telah ditentukan sebelumnya. Misalnya, data yang akan diproses memiliki satu juta pengamatan dan 5 variabel. Setiap *core* yang telah ditentukan sebanyak 4 bertanggung jawab untuk menyelesaikan 250.000 pengamatan dan lima variabel (Romadlon, 2018).

Dibutuhkan suatu teknik untuk membuat penggunaan pemrograman paralel secara objektif lebih unggul daripada pemrograman serial pada satu komputer yaitu dengan menghitung *Speed Up(S)* dan Efisiensi (E) yang ada dari kinerja pemrograman paralel. Perbandingan waktu eksekusi satu komputer dengan waktu eksekusi banyak prosesor disebut *Speed Up(S)*. Sedangkan Efisiensi (E) adalah nilai efektivitas program paralel yang menggunakan sejumlah *p processor* terhadap pemrograman serial. Ada dua bentuk arsitektur yang dapat dikembangkan pada pemrograman paralel, yaitu *share memory* yang mana setiap processor dapat mengakses *memory module*, sehingga setiap program dapat mengakses data dan *distributed memory* yang mengacu pada tugas hanya dapat secara logistik "melihat" memori pada sistem lokal mereka dan harus menggunakan komunikasi untuk mengakses *memory* pada mesin lain di mana tugas lain sedang berjalan (Mutsaqov, 2017).

## B. Penelitian Terkait

Peneliti memperoleh banyak inspirasi dan referensi untuk penyusunan skripsi ini dari penelitian sebelumnya, terkait dengan latar belakang masalah pada skripsi ini. Penelitian sebelumnya yang terkait meliputi:

Tabel 1. Perbandingan Penelitian Terkait

Peneliti	Tujuan/Kasus	Metode/Algoritma	Hasil
Suwarjono, Susanto (2018)	Mengembangkan sistem penjadwalan perkuliahan	Algoritma Genetika	Sistem penjadwalan perkuliahan secara otomatis berhasil dibuat tanpa adanya persamaan jam, hari dan ruang untuk 36 matakuliah dan 23 dosen
I Putu Adi Pradnyana Wibawa (2018)	Membandingkan waktu pengolahan data antara sekuensial dan paralel.	Komputasi paralel pada komputer CPU menggunakan metode master dan slave menggunakan metode	Waktu pengolahan data pasien menggunakan program paralel lebih cepat dibandingkan menggunakan topologi sekuensial
		Foster	

Muhajir Nasir, Faisal,	Mengoptimalkan sistem penjadwalan mata kuliah menggunakan teori pewarnaan graf <i>Welch-Powell</i>	Metode Pewarnaan <i>Graf, Largest Degree Ordering (LDO), Algoritma Welch-Powell</i>	Menghasilkan penyusunan jadwal yang lebih jelas dan terstruktur
------------------------	--	---	---

Iskandar (2021)	Optimasi penjadwalan algoritma genetika yang menghasilkan generasi terbaik dari sebuah sistem penjadwalan tugas akhir	Metode <i>roulette wheel</i> , Algoritma Genetika	Berdasarkan hasil penelitian ini, proses pembuatan penjadwalan dilakukan dengan estimasi waktu sekitar kurang lebih 10 menit.
-----------------	---	---	---

Penelitian pertama oleh Suwarjono, Susanto, 2018, "SISTEM PENJADWALAN PERKULIAHAN PADA UNIVERSITAS MUSAMUS MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA BERBASIS *WEB*". Proses pembuatan jadwal ini menggunakan Algoritma Genetika Berbasis *Web* dirancang menggunakan *PHP* dan *MySQL* untuk database. Metode pengujian yang digunakan dalam sistem penjadwalan perkuliahan ini adalah metode *BlackBox* dengan hasil sistem penjadwalan perkuliahan secara otomatis berhasil dibuat tanpa adanya persamaan jam, hari dan ruang untuk 36 matakuliah dan 23 dosen dan saran untuk untuk pengembang penelitian selanjutnya diharapkan sistem mampu menghasilkan jadwal dengan nilai *fitness* yang lebih cepat (Suwarjono & Susanto, 2018).

Penelitian berikutnya oleh Suwarjono, Susanto, 2018, "Komputasi Paralel Menggunakan Model *Message Passing* Pada SIM RS (Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit)". Konsep penelitian yang telah direncanakan yaitu dengan mengolah data SIM RS menggunakan topologi jaringan sekuensial (1 komputer *CPU*) dan mengolah data SIMRS menggunakan program paralel *MPI* dengan topologi jaringan paralel yaitu menggunakan 1 komputer *CPU* berfungsi sebagai master dan 6 komputer *CPU* sebagai *slave* dengan total 7 komputer *CPU* baik master ataupun *slave* dapat berfungsi mengolah data. Hasil yang didapat pada tahap pengujian menunjukkan pengolahan data pasien menunjukkan bahwa waktu pengolahan data pasien menggunakan program paralel *MPI* lebih cepat dibandingkan pengolahan data menggunakan topologi jaringan sekuensial/1 komputer *CPU*. Pengujian *speed up* menunjukkan adanya peningkatan kecepatan sampai pada penggunaan komputasi paralel pada 3 komputer *CPU*. Sedangkan pada pengujian efisiensi nilai efisiensi tertinggi terdapat pada penggunaan 2 dan 3 komputer *CPU*. Hal ini menunjukkan bahwa untuk mengolah data sebanyak 40.036 *records* menggunakan program paralel *MPI* jumlah ideal komputer *CPU* yang digunakan agar mendapatkan kecepatan maksimal adalah sebanyak 2 sampai 3 komputer *CPU* (Wibawa et al., 2018).

Penelitian berikutnya dilakukan oleh Muhajir Nasir, 2021, "Optimalisasi Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Teori Pewarnaan *Graf*". Penerapan teori pewarnaan *graf* ini menghasilkan penyusunan jadwal yang lebih jelas dan terstruktur, karena dapat diketahui mata kuliah yang dapat dijadwalkan secara bersamaan dan banyaknya sesi perkuliahan yang dibutuhkan secara minimal. Namun pada penelitian ini masih banyak batasan lain yang belum dipertimbangkan, seperti kesediaan dosen untuk mengajar pada waktu dan hari tertentu, alokasi mata kuliah yang akan diajarkan dosen dan lain sebagainya (Nasir & Setyawan, 2021).

Penelitian terakhir oleh Iskandar, 2021, "Optimasi Penjadwalan Ujian Tugas Akhir Dengan Menggunakan Algoritma Genetika", dengan menggunakan Metode Algoritma genetika dalam penjadwalan Tugas Akhir dengan tidak terjadinya bentrok. Dalam hal ini proses penjadwalan dilakukan dengan estimasi

waktu sekitar kurang lebih 10 menit dan semakin banyak generasi atau jumlah peserta ujian tugas akhir yang ditentukan maka semakin lama penjadwalan dilakukan, semakin sedikit generasi atau jumlah peserta yang ditentukan maka semakin cepat jadwal dihasilkan dan hasil penjadwalan akan semakin baik jika generasi yang dibentuk banyak dan sedikit adanya *constraint* dosen (Iskandar, 2021).

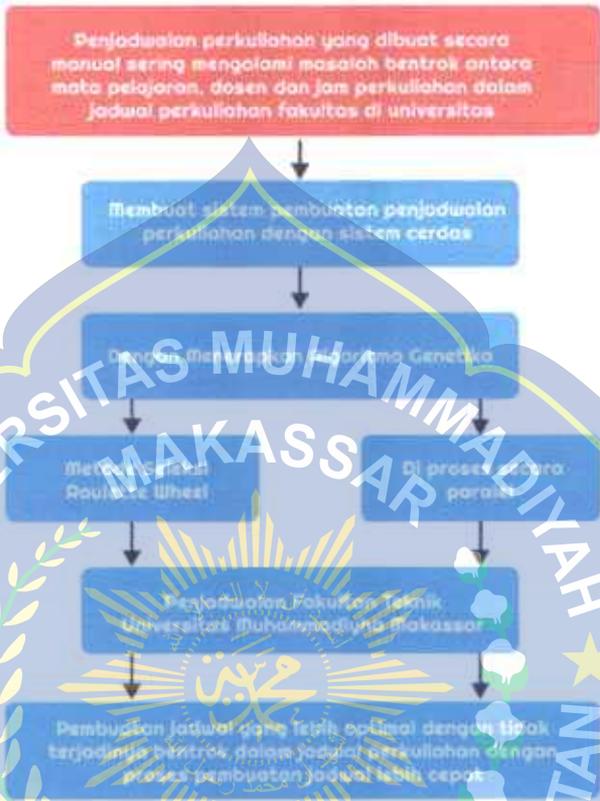


### C. Kerangka Berpikir

Pengoperasian waktu suatu kegiatan sangat penting untuk memastikan bahwa itu berjalan dengan lancar dan tanpa adanya kendala besar. Karena beragam masalah memiliki jawaban yang berbeda oleh karena itu penjadwalan adalah masalah yang sulit untuk diatasi. Keterbatasan/kendala serupa juga terdapat pada penjadwalan perkuliahan, seperti ruangan, kegiatan dosen, dan waktu. Alhasil, menyeimbangkan dukungan antara dosen, mahasiswa, ruangan, dan waktu membutuhkan banyak penalaran. Akibatnya, menentukan jadwal yang efektif menjadi penting (Husada et al., 2018).

Oleh Karena itu, jadwal perkuliahan harus diatur sedemikian rupa sehingga dapat memaksimalkan pemanfaatan sumber daya dengan optimal dan memuaskan mahasiswa dan dosen (UTAMI, 2021). Berikut ini adalah kerangka pikir dalam pelaksanaan penelitian:





Gambar 5. Kerangka Pikir Penelitian

### BAB III

## METODE PENELITIAN

#### A. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat Penelitian adalah suatu tempat atau objek yang akan dilakukan suatu penelitian. Penentuan lokasi penelitian merupakan langkah penting dalam proses penelitian karena memudahkan peneliti untuk melakukan penelitian. Lokasi penelitian yang dipilih peneliti adalah di Universitas Muhammadiyah Makassar tepatnya di Fakultas Teknik. Tempat atau wilayah tersebut dipilih oleh peneliti dengan alasan karena tempat penelitian atau lebih tepatnya Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada proses pembuatan jadwalnya masih menggunakan pembuatan jadwal secara manual sering mengalami jadwal yang bentrok pada saat perkuliahan dan tidak optimalnya jadwal perkuliahan yang tidak sesuai dengan jumlah sks pada mata kuliah oleh karena itu peneliti memilih tempat penelitian tersebut dikarenakan masalah yang diangkat oleh peneliti sehaluan dengan tempat tersebut.

Waktu penelitian ini akan dilakukan dalam jangka waktu kurang lebih 2 bulan, yaitu dimulai pada bulan Juni 2022 sampai dengan Juli 2022.

#### B. Alat dan Bahan

Alat penelitian berupa laptop yang akan digunakan untuk mengembangkan sistem cerdas dalam pembuatan jadwal perkuliahan. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak:

1. Perangkat Keras (Uji Coba):
  - a. Processor Ampere Altra 80C 2,8 GHz (32 core ,32 thread)
  - b. Besar Memory 128 GB
2. Perangkat Keras (Pengembangan)
  - a. Processor Intel Core-I7 (8 core ,16 thread)
  - b. Besar Memory Ram 4 GB
  - c. Kapasitas SSD 512GB

### 3. Perangkat Lunak:

- a. Linux - Ubuntu
- b. *Text editor* Visual Studio Code
- c. MySQL *database*
- d. Python sebagai bahasa *programming*

Bahan kajian peneliti akan terdiri dari hasil survey dan observasi yang telah dilakukan yaitu data perkuliahan, mata kuliah, dosen, jam dan hari perkuliahan pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

### C. Perancangan Sistem

Perancangan sistem sangat penting dalam pembangunan suatu sistem karena menguraikan bagaimana suatu sistem dibangun dari tahap perencanaan hingga tahap pembuatan fungsi-fungsi yang diperlukan untuk pengoperasian sistem. Perancangan sistem juga merupakan langkah kerja dari pembuatan benda uji. Tujuan dari perancangan sistem adalah untuk menentukan apakah sistem yang akan dikembangkan akan menghasilkan hasil yang diinginkan.

Berikut *flowchart* dari perancangan pembuatan penjadwalan menggunakan algoritma genetika metode *roulette wheel* dan diproses secara paralel.



Gambar 6. Flowchart Perancangan Sistem

Dibutuhkan banyak fase proses untuk menyusun algoritma genetika menjadi sebuah sistem, termasuk proses inisialisasi awal, *generate* jadwal, proses genetika, proses seleksi dan perulangan proses sebelumnya.

1. Membuat Inisialisasi Data

Menentukan populasi awal adalah proses membangkitkan kromosom secara acak (*random*) pada masing-masing individu. Pada kasus penjadwalan perkuliahan ini, panjang kromosom yaitu satu rangkaian gen seperti pada gambar berikut.

Kuliah	Ruang	Waktu
--------	-------	-------

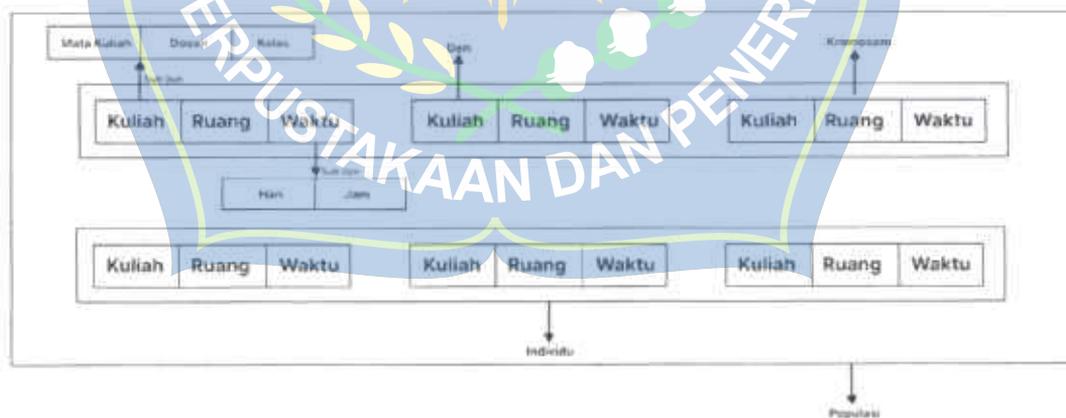
Gambar 7. Kromosom Jadwal

Pada gen kuliah terdapat 3 sub gen yang terdiri dari kuliah, dosen dan kelas. Sedangkan pada sub gen waktu terdiri dari hari dan jam sehingga kromosom terdiri dari gen seperti pada tabel berikut.

Tabel 2. Pemetaan Kromosom

Mata Kuliah	Dosen	Kelas	Ruang	Hari	Jam
-------------	-------	-------	-------	------	-----

Jadi pada proses pembuatan populasi terdiri dari berbagai kromosom yang didalamnya kromosom terdapat beberapa gen dan didalam terdapat beberapa sub gen yang nanti akan menjadi langkah awal dalam proses algoritma genetika. Untuk lebih jelas digambarkan pada gambar (berapa) dibawah ini.



Gambar 8. Gambar identifikasi Popula

## 2. Generate Penjadwalan/Kromosom

Proses pembuatan generasi penjadwalan dilakukan dengan membangkitkan data/populasi secara acak, dimana data/populasi tersebut berisi beberapa kromosom yang telah didefinisikan sebelumnya. Dalam proses ini perlu diperhatikan syarat-syarat yang harus dipenuhi untuk menunjukkan suatu solusi dari permasalahan.

## 3. Proses Seleksi

Proses seleksi memperhitungkan nilai *fitness* setiap individu untuk menentukan mana yang dapat dipergunakan untuk generasi selanjutnya. Cara ini digunakan untuk mencari calon induk yang layak, semakin tinggi nilai *fitness*, semakin besar kemungkinan individu tersebut akan dipilih. Ada berbagai metode untuk memilih calon induk yang baik, termasuk *roulette wheel*, *steady state*, *tournament* dan *rank*.

Kromosom dengan fungsi objektif yang besar kemungkinan terpilih yang tertinggi atau nilai probabilitas yang tinggi dalam proses seleksi, pada proses kali ini metode seleksi yang digunakan adalah metode *roulette wheel*. Dalam mencari individu terbaik maka dilakukan proses seleksi yaitu menghitung.

Untuk mencari nilai probabilitas digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Probabilitas} = \frac{\text{Fitness}(i)}{\text{Total Fitness}} \dots \dots \dots (1)$$

Individu yang memiliki nilai probabilitas yang lebih tinggi mempunyai probabilitas untuk terpilih pada generasi berikutnya dibandingkan dengan individu lainnya. Untuk proses seleksi yaitu menggunakan *roulette wheel* (roda putar).

## 4. Proses *Crossover* (Pindah Silang)

*Crossover* adalah operator algoritma genetika yang melibatkan dua orang tua dalam pembentukan kromosom baru. Hal ini dicapai dengan mentransfer beberapa informasi dari kromosom induk pertama ke kromosom induk kedua.

Proses *Crossover* atau Pindah silang merupakan Pertukaran kromosom antara dua orang. Parameter *crossover rate* digunakan untuk menentukan

pemilihan acak individu yang menjadi induk. *Pseudo-code* untuk prosedur pemilihan induk ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

```
1. Begin
2. k ← 0;
3. while( k < populasi ) do
4. R(k) ← random(0-1);
5. If (R(k) < PC) then {
6. select Individu(k) as parent;
7. k = k + 1;
8. }
9. end;
```

### 5. Proses Mutasi

Selain crossover, mutasi adalah operator penting lainnya dalam algoritma genetika. Metode dan jenis mutasi yang digunakan juga ditentukan oleh pengkodean dan masalah yang dihadapi.

Nilai gen pada kromosom berubah ketika ada mutasi. Hanya ruang dan waktu yang terpengaruh oleh mutasi gen, sedangkan untuk kuliah tidak dilakukan mutasi. Parameter *mutation rate* menentukan seberapa sering gen diganti. Proses mutasi dijelaskan dalam pseudo-code berikut ini.

```
1. Begin
2. for all: k ← total mutasi do
3. Individu_Index ← random(0- (count(Individu)));
4. if (count(Individu_Index) < 'lamb')
5. Kromosom_Index ← random(fitness(Individu_Index) * 'lamb');
6. Kromosom_Index ← fitness(Individu_Index) * 'lamb' + (kromosom_Index) *
7. size;
8. Kromosom_Index ← floor(Individu_Index * Kromosom_Index);
9. Individu(Individu_Index)(Kromosom_Index)('ruang') ← random(0-1);
10. Individu(Individu_Index)(Kromosom_Index)('ruang') ← random(0-1);
11. End;
```

## 6. Nilai *Fitness*

Setelah melalui tahapan-tahapan di atas, *Offspring* hasil penjadwalan baru merupakan data jadwal baru yang dihasilkan. *fitness* dari data jadwal baru kemudian dinilai untuk menentukan apakah itu optimal atau tidak; jika ideal, keturunannya adalah solusi terbaik. jika tidak optimal akan diseleksi ulang, begitu seterusnya hingga syarat berhenti terpenuhi.

Pada program ini asumsi *fitness* adalah total bentrok. Dalam kasus penjadwalan, bentuk fungsi dapat dilihat pada rumus berikut :

$$Fitness\ Function = \frac{1}{1+(CD+CR)} \quad (2)$$

*Fitness* terbaik yaitu memiliki nilai tertinggi (tidak ada konflik) sehingga nilainya sama dengan 1 (satu). Sedangkan nilai *fitness* semakin menurun ketika banyak bentrok (*clash*).

### D. Teknik Pengujian Sistem

Pada pengujian sistem penelitian ini yaitu dengan menggunakan metode pengujian sistem dengan menggunakan metode *white box*.

#### Pengujian Sistem *White Box*

Pengujian *white box* merupakan jenis pengujian perangkat lunak yang melibatkan evaluasi penelitian yang menganalisis struktur internal kode perangkat lunak.

*White Box* adalah pengujian perangkat lunak pada tingkat aliran terdalam kode program, memeriksa apakah input dan output memenuhi persyaratan dan menggunakan metode pengujian prosedural, struktural, berbasis logika, atau berbasis kode.

### E. Teknik Analisis Data

Setelah semua data yang diperlukan untuk membahas topik penelitian terkumpul, maka analisis data merupakan salah satu proses penelitian yang dilakukan. Kegiatan analisis data merupakan kegiatan yang tidak dapat diabaikan dalam proses penelitian karena pentingnya ketajaman dan kecermatan dalam

penerapan instrumen analisis dalam menentukan keakuratan hasil. Kesalahan dalam menentukan alat analisis dapat berakibat fatal pada kesimpulan yang dicapai, dan akan berdampak lebih besar pada pemanfaatan dan penerapan temuan penelitian.

Pendekatan analisis data secara garis besar diklasifikasikan menjadi dua kategori yaitu, analisis kuantitatif dan kualitatif. Satu-satunya perbedaan antara kedua teknik tersebut adalah jenis data. Analisis yang digunakan untuk data kualitatif adalah analisis kualitatif (tidak dapat diangkakan), sedangkan data yang dapat dikuantifikasi dapat dipelajari secara kuantitatif bahkan kualitatif.

Pada penelitian ini, teknik analisis data yang diterapkan adalah analisis data kuantitatif dengan analisis statistik deskriptif. Analisis statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk mengevaluasi data dengan meringkas atau menggambarkan data yang diperoleh apa adanya, tanpa membuat kesimpulan atau generalisasi yang terbuka untuk umum. Dalam arti tidak menggali atau menjelaskan keterkaitan, menguji hipotesis, membuat prediksi, atau menarik kesimpulan, analisis ini hanya berupa akumulasi data dasar dalam berupa deskripsi.

**BAB IV**  
**HASIL PENELITIAN**

**A. Proses Pembuatan Penjadwalan**

**1. Inisialisasi Populasi**

Dalam iniliasi data awal yaitu dengan melakukan pembentukan kromosom yang didalamnya terdapat beberapa data seperti data mata kuliah, jam, waktu, ruangan dan kuliah.

Tabel 3. Kuliah

Kode Matkul	Kode Dosen	Nama Kelas	SKS	Kode Prodi
CW6552012107	0905078907	I-A	3	55202
CW6552012207	0031019003	I-A	2	55202
CW6552012208	0917109102	I-A	2	55202
CW6552012209	0931087901	I-A	2	55202

Pada data kuliah berisi data kuliah yang didalamnya terdapat *field* kode matakuliah, kode dosen, nama matakuliah, sks, kode prodi, data kuliah ini merupakan data yang telah di input oleh masing masing prodi dan merupakan data yang bersifat konstan atau data yang tidak akan berubah pada saat proses pembuatan penjadwalan terjadi

Tabel 4. Jam

Id	Nama Jam
1	07:00
2	08:40
3	10:20
4	13:00
5	14:40

Pada data jam memiliki sebaran perantara waktu 50 menit karna prosedur atau aturan perkuliahan fakultas teknik universitas muhammadiyah makassar 1 sks = 50 Menit , pentara ini berpengaruh dalam pada penjadwalan matakuliah terhadap jumlah sks untuk waktu perkuliahan.

Tabel 5. Hari

Id	Nama Hari
1	Senin
2	Selasa
3	Rabu
4	Kamis
5	Jum'at
6	Sabtu

berlangsung selama 6 hari.

Tabel 6. Waktu

Id	Nama Hari	Waktu
1	Senin	07:00
2	Senin	08:40
3	Senin	10:20

Data

waktu

merupakan gabungan antara data hari dengan data jam agar dapat menghindari dapat mengeditifikasi waktu tertentu seperti hari jumat jam 12:00 tidak dilakukan perkuliahan

Tabel 7. Ruang

Kode Ruang	Nama Ruang
1	KB3.1
2	KB3.2
3	KB3.3
4	KB3.4
5	KB3.5
6	KB3.6
7	KB3.7
8	KB3.8
9	KB3.9

10	KB3.10
11	KB3.11
12	KB3.12
13	KB3.13
...	.....
23	KB3.22



Ruangan perkuliahan fakultas teknik universitas muhammadiyah makassar memiliki 23 ruangan perkuliahan.

## 2. Generate Penjadwalan/Kromosom

Produksi kromosom, atau data dari individu-individu yang kemudian dibedah dalam bentuk kromosom, akan berbentuk satu individu tergantung dari jumlah datanya, dan kromosom-kromosom tersebut akan disimpan dalam bentuk *array* dengan format sebagai berikut:

Kromosom 1 = {[0, 3, 4], [1, 3, 2], [2, 1, 5], [3, 3, 2], [4, 2, 2]}

Setelah itu, semua data perkuliahan (mata kuliah, dosen, dan kelas) secara acak dipasangkan dengan ruang dan waktu untuk membuat kromosom (hari dan jam). Fungsi *random()* menghasilkan setiap nilai ruang dan waktu secara acak, menghasilkan formasi acak dari semua kromosom. Berikut adalah hasil bagaimana kromosom diproduksi:

Individu [1] = {[0, 4, 4], [1, 4, 3], [2, 4, 2], [3, 3, 3], [4, 2, 2]}

Individu [2] = {[0, 2, 2], [1, 4, 2], [2, 1, 3], [3, 2, 4], [4, 3, 1]}

Individu [3] = {[0, 3, 4], [1, 1, 1], [2, 2, 5], [3, 4, 3], [4, 1, 1]}

Individu [4] = {[0, 3, 3], [1, 1, 1], [2, 2, 2], [3, 4, 4], [4, 3, 3]}

## 3. Proses Seleksi

Dengan melakukan proses seleksi untuk menentukan generasi selanjutnya dengan mencari kromosom dengan nilai fitness tertinggi sehingga memiliki kemungkinan tertinggi yang besar akan terpilih dengan menggunakan rumus:

$$probability = \frac{fitness[i]}{total\_fitness} \dots \dots \dots (4)$$

$$Probabilitas[1] = 0.333 / 1.666 = 0.200$$

$$Probabilitas[2] = 0.5 / 1.666 = 0.300$$

$$Probabilitas[3] = 0.5 / 1.666 = 0.300$$

$$Probabilitas[4] = 0.333 / 1.666 = 0.200$$

Individu yang memiliki nilai probabilitas yang lebih besar mempunyai probabilitas untuk terpilih pada generasi selanjutnya, lebih besar dari individu lainnya.

Untuk proses seleksi yaitu menggunakan *roulette wheel* (roda putar). Untuk itu dilakukan proses nilai kumulatif probabilitasnya terlebih dahulu sebagai berikut:

$$\text{Kumulatif}[1] = 0.200$$

$$\text{Kumulatif}[2] = 0.200 + 0.300 = 0.500$$

$$\text{Kumulatif}[3] = 0.500 + 0.300 = 0.800$$

$$\text{Kumulatif}[4] = 0.800 + 0.200 = 1$$

Setelah dihitung kumulatif probabilitasnya maka proses seleksi menggunakan *roulette-wheel* (roda putar) dapat dilakukan. Prosesnya adalah dengan membangkitkan bilangan acak *Random* dalam range 0 - 1.

Jika nilai *random* < nilai kumulatif maka pilih nilai kumulatif tersebut sebagai induk kemudian jalan *roulette wheel* (membangkitkan bilangan acak) sebanyak jumlah individu untuk membangkitkan bilangan acak *Random* dan pada setiap putaran. Bangkitkan bilangan acak *Random* untuk populasi baru:

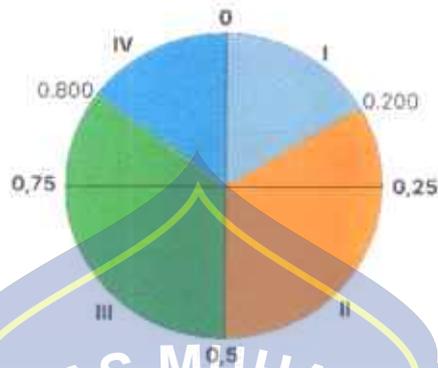
$$\text{Random}[1] = 0.396$$

$$\text{Random}[2] = 0.822$$

$$\text{Random}[3] = 0.211$$

$$\text{Random}[4] = 0.720$$

Dari hasil bilangan di atas dengan mengikuti aturan *roulette-wheel* maka hasil seleksi sebagai berikut:



Gambar 9. Diagram Roulette Wheel

Individu[ 1 ] = Individu[2]

Individu[ 2 ] = Individu[4]

Individu[ 3 ] = Individu[2]

Individu[ 4 ] = Individu[3]

Populasi baru hasil proses seleksi adalah sebagai berikut

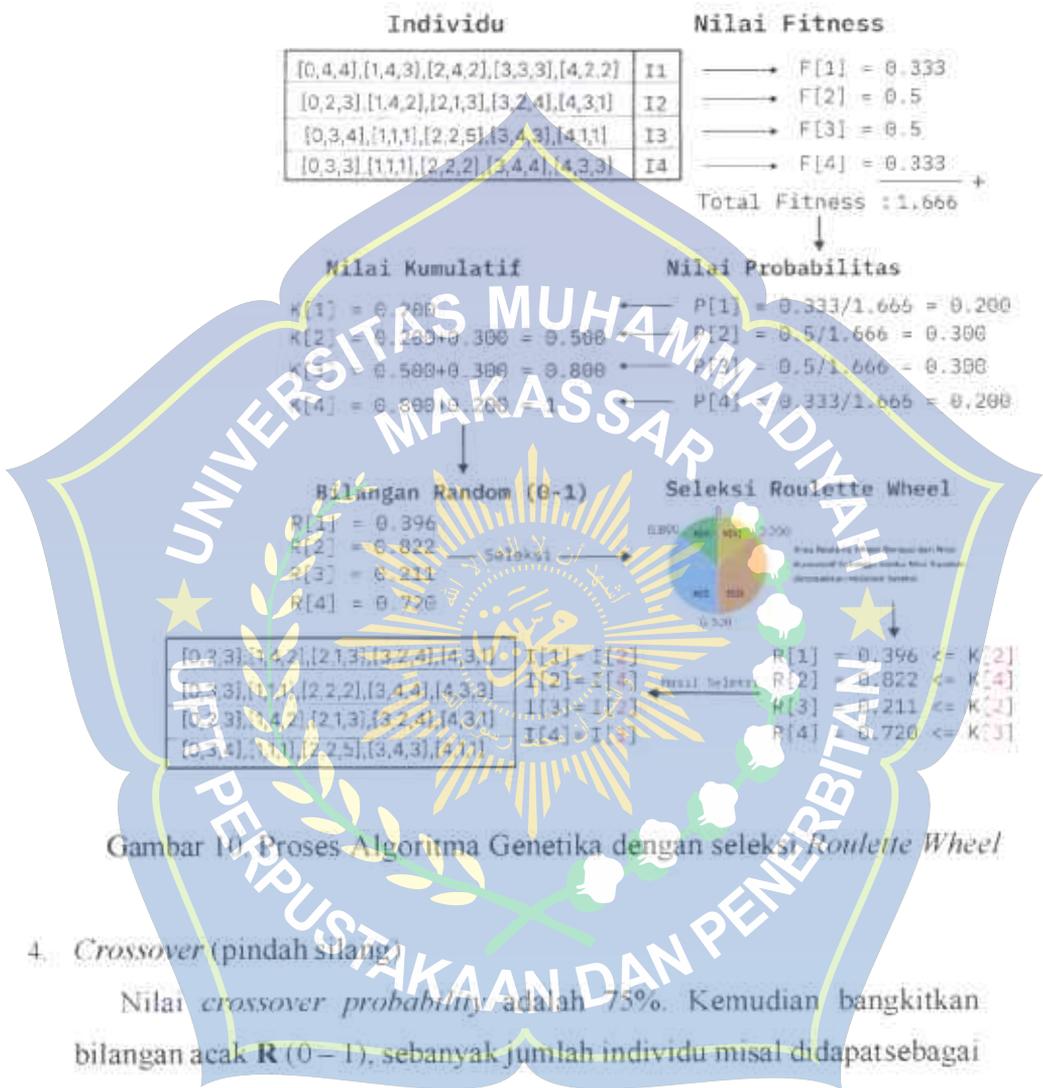
Individu [ 1 ] = {[0, 2, 2], [1, 4, 2], [2, 1, 3], [3, 2, 4], [4, 3, 1]}

Individu [ 2 ] = {[0, 3, 3], [1, 1, 1], [2, 2, 2], [3, 4, 4], [4, 3, 3]}

Individu [ 3 ] = {[0, 2, 2], [1, 4, 2], [2, 1, 3], [3, 2, 4], [4, 3, 1]}

Individu [ 4 ] = {[0, 3, 4], [1, 1, 1], [2, 2, 5], [3, 4, 3], [4, 1, 1]}

Berikut adalah ilustrasi dari proses algoritma genetika dengan seleksi roulette wheel



Gambar 10. Proses Algoritma Genetika dengan seleksi *Roulette Wheel*

4. *Crossover* (pindah silang)

Nilai *crossover probability* adalah 75%. Kemudian bangkitkan bilangan acak **R** (0 – 1), sebanyak jumlah individu misal didapat sebagai berikut:

- Random*[ 1 ] = 0.259
- Random*[ 2 ] = 0.673
- Random*[ 3 ] = 0.870
- Random*[ 4 ] = 0.483

Maka individu ke-k akan dipilih sebagai induk jika *Random*[ k ] < *crossover probability* ,dari bilangan acak random di atas maka yang

akan dijadikan induk (*parent*) adalah **Individu[1]**, **Individu[2]** dan **Individu[4]**. Induk tersebut akan dipasangkan dua-dua yang akan menghasilkan induk baru yang disebut sebagai *offspring*. Pasangan induk yang terjadi adalah 3 pasang dan setiap induk akan berpasangan sebanyak 2 kali, seperti berikut ini:

Individu[ 1 ] pasangan Individu[ 2 ]

Individu[ 2 ] pasangan Individu[ 4 ]

Individu[ 4 ] pasangan Individu[ 1 ]

Individu[ 4 ] pasangan Individu[ 1 ]

Metode pindah silang yang digunakan adalah *one-cut point crossover*, di mana setiap pasangan akan dipilih 1 buah bilangan acak dengan batasan 1 s.d (panjang kromosom -1). pada kasus ini bilangan acak yang dibangkitkan adalah 1 s.d 4. Bilangan acak pertama yang dibangkitkan adalah 4, maka individu baru yang diciptakan adalah kromosom ke 1- 4 dari induk 1, dan kromosom ke 5 dari induk 2.

Posisi *cut-point crossover* dipilih menggunakan bilangan acak 1-4 sebanyak jumlah *crossover* yang terjadi:

a. *Crossover*[ 1 ] = 4

b. *Crossover*[ 2 ] = 3

c. *Crossover*[ 3 ] = 1

a. Proses *Crossover* ke-1

Individu[ 1 ] = {[0, 2, 2 ], [1, 4, 2], [2, 1, 3], [3, 2, 4], [4, 3, 1]}

Individu[ 2 ] = {[0, 3, 3], [1, 1, 1], [2, 2, 2], [3, 4, 4], [4, 3, 3]}

*Offspring* 1 = {[0, 2, 2 ], [1, 4, 2], [2, 1, 3], [3, 2, 4], [4, 3, 3]}

b. Proses *crossover* ke-2

Individu [2]= {[0, 3, 3 ], [1, 1, 1], [2, 2, 2], [3, 4, 4], [4, 3, 3]}

Individu [4]= {[0, 3, 4 ], [1, 1, 1], [2, 2, 5], [3, 4, 3], [4, 1, 1]}

*Offspring* 2 {[0, 3, 3 ], [1, 1, 1], [2, 2, 2], [3, 4, 3], [4, 1, 1]}

c. Proses *crossover* ke-3

Individu [4] = {[0, 3, 4], [1, 1, 1], [2, 2, 2], [3, 4, 3], [4, 1, 1]}

Individu [1] = {[0, 2, 2], [1, 4, 2], [2, 1, 3], [3, 2, 4], [4, 3, 1]}

*Offspring* 3 = {[0, 3, 4], [1, 4, 2], [2, 1, 3], [3, 2, 4], [4, 3, 1]}

Dengan demikian populasi pada individu setelah mengalami proses *crossover* menjadi:

Individu [1] = {[0, 2, 2], [1, 4, 2], [2, 1, 3], [3, 2, 4], [4, 3, 3]}

Individu [2] = {[0, 3, 3], [1, 1, 1], [2, 2, 2], [3, 4, 3], [4, 1, 1]}

Individu [3] = {[0, 2, 2], [1, 4, 2], [2, 1, 3], [3, 2, 4], [4, 3, 1]}

Individu [4] = {[0, 3, 4], [1, 4, 2], [2, 1, 3], [3, 2, 4], [4, 3, 1]}

Setelah didapat individu hasil proses *crossover* kemudian dievaluasi dengan menghitung nilai *fitness* kembali.

$$\text{Fitness individu [1]} = \frac{1}{1+(1+0)} = 0.5$$

$$\text{Fitness individu [2]} = \frac{1}{1+(1+1)} = 0.333$$

$$\text{Fitness individu [3]} = \frac{1}{1+(1+0)} = 0.5$$

$$\text{Fitness individu [4]} = \frac{1}{1+(1+0)} = 0.5$$

$$\text{Total nilai fitness} = 1.833$$

## 5. Proses Mutasi

Pada proses mutasi yaitu proses

pada kasus ini terdapat 4 individu, masing-masing individu memiliki 5 kromosom, misal parameter *mutation\_rate* adalah 25%, maka untuk menghitung total kromosom dan jumlah mutasi yaitu:

$$a. \sum k = \sum ki \times \sum i$$

.....(5)

$$= 514 \times 10$$

$$= 5140$$

$$b. \sum m = \text{mutation rate} \times \sum k$$

.....(6)

$$= 25\% \times 5140$$

$$= 1.285$$

Proses mutasi yaitu dengan mengganti nilai gen pada kromosom yang mengalami bentrok saja. Langkah pertama menentukan individu yang akan dilakukan mutasi dengan cara membangkitkan bilangan acak menggunakan fungsi *random*(1 – jumlah individu) se banyak jumlah mutasi yaitu 5. Misal di dapat hasil sebagai berikut:

Random[1] = individu 1

Random[2] = individu 3

Random[3] = individu 2

Random[4] = individu 2

Random[5] = individu 1

Langkah berikutnya adalah menentukan posisi kromosom yang akan mengalami mutasi, yaitu dengan mengacak kromosom(bentrok), menggunakan fungsi *random*, dalam satu individu sesuai nilai individu yang telah dipilih seperti nilai *random* di atas, berikut merupakan populasi kromosom yang mengalami bentrok yang ditandai dengan

warna kuning pada setiap individu.

Individu[ 1 ]= {[0, 2, 2 ], [1, 4, 2], [2, 1, 3], [3, 2, 4], [4, 3, 3]}

Individu[ 2 ]= {[0, 3, 3], [1, 1, 1], [2, 2, 2], [3, 4, 3], [4, 1, 1]}

Individu[ 3 ] = {[0, 2, 2 ], [1, 4, 2], [2, 1, 3], [3, 2, 4], [4, 3, 1]}

Individu[ 4 ]= {[0, 3, 4 ], [1, 4, 2], [2, 1, 3], [3, 2, 4],[4, 3, 1]}

Misal hasil acak untuk kromosom bentrok sebagai berikut:

Individu[1] = kromosom ke-4[2, 4]

Individu[3] = kromosom ke-1[2, 4]

Individu[2] = kromosom ke-5[1, 1]

Individu[2] = kromosom ke-2[3, 3]

Setelah mendapatkan posisi kromosom yang dimutasi, langkah selanjutnya adalah mengacak bilangan untuk gen ruang dan gen waktu pada kromosom yang mengalami mutasi di atas, akan diganti dengan mengambil bilangan acak, sejumlah data ruang untuk gen ruang dan data waktu untuk gen waktu. Misal data acak ruang dan waktu yang muncul adalah

Individu[1] = kromosom ke-4[3, 1]

Individu[3] = kromosom ke-1[2, 3]

Individu[2] = kromosom ke-5[1, 3]

Individu[2] = kromosom ke-2[1, 1]

Individu[2] = kromosom ke-3[3, 3]

Dengan demikian hasil dari proses mutasi adalah sebagai berikut:

Individu[ 1 ]= {[0, 2, 2], [1, 4, 2], [2, 1, 3], [3, 2, 4], [4, 3, 3]}

Individu[ 2 ]= {[0, 3, 3], [1, 1, 1], [2, 2, 2], [3, 4, 3], [4, 1, 1]}

Individu[ 3 ]= {[0, 2, 2], [1, 4, 2], [2, 1, 3], [3, 2, 4], [4, 3, 1]}

Individu[ 4 ]= {[0, 3, 4], [1, 4, 2], [2, 1, 3], [3, 2, 4], [4, 3, 1]}

Setelah proses mutasi maka telah menyelesaikan satu iterasi dalam proses algoritma yang disebut dengan satu generasi. Setelah didapat individu hasil proses mutasi kemudian dievaluasi dengan menghitung nilai *fitness* kembali.

$$\text{Fitness individu [ 1 ]} = \frac{1}{1 + (0+1)} = 0.5$$

$$\text{Fitness individu [ 2 ]} = \frac{1}{1+(0+0)} = 1$$

$$\text{Fitness individu [ 3 ]} = \frac{1}{1+(0+0)} = 1$$

$$\text{Fitness individu [ 4 ]} = \frac{1}{1+(1+0)} = 0.5$$

$$\text{Total nilai fitness} = 3$$

Hasil nilai *fitness* pada individu[ 2 ] = 1 dan individu [3] = 1, artinya tidak ada ruang maupun dosen yang mengalami *clash* (Bentrok), maka dipilih 1 individu dari nomor urut pertama yang nilai *fitness* sama dengan 1.

Setelah Mendapat nilai *fitness* yang bernilai = 1, maka proses pembuatan penjadwalan telah berakhir dengan hasil nilai sebagai berikut :

Tabel 8. Hasil Generate Jadwal Perkuliahan

Nama hari	waktu	Nama kelas	Kode matakuliah	Nama matakuliah	sks	Nama dosen	Nama ruangan
Senin	07:00	I-A	AW6552012104	Ilmu Sosial Budaya Dasar (Isbd)	2	Bakri Salempang	KB3.5

Selasa	10:20	I-A	CW6552012107	Matematika Informatika I	2	Rizki Yusliana Bakti	KB3.13
Sabtu	13:00	I-A	CW6552012107	Matematika Informatika I	2	Nandy Rizaldy Najib	KB3.13
Sabtu	07:00	I-A	CW6552012108	Pengantar Teknologi Dan Informasi	2	Titin Wahyuni	KB3.5
Rabu	07:00	I-A	CW6552012108	Pengantar Teknologi Dan Informasi	2	Lukman Anas	KB3.10
Selasa	14:40	I-A	CW6552012109	Algoritma Dan Pemrograman	3	Muhyiddin Am Hayat	KB3.13
Kamis	14:40	I-A	CW6552012109	Algoritma Dan Pemrograman	3	Fahrin Irfhamna Rachman	KB3.13
Rabu	08:40	I-A	AW6552012101	Pendidikan Agama Islam (Aik I)	2	Abd. Rahman	KB3.2
Senin	10:20	I-A	AW6552012103	Bahasa Inggris	2	Muh. Arief Muhsin	KB3.2
Jumat	10:20	I-A	AW6552012102	Bahasa Indonesia	2	Munirah	KB3.5
Senin	08:40	I-A	AW6552012105	Pendidikan Pancasila 1	2	Bakri Salempang	KB3.13

Sabtu	13:00	I-A	BW6552012106	Matematika Dasar I Pengantar	3	Kasmawati	KB3.15
Sabtu	13:00	I-A	CW6552012110	Teknologi Internet Dan New Media	2	Lukman Anas	KB3.1
Jumat	07:00	I-B	CW6552012107	Matematika Informatika I	2	Rizki Yushiana	KB3.15
Rabu	13:00	I-B	CW6552012107	Matematika Informatika I	2	Bakti Nandy Rizaldy	KB3.15
Senin	14:40	I-B	AW6552012104	Ilmu Sosial Budaya Dasar (Isbd)	2	Naib Mohammad Arfah Bas	KB3.15
Kamis	14:40	I-B	CW6552012109	Algoritma Dan Pemrograman I	3	Mulyuddin Ani Hayat	KB3.5
Sabtu	07:00	I-B	CW6552012109	Algoritma Dan Pemrograman I	3	Fahrim Irhamna Rachman	KB3.3
Jumat	07:00	I-B	CW6552012108	Pengantar Teknologi Dan Informasi	2	Titin Wahyuni	KB3.13
Senin	10:20	I-B	CW6552012108	Pengantar Teknologi Dan Informasi	2	Lukman Anas	KB3.15

## B. Hasil Pengujian Menggunakan White Box

Pada proses pengujian sistem dengan menggunakan metode white box yaitu melakukan pengujian yang dilakukan untuk menyelidiki dan menganalisis desain struktur internal dan kode dari program. Pada penelitian ini teknik white box yang digunakan yaitu dengan menggunakan Basis path testing.

### 1. Basis path testing

Pengujian basis path adalah metode yang mengukur tingkat kompleksitas kode program dan menentukan jalur eksekusi.

Berikut proses Basis path testing pada proses pembuatan penjadwalan menggunakan algoritma genetika dengan metode roulette wheel.



Gambar 11. *Flowgraph Base Path* Alur Algoritma Genetika

Keterangan:

- 1: Proses Iniliasi Data
- 2: Generate Jadwal
- 3: Hasil Jadwal Baru (Kromosom)
- 4: Fitness Function (Total Bentrok)
- 5: Check Nilai Fitness
- 6: Seleksi Metode Roulette Wheel
- 7: Crossover
- 8: Hasil Crossover
- 9: Hasil Jadwal Baru (Kromosom)
- 10: Proses Mutasi
- 11: Hasil Jadwal Baru (Kromosom)
- 12: Check Nilai Fitness
- 13: Proses Selesai

Pada prose pengujian white box terdapat 13 basis path yang terjadi diantaranya:

- a. Base Path 1: 1-2-3-5-13

Merupakan jalur terbaik pada alur pemrograman pembuatan penjadwalan karena pada saat proses pembuatannya tidak terjadi proses crossover dan mutasi sehingga proses pembuatan penjadwalan terjadi lebih cepat

- b. Base Path 2: 1-2-3-4-5-6-7-9-4-13

Jalur solusi terbaik kedua pada alur pemrograman pembuatan penjadwalan karena pada proses pembuatannya tidak terjadi mutasi

- c. Base Path 3: 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13

Merupakan jalur keseluruhan pada alur pemrograman pembuatan penjadwalan karena pada proses pembuatannya terjadi semua proses pembuatan penjadwalan algoritma genetika

### C. Hasil Perbandingan

#### 1. Perbandingan Probabilitas Crossover dan Mutasi

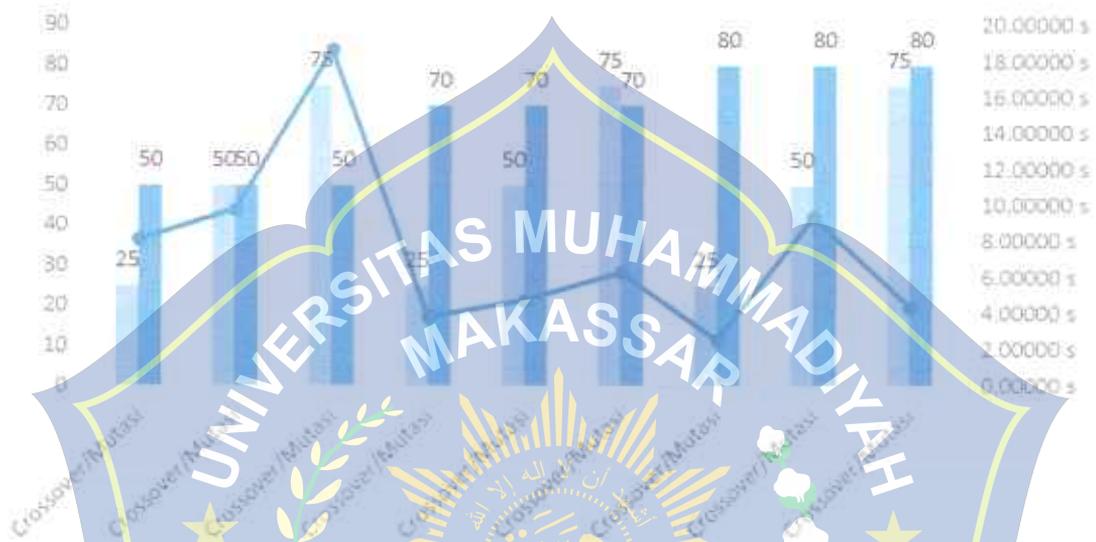
Dalam Proses pembuatan jadwal pada fase *generate* populasi dibutuhkan nilai *probabilitas crossover* dan *probabilitas* mutasi dalam menentukan proses seleksi individu yang kemungkinan terpilih sebagai individu yang baik maka perlu nya menetapkan nilai *probabilitas crossover* dan *probabilitas* mutasi, seperti dalam tabel 11 yaitu bagaimana nilai probabilitas crossover dan mutasi mempengaruhi waktu proses pembuatan jadwal.

Tabel 9. Pengaruh probabilitas crossover/mutasi terhadap waktu dengan 10 kromosom dengan jumlah perkuliahan 124

Probabilitas Crossover	Probabilitas Mutasi	Waktu
50%	25%	8.11928 s
	50%	9.7801 s
	75%	18.6626 s
75%	25%	3.82424 s
	50%	4.76938 s
	75%	6.31186 s
85%	25%	2.54479 s
	50%	9.36332 s
	75%	4.36978 s

Berikut hasil pengaruh probabilitas crossover/mutasi terhadap waktu dalam bentuk grafik

Grafik pengaruh probabilitas crossover/mutasi terhadap waktu

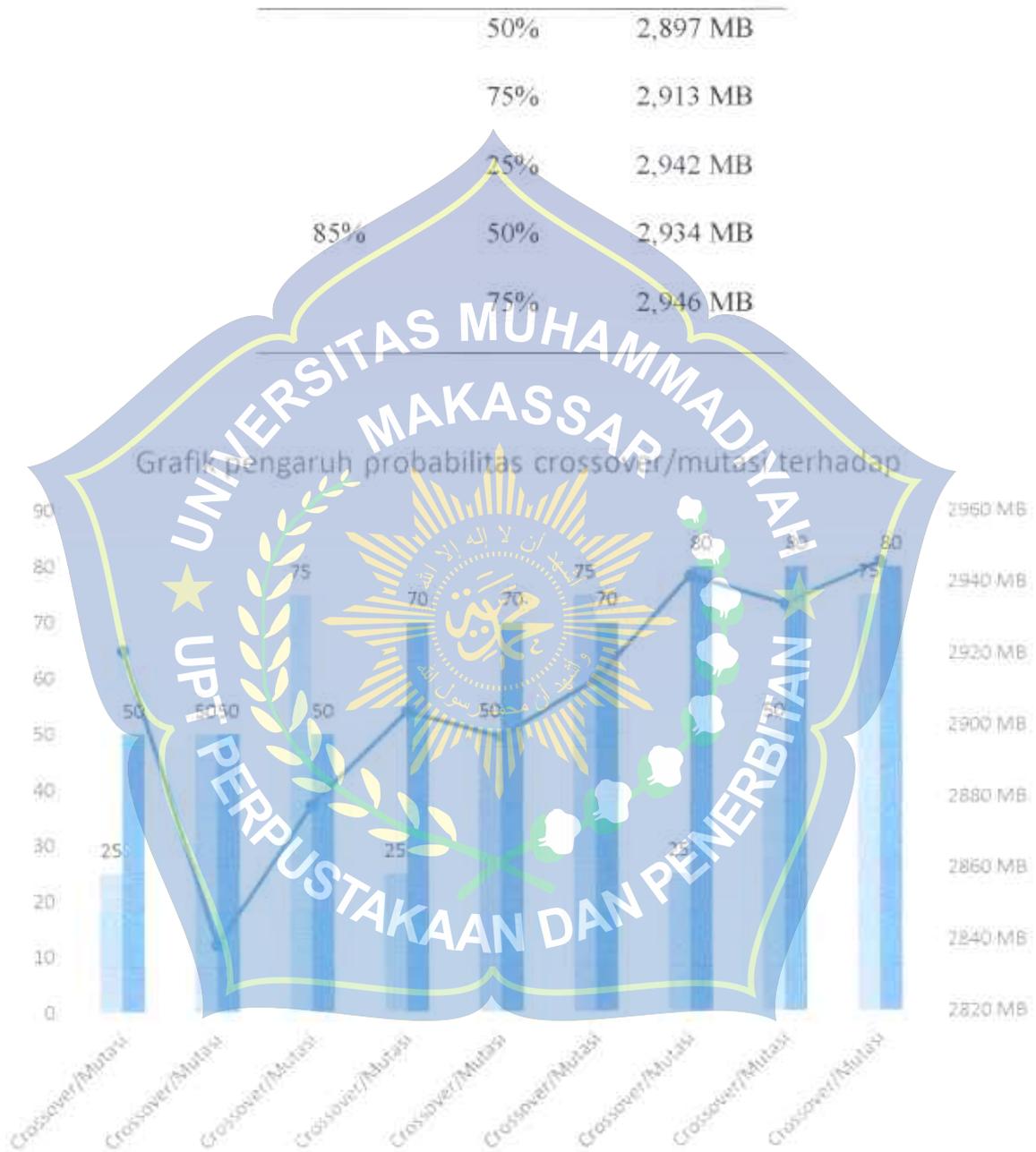


Gambar 12. Grafik Pengaruh probabilitas crossover/mutasi terhadap waktu dengan 10 kromosom dengan jumlah perkuliahan 124

Pengaruh nilai *crossover mutasi* terhadap proses waktu penjadwalan terbaik berada pada nilai *crossover* 85% dan nilai *mutasi* 25% sehingga mendapat nilai waktu 2.54479 second, sehingga nilai *crossover mutasi* mempengaruhi nilai waktu eksekusi

Tabel 10. Pengaruh Probabilitas *crossover mutasi* terhadap Ram MB (MegaBytes) dengan jumlah perkuliahan 124

Probabilitas Crossover	Probabilitas Mutasi	Ram
	25%	2,921 MB
50%	50%	2,839 MB
	75%	2,878 MB
75%	25%	2,904 MB



Gambar 13. Grafik Pengaruh Probabilitas crossover/mutasi terhadap Ram MB (MegaBytes) dengan jumlah perkuliahan 124

2. Pengaruh nilai *crossver mutasi* terhadap proses penggunaan *memory* (RAM) penjadwalan terbaik berada pada nilai crossover 50% dan nilai mutasi 50% sehingga mendapat nilai waktu 2,839 MB second sehingga nilai *crossover* dan *mutasi* tidak mempengaruhi penggunaan Ram.

### 3. Pengaruh Jumlah Data Terhadap Penggunaan Ram

Tabel 11. Pengaruh jumlah data terhadap penggunaan Ram

Jurusan	Jumlah Perkuliahan	Jumlah Kromosom	Jumlah Generasi	Nilai Crossover	Nilai Mutasi	RAM
Pwk	21	10	10	75	25	1 MB
Informatika	124	10	10	75	25	3 MB
Pwk, Informatika, Arsitektur	148	10	10	75	25	5 MB
Pwk, Informatika, Arsitektur, Elektro	326	10	10	75	25	14 MB
Pwk, Informatika, Arsitektur, Elektro, Pengairan	514	10	10	75	25	107 MB

Grafik Pengaruh jumlah data terhadap penggunaan Ram

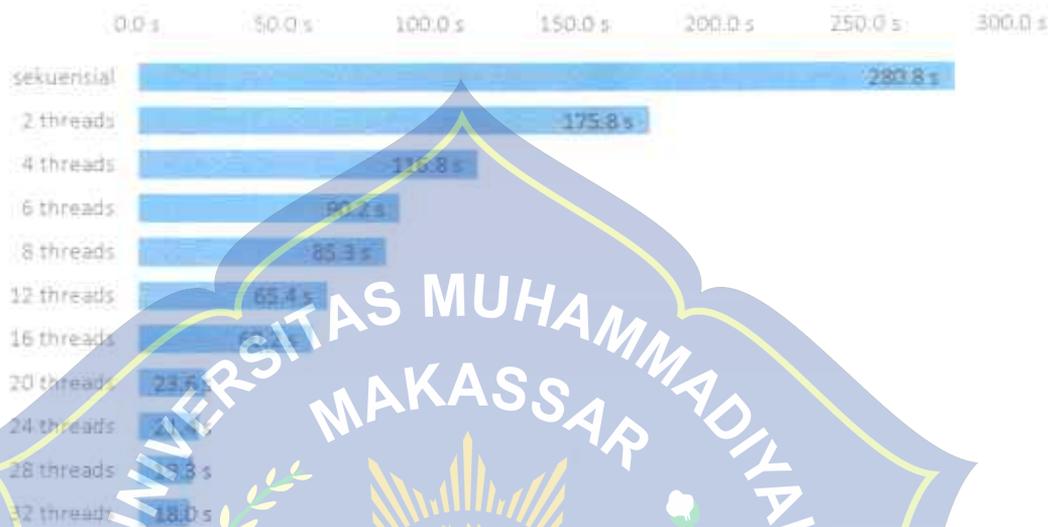


Pengaruh jumlah data terhadap penggunaan sangat berpengaruh ketika jumlah kromosom/data perkuliahan seluruh perkuliahan pada fakultas teknik

- Perbandingan waktu proses *generate* penjadwalan terhadap proses sekuensial dan *paralel* dengan total perkuliahan 514 perkuliahan dengan jumlah kromosom 10 dengan Menggunakan 32 Core, 32 Threads

Tabel 14. Pengaruh Processor terhadap waktu

Threads	Waktu
sekuensial	280.838 seconds
2 Threads	175.827 seconds
4 Threads	116.779 seconds
6 Threads	90.227 seconds
8 Threads	85.3055 seconds
12 Threads	65.3629 seconds
16 Threads	60.2033 seconds
20 Threads	23.5598 seconds
24 Theads	21.3585 seconds
28 Thread	19.289 seconds
32 Thread	17.9583 seconds



Gambar 14. Grafik Pengaruh Processor terhadap waktu

Hasil perbandingan jumlah *threads* pada proses pembuatan penjadwalan dalam waktu eksekusi berkurang dengan meningkatnya jumlah thread dalam proses pemograman paralel pembuatan penjadwalan. Melihat hasil dari pengaruh processor terhadap waktu pembuatan penjadwalan, maka jumlah prosesor yang relevan dengan proses pembuatan penjadwalan perkuliahan fakultas teknik dengan jumlah perkuliahan sebanyak 514 perkuliahan ada di processor pada 6 *threads* dengan jumlah eksekusi waktu sebesar 90.227 seconds dikarenakan processor dengan 6 threads saat ini sudah umum digunakan oleh beberapa staff dalam pembuatan penjadwalan pada di universitas.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berikut kesimpulan yang dapat diambil dari rangkaian penelitian yang telah diuraikan dalam Penerapan Metode Roulette Wheel Secara Paralel untuk Penjadwalan Perkuliahan Pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar:

1. Penerapan Metode Roulette Wheel yang di proses secara paralel dalam penyelesaian masalah pembuatan penjadwalan berhasil tanpa adanya bentrok antara jadwal dosen dan ruangan yang sama, di waktu yang sama.
2. Semakin banyak jumlah generasi yang ditetapkan maka semakin cepat proses penjadwalan hasil terbaik ditemukan tetapi semakin banyak generasi maka semakin banyak *memory* yang digunakan.
3. Proses paralel sangat efisien terhadap proses waktu pembuatan jadwal perkuliahan yang memiliki skala data yang besar atau termasuk dalam kategori big data.
4. Jumlah *Probability Crossover* dan Mutasi mempengaruhi waktu proses pembuatan penjadwalan.

#### B. Saran

Berikut saran untuk penelitian berikutnya yaitu:

1. Menerapkan penjadwalan mata kuliah praktikum, kuliah kerja profesi (KKP), dosen tidak tetap dan dosen kedua dalam proses penjadwalan
2. Menerapkan proses pembuatan jadwal dilakukan baik di awal perkuliahan atau di masa perkuliahan sedang berlanjut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, R., & Juanita, S. (2017). Implementasi Algoritma Genetika Pada Aplikasi Penjadwalan Kelas Menggunakan Metode Roulette Wheel Selection (RWS) Berbasis Web. *Telematika MKOM*, 9(1), 1–8.
- Christian, R., & Donoriyanto, D. S. (2021). Penerapan Algoritma Genetika Dalam Penjadwalan Mata Kuliah Program Studi Teknik Industri Upn "Veteran" Jawa Timur. *Tekmapro: Journal of Industrial Engineering and Management*, 16(2), 1–12. <https://doi.org/10.33005/tekmapro.v16i2.157>
- Darussalam, & Arief, G. (2017). Jurnal Resti. *Resti*, 1(1), 19–25.
- Husada, H., Cholissodin, I., & Bachtiar, F. A. (2018). Optimasi Penjadwalan Kuliah Pengganti Menggunakan Algoritme Genetika. .... *Teknologi Informasi Dan Ilmu* .... 2(9). <http://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/2431> <http://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/download/2431/906>
- Indahyanti, U. (2020). Buku Ajar Algoritma Dan Pemrograman Dalam Bahasa C++. In *Buku Ajar Algoritma Dan Pemrograman Dalam Bahasa C++*. <https://doi.org/10.21070/2020/978-623-6833-67-4>
- Iskandar, A. P. S. (2021). Optimasi Penjadwalan Ujian Tugas Akhir Dengan Menggunakan Algoritma Genetika. *Journal of Computer Science and Informatics Engineering (J-Cosine)*, 5(1), 40–48. <https://doi.org/10.29303/jcosine.v5i1.379>
- Kani. (2020). Modul Pengantar Algoritma dan Pemrograman. *Algoritma Dan Bahasa Pemrograman*, 1, 1–36. <https://pustaka.ut.ac.id/lib/wp-content/uploads/pdfmk/MSIM4203-M1.pdf>
- Lumbanraja, F. R., Aristoteles, A., & Muttaqina, N. R. (2020). Analisa Komputasi Paralel Mengurutkan Data Dengan Metode Radix Dan Selection. *Jurnal Komputasi*, 8(2), 77–93. <https://doi.org/10.23960/komputasi.v8i2.2662>
- Manik, T. M., Gultom, P., & Nababan, E. (2018). Analisis Karakteristik Fungsi Lagrange Dalam Menyelesaikan Permasalahan Optimasi Berkendala. *Talenta Conference Series: Science and Technology (ST)*, 1(1), 037–043.

<https://doi.org/10.32734/st.v1i1.187>

- Muhammad, G. (2018). *Algoritma genetika sederhana*. June.
- Mutsaqov, M. A. (2017). *PARALEL DAN TERDISTRIBUSI*.
- Nasir, A. M., & Setyawan, D. (2021). *1398-Article Text-3993-1-10-20220210*. 5, 57–69.
- Romadlon, M. M. (2018). Pembangunan Aplikasi Manajemen Data Statistik Berbasis Komputasi Paralel. *Konferensi Nasional Sistem Informasi (KNSI) ...*, 8–9. <http://jurnal.atmaluhur.ac.id/index.php/knsi2018/article/view/319>
- Salman, R., & Infandi, I. (2019). OPTIMASI PENJADWALAN PERKULIAHAN DENGAN BATASAN LUNAK (SOFT CONSTRAINTS) PADA PRODI TEKNIK ELEKTRO UNIMED MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA. *Saintek ITM*, 32(1).
- Soyemi, J., Akinode, J., & Oloruntoba, S. (2018). Electronic lecture time-table scheduler using genetic algorithm. *Proceedings - 2017 IEEE 15th International Conference on Dependable, Autonomic and Secure Computing, 2017 IEEE 15th International Conference on Pervasive Intelligence and Computing, 2017 IEEE 3rd International Conference on Big Data Intelligence and Compu, 2018-Janua*, 710–715. <https://doi.org/10.1109/DASC-PICom-DataCom-CyberSciTec.2017.124>
- Suwarjono, S., & Susanto, S. (2018). Sistem Penjadwalan Perkuliahan Pada Universitas Musamus Menggunakan Algoritma Genetika Berbasis Web. *Musamus Journal Of Research Information and Communication Technology*, 1(1), 12–17. <https://doi.org/10.35724/MJRICT.V1I1.1005>
- UTAMI, M. S. (2021). *OPTIMISASI PENJADWALAN KULIAH DI TEKNIK INDUSTRI UMS DENGAN GOAL PROGRAMMING DAN BRKGA*. 6.
- Wibawa, I. P. A. P., Giriantari, I. D., & Sudarma, M. (2018). Komputasi Paralel Menggunakan Model Message Passing Pada SIM RS (Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit). *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 17(3), 439.

<https://doi.org/10.24843/mite.2018.v17i03.p20>

Zulmahendra, & Derta, S. (2020). PENJADWALAN KULIAH OTOMATIS MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA PROGRAM STUDI PTIK IAIN BUKITTINGGI. *JSI: Jurnal Sistem Informasi (E-Journal)*, 12(2).  
<https://doi.org/10.36706/JSI.V12I2.12097>

