BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang dijadikan referensi yaitu buku, jurnal, dan lainnya. Penelitian ini tak terlepas dari penelitian terdahulu yang dijadikan referensi oleh penulis. Adapun topik yang dijadikan referensi dalam penelian ini yaitu mengenai optimasi, penjadwalan, dan algoritma genetika.

3.2. Peralatan Penelitian

1. **Perangkat Keras (*Hardware*)**

   Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini adalah laptop dengan spesifikasi: Asus A456U, *processor* (Intel(R) Core(TM) i5-7200U CPU @ 2.50GHz 2.7 GHz), RAM 8,00 GB, dengan sistem operasi Windows 10 Pro.

2. **Perangkat Lunak (*Software*)**

   Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah Adobe XD digunakan sebagai pembuatan *mockup* sistem yang akan dibangun. Microsoft Visual Studio sebagai *text editor* dalam pembuatan *website*, XAMPP sebagai server yang berdiri sendiri (*localhost*), dan MySQL sebagai basis data untuk penyimpanan dan pengolahan data website yang akan dibangun.

3.3. Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian dalam penelitian ini dilaksanakan di Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Buana Perjuangan Karawang. Sedangkan waktu penelitian dilakukan selama 6 bulan. Adapun rincian penelitian ditunjukan pada Tabel 3.1.

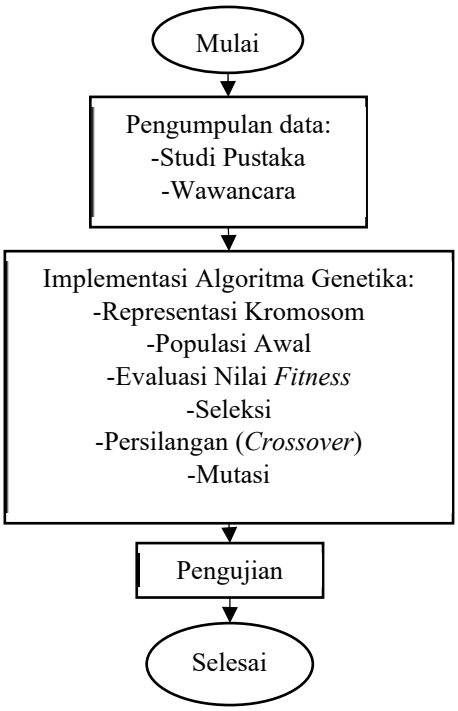
Tabel 3. 1 Tahapan Penelitian

No	Kegiatan	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1.	Tahap Persiapan Penelitian Tugas Akhir						
	a. Pengajuan Judul						
	b. Penyusunan Proposal						
	c. Pengajuan dan Pengujian Proposal						
2.	Tahap Pelaksanaan Tugas Akhir						
	a. Pengumpulan Data						
	b. Implementasi Algoritma Genetika						
	c. Pengujian						
3.	Tahap Penyusunan Laporan Tugas Akhir						

KARAWANG

3.4. Prosedur Percobaan

Prosedur percobaan dalam penelitian ini terdiri atas tahapan pelaksanaan penelitian. Adapun tahapan pelaksanaan dalam penelitian ini ditunjukan pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian

3.4.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan sebuah metode yang bertujuan untuk memperoleh informasi-informasi atau data-data yang dibutuhkan, adapun informasi yang dibutuhkan penulis adalah informasi atau data mengenai penjadwalan mata kuliah. Pendekatan yang digunakan penulis dalam memperoleh informasi atau data yaitu:

1. Studi Pustaka

Studi pustaka dalam penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data sekunder dengan cara membaca buku, jurnal, paper dan lainnya, dengan bahasan pokok yang sama dengan yang akan di teliti. Data yang didapatkan dalam studi pustaka yaitu berupa data atau sumber-sumber pengetahuan tentang optimasi, penjadwalan dan algoritma genetika.

2. Wawancara (*interview*)

Wawancara dapat dilakukan dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan atau tanya jawab secara langsung kepada pihak terkait yang bertanggung jawab dengan data-data yang akan diberikan. Wawancara dilakukan untuk mendapatkan data primer atau mengetahui permasalahan, kendala, dan hal-hal yang dibutuhkan dalam penjadwalan mata kuliah. Pada penelitian ini wawancara dilakukan dengan

Bapak Mohammad Iqbal selaku Kepala Tata Usaha FTIK Universitas Buana Perjuangan Karawang. Alat-alat yang digunakan sebagai media wawancara adalah buku catatan, *tape recorder*, dan kamera. Setelah dilakukan wawancara, terdapat beberapa kendala yang dihadapi dalam proses penjadwalan mata kuliah. Diantaranya adalah proses penjadwalan yang masih menggunakan *Microsoft excel* dan menggunakan *google drive* sebagai media pembuatan jadwal mata kuliah. Menggunakan media tersebut cukup membantu, namun dalam proses penjadwalannya memerlukan banyak waktu dan tentunya dalam proses penjadwalan mata kuliah pun berlangsung lama. Penjadwalan mata kuliah yang berjalan saat ini sebenarya mampu menghasilkan penjadwalan yang cukup baik, dengan mampu menghasilkan penjadwalan mata kuliah tanpa terjadinya bentrok. Namun demikian, proses penjadwalan yang masih bersifat konvensional atau manual mengharuskan dalam proses penjadwalan harus melibatkan banyak pihak terkait disaat itu juga untuk merundingkan dan menyelesaikan penjadwalan mata kuliah tersebut. Proses penjadwalan mata kuliah dilakukan setiap pergantian semester. Sebagai gambaran penjadwalan yang berjalan penulis mengambil contoh penjadwalan mata kuliah yang berjalan di program studi Teknik informatika tahun akademik 2019/2020 semester 1.

Tabel 3. 2 Jadwal Mata Kuliah Semester 1 Tahun Akademik 2019/2020

JADWAL KULIAH DAN DOSEN PENGAMPU 2019/2020
TEKNIK INFORMATIKA - SEMESTER 1

IF19A

Hari	Waktu	Mata Kuliah	Ruang	Dosen
Senin	08.00 - 10.00	Kalkulus	A301	Santi Arum PL, M.Pd
	10.00 - 12.00	General English	A403	Sani Suhardiman, M.Pd
Selasa	08.00 - 10.00	Statistika & Probabilitas	A301	Dwi Sulistya K, M.Pd
	10.00 - 12.00	Pendidikan Agama	A303	Siti Masruroh, M.Pd
Rabu	08.00 - 10.00	Pendidikan Pancasila & Kewarganegaraan	B408	Yudi Firmansyah,M.Pd.
	10.00 - 12.00			
Kamis	08.00 - 10.00			
	10.00 - 12.00	Pengantar Teknologi Informasi	A404	Kiki Ahmad B, M.Kom
Jumat	08.00 - 10.00			
	10.00 - 12.00			
Sabtu	08.00 - 10.00	Algoritma	A302	Yana Cahyana, M.Kom
	10.00 - 12.00			

IF19B

Hari	Waktu	Mata Kuliah	Ruang	Dosen

Senin	08.00 - 10.00	General English	A403	Sani Suhardiman, M.Pd
	10.00 - 12.00	Kalkulus	A301	Santi Arum PL, M.Pd
Selasa	08.00 - 10.00	Pendidikan Agama	A303	Siti Masruroh, M.Pd
	10.00 - 12.00	Statistika & Probabilitas	A301	Dwi Sulistya K, M.Pd
Rabu	08.00 - 10.00			
	10.00 - 12.00	Pendidikan Pancasila & Kewarganegaraan	B408	Yudi Firmansyah, M.Pd.
Kamis	08.00 - 10.00	Pengantar Teknologi Informasi	A404	Kiki Ahmad B, M.Kom
	10.00 - 12.00			
Jumat	08.00 - 10.00			
	10.00 - 12.00			
Sabtu	08.00 - 10.00			
	10.00 - 12.00	Algoritma	A302	Yana Cahyana, M.Kom

IF19C

Hari	**Waktu**	**Mata Kuliah**	**Ruang**	**Dosen**
Senin	12.00 - 14.00	Kalkulus	A301	Santi Arum PL, M.Pd
	14.00 - 16.00	General English	A403	Sani Suhardiman, M.Pd
Selasa	12.00 - 14.00	Statistika & Probabilitas	A301	Dwi Sulistya K, M.Pd
	14.00 - 16.00			
Rabu	12.00 - 14.00	Pendidikan Agama	A303	Siti Masruroh, M.Pd
	14.00 - 16.00	Pendidikan Pancasila & Kewarganegaraan	B408	Yudi Firmansyah,M.Pd.
Kamis	12.00 - 14.00			
	14.00 - 16.00	Pengantar Teknologi Informasi	A404	Kiki Ahmad B, M.Kom
Jumat	12.00 - 14.00			
	14.00 - 16.00			
Sabtu	12.00 - 14.00	Algoritma	A302	Yana Cahyana, M.Kom
	14.00 - 16.00			

IF19D

Hari	**Waktu**	**Mata Kuliah**	**Ruang**	**Dosen**
Senin	12.00 - 14.00	General English	A403	Sani Suhardiman, M.Pd
	14.00 - 16.00	Kalkulus	A301	Santi Arum PL, M.Pd
Selasa	12.00 - 14.00			
	14.00 - 16.00	Statistika & Probabilitas	A301	Dwi Sulistya K, M.Pd
Rabu	12.00 - 14.00	Pendidikan Pancasila & Kewarganegaraan	B408	Yudi Firmansyah,M.Pd.
	14.00 - 16.00	Pendidikan Agama	A303	Siti Masruroh, M.Pd
Kamis	12.00 - 14.00	Pengantar Teknologi Informasi	A404	Kiki Ahmad B, M.Kom
	14.00 - 16.00			
Jumat	12.00 - 14.00			
	14.00 - 16.00			
Sabtu	12.00 - 14.00			
	14.00 - 16.00	Algoritma	A302	Yana Cahyana, M.Kom

IF19E

Hari	Waktu	Mata Kuliah	Ruang	Dosen
Senin	18.00 - 20.00	General English	A403	Sani Suhardiman, M.Pd
	20.00 - 22.00			
Selasa	18.00 - 20.00	Kalkulus	D407	Santi Arum PL, M.Pd
	20.00 - 22.00	Pendidikan Agama	A303	Siti Masruroh, M.Pd
Rabu	18.00 - 20.00	Statistika & Probabilitas	A302	Dwi Sulistya K, M.Pd
	20.00 - 22.00	Pendidikan Pancasila & Kewarganegaraan	B408	Yudi Firmansyah,M.Pd.
Kamis	18.00 - 20.00			
	20.00 - 22.00	Pengantar Teknologi Informasi	A404	Kiki Ahmad B, M.Kom
Jumat	18.00 - 20.00	Algoritma	A302	Yana Cahyana, M.Kom
	20.00 - 22.00			
Sabtu	18.00 - 20.00			
	20.00 - 22.00			

IF19F

Hari	Waktu	Mata Kuliah	Ruang	Dosen
Senin	18.00 - 20.00			
	20.00 - 22.00	General English	A403	Sani Suhardiman, M.Pd
Selasa	18.00 - 20.00	Pendidikan Agama	A303	Siti Masruroh, M.Pd
	20.00 - 22.00	Kalkulus	D407	Santi Arum PL, M.Pd
Rabu	18.00 - 20.00	Pendidikan Pancasila & Kewarganegaraan	B408	Yudi Firmansyah,M.Pd.
	20.00 - 22.00	Statistika & Probabilitas	A302	Dwi Sulistya K, M.Pd
Kamis	18.00 - 20.00	Pengantar Teknologi Informasi	A404	Kiki Ahmad B, M.Kom
	20.00 - 22.00			
Jumat	18.00 - 20.00			
	20.00 - 22.00	Algoritma	A302	Yana Cahyana, M.Kom
Sabtu	18.00 - 20.00			
	20.00 - 22.00			

Adapun data-data yang diperoleh dari wawancara yaitu berupa data-data perkuliahan yang diselenggarakan di Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Buana Perjuangan Karawang pada tahun akademik 2019/2020 semester ganjil.

Data yang digunakan dalam proses penjadwalan mata kuliah di Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Buana Perjuangan melibatkan beberapa komponen diantaranya dosen, mahasiswa dan ruang kelas. Dalam Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Buana Perjuangan Karawang terdapat 4 Program Studi yakni Teknik Informatika, Teknik Industri, Teknik Mesin, dan Sistem Informasi. Tersedia beberapa ruangan yang dapat digunakan sebagai tempat berlangsungnya perkuliahan dan pembagian kelas dalam setiap program studi. Data

tersebut kemudian di susun berdasarkan jenisnya agar mempermudah dalam proses penjadwalan mata kuliah. Data – data yang akan diproses menjadi penjadwalan mata kuliah adalah:

1. Data Mata Kuliah

   Data mata kuliah yang dijadikan sebagai data penjadwalan mata kuliah merupakan data mata kuliah (teori) saja, tidak termasuk mata kuliah (praktikum). Terdapat 30 data yang dijadikan data penjadwalan mata kuliah. Semester 1 sebanyak 7 mata kuliah, semester 3 sebanyak 8 mata kuliah, semester 5 sebanyak 7 kuliah, dan semester 7 sebanyak 8 mata kuliah. Berikut data mata kuliah tersebut:

Tabel 3. 3 Mata Kuliah (Lampiran 1)

No	Mata Kuliah
1	General English
2	Kalkulus
3	Pendidikan Agama
…	…
28	Cloud Computing
29	Etika Profesi TI
30	Data Mining

2. Data Dosen

   Data dosen merupakan nama dosen yang mengampu mata kuliah. Terdapat 21 dosen pengampu mata kuliah. Berikut data dosen pengampu:

Tabel 3. 4 Dosen (Lampiran 2)

No	Nama Dosen
1	Sani Suhardiman, M.Pd
2	Santi Arum PL, M.Pd
3	Siti Masruroh, M.Pd
…	…
19	Tatang Rohana, M.Kom
20	Jamaludin Indra, M.Kom
21	Tohirin, M.Kom

3. Ruangan

Ruangan yang dijadikan proses pembelajaran hanya merupakan ruangan (teori). Pemilihan ruangan berdasarkan data jadwal yang dijadikan sebagai bahan penelitian. Berikut data ruangan yang digunakan:

Tabel 3. 5 Ruangan (Lampiran 3)

No	Ruangan
1	A403
2	A301
3	A303
…	…
12	D407
13	B408
14	A404

4. Kelas

Terdapat 4 angkatan dalam semester ganjil dari semester 1 hingga 7 yaitu angkatan 2016, 2017, 2018, dan 2019. Terdapat beberapa kelas dalam setiap angkatan. Semester 1 sebanyak 6 kelas, semaster 3 sebanyak 6 kelas, semester 5 sebanyak 5 kelas dan semester 7 sebanyak 4 kelas. Total kelas yang dijadikan sebagai bahan penelitian sebanyak 21 kelas. Berikut data kelas tersebut:

Tabel 3. 6 Kelas (Lampiran 4)

No	Kelas
1	IF16A
2	IF16B
3	IF16C
…	…
19	IF19D
20	IF19E
21	IF19F

5. Slot Waktu

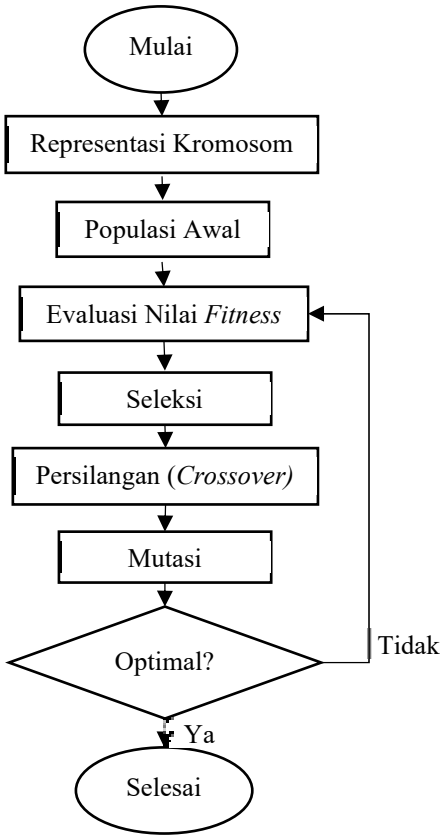
Slot waktu merupakan penggabungan waktu dan hari. Terdapat 7 waktu perkuliahan dalam 1 hari, terhitung dari jam 08.00 hingga 22.00. Setiap mata kuliah disediakan waktu selama 2 x 60 menit untuk proses pembelajaran. Dalam 1 minggu proses pembelajaran dilakukan selama 6 hari, dari hari senin hingga hari Sabtu. Dengan demikian terdapat 41 slot waktu yang bisa digunakan untuk proses pembelajaran. Data tersebut sudah termasuk pemotongan 1 slot waktu untuk beribadah shalat Jum'at. Berikut data slot waktu yang tersedia:

Tabel 3. 7 Slot Waktu (Lampiran 5)

No	Hari	Waktu
1	Senin	08.00
2	Senin	10.00
3	Senin	12.00
…	…	…
39	Sabtu	16.00
40	Sabtu	18.00
41	Sabtu	20.00

3.4.2. Implementasi Algoritma Genetika

Implementasi algoritma genetika merupakan penerapan data yang sudah di analisis yang kemudian di tuangkan kedalam tahapan algoritma genetika dan sistem penjadwalan mata kuliah menggunakan algoritma genetika berbasis web. Tahapan tersebut sebagai berikut:



Gambar 3. 2 Tahapan Algoritma Genetika

1. Representasi Kromosom

Representasi kromosom merupakan pengkodean kromosom, dimana data atau bahan penjadwalan dikodekan agar mempermudah dalam proses pembentukan polulasi awal dan tahap algoritma genetika selanjutnya. Pengkodean kromosom dalam penelitian ini menggunakan pengkodean bilangan riil (*Permutation Encoding*). Pengkodean dilakukan denga mengkodekan setiap data yang nantinya akan dijadikan setiap gen dalam kromosom. Pengkodean yang diperlukan dalam penelitian ini adalah pengkodean kuliah, pengkodean ruangan dan pengkodean waktu. Berikut pengkodean algoritma genetika pada penjadwalan mata kuliah.

Tabel 3. 8 Kode Data Kuliah (Lampiran 6)

Kode	Mata Kuliah	Kelas	Dosen
1	Komputer & Masyarakat	IF16A	Euis Nurlaelasari, M.Kom
2	Komputer & Masyarakat	IF16B	Euis Nurlaelasari, M.Kom
3	Komputer & Masyarakat	IF16C	Euis Nurlaelasari, M.Kom
…	…	…	…

Kode	Mata Kuliah	Kelas	Dosen
155	Pengantar Teknologi Informasi	IF19D	Kiki Ahmad B, M.Kom
156	Pengantar Teknologi Informasi	IF19E	Kiki Ahmad B, M.Kom
157	Pengantar Teknologi Informasi	IF19F	Kiki Ahmad B, M.Kom

Pengkodean data kuliah dilakukan dengan memadukan setiap mata kuliah dengan dosen pengampu. Kemudian, digabungkan dengan masing-masing kelas pengampu. Total mata kuliah didapat dengan mengkalikan jumlah mata kuliah dari setiap semester seperti pada Tabel 3.3 dengan jumlah kelas dari setiap semester seperti pada Tabel 3.6. Semester 1 (7 mata kuliah x 6 kelas) = 42 mata kuliah, semester 3 (8 mata kuliah x 6 kelas) = 48 mata kuliah, semester 5 (7 mata kuliah x 5 kelas) = 35 mata kuliah, dan semester 7 (8 mata kuliah x 4 kelas) = 32 mata kuliah. Total mata kuliah = mata kuliah semester 1 + semester 3 + semester 5 + semester 7 = 157 mata kuliah. Setelah didapat total mata kuliah, kemudian mengkodekan total mata kuliah dengan bilangan 1 hingga total mata kuliah seperti pada Tabel 3.8.

Tabel 3. 9 Kode Ruangan (Lampiran 3)

Kode	Ruangan
1	A403
2	A301
3	A303
4	A302
5	A304
…	…
12	D407
13	B408
14	A404

Pengkodean ruangan dilakukan dengan mengetahui jumlah dari ruangan yang akan dikodekan. Total ruangan pada Tabel 3.9 merupakan total ruangan yang digunakan dalam proses perkuliahan selama 1 hari. Pengkodekan ruangan dilakukan dari bilangan 1 hingga total ruangan seperti pada Tabel 3.9.

Tabel 3. 10 Kode Waktu (Lampiran 5)

Kode	Hari	Waktu
1	Senin	08.00
2	Senin	10.00
3	Senin	12.00
…	…	…
39	Sabtu	16.00
40	Sabtu	18.00
41	Sabtu	20.00

Pengkodean waktu dilakukan dengan menggabungkan data hari dari hari senin hingga Sabtu dengan data waktu dalam satu hari dari jam 08.00 hingga 20.00. penggabungan dilakukan dengan mengkali data hari = 6 hari x data waktu data dalam satu hari = 7 waktu = 42 slot waktu. Data tersebut dipotong 1 slot waktu untuk beribadah shalat Jum'at. Dengan demikian slot waktu yang tersedia adalah 41 slot waktu. Kemudian mengkodekan total slot waktu dengan bilangan 1 hingga total slot waktu seperti pada Tabel 3.10.

2. Populasai Awal

Kromososm dibangkitkan sebanyak jumlah kuliah. Pembangkitan individu untuk masing masing kromosom yang terdiri dari gen kuliah, gen ruang, dan gen waktu.

Tabel 3. 11 Populasi Awal

	individu 1	**individu 2**	**individu 3**	**individu 4**	**individu 5**	**individu 6**	**individu 7**	**individu 8**	**… …**	**individu 157**
Kromosom 1	0,0,38	1,6,26	2,12,23	3,2,39	4,0,26	5,2,33	6,6,30	7,3,23	…	156,4,37
Kromosom 2	0,12,0	1,2,6	2,6,29	3,4,26	4,12,11	5,11,40	6,12,2	7,0,11	…	156,9,23
Kromosom 3	0,5,36	1,13,1	2,6,7	3,9,28	4,12,5	5,7,35	6,1,34	7,11,16	…	156,12,0
Kromosom 4	0,12,9	1,9,19	2,10,13	3,13,17	4,4,10	5,1,38	6,12,36	7,1,25	…	156,6,19

Setiap kromosom merupakan gabungan dari individu, dan panjang kromosom merupakan sebanyak jumlah kuliah. Kuliah merupakan data penggabungan antara mata kuliah, kelas dan dosen, seperti pada Tabel 3.8. Setiap individu terdiri dari 3 komponen yang terdiri dari kuliah, ruangan dan waktu. Pada kromosom 1 individu 1 nilai 0 pada baris pertama merupakan komponen kuliah, 0

kedua merupakan komponen ruangan, 38 merupakan komponen waktu, dan begitupun susunan seterusnya hingga individu terakhir. Dengan demikian individu [0,0,38] pada kromosom 1 memiliki arti kuliah ke 1, ruangan ke 1 dan waktu ke 37. Adapun jumlah kromosom tergantung inputan. Semakin banyak kromosom, maka semakin banyak pilihan jadwal. Namun, jumlah kromosom juga harus diperhatikan karena, semakin banyak jumlah kromosom, maka akan semakin lambat dalam proses pembuatan jadwal.

3. Perhitungan Nilai *Fitness*

Nilai *fitness* dijadikan acuan untuk mencapai nilai yang optimal dalam algortima genetika. Algoritma genetika mempunyai tujuan yaitu untuk mencari individu dengan nilai *fitness* tertinggi. Setiap individu yang ada akan dihitung nilai *fitness*-nya. Perhitungan *fitness* didasarkan pada jumlah pelanggaran atau *penalty* yang telah ditentukan sebelumnya pada setiap slot kromosom dalam suatu individu.

Tabel 3. 12 Aturan Penalty

Constrain	Keterangan	Nilai Penalty
1.	Dosen yang sama diwaktu yang sama.	1
2.	Kelas yang sama diwaktu yang sama	1
3.	Ruang yang sama diwaktu yang sama	1

Proses perhitungan *fitness* dilakukan dengan cara menghitung semua jumlah penalti yang terjadi disetiap kromosom menggunakan rumus persamaan (1) dengan nilai penalti 1 untuk melanggar dan 0 jika tidak melanggar seperti pada Tabel 3.9.

Fitness Kromosom[1]: 1/(1+19+13+9) = 0.02381

Fitness kromosom[2]: 1/(1+11+24+13) = 0.02041

Fitness Kromosom[3]: 1/(1+17+16+7) = 0.02439

Fitness kromosom[4]: 1/(1+14+18+16) = 0.02041

Total Fitness: 0.08902

4. Seleksi

Seleksi bertujuan untuk memberikan kesempatan reproduksi yang lebih besar bagi anggota populasi yang paling fit. Pada penelitian ini metode seleksi yang digunakan adalah seleksi roda rolet (*roulette wheel selection*). Seleksi *roulette*

wheel selection induk dipilih berdasatkan nilai *fitness* dari kromosom itu sendiri. Lebih baik suatu kromosom maka besar kesempatan terpilih. Melalui seleksi kita dapat memilih jadwal yang terbaik dari jadwal yang tersedia.

Tahap seleksi pertama adalah menghitung probabilitas dari setiap *fitness* kromosom. Nilai probabilitas didapatkan dari nilai *fitness* setiap kromosom yang dibagi dengan total nilai fitness seluruh kromosom. Rumus yang digunakan merupakan seleksi seperti persamaan (2).

P1 = 0.02381 / 0.08902 = 0.26747
P2 = 0.02041 / 0.08902 = 0.22927
P3 = 0.02439 / 0.08902 = 0.27398
P4 = 0.02041 / 0.08902 = 0.22927

Setelah didapat nilai probabilitas, kemudian menentukan probabilitas kumulatif dari setiap kromosom dengan nilai interval [0,1]. Setelah nilai probabilitas di dapatkan kemudian menentukan interval probabilitas kromosom dari nilai 0 kemudian di tambah nilai probabilitas setiap kromosom hingga mencapai nilai 1.

PK 1 = 0 + 0.26747 = 0.26747
PK 2 = 0.26747 + 0.22927 = 0.49674
PK 3 = 0.49674 + 0.27398 = 0.77072
PK 4 = 0.77072 + 0.22927 = 1

Bilangan *random* di bangkitkan antara nilai interval [0,1]. Bilangan *random* dibangkitkan untuk menentukan kromosom yang akan terpilih.

K1 = 0.08971
K2 = 0.55205
K3 = 0.85203
K4 = 0.68602

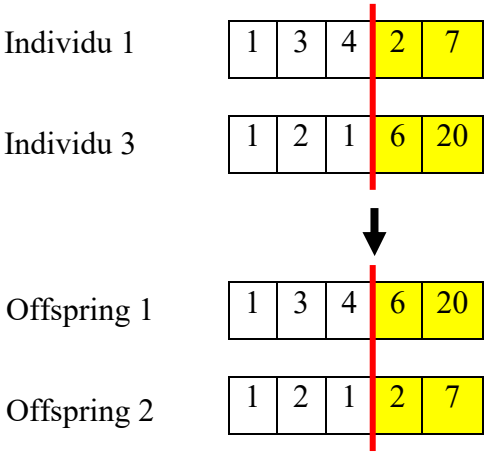
Tabel 3. 13 Proses Seleksi

Krom	Fitness	Probabilitas	Kumulatif	Random [0,1]	Terpilih
1	0.02381/0.08902	0.26747	0 - 0.26747	0.08971	1
2	0.02041/0.08902	0.22927	0.26747 - 0.49674	0.55205	3
3	0.02439/0.08902	0.27398	0.49674 - 0.77072	0.85203	4
4	0.02041/0.08902	0.22927	0.77072 - 1	0.68602	3

Sebuah kromosom akan terpilih jika bilangan *random* yang dibangkitkan berada dalam interval nilai kumulatifnya. Misalkan, nilai *random* yang dibangkitkan yaitu 0.08971. Maka nilai tersebut berada di antara nilai interval kumulatif 0 - 0.26747 yang berarti kromosom 1 yang terpilih.

5. Persilangan (*Crossover*)

Crossover bertujuan untuk menggabungkan atau menyilangkan dua individu agar mendapatkan individu yang lebih baik. Metode persilangan (*Crossover*) yang digunakan dalam penelitian ini adalah *one point crossover.* Pada metode *one point crossover* tidak semua induk akan mengalami proses *crossover* karena pemilihan induk melibatkan parameter probabilitas *crossover* (Pc). Contoh proses *one point crossover* ditunjukan pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 3 *One Point Crossover*

Jumlah kromosom yang digunakan sebagai orang tua (*parent*) tergantung dari *crossover rate.* Misalkan *crossover* rate yang ditentukan adalah 50% maka kromosom yang akan di *crossover* hanya 2 dari 4 kromosom yang dibangkitkan.

Tabel 3. 14 Hasil Seleksi (parent)

	individu 1	**individu 2**	**individu 3**	**individu 4**	**individu**	**individu 6**	**individu 7**	**individu 8**	**… …**	**individu 157**
Kromosom 1	0,0,38	1,6,26	2,12,23	3,2,39	4,0,26	5,2,33	6,6,30	7,3,23	…	156,4,37
Kromosom 2	0,5,36	1,13,1	2,6,7	3,9,28	4,12,5	5,7,35	6,1,34	7,11,16	…	156,12,0
Kromosom 3	0,12,9	1,9,19	2,10,13	3,13,17	4,4,10	5,1,38	6,12,36	7,1,25	…	156,6,19
Kromosom 4	0,5,36	1,13,1	2,6,7	3,9,28	4,12,5	5,7,35	6,1,34	7,11,16	…	156,12,0

Misalkan kromosom 3 dan kromosom 4 yang akan di *crossover* dengan *crossover rate* 50%. *Crossover* kromosom 3 berada di titik pemotongan ke 78. Pemotongan titik kromosom 3 diambil dari 1 – 78 dari kromosom 3 dan dari 79 – 157 diambil dari kromosom 4 dengan *generate* bilangan *random*. Begitupun sebaliknya dengan *crossover* kromosom ke 4.

Proses *crossover* kromosom 3.

Tabel 3. 15 *Crossover* Kromosom 3

	1	**2**	**3**	**…**	**77**	**78**	**78**	**…**	**155**	**156**	**157**
Krm 3	0,12,9	1,9,19	2,10,13	…	76,10,35	77,6,17	78,3,33	…	154,1,14	155,12,31	156,6,19
Krm 4	0,5,36	1,13,1	2,6,7	…	76,7,0	77,4,26	78,3,15	…	154,7,16	155,0,24	156,12,0
Hasil	0,12,9	1,9,19	2,10,13	…	76,10,35	77,6,17	78,3,15	…	154,7,16	155,0,24	156,12,0

Proses *crossover* kromosom 4.

Tabel 3. 16 *Crossover* Kromosom 4

	1	**2**	**3**	**…**	**77**	**78**	**78**	**…**	**155**	**156**	**157**
Krm 3	0,12,9	1,9,19	2,10,13	…	76,10,35	77,6,17	78,3,33	…	154,1,14	155,12,31	156,6,19
Krm 4	0,5,36	1,13,1	2,6,7	…	76,7,0	77,4,26	78,3,15	…	154,7,16	155,0,24	156,12,0
Hasil	0,5,36	1,13,1	2,6,7	…	76,7,0	77,4,26	78,3,33	…	154,1,14	155,12,31	156,6,19

Kromosom baru setelah hasil *crossover*.

Tabel 3. 17 Hasil *Crossover*

	1	2	3	…	77	78	79	…	155	156	157
Krm 1	0,0,38	1,6,26	2,12,23	…	76,0,34	77,12,9	78,8,29	…	154,4,34	155,0,13	156,4,37
Krm 2	0,12,9	1,9,19	2,10,13	…	76,10,35	77,6,17	78,3,33	…	154,1,14	155,12,31	156,6,19
Krm 3	0,12,9	1,9,19	2,10,13	…	76,10,35	77,6,17	78,3,15	…	154,7,16	155,0,24	156,12,0
Krm 4	0,5,36	1,13,1	2,6,7	…	76,7,0	77,4,26	78,3,33	…	154,1,14	155,12,31	156,6,19

6. Mutasi

Mutasi bertujuan untuk merubah gen-gen tertentu secara acak didalam sebuah kromosom untuk membantu terjebaknya optimal di nilai lokal. Pada penelitian ini metode mutasi yang digunakan adalah mutasi swap (*swap mutation*). Pada mutasi swap, pemilihan dua posisi kromosom dilakukan secara acak dan menukar nilainya. Contoh proses mutasi swap ditunjukan pada Gambar 3.2.

Gambar 3. 4 *Swap Mutation*

Penggantian gen atau mutasi terhadap gen dalam kromosom yang digantikan hanya ruang dan waktunya saja, untuk kuliahnya tetap. Jumlah gen yang akan diganti tergantung *mutation rate*-nya. Terdapat 4 kromosom dengan panjang individu 157. jumlah individu tersebut yang akan dimutasi berdasarkan jumlah

mutation rate. Misalkan, *mutation rate* 25 % maka, jumlah individu yang akan di mutasi adalah:

Total individu = 4 * 157 (jumlah kromosom * jumlah individu per kromosom) = 628 individu.

kemudian jumlah yang akan dimutasi adalah.

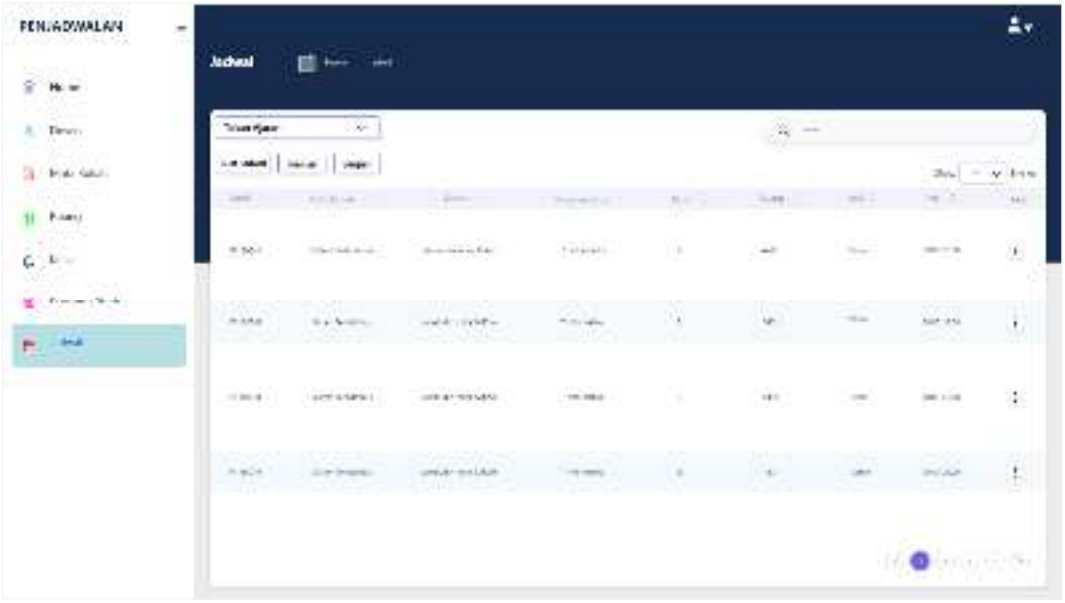
Jumlah Mutasi = 25% * 628 (mutation rate * jumlah individu) = 157 individu.

Proses mutasi dilakukan dengan membangkitkan bilangan acak antara 1 – 628 (total individu) sebanyak 157 kali. Apabila bilangan acak pertama 200 maka, kromosom ke 2 individu ke 43 (karena kromosom pertama sampai 157 dan sisa 43 diambil dari kromosom ke 2). Sehingga ruang dan waktu pada individu 43 kromosom ke 2 akan diganti dengan mengambil ruang dan waktu secara acak.

Tabel 3. 18 Hasil Mutasi

	individu 1	**individu 2**	**individu 3**	**individu 4**	**individu 5**	**individu 6**	**individu 7**	**individu 8**	**… …**	**individu 157**
Kromosom 1	0,0,38	1,6,26	2,12,23	3,2,39	4,0,26	5,2,33	6,6,30	7,3,23	…	156,4,37
Kromosom 2	0,5,36	1,13,1	2,6,7	3,9,28	4,12,5	5,13,36	6,1,34	7,11,16	…	156, 4,15
Kromosom 3	0,12,9	1,9,19	2,10,13	3, 7,8	4,4,10	5,1,38	6,12,36	7, 3,27	…	156,6,19
Kromosom 4	0,5,36	1, 1,28	2,6,7	3,9,28	4,12,5	5,7,35	6,1,34	7,13,40	…	156,12,0

Setelah implementasi algoritma genetika dengan perhitungan manual menghasilkan nilai yang diinginkan, kemudian implementasi algoritma genetika penjadwalan mata kuliah berbasis web. Sistem ini dibangun menggunakan Bahasa pemrograman PHP dan MySQL sebagai media penyimpanan data atau *database*-nya. Dalam pembuatan *mockup*, *tools* yang digunakan yaitu Adobe XD. Sebagai gambaran sistem yang akan dibangun, berikut *mockup* sistem penjadwalan mata kuliah menggunakan algoritma genetika berbasis web.



Gambar 3. 5 Mockup Sitem Penjadwalan Mata Kuliah Berbasis Web

3.4.3. Pengujian

Pengujian dalam penelitian ini dilakukan terhadap implementasi algoritma genetika. Hasil perhitungan secara iterasi manual kemudian diimplementasikan kedalam aplikasi perangkat lunak (berbasis web) yang telah menggunakan algoritma genetika sebagai pemrosesan penjadwalan mata kuliah. Pengujian dilakukan agar mengetahui hasil dari implementasi algoritma genetika. Jika diketahui terdapat bentrok atau nilai *fitness* yang tidak optimal, maka dilakukan pengecekan dan pengujian ulang terhadap implementasi algoritma genetika. Pengujian algoritma genetika dilakukan untuk menghasilkan performa dan nilai *fitness* yang mendekati optimum. Terdapat beberapa pengujian yang akan dilakukan yaitu pengujian nilai parameter, pengujian jumlah generasi dan pengujian nilai *fitness*. Pengujian dilakukan setelah semua iterasi selesai dilakukan dan akan dihitung nilai *fitness*-nya. Pengujian juga dilakukan untuk mengetahui apakah sistem penjadwalan mata kuliah berbasis web menggunakan algoritma genetika menghasilkan penjadwalan yang sesuai dengan yang diharapkan tanpa terjadi bentrok.