

OPTIMASI WAKTU LAMPU PENGATUR LALU LINTAS MENGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA DIPERSIMPANGAN

Heru Tri Ahmanto¹, Joko Lianto Buliali²

¹Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

²Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Email: ¹H3ru_3ahmanto@yahoo.co.id, ²Joko@cs.its.ac.id

ABSTRACT

In the modern era of population growth is increasing, the increase in the number of population then increased also the means of transportation that causes traffic congestion. Intersection are the concentration of traffic issues that become one of the main causes of traffic congestion, this is because the intersection is where the migration of cars from one to the other road segments. Traffic lights are the lights used to curb road users crossing a road junction, but most traffic lights do not run optimally, causing traffic congestion. In this study proposed a method of genetic algorithm for optimization of the traffic lights with the aim of getting the model movement of car and get the fitness function model for the optimization of traffic light so as to get traffic lights are optimal on each road segment base on total average number of cars were able to pass through the intersection. Base on scenarios testing 1, produces lights optimal on each road segment, namely roads 1 and roads 3 for 49 seconds for green time, roads 2 and the road 4 for 55 seconds for green time means total average number of cars passing through the intersection of as many as 81 cars and Base on scenarios testing 2, produces lights optimal on each road segment, namely roads 1 and roads 3 for 56 seconds for green time, roads 2 and the road 4 for 54 seconds for green time means total average number of cars passing through the intersection of as many as 95 cars.

Keywords: Genetic Algorithm, Traffic Light, Optimization, Intersection.

1. Pendahuluan

Pada era modern pertumbuhan penduduk semakin meningkat, meningkatnya jumlah penduduk maka meningkat pula pengguna alat transportasi yang menyebabkan kemacetan lalu lintas. Kemacetan lalu lintas banyak terjadi di kota – kota besar di Indonesia. Persimpangan jalan merupakan konsentrasi permasalahan lalu lintas yang menjadi salah satu penyebab utama kemacetan lalu lintas, hal ini dikarenakan persimpangan merupakan tempat berpindahnya mobil dari ruas jalan satu ke ruas jalan lainnya. Lampu pengatur lalu lintas merupakan salah satu lampu lalu lintas yang digunakan untuk menertibkan pengguna jalan yang melintasi persimpangan jalan.

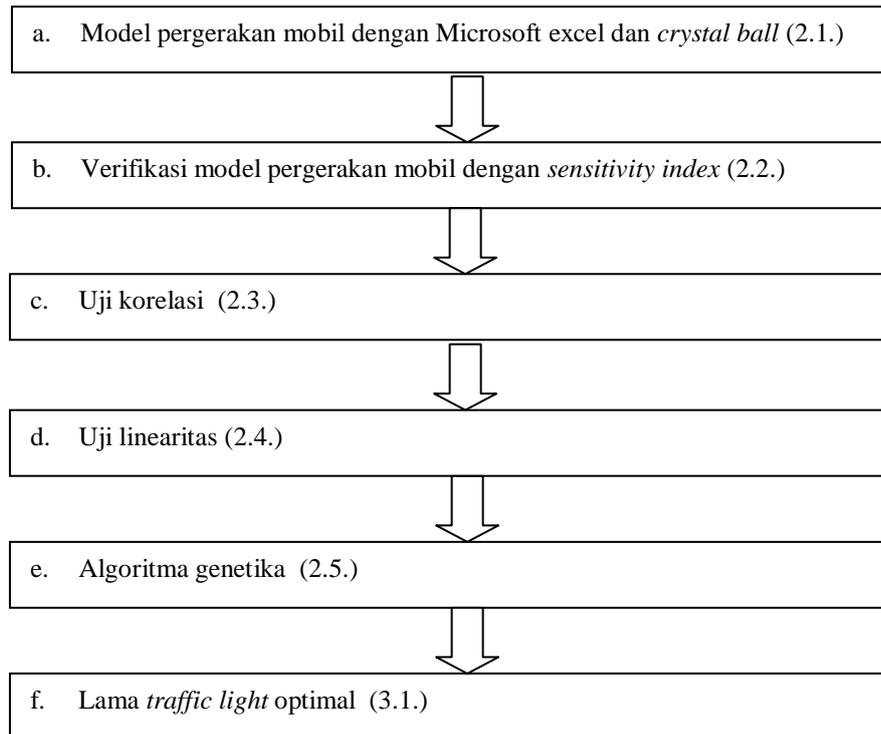
Lampu pengatur lalu lintas terdiri dari tiga warna yaitu merah, kuning, dan hijau dengan nyala lampu bergantian dengan interval waktu tertentu. Lampu merah mengartikan bahwa pengguna jalan harus berhenti. Lampu kuning mengartikan peringatan bagi pengguna jalan bahwa lampu akan segera berubah warna menjadi warna merah atau warna hijau, sedangkan warna hijau mengartikan bahwa pengguna jalan dapat melanjutkan perjalanannya dengan lancar dan aman, tetapi terkadang kemacetan justru banyak terjadi dipersimpangan dikarenakan lampu pengatur lalu lintas tidak dapat berjalan secara optimal.

Terdapat beberapa penelitian terkait dengan pengaturan nyala lampu pengatur lalu lintas, diantaranya Y-s., & Su,P-j [1] menyajikan pemodelan, analisis dan implementasi lampu pengatur lalu lintas dengan model *Time Colouring Petri Nets (TCPN)* dimana arus lalu lintas perkotaan dari simpang bersinyal dapat dimodelkan sebagai sistem kejadian diskrit, penelitian ini juga mengusulkan modul dasar model sistem lampu pengatur lalu lintas yang mana dapat didesain dengan model *extended*. Kelebihan dari model ini yaitu perilaku sistem dapat diamati dengan jelas dengan modul yang dibuat. Hong & Lo [2] dalam penelitian tentang kerangka keandalan lampu pengatur lalu lintas, mengembangkan metodologi untuk menganalisis *Phase Clearance Reliability (PCR)* pada simpang bersinyal dan menjelaskan kinerja atau performa dari lampu pengatur lalu lintas yang didasarkan pada arus kedatangan yang tidak bersifat deterministik. Teklu, F [3] menyelesaikan permasalahan waktu nyala lampu pengatur lalu lintas di kota Inggris dengan menggunakan Algoritma Genetika, hasil penelitian menunjukkan bahwa total waktu tempuh perjalanan mobil menjadi berkurang secara signifikan. Singh, L et all [4] melakukan penelitian mengenai optimasi waktu lampu pengatur lalu lintas yang bersifat linear dengan menggunakan Algoritma Genetika, yaitu menyajikan strategi kontrol lalu lintas yang dilakukan secara *real time* memberikan kinerja lalu lintas optimal pada persimpangan.

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, telah ada penelitian mengenai optimasi waktu pengatur lalu lintas yang bersifat linear yang telah dilakukan oleh Singh,L et all [4]. Makalah ini membahas tentang optimasi lampu pengatur lalu lintas non linear menggunakan algoritma genetika dengan tujuan mendapatkan model pergerakan mobil dan mendapatkan model *fitness function non linear* yang digunakan untuk optimasi lampu pengatur lalu lintas sehingga diperoleh waktu lampu pengatur lalu lintas optimal dipersimpangan berdasarkan total rata – rata jumlah mobil yang melewati persimpangan

2. Metodologi Penelitian

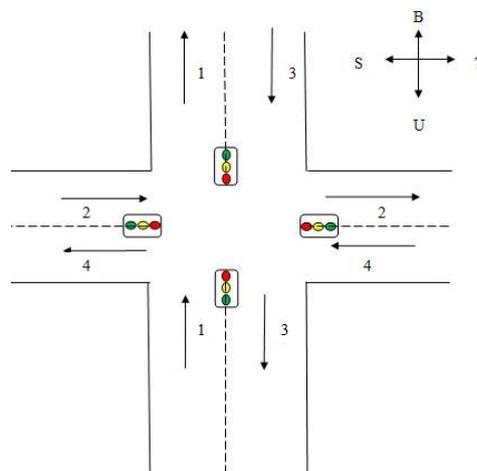
Metodologi penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini terlihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Metodologi penelitian

2.1. Model pergerakan mobil dengan Microsoft excel dan crystal ball

Model pergerakan mobil dibuat untuk mendapatkan jumlah mobil yang melewati persimpangan. Model pergerakan mobil dibuat bermula dari persimpangan yang terlihat pada gambar 2.2

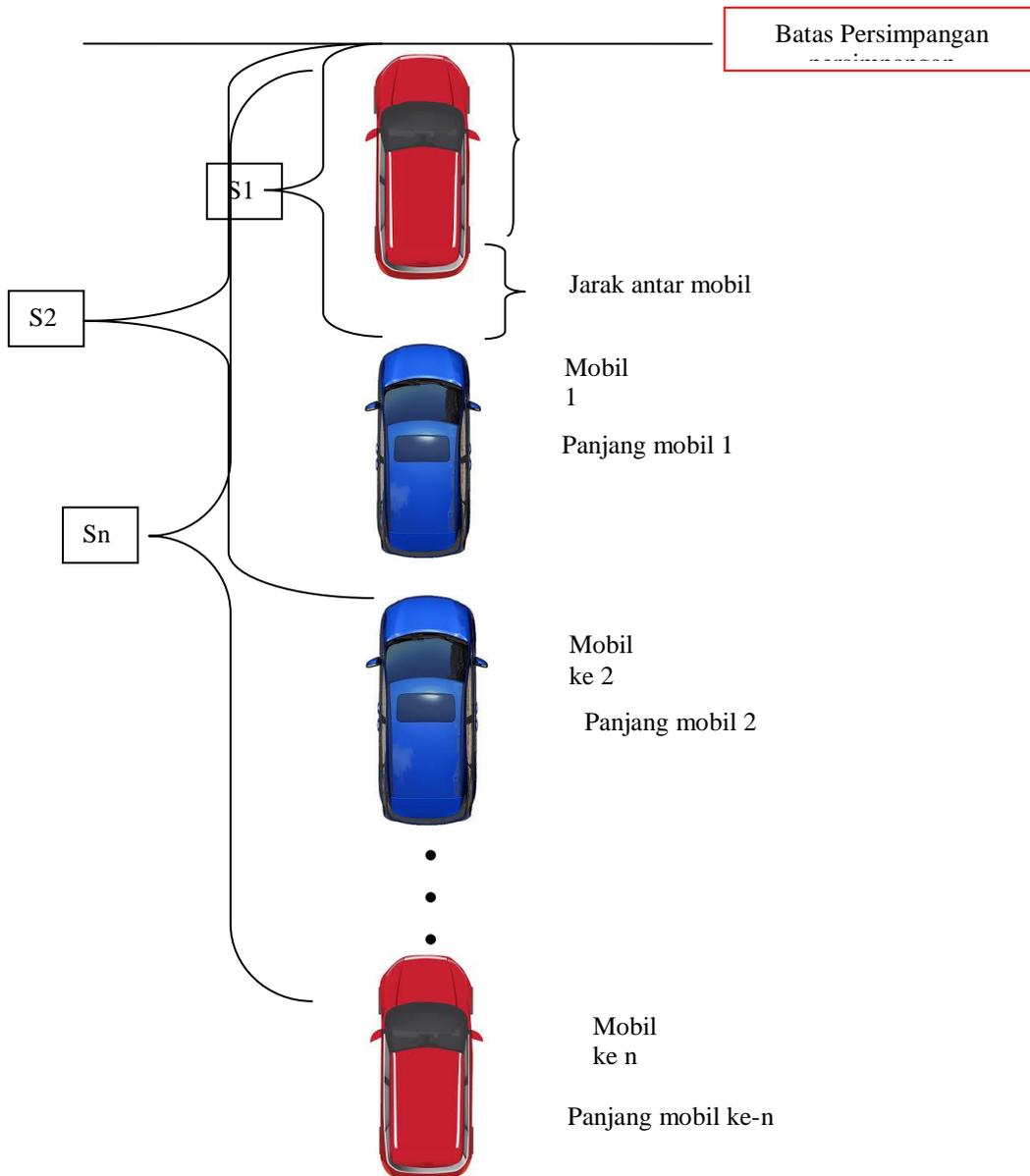


Gambar 2.2. Persimpangan Studi Kasus

Persimpangan jalan terdiri dari ruas jalan 1, ruas jalan 2, ruas jalan 3, dan ruas jalan 4, dengan masing-masing arus lalu lintas berjalan lurus. Arus lalu lintas yang dibuat yaitu:

1. Ruas jalan 1 bergerak lurus menuju ruas jalan 3 begitu juga sebaliknya secara bersamaan.
2. Ruas jalan 2 bergerak lurus menuju ruas jalan 4 begitu juga sebaliknya secara bersamaan.

Gambar 2.3. merupakan bagian representasi persimpangan studi kasus untuk satu ruas jalan.



Gambar 2.3. representasi studi kasus persimpangan untuk satu ruas jalan.

Setiap mobil (mobil ke 1, mobil ke 2, sampai mobil ke n) bergerak menuju ke batas persimpangan dengan menempuh jarak tertentu (S1, S2, sampai ke Sn) menggunakan percepatan (a) dan rentang start mobil jalan yang berbeda selama waktu hijau (t) yang diberikan. Batasan mobil tidak saling mendahului antar satu dengan yang lainya dan mobil tidak berbelok arah. Jarak yang ditempuh suatu mobil ketika lampu hijau menyala mengikuti pola gerak lurus berubah beraturan (GLBB) yang terlihat pada formula 2.1.

$$S = v_0t + \frac{1}{2}at^2 \tag{2.1}$$

dimana :

V_0 : Kecepatan Awal (m/s)

a : Percepatan (m/s^2)

t : Selang Waktu (s)

s : Jarak Tempuh (m)

Simulasi model pergerakan mobil dibuat bermula dari satu ruas jalan yang dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1. Model pergerakan mobil

Waktu nyala lampu hijau = 30 detik

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	4	1.4	5.4	5.4	3.4	3.4	2.6	2.6	27.4	1276.3	-1270.9	1	12
2	4	1.1	5.1	11	4.3	3.4	3	5.6	24.4	1012.1	-1001.6	1	
3	4	1.3	5.3	16	4.2	3.4	1.5	7.1	22.9	891.5	-875.7	1	
.
.
.
10	4	1.9	5.9	55	3.6	2.4	2	19.5	10.5	132.3	-77.7	1	
11	4	1.7	5.7	60	4	2.4	1.1	20.6	9.4	106.03	-45.732	1	
12	4	1	5	65	2.8	2.4	2.5	23.1	6.9	57.132	8.168	0	

Keterangan :

Waktu Nyala Lampu hijau (detik),

Kolom A : Panjang mobil (4.0 meter),

Kolom B : Jarak antar mobil (1.0-2.0 meter),

Kolom C : Panjang mobil ditambah dengan jarak antar mobil ,

Kolom D : Posisi awal mobil,

Kolom E : Percepatan Mobil (2.0 m/s² – 6.0 m/s²),

Kolom F : Percepatan yang digunakan tidak saling mendahului,

Kolom G : rentang start mobil jalan ketika lampu hijau (2.0 detik – 8.0 detik),

Kolom H : Jumlah kumulatif start mobil jalan (detik),

Kolom I : Sisa waktu hijau (detik),

Kolom J : Jarak tempuh mobil (meter) ,

Kolom K : Posisi akhir mobil (meter),

Kolom L : Status mobil ; lewat = 1; tidak lewat = 0,

Kolom M : Total jumlah mobil yang lewat (unit)

Tabel 2.1. Jumlah mobil yang melewati persimpangan diperoleh dengan memberikan rentang start mobil jalan selama 2 detik, yaitu antara 1 detik sampai 3 detik selama 30 detik waktu hijau, jumlah mobil yang melewati persimpangan dihasilkan pada kolom sel M1 diperoleh dengan menghitung jumlah nilai 1 pada kolom L (status) ditambah 1, hal ini dikarenakan mobil pada posisi pertama langsung melewati persimpangan saat lampu hijau menyala, nilai 1 pada kolom sel L mengartikan bahwa mobil dapat melewati persimpangan dan nilai 0 tidak dapat melewati persimpangan sedangkan untuk memperoleh nilai 1 pada kolom sel L dilakukan dengan melihat kolom sel K (posisi akhir mobil) yang bernilai negatif. Jumlah mobil yang dihasilkan pada kolom sel M1 direplikasi sebanyak 1000 kali menggunakan *Crystal Ball* yang bertujuan untuk mendapatkan variasi jumlah mobil yang melewati persimpangan. Pemberian rentang start mobil jalan dan waktu hijau dilakukan untuk mendapatkan rata – rata jumlah mobil yang melewati persimpangan setelah direplikasi sebanyak 1000 kali yang dapat dilihat pada tabel 2.2. model pergerakan mobil yang dibuat terlihat pada formula 2.2.

$$\text{Posisi awal mobil} - (v_0t + \frac{1}{2}at^2) \leq 0 \tag{2.2}$$

Dimana :

status 1 : mobil dapat melewati persimpangan

status 0 : mobil tidak dapat melewati persimpangan.

Tabel 2.2. Rata- rata jumlah mobil yang melewati persimpangan dengan berbagai macam rentang start mobil jalan dan waktu hijau untuk 1 ruas jalan setelah 1000 replikasi.

Rentang start mobil jalan	Waktu hijau	Rata-rata jumlah mobil yang melewati persimpangan
2	30	11,798
2	45	18,276

2	60	24,916
.	.	.
.	.	.
.	.	.
8	30	5,661
8	45	8,312
8	60	11,218

Berdasarkan tabel 2.2, untuk mendapatkan rata-rata jumlah mobil yang melewati persimpangan untuk ketiga ruas jalan lainnya dilakukan dengan proses yang sama namun dengan memberikan percepatan manual untuk beberapa mobil sehingga diperoleh rata – rata jumlah mobil yang melewati persimpangan setelah direplikasi 1000 kali untuk keempat ruas jalan dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3. Rata- rata jumlah mobil yang melewati persimpangan dengan berbagai macam rentang start mobil jalan dan waktu hijau untuk 4 ruas jalan setelah 1000 replikasi.

Rentang start mobil jalan	Waktu hijau	Rata–rata jumlah mobil yang melewati persimpangan
2	30	11,798
2	45	18,311
2	60	24,912
.	.	.
.	.	.
.	.	.
8	30	5,884
8	45	8,585
8	60	11,303

2.2. Verifikasi model pergerakan mobil dengan sensitivity index

Sensitivity Index digunakan untuk memverifikasi model pergerakan mobil yang telah dibuat dengan tujuan mengetahui besarnya perubahan nilai sensitivity index yang terjadi. Penelitian ini menghitung Sensitivity Index waktu hijau sebelum dan sesudah terjadi penurunan waktu hijau sebesar 57% pada tabel 2.2. menggunakan formula sensitivity index yang terlihat pada formula 2.3. sehingga menghasilkan presentase perubahan sensitivity index pada tabel 2.4.

$$SI_{pq} = [q(p_0 + \Delta p) - q \frac{(p_0 - \Delta p)}{2\Delta p}] \tag{2.3}$$

dimana :

- SI_{pq} : Sensitivity indeks
- q : Respon Setelah Perubahan Stimuli
- p_0 : Stimuli awal
- Δp : selisih perubahan stimuli

Tabel 2.4. Presentase Perubahan Sensitivity Indeks.

Sensitivity Index waktu hijau (30-60) terhadap rata- rata jumlah mobil yang melewati persimpangan	Sensitivity Index penurunan waktu hijau (13-26) terhadap rata- rata jumlah mobil yang melewati persimpangan	Presentase (%)
12,521	5,268	57,5879559
10,553	4,285	59,3954326
8,946	3,709	58,5401297
7,692	3,203	58,3593344
6,883	2,842	58,7098649
6,065	2,454	59,5383347
5,557	2,275	59,0606442
Rata – Rata		58,7416709

Berdasarkan tabel 2.4, rata-rata presentase *sensitivity index* yang dihasilkan sebesar 58,74% setelah terjadi penurunan input waktu hijau sebesar 57 %, Sehingga dapat dikatakan bahwa model pergerakan mobil yang dibuat sensitif terhadap perubahan input dan dapat diverifikasi dengan *error* sebesar 3,09%.

2.3. Uji korelasi

Uji korelasi bertujuan melihat keeratan hubungan antara dua variabel. Hubungan variabel dapat berbentuk searah atau terbalik, artinya koefisien korelasi bernilai searah dalam model regresi bermakna semakin tinggi nilai x maka semakin tinggi nilai y, sebaliknya jika koefisien korelasi bernilai terbalik maka semakin tinggi nilai x maka semakin rendah nilai y. Dalam penelitian ini untuk mengetahui hubungan variabel rentang start mobil jalan (x_i) dan waktu hijau (x_j) terhadap rata – rata jumlah mobil yang melewati persimpangan $f(x_i, x_j)$ yang terlihat pada tabel 2.2 dengan cara :

- a. Buka program SPSS
- b. Buka file yang akan diolah untuk analisis korelasi
- c. Dari menu utama SPSS, pilih menu analyze kemudian pilih *Correlate*, baru klik *Bivariate*
- d. Pindahkan variabel–variabel yang akan dilihat koefisien korelasinya ke kotak variabel
- e. Pilih korelasi “*Pearson*” lalu klik OK, selanjutnya akan keluar output uji korelasi yang terlihat pada gambar 2.3.

Correlations

[DataSet0]

		Rentang_Start_Mobil_Jalan	Waktu_Hijau	Jumlah_Kendaraan
Rentang_Start_Mobil_Jalan	Pearson Correlation	1	.000	-.655**
	Sig. (2-tailed)		1.000	.001
	N	21	21	21
Waktu_Hijau	Pearson Correlation	.000	1	.707**
	Sig. (2-tailed)	1.000		.000
	N	21	21	21
Jumlah_Kendaraan	Pearson Correlation	-.655**	.707**	1
	Sig. (2-tailed)	.001	.000	
	N	21	21	21

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Gambar 2.3. Output Uji Korelasi

Output uji korelasi dengan menggunakan software SPSS pada gambar 2.3 menunjukkan bahwa korelasi antara rentang start mobil jalan terhadap rata – rata jumlah mobil yang melewati persimpangan bernilai negatif atau berbanding terbalik artinya semakin tinggi nilai rentang start mobil jalan maka semakin rendah rata – rata jumlah mobil yang melewati persimpangan sedangkan korelasi antara waktu hijau terhadap rata – rata jumlah mobil yang melewati persimpangan bernilai positif atau searah artinya bahwa semakin tinggi nilai waktu hijau yang diberikan maka semakin tinggi pula rata - rata jumlah mobil yang melewati persimpangan.

2.4. Uji linearitas dengan R

Uji linearitas digunakan untuk mendeteksi suatu data mengikuti pola linear atau non–linear. Uji yang digunakan yaitu uji *Rhamshey*, Uji *White* dan Uji *Terasvirta*. Penelitian ini menguji pola data rentang start mobil jalan terhadap rata - rata jumlah mobil yang melewati persimpangan dan waktu hijau terhadap rata - rata jumlah mobil yang melewati persimpangan pada data tabel 2.2. dengan sintak program sebagai berikut :

```
library (imtest)
>library (foreign)
>Book2<-read.csv(file="filename.csv.",head=true,sep=",")
>X<-filename$X
>Y<filename$Y
filename
>reserttest(Y~X,power=2,type="regressor",data=book2)
>library(tseries)
>white.test(X,Y)
>terasvirta.test(X,Y).
```

Berdasarkan hasil uji linearitas rentang start mobil jalan terhadap rata – rata jumlah mobil yang melewati persimpangan dengan menggunakan uji *Rhamset*, uji *White* dan uji *Terasvirta*, diperoleh nilai *p-value* ketiga uji tersebut secara berturut turut adalah sebesar 0.001112, 1.144e-05 dan 5.55e-09 yang kurang dari alpha sebesar 0,05, hal tersebut menunjukkan bahwa rentang start mobil jalan bersifat non linear

sedangkan nilai *p-value* yang dihasilkan waktu hijau dari ketiga uji tersebut secara berturut – turut sebesar 0.9871, 0.9998 dan 0.9998 lebih besar dari alpha 0,05 sehingga waktu hijau bersifat linear.

2.5. Algoritma Genetika

Algoritma genetika merupakan sebuah metode yang digunakan untuk optimasi. Penelitian ini melakukan optimasi nyala lampu pengatur lalu lintas (*fitness function*) yang dibuat dengan tujuan mendapatkan waktu nyala lampu optimal pada masing – masing ruas jalan berdasarkan total rata – rata jumlah mobil yang melewati persimpangan. *Fitness function* dibuat berdasarkan tabel 2.3. dengan cara:

1. Membuka *software XLSTAT* lalu pilih *XLSTAT modeling* data lalu memilih perintah regresi non linear.
 2. Setelah itu muncul kotak dialog regresi non linear untuk memilih variabel dependent (variabel respon) dan variabel penjelas.

3. Pilih tab *option* untuk memasukkan nilai parameter awal

4. Pilih tab *function* untuk memasukkan fungsi yang diinginkan dengan cara yaitu klik tombol add, kemudian masuk ke fungsi, fungsi yang dibuat yaitu $f(x_i, x_j) = \frac{pr^5}{1+e^{(-pr^1-pr^2.x_i-pr^3.x_j-pr^4.x_i.x_j)}}$ kemudian masuk ke *derivative* lalu memilih fungsi, kemudian simpan lalu klik ok maka akan muncul hasil *fitness function* yang terlihat pada formula 2.3.

$$f(x_i, x_j) = \sum_{a=1}^4 \frac{294,980}{1+e^{(3,655+0,116.x_i-0,026x_j+0,001.x_i.x_j)}} \tag{2.3}$$

Dimana :

$f(x_i, x_j)$ = jumlah mobil yang melewati persimpangan,

x_i = rentang start mobil jalan

x_j = waktu hijau

a = Ruas jalan

3. Hasil dan analisis

Uji coba skenario dilakukan dengan dua skenario yaitu dengan memberikan rentang start mobil jalan dan rentang waktu hijau pada masing – masing skenario yang terlihat pada tabel 3.1. dan tabel 3.2.

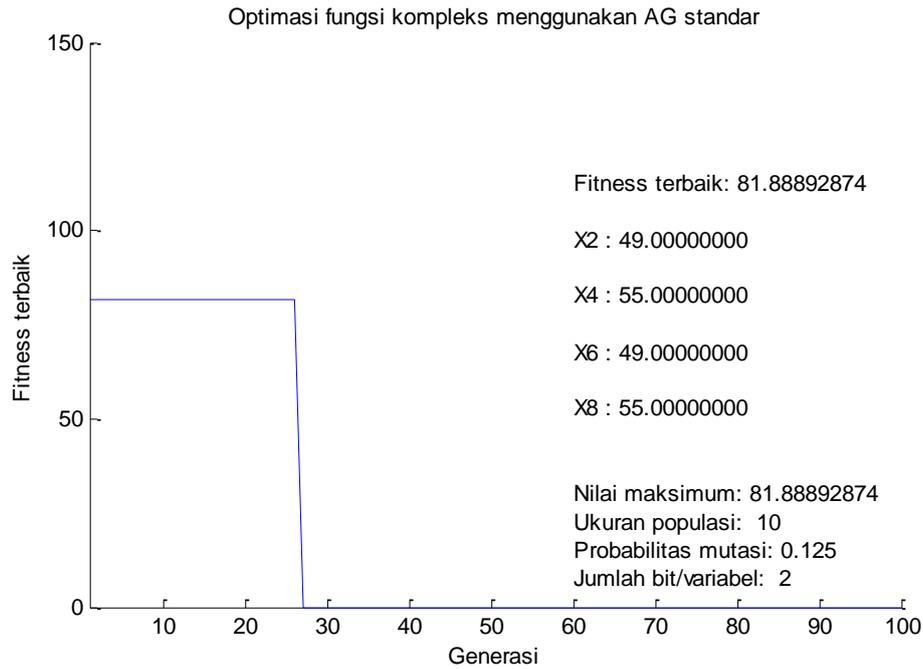
3.1. Skenario 1

Skenario 1, memberikan durasi waktu rentang start mobil jalan dan waktu hijau yang dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Skenario 1

Perlakuan	Ruas jalan			
	Ruas jalan 1	Ruas jalan 2	Ruas jalan 3	Ruas jalan 4
Start mobil jalan (detik)	(1-3)	(1-5)	(1-4)	(1-3)
Waktu hijau (detik)	(30-60)	(20-60)	(30-60)	(20-60)

Berdasarkan uji coba skenario tabel 3.1. Algoritma Genetika akan melakukan optimasi waktu lampu pengatur lalu lintas (*fitness function*) dengan cara melakuakn inialisasi kromosom, evaluasi *fitness*, *linear fitness ranking*, seleksi rolet, pindah silang *one cut point* dan mutasi sebesar 0,125 secara terus menerus sehingga menghasilkan waktu lampu optimal yang terlihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. nyala lampu optimal skenario 1

Algoritma Genetika mencapai konvergen pada generasi ke-26 sebelum maksimum generasi tercapai untuk mendapatkan waktu lampu optimal (*fitness function*), hal ini dikarenakan *fitness function* pada generasi ke-26 memiliki nilai *fitness function* yang sama dengan 25 generasi sebelumnya sehingga proses optimasi waktu lampu berhenti. Dalam hal ini waktu lampu optimal yang dihasilkan untuk ruas jalan 1(X2) dan ruas jalan 3 (X6) selama 49 detik waktu hijau, ruas jalan 2 (X4) dan ruas jalan 4 (X8) selama 55 detik waktu hijau dengan total rata-rata jumlah mobil yang melewati persimpangan (*fitness function*) sebanyak 81 mobil.

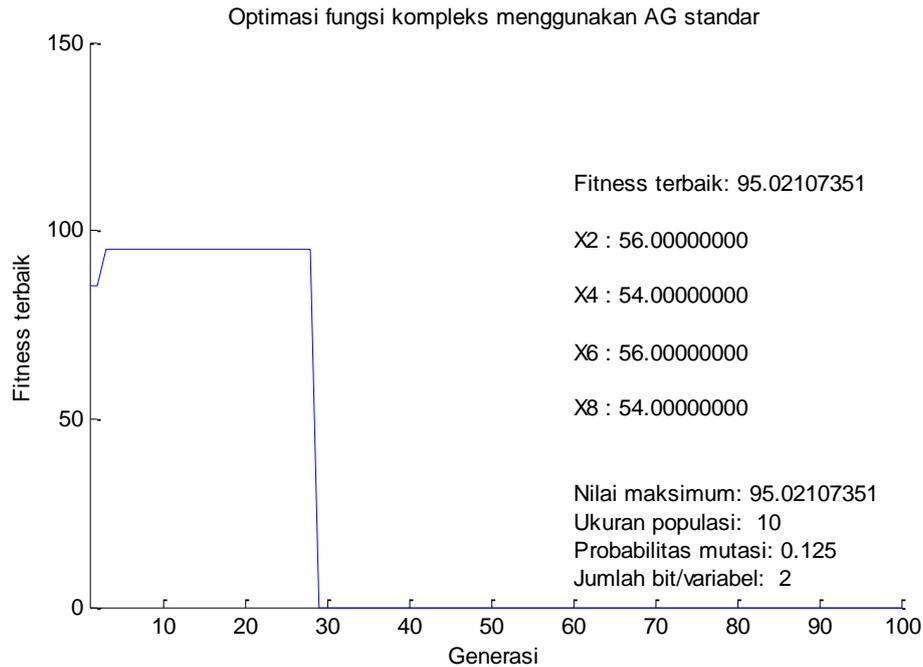
3.2. Skenario 2

Skenario 2, memberikan durasi waktu rentang start mobil jalan dan waktu hijau yang dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2. Skenario 2

Perlakuan	Ruas jalan			
	Ruas jalan 1	Ruas jalan 2	Ruas jalan 3	Ruas jalan 4
Start mobil jalan (detik)	(1-3)	(1-5)	(1-4)	(1-3)
Waktu hijau (detik)	(40-60)	(30-60)	(40-60)	(30-60)

Berdasarkan uji coba skenario tabel 3.2. Algoritma Genetika akan melakukan optimasi waktu lampu pengatur lalu lintas (*fitness function*) dengan cara melakukan inialisasi kromosom, evaluasi *fitness*, *linear fitness ranking*, seleksi rolet, pindah silang *one cut point* dan mutasi sebesar 0,125 secara terus menerus sehingga menghasilkan waktu lampu optimal yang terlihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. nyala lampu optimal skenario 2

Algoritma Genetika mencapai konvergen pada generasi ke-28 sebelum maksimum generasi tercapai untuk mendapatkan waktu lampu optimal (*fitness function*), hal ini dikarenakan *fitness function* pada generasi ke-28 memiliki nilai *fitness function* yang sama dengan 25 generasi sebelumnya sehingga proses optimasi waktu lampu berhenti. Dalam hal ini, waktu lampu optimal yang dihasilkan untuk ruas jalan 1 (X2) dan ruas jalan 3 (X6) selama 56 detik waktu hijau, ruas jalan 2 (X4) dan ruas jalan 4 (X8) selama 54 detik waktu hijau dengan total rata-rata jumlah mobil yang melewati persimpangan (*fitness function*) sebanyak 95 mobil.

3.3. Analisis hasil uji coba

Analisis uji coba yaitu melakukan analisis hasil uji coba yang telah dilakukan berdasarkan skenario yang diberikan. Uji coba skenario 1 menghasilkan nyala lampu optimal untuk ruas jalan 1 dan ruas jalan 3 selama 49 detik waktu hijau, ruas jalan 2 dan ruas jalan 4 selama 55 detik waktu hijau dengan total rata-rata jumlah mobil yang melewati persimpangan sebanyak 81 mobil, skenario 2 menghasilkan nyala lampu optimal untuk ruas jalan 1 dan ruas jalan 3 selama 56 detik waktu hijau, ruas jalan 2 dan ruas jalan 4 selama 54 detik waktu hijau dengan rata-rata total jumlah mobil yang melewati persimpangan sebanyak 95 mobil

Verifikasi dilakukan untuk memastikan bahwa hasil dari algoritma genetika telah mewakili sistem nyata dan merupakan hasil optimasi yang paling optimal. Verifikasi hasil algoritma genetika dilakukan dengan bantuan simulasi *spreadsheet* model pergerakan mobil yaitu dengan cara membangkitkan sepuluh bilangan acak waktu hijau sesuai dengan batas yang ditentukan pada masing – masing skenario pada tiap ruas jalan lalu membandingkan hasilnya dengan hasil optimasi nyala lampu pengatur lalu lintas yang dihasilkan oleh algoritma genetika seperti yang terlihat pada tabel 3.3. dan 3.4.

Tabel 3.3. Perbandingan jumlah mobil yang melewati persimpangan hasil simulasi spreadsheet model pergerakan mobil dengan hasil algoritma genetika sesuai skenario 1

No	Ruas jalan 1	Ruas jalan 2	Ruas jalan 3	Ruas jalan 4	Total rata –rata jumlah mobil yang melewati persimpangan hasil simulasi spreadsheet model pergerakan mobil	Total rata –rata jumlah mobil yang melewati persimpangan hasil simulasi algoritma genetika
1	49	41	49	41	66	81
2	36	45	36	45	57	
3	42	52	42	52	67	
4	54	51	54	51	76	
5	30	37	30	37	48	
6	45	54	45	54	71	
7	43	53	43	53	71	

8	51	57	51	57	79
9	59	29	59	29	64
10	54	37	54	37	52

Tabel 3.4. Perbandingan jumlah mobil yang melewati persimpangan hasil simulasi spreadsheet model pergerakan mobil dengan hasil algoritma genetika sesuai skenario 2

No	Ruas jalan 1	Ruas jalan 2	Ruas jalan 3	Ruas jalan 4	Total rata –rata jumlah mobil yang melewati persimpangan hasil simulasi spreadsheet model pergerakan mobil	Total rata –rata jumlah mobil yang melewati persimpangan hasil simulasi algoritma genetika
1	46	41	46	41	60	95
2	53	31	53	31	57	
3	40	30	40	30	46	
4	59	31	59	31	61	
5	42	43	42	43	60	
6	45	47	45	47	62	
7	50	39	50	39	70	
8	41	38	41	38	53	
9	41	33	41	33	50	
10	54	37	54	37	62	

Berdasarkan hasil dari perbandingan ketiga tabel 3.3 dan tabel 3.4, antara hasil simulasi *spreadsheet* model pergerakan mobil dengan hasil optimasi nyala lampu pengatur lalu lintas menggunakan algoritma genetika. Nyala lampu paling optimal dihasilkan melalui proses optimasi nyala lampu pengatur lalu lintas dengan menggunakan algoritma genetika dan hal ini dapat dilihat dari rata – rata jumlah mobil yang dapat melewati persimpangan lebih maksimum dibandingkan dengan hasil simulasi model pergerakan mobil.

4. Kesimpulan

Model pergerakan mobil dibuat dengan beberapa variabel diantaranya panjang mobil, gap/ jarak antar mobil, percepatan mobil, posisi awal mobil, rentang start mobil jalan dan waktu hijau. *Fitness function* dibentuk melalui serangkaian uji coba dengan atribut - atribut terkait untuk membentuk suatu korelasi sehingga dapat membentuk suatu *fitness function*, dalam penelitian ini *fitness function* dibentuk oleh dua variabel independent yaitu rentang start mobil jalan dan waktu hijau. Berdasarkan skenario yang diberikan, hasil waktu lampu optimal yang dihasilkan pada skenario 1 yaitu pada ruas ruas jalan 1 dan ruas jalan 3 selama 49 detik waktu hijau, ruas jalan 2 dan ruas jalan 4 selama 55 detik waktu hijau dengan total rata- rata jumlah mobil yang melewati persimpangan sebanyak 81 mobil sedangkan berdasarkan skenario 2 waktu optimal yang dihasilkan pada ruas ruas jalan 1 dan ruas jalan 3 selama 56 detik waktu hijau, ruas jalan 2 dan ruas jalan 4 selama 54 detik waktu hijau dengan total rata- rata jumlah mobil yang melewati persimpangan sebanyak 95 mobil.

Referensi

- [1]. Huang, Y-S, Su, P-J. "Modelling and analysis of traffic light control system", Vol 3: 340-350. 2009.
- [2]. H. K. Lo, "A Reliability Framework for Traffic Signal Control," vol. 7, no. 2, pp. 250–260, 2006.
- [3]. F. Teklu, A. Sumalee, and D. Watling. "A Genetic Algorithm Approach for Optimizing Traffic Control Signals Considering Routing", Vol 22, no. 1, hal 31-43. 2007.
- [4]. Singh, L, Tripathi, S, Arora, H, "Time optimization for traffic signal control", Vol 2, No. 2, hal 1-5. 2009.