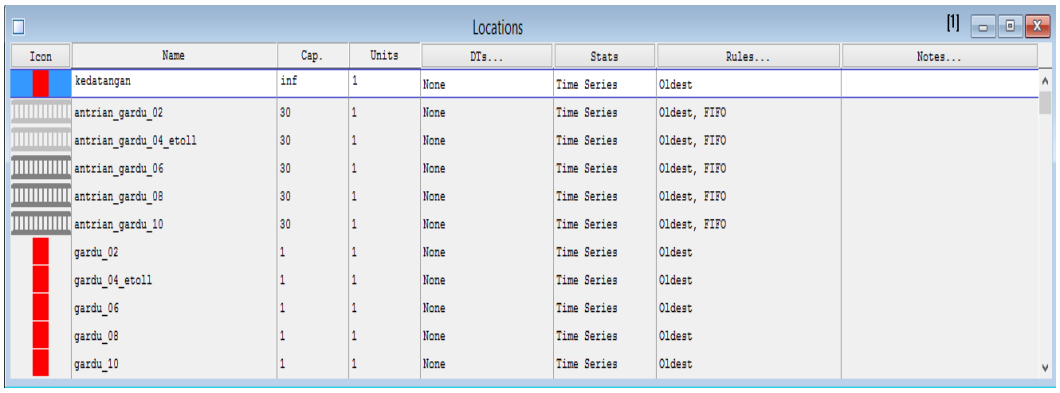
Bab 5
Perancangan Model

5.1 Perancangan Model Gerbang Tol Pasir Koja

5.1.1 Elemen-elemen Dasar

5.1.1.1 Lokasi

Dalam merancang suatu model simulasi langkah pertama yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi lokasi-lokasi terhadap objek yang akan dimodelkan. Pada model simulasi gerbang tol Pasir koja lokasi terbagi menjadi beberapa lokasi diantaranya; Kedatangan, antrian gardu_02, antrian gardu_04_*etoll*, antrian gardu_06, antrian gardu_08, antrian gardu_10, gardu_02, gardu_04_*etoll*, gardu_06, gardu_08 dan gardu_10. Lokasi-lokasi tersebut kemudian di*input* kedalam ProModel seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.1.



Gambar 5.1 Model Lokasi Simulasi Gerbang Tol Pasir Koja

(Sumber:Hasil pengolahan data)

Pada gambar 5.1 diatas lokasi awal simulasi adalah di kedatangan dengan kapasitas tidak terbatas dan aturan *Oldest*. Lokasi selanjutnya adalah antrian gardu yang terbagi menjadi lima lokasi yaitu antrian garu 02, gardu 04 (*etoll*), gardu 06, gardu 08 dan gardu 10 dengan aturan *Oldest* dan FIFO. Kemudian lokasi yang terakhir adalah gardu yang juga terbagi menjadi lima yaitu; gardu 02, gardu 04 (*etoll*), gardu

06, gardu 08 dan gardu 10 dengan aturan *Oldest*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.1.

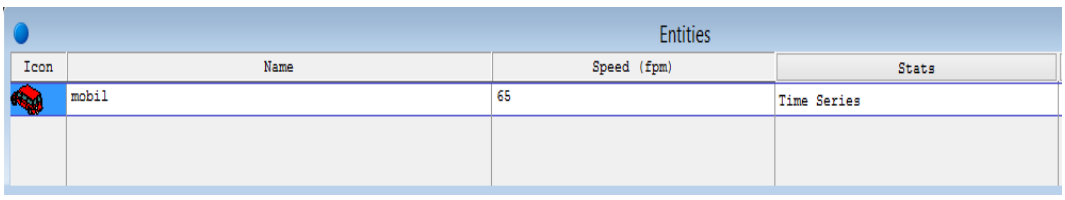
Tabel 5.1 Penjelasan data-data lokasi simulasi gerbang tol Pasir Koja

Data lokasi	**Nama elemen**	**Kapasitas**	**Jumlah unit**	**Jenis lokasi**	**Aturan *routing***
Tempat kedatangan	Kedatangan	*Infinite*	1	*Entity Spot*	*Oldest*
Tempat antrian 1	Antrian_gardu_02	30	1	*Conveyor*	*First in first out*
Tempat antrian 2	Antrian_gardu_04_*etoll*	40	1	*Conveyor*	*First in first out*
Tempat antrian 3	Antrian_gardu_06	40	1	*Conveyor*	*First in first out*
Tempat antrian 4	Antrian_gardu_08	40	1	*Conveyor*	*First in first out*
Tempat antrian 5	Antrian_gardu_10	40	1	*Conveyor*	*First in first out*
Gardu 1	Gardu_02	1	1	*Entity Spot*	*Oldest*
Gardu 2	Gardu_04_*etoll*	1	1	*Entity Spot*	*Oldest*
Gardu 3	Gardu_06	1	1	*Entity Spot*	*Oldest*
Gardu 4	Gardu_08	1	1	*Entity Spot*	*Oldest*
Gardu 5	Gardu_10	1	1	*Entity Spot*	*Oldest*

(Sumber: Hasil pengolahan data)

5.1.1.2 Entitas

Entitas merupakan objek yang akan mengalami pergerakan selama proses simulasi. Pada simulasi gerbang tol Pasir koja ini yang menjadi entitas adalah mobil yang terbagi menjadi dua yaitu mobil kecil dan besar. Pada model simulasi Promodel, entitas mobil diwakili oleh suatu entities mobil dan diklasifikasikan berdasarkan attribut dengan perbandingan 75 : 25 untuk mobil kecil dan besar. Penetapan entitas dapat dilahat pada gambar 5.2.

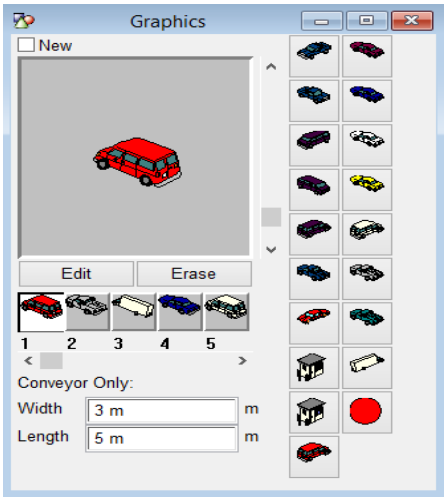


Gambar 5.2 Model Entitas Simulasi Gerbang Tol Pasir Koja

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Pada gambar 5.2 kolom name menunjukkan nama entitas yang dalam hal ini adalah mobil, kolom *speed* menunjukkan kecepatan entitas pada saat berpindah dari satu

lokasi kelokasi lain dan kolom ststs merupakan ukuran statistik yang dihitung ProModel, dalam hal ini statistik akan dihitung se*car*a Time series.



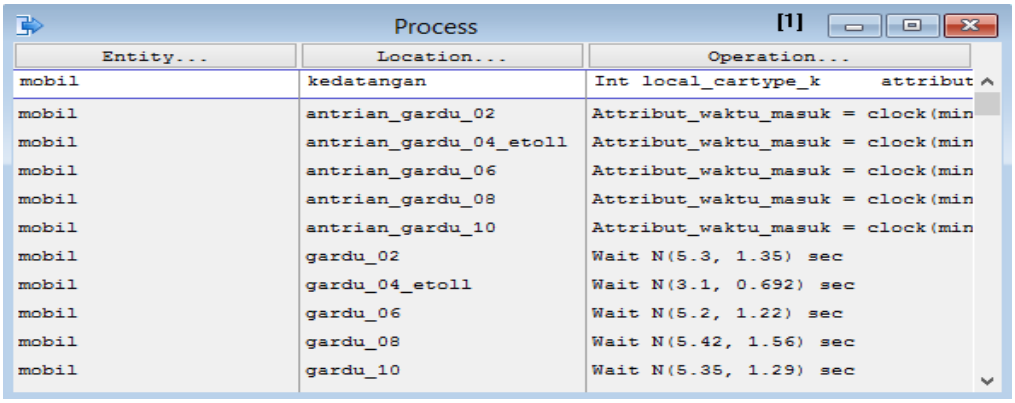
Gambar 5.3. *Entities Graphics* Simulasi Gerbang Tol Pasir Koja

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Entitas *car* pada model memiliki delapan grapik atau *icon* yang menunjukkan jenis kendaraan pada simulasi. Setiap grapik tersebut memiliki ID yang digunakan untuk identifikasi ketika digunakan pada logika pemrosesan model. ID tersebut digunakan untuk membedakan jenis mobil. ID 3 menggambarkan jenis mobil besar sedangkan ID yang laiinya yaitu ID 1, 2, 4, 5, 6, 7 dan 8 menggambarkan jenis mobil kecil. Ukuran untuk jenis mobil besar adalah lebar (*width*) 3m dengan panjang (*length*) 10 meter. Untuk jenis mobil kecil ukurannya dianngap sama yaitu lebar (*width*) 3m dengan panjang (*length*) 5m. Untuk pembagian jenis kendaraan ini ditunjukkan pada gambar 5.3.

5.1.1.3 *Processing*

Processing menggambarkan alur pergerakan yang dialami oleh entitas dari awal simulasi hingga akhir simulasi. *Processing* dibuat berdasarkan data *Entity* Flow Diagram dan deskripsi proses. Pada promodel *process* dibagi menjadi dua bagian yaitu *process* dan *routing*. Elemen-elemen tersebut dipaparkan pada gambar 5.4.



Gambar 5.4 Model *Processing* Simulasi Gerbang Tol Pasir Koja

(Sumber: Hasil prngolahan data)

Setiap *process* yang terjadi pada simulasi memiliki *Routing* yang menunjukkan lokasi tujuan entitas setelah aktivitas dilakukan. Berikut dalah rincian *routing* untuk masing-masing *process* pada gambar 5.4.

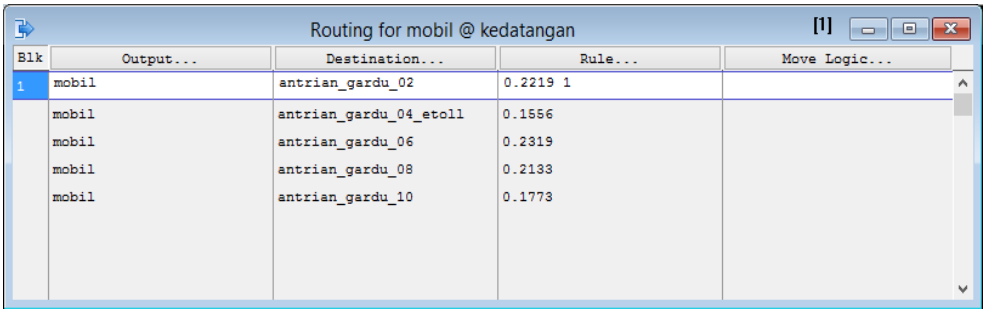
1. Entitas mobil ada pada lokasi kedatangan.

   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.2.

Tabel 5.2 Tabel *Process* dan *routing* proses ke-1 simulasi gerbang tol Pasir Koja

Entitas	Mobil
Lokasi	Kedatangan
Operasi	Deskripsi: Lakukan pemilihan jalur berdasarkan probabilitas penggunaan masing-masing gardu. Probabilitas penggunaan Gardu adalah: Gardu_02 = 22,19% Gardu_04_*etoll* = 15,56% Gardu_06 = 23,19% Gardu_08 = 21,33% Gardu_10 = 17,73%
Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	1) Antrian_gardu_02 2) Antrian_gardu_04_*etoll* 3) Antrian_gardu_06 4) Antrian_gardu_08 5) Antrian_gardu_10
Aturan Perpindahan	1) Antrian_gardu_02 : probability 0.22 2) Antrian_gardu_04_*etoll* : probability 0.16 3) Antrian_gardu_06 : probability 0.23 4) Antrian_gardu_08 : probability 0.21 5) Antrian_gardu_10 : probability 0.18

(Sumber: Hasil pengolahan data)



Gambar 5.5. Model *Routing* Proses ke-1 Simulasi Gerbang Tol Pasir Koja

(Sumber: Hasil pengolahan data)

2. Entitas mobil berada pada antrian_gardu_02

   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.3.

Tabel 5.3 Tabel *Process* dan *routing* proses ke-2 simulasi gerbang tol Pasir Koja

Entitas	Mobil
Lokasi	Antria_gardu_02

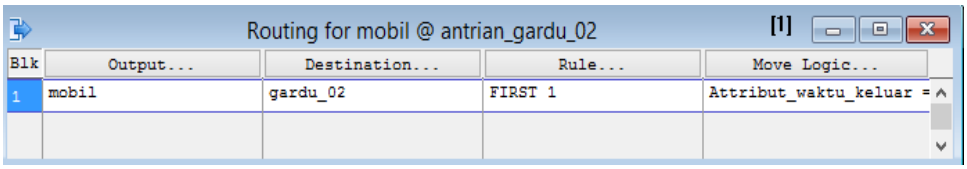
Operasi	Deskripsi:
	1) Catat waktu ketika entitas memasuki lokasi
	2) Tambah data jumlah entitas yang memasuki antrian gardu 02 sebanyak satu unit
	3) Hitung jumlah entitas di dalam lokasi
	
	Operation Logic:
	`Attribut_waktu_masuk = clock(min)`
	`Inc Var_mobil_yang_diproses_gardu_02, 1`
	`Var_jumlah_antrian_gardu_02 =`
	`contents(antrian_gardu_02)`

Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	Gardu_02
Aturan Perpindahan	Gardu_02 : First 1

Logika Perpindahan	Deskripsi:
	1) Catat waktu ketika entitas keluar dari lokasi
	2) Hitung lama entitas ketika berada di dalam lokasi antrian
	3) Hitung waktu mengantri rata-rata pada gardu 02
	
	Move Logic:
	`Attribut_waktu_keluar = clock(min)`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian =`
	`Attribut_waktu_keluar - Attribut_waktu_masuk`
	`inc Var_waktu_total_gardu_02,`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian`
	`Var_ratarata_waktu_gardu_02 =`
	`Var_waktu_total_gardu_02 /`
	`Var_mobil_yang_diproses_gardu_02`

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.3 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.3 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.6



Gambar 5.6 Model *Routing* Proses ke-2 Simulasi Gerbang Tol Pasir Koja

(Sumber: Hasil pengolahan data)

3. Entitas mobil berada pada antrian_gardu_04_*etoll*

   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.4.

Tabel 5.4 Tabel Proses dan *routing* proses ke-3 simulasi gerbang tol pasir koja

Entitas	Mobil
Lokasi	Antria_gardu_04_*etoll*

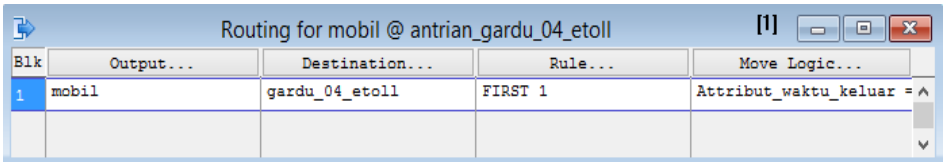
Operasi	Deskripsi:
	1) Catat waktu ketika entitas memasuki lokasi
	2) Tambah data jumlah entitas yang memasuki antrian gardu 04 *etoll* sebanyak satu unit
	3) Hitung jumlah entitas di dalam lokasi
	
	Operation Logic:
	`Attribut_waktu_masuk = clock(min)`
	`Inc Var_mobil_yang_diproses_gardu_04, 1`
	`Var_jumlah_antrian_gardu_04_etoll =`
	`contents(antrian_gardu_04_etoll)`

Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	Gardu_04_*etoll*
Aturan Perpindahan	Gardu_04_*etoll* : First 1

Logika Perpindahan	Deskripsi:
	1) Catat waktu ketika entitas keluar dari lokasi
	2) Hitung lama entitas ketika berada di dalam lokasi antrian
	3) Hitung waktu mengantri rata-rata pada gardu 04 *etoll*
	
	Move Logic:
	`Attribut_waktu_keluar = clock(min)`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian =`
	`Attribut_waktu_keluar - Attribut_waktu_masuk`
	`inc Var_waktu_total_gardu_04_etoll,`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian`
	`Var_ratarata_waktu_gardu_04_etoll =`
	`Var_waktu_total_gardu_04_etoll /`
	`Var_mobil_yang_diproses_gardu_04`

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.4 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.4 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.7.



Gambar 5.7 Model *Routing* Proses ke-3 Simulasi Gerbang Tol Pasir Koja

(Sumber: Hasil pengolahan data)

4. Entitas mobil berada pada antrian_gardu_06

   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.5.

Tabel 5.5 Tabel proses dan *routing* proses ke-4 simulasi gerbang Tol Pasir Koja

Entitas	Mobil
Lokasi	Antria_gardu_06

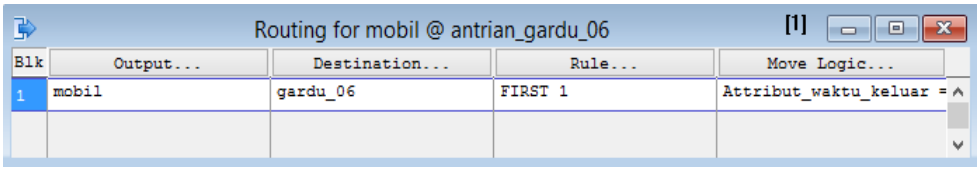
Operasi	Deskripsi:
	1) Catat waktu ketika entitas memasuki lokasi
	2) Tambah data jumlah entitas yang memasuki antrian_gardu_06 sebanyak satu unit
	3) Hitung jumlah entitas di dalam lokasi
	
	Operation Logic:
	`Attribut_waktu_masuk = clock(min)`
	`Inc Var_mobil_yang_diproses_gardu_06, 1`
	`Var_jumlah_antrian_gardu_06 =`
	`contents(antrian_gardu_06)`

Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	Gardu_06
Aturan Perpindahan	Gardu_06 : First 1

Logika Perpindahan	Deskripsi:
	1) Catat waktu ketika entitas keluar dari lokasi
	2) Hitung lama entitas ketika berada di dalam lokasi antrian
	3) Hitung waktu mengantri rata-rata pada gardu 06
	
	Move Logic:
	`Attribut_waktu_keluar = clock(min)`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian =`
	`Attribut_waktu_keluar - Attribut_waktu_masuk`
	`inc Var_waktu_total_gardu_06,`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian`
	`Var_ratarata_waktu_gardu_06 =`
	`Var_waktu_total_gardu_06 /`
	`Var_mobil_yang_diproses_gardu_06`

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.5 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.5 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.8.



Gambar 5.8 Model *Routing* Proses ke-4 Simulasi Gerbang Tol Pasir Koja

(Sumber: Hasil pengolahan data)

5. Entitas mobil berada pada antrian_gardu_08

   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.6.

Tabel 5.6 Tabel proses dan *routing* proses ke-5 simulasi gerbang tol Pasir Koja

Entitas	Mobil
Lokasi	Antria_gardu_08

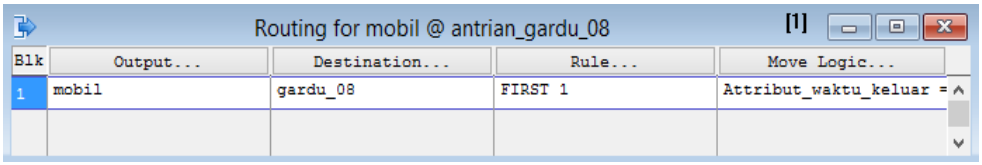
Operasi	Deskripsi:
	1) Catat waktu ketika entitas memasuki lokasi
	2) Tambah data jumlah entitas yang memasuki antrian_gardu_08 sebanyak satu unit
	3) Hitung jumlah entitas di dalam lokasi
	
	Operation Logic:
	`Attribut_waktu_masuk = clock(min)`
	`Inc Var_mobil_yang_diproses_gardu_08, 1`
	`Var_jumlah_antrian_gardu_08 =`
	`contents(antrian_gardu_08)`

Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	Gardu_08
Aturan Perpindahan	Gardu_08 : First 1

Logika Perpindahan	Deskripsi:
	1) Catat waktu ketika entitas keluar dari lokasi
	2) Hitung lama entitas ketika berada di dalam lokasi antrian
	3) Hitung waktu mengantri rata-rata pada gardu 08
	
	Move Logic:
	`Attribut_waktu_keluar = clock(min)`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian =`
	`Attribut_waktu_keluar - Attribut_waktu_masuk`
	`inc Var_waktu_total_gardu_08,`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian`
	`Var_ratarata_waktu_gardu_08 =`
	`Var_waktu_total_gardu_08 /`
	`Var_mobil_yang_diproses_gardu_08`

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.6 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.6 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.9.



Gambar 5.9 Model *Routing* Proses ke-5 Simulasi Gerbang Tol Pasir Koja

(Sumber: Hasil pengolahan data)

6. Entitas mobil berada pada antrian_gardu_10

   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.7.

Tabel 5.7 Tabel proses dan *routing* proses ke-6 simulasi gerbang tol Pasir Koja

Entitas	Mobil
Lokasi	Antria_gardu_10

Operasi	Deskripsi:
	1) Catat waktu ketika entitas memasuki lokasi
	2) Tambah data jumlah entitas yang memasuki antrian_gardu_10 sebanyak satu unit
	3) Hitung jumlah entitas di dalam lokasi
	
	Operation Logic:
	`Attribut_waktu_masuk = clock(min)`
	`Inc Var_mobil_yang_diproses_gardu_10, 1`
	`Var_jumlah_antrian_gardu_10 =`
	`contents(antrian_gardu_10)`

Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	Gardu_10
Aturan Perpindahan	Gardu_10 : First 1

Logika Perpindahan	Deskripsi:
	1) Catat waktu ketika entitas keluar dari lokasi
	2) Hitung lama entitas ketika berada di dalam lokasi antrian
	3) Hitung waktu mengantri rata-rata pada gardu 10
	
	Move Logic:
	`Attribut_waktu_keluar = clock(min)`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian =`
	`Attribut_waktu_keluar - Attribut_waktu_masuk`
	`inc Var_waktu_total_gardu_10,`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian`
	`Var_ratarata_waktu_gardu_10 =`
	`Var_waktu_total_gardu_10 /`
	`Var_mobil_yang_diproses_gardu_10`

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.7 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.7 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.10.



Gambar 5.10 Model *Routing* Proses ke-6 Simulasi Gerbang Tol Pasir Koja

(Sumber: Hasil pengolahan data)

7. Entitas mobil berada pada gardu_02

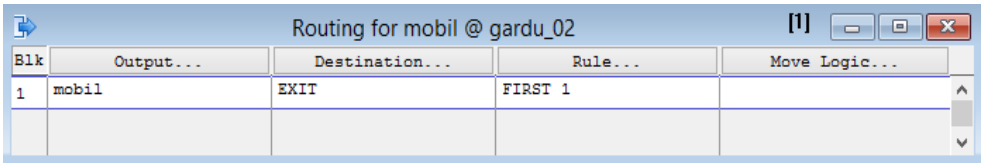
   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.8.

Tabel 5.8 Tabel proses dan *routing* proses ke-7 simulasi gerbang tol Pasir Koja

Entitas	Mobil
Lokasi	Gardu_02
Operasi	Deskripsi: Mobil melakukan aktivitas pembayaran tol *Operation Logic*: `Wait N(5.3, 1.35) sec`
Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	EXIT
Aturan Perpindahan	EXIT : First 1
Logika Perpindahan	-

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.8 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.8 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.11.



Gambar 5.11 Model *Routing* Proses ke-7 Simulasi Gerbang Tol Pasir Koja

(Sumber: Hasil pengolahan data)

8. Entitas mobil berada pada gardu_04_*etoll*

   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.9.

Tabel 5.9 Tabel proses dan *routing* proses ke-8 simulasi gerbang tol Pasir Koja

Entitas	Mobil
Lokasi	Gardu_04_*etoll*
Operasi	Deskripsi: Mobil melakukan aktivitas pembayaran tol

	Operation Logic: `Wait N(3.1, 0.692) sec`
Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	EXIT
Aturan Perpindahan	EXIT : First 1
Logika Perpindahan	-

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.9 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.9 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.12.



Gambar 5.12 Model *Routing* Proses ke-8 Simulasi Gerbang Tol Pasir Koja

(Sumber: Hasil pengolahan data)

9. Entitas mobil berada pada gardu_06

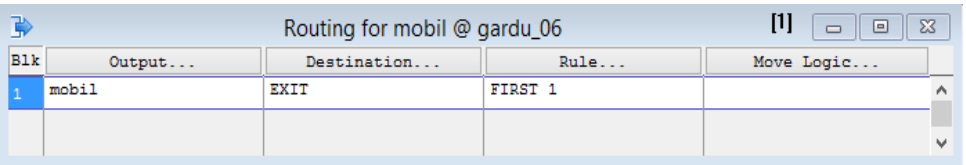
   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.10.

Tabel 5.10 Tabel proses dan *routing* proses ke-9 simulasi gerbang tol Pasir Koja

Entitas	Mobil
Lokasi	Gardu_06
Operasi	Deskripsi: Mobil melakukan aktivitas pembayaran tol *Operation Logic*: `Wait N(5.2, 1.22) sec`
Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	EXIT
Aturan Perpindahan	EXIT : First 1
Logika Perpindahan	-

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.10 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.10 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.13.



Gambar 5.13 Model *Routing* Proses ke-9 Simulasi Gerbang Tol Pasir Koja

(Sumber: Hasil pengolahan data)

10. Entitas mobil berada pada gardu_08

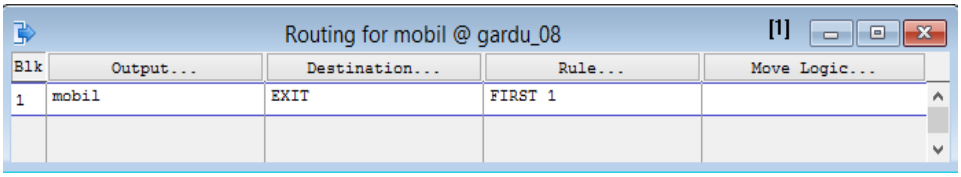
    Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.11.

Tabel 5.11 Tabel proses dan *routing* proses ke-9 simulasi gerbang tol Pasir Koja

Entitas	Mobil
Lokasi	Gardu_08
Operasi	Deskripsi: Mobil melakukan aktivitas pembayaran tol *Operation Logic*: `Wait N(5.2, 1.22) sec`
Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	EXIT
Aturan Perpindahan	EXIT : First 1
Logika Perpindahan	-

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.11 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.11 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.14.



Gambar 5.14 Model *Routing* Proses ke-10 Simulasi Gerbang Tol Pasir Koja

(Sumber: Hasil pengolahan data)

11. Entitas mobil berada pada gardu_10

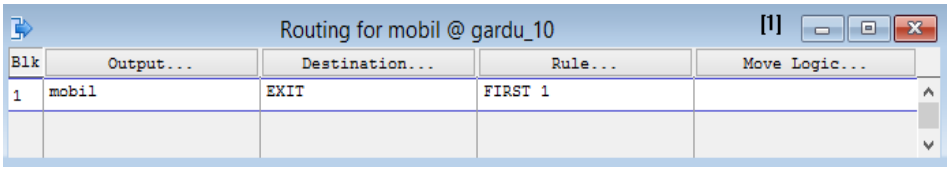
    Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.12.

Tabel 5.12 Tabel proses dan *routing* proses ke-11 simulasi gerbang tol Pasir Koja

Entitas	Mobil
Lokasi	Gardu_10
Operasi	Deskripsi: Mobil melakukan aktivitas pembayaran tol *Operation Logic*: `Wait N(5.35, 1.29) sec`
Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	EXIT
Aturan Perpindahan	EXIT : First 1
Logika Perpindahan	-

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.12 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.12 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.15.

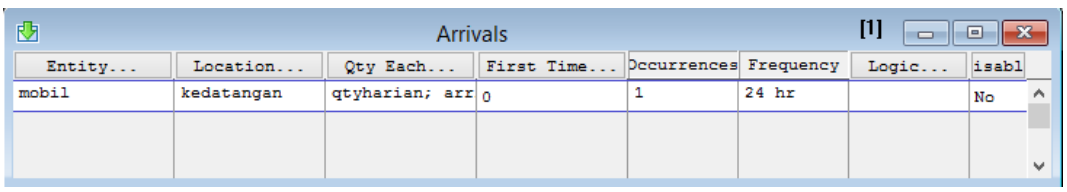


Gambar 5.15 Model *Routing* Proses ke-11 Simulasi Gerbang Tol Pasir Koja

(Sumber: Hasil pengolahan data)

5.1.1.4 *Macros*

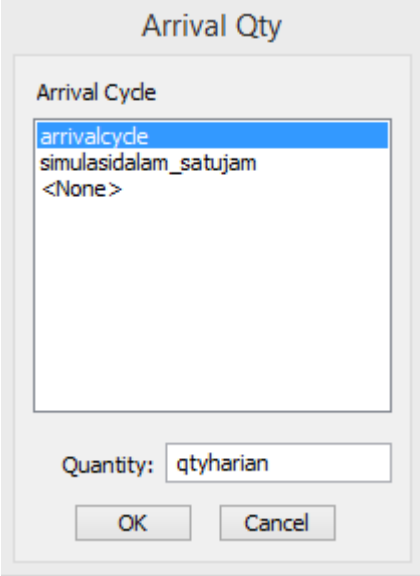
Macros menunjukkan kedatangan entitas kedalam sistem. Data yang digunakan untuk *Macros* adalah data distribusi kedatangan yang diperoleh dari hasil Stat::Fit lalulintas perjam bulan Februari dan Maret 2016. Selain distribusi kedatangan data *input* lainnya yang digunakan adalah data siklus kedatangan (*Arrival Cycle*) yang diperoleh dari rata-rata persentase lalulintas perjam Februari dan Maret 2016. Proses *input* data terhadap *Macros* di Promodel ditunjukkan pada gambar 5.16.



Gambar 5.16 Model *Macros* Simulasi Gerbang Tol Pasir Koja

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Pada gambar 5.16 mengandung tentang imformasi-imformasi mengenai *Macros*. Pada kolom *entity* menunjukkan entitas yang datang pada sistem dalam konteks ini adalah mobil. Kolom selanjutnya adalah kolom location yang menunjukkan lokasi pertama entitas datang yang dalam konteks ini adalah kedatangan. Pada kolom selanjutnya ditunjukkan jumlah entitas yang datang. Pengaturan lanjut terhadap jumlah *Macros* dapat dilihat pada gambar 5.17, pada gambar tersebut terlihat jendela *arrival* qty menunjukkan suklus kedatangan yang digunakan yaitu *Arrival Cycle* dengan kuantitas *qtyharian*.



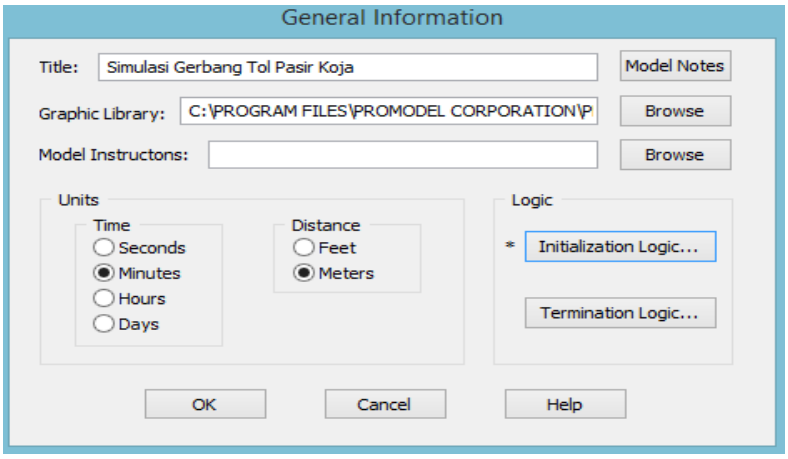
Gambar 5.17 Jendela *Macros Qty* Simulasi Gerbang Tol Pasir Koja

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Kolom kelima menunjukkan berapa kali kedatangan entitas dilakukan, dalam komteks ini kedatangan diatur selama satu kali dengan frekuensi 24 jam yang ditunjukkan oleh kolom selanjutnya.

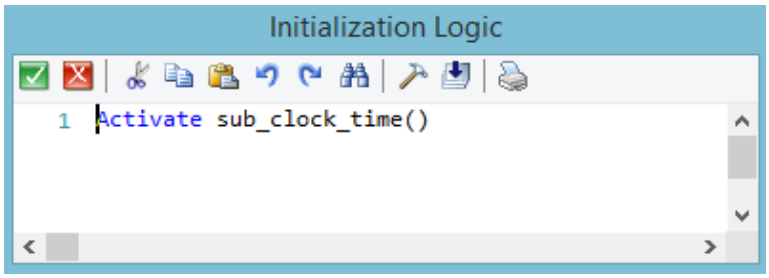
5.1.1.5 *General Imformation*

General information menunjukan informasi umum seputar model simulasi. *General information* untuk model simulasi yang dibuat ditunjukan pada gambar 5.18. Sedangkan untuk *initialization logic* model simulasi ditunjukan pada gambar 5.19.



Gambar 5.18. Model *General information* Simulasi Gerbang Tol Pasir Koja

(Sumber: Hasil pengolahan data)

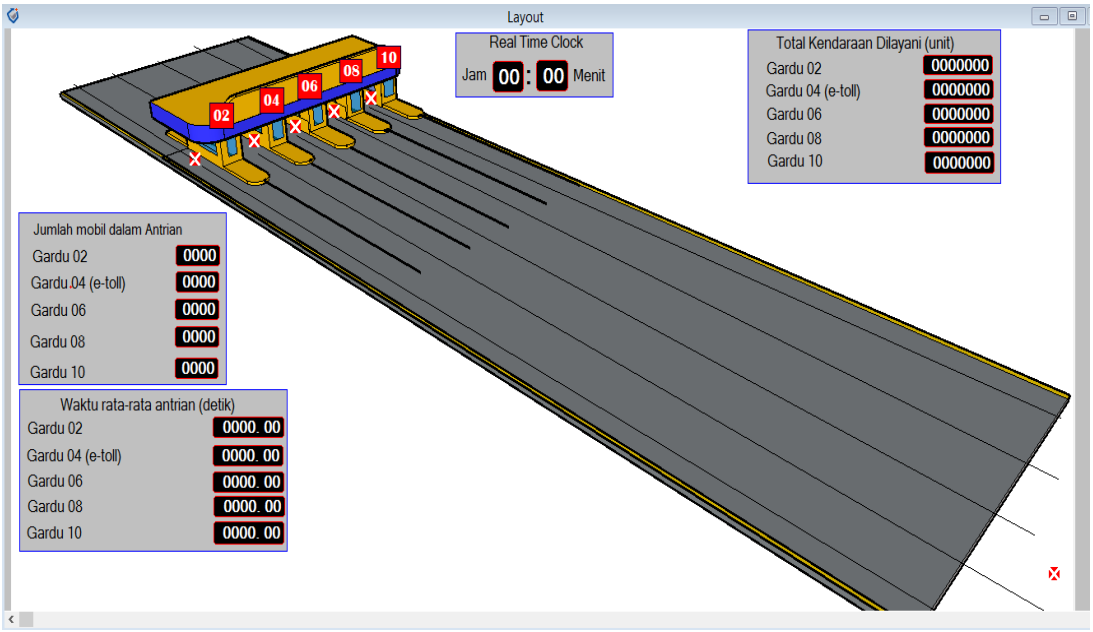


Gambar 5.19. Model *Initialization Logic* Simulasi Gerbang Tol Pasir Koja

(Sumber: Hasil pengolahan data)

5.1.1.6 *Background Graphic*

Background Graphic yang digunakan pada model simulasi yang dibuat ditunjukan pada gambar 5.20.



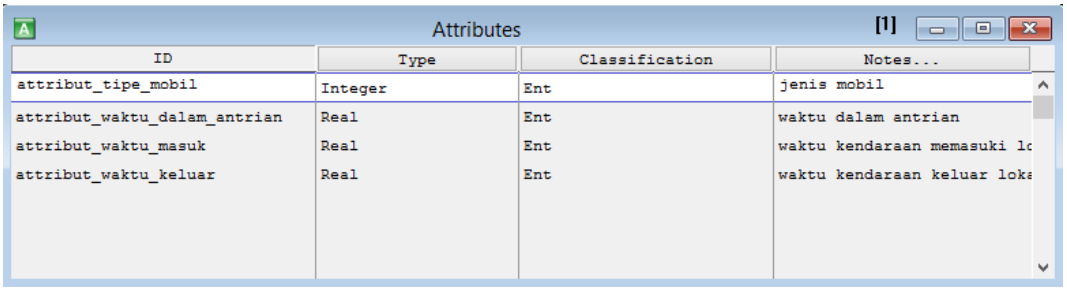
Gambar 5.20. Model *Background Graphic* Simulasi Gerbang Tol Pasir Koja

(Sumber: Hasil pengolahan data)

5.1.2 Elemen-elemen Lanjutan

5.1.2.1 *Attributes*

Attributes digunakan untuk mengetahui waktu enitas memasuki sistem, waktu entitas keluar dari sistem, kalsifikasi tipe entitas, dan waktu ketika entitas berada dalam antrian. Pengaturan *Attributes* pada ProModel dapat dilihat pada gambar 5.21.



Gambar 5.20. Model *Attibutes* Simulasi Gerbang Tol Pasir Koja

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Penjelasan dari setiap atribut yang ada pada gambar 5.20 dapat dilihat pada tabel 5.13.

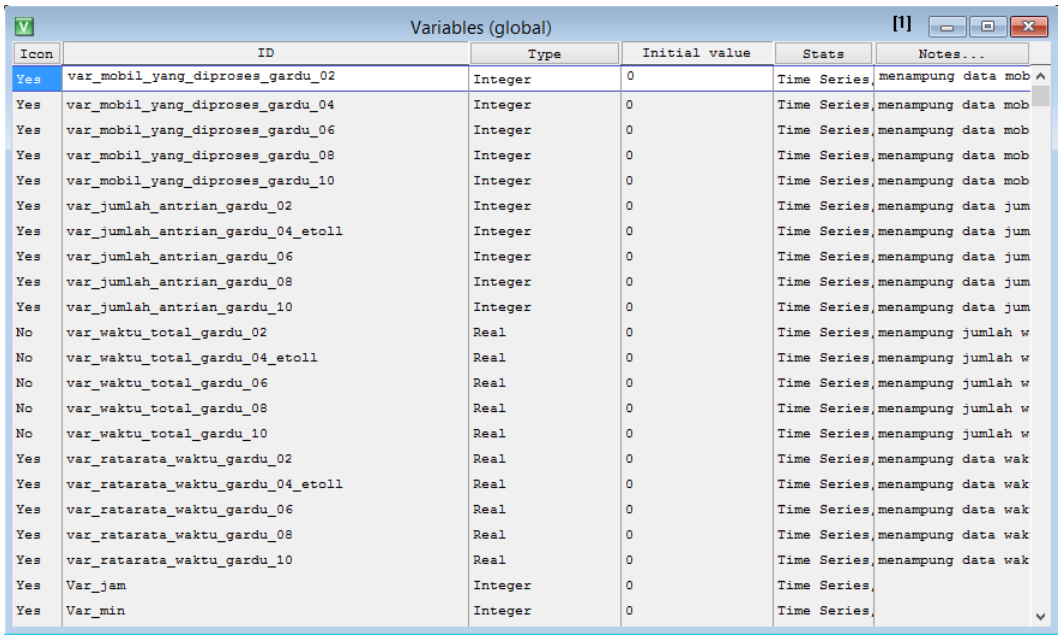
Tabel 5.13 Penjelasan *Attributes* simulasi gerbang tol Pasir Koja

ID	Fungsi
Attribut_tipe_mobil	Digunakan sebagai pengkalsifikasian mobil atau jenis mobil
Attibutt_waktu_dalam_antrian	Digunakan untuk menunjukkan waktu entitas ketika dalam antrian
Attribut_waktu_masuk	Digunakan untuk menunjukkan waktu masuk entitas kedalam antrian
Attribut_waktu_keluar	Digunakan untuk menunjukkan waktu keluar entitas dari antrian

(Sumber: Hasil pengolahan data)

5.1.2.2 *Variables* (Global)

Variables (Global) merupakan tempat untuk menampung perubahan data numeris yang terjadi di dalam simulasi. *Variables* (Global) digumnakan ketika model simulasi membutuhkan penyimpanan data kuantitatif yang sifatnya dinamis. *Variables* (Global)yang digunakan pada simulasi kali ini dapat dilihat pada gambar 5.21.



Icon	ID	Type	Initial value	Stats	Notes...
Yes	var_mobil_yang_diproses_gardu_02	Integer	0	Time Series,	menampung data mob
Yes	var_mobil_yang_diproses_gardu_04	Integer	0	Time Series,	menampung data mob
Yes	var_mobil_yang_diproses_gardu_06	Integer	0	Time Series,	menampung data mob
Yes	var_mobil_yang_diproses_gardu_08	Integer	0	Time Series,	menampung data mob
Yes	var_mobil_yang_diproses_gardu_10	Integer	0	Time Series,	menampung data mob
Yes	var_jumlah_antrian_gardu_02	Integer	0	Time Series,	menampung data jum
Yes	var_jumlah_antrian_gardu_04_etoll	Integer	0	Time Series,	menampung data jum
Yes	var_jumlah_antrian_gardu_06	Integer	0	Time Series,	menampung data jum
Yes	var_jumlah_antrian_gardu_08	Integer	0	Time Series,	menampung data jum
Yes	var_jumlah_antrian_gardu_10	Integer	0	Time Series,	menampung data jum
No	var_waktu_total_gardu_02	Real	0	Time Series,	menampung jumlah w
No	var_waktu_total_gardu_04_etoll	Real	0	Time Series,	menampung jumlah w
No	var_waktu_total_gardu_06	Real	0	Time Series,	menampung jumlah w
No	var_waktu_total_gardu_08	Real	0	Time Series,	menampung jumlah w
No	var_waktu_total_gardu_10	Real	0	Time Series,	menampung jumlah w
Yes	var_ratarata_waktu_gardu_02	Real	0	Time Series,	menampung data wak
Yes	var_ratarata_waktu_gardu_04_etoll	Real	0	Time Series,	menampung data wak
Yes	var_ratarata_waktu_gardu_06	Real	0	Time Series,	menampung data wak
Yes	var_ratarata_waktu_gardu_08	Real	0	Time Series,	menampung data wak
Yes	var_ratarata_waktu_gardu_10	Real	0	Time Series,	menampung data wak
Yes	Var_jam	Integer	0	Time Series,	
Yes	Var_min	Integer	0	Time Series,	

Gambar 5.21. Model *Variables (Global)* Simulasi Gerbang Tol Pasir Koja

(Sumber: Hasil pengolahan data)

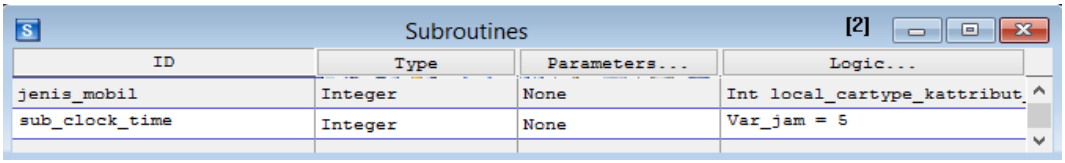
Penjelasan dari setiap *Variables* (Global) yang ada pada gambar 5.21 dapat dilihat pada tabel 5.14.

Tabel 5.14 Penjelasan *Variables (global)* simulasi gerbang tol Pasir Koja

ID	Fungsi
var_mobil_yang_diproses_gardu_02	Menampung data mobil yang telah selesai diproses pada gardu 02
var_mobil_yang_diproses_gardu_04	Menampung data mobil yang telah selesai diproses pada gardu 04
var_mobil_yang_diproses_gardu_06	Menampung data mobil yang telah selesai diproses pada gardu 06
var_mobil_yang_diproses_gardu_08	Menampung data mobil yang telah selesai diproses pada gardu 08
var_mobil_yang_diproses_gardu_10	Menampung data mobil yang telah selesai diproses pada gardu 10
var_jumlah_antrian_gardu_02	Menampung data jumlah mobil pada antrian gardu 02
var_jumlah_antrian_gardu_04_*etoll*	Menampung data jumlah mobil pada antrian gardu 04_*etoll*
var_jumlah_antrian_gardu_06	Menampung data jumlah mobil pada antrian gardu 06
var_jumlah_antrian_gardu_08	Menampung data jumlah mobil pada antrian gardu 08
var_jumlah_antrian_gardu_10	Menampung data jumlah mobil pada antrian gardu 10
var_waktu_total_gardu_02	Menampung jumlah waktu total seluruh mobil ketika berada dalam antrian
var_waktu_total_gardu_04_*etoll*	Menampung jumlah waktu total seluruh mobil ketika berada dalam antrian
var_waktu_total_gardu_06	Menampung jumlah waktu total seluruh mobil ketika berada dalam antrian
var_waktu_total_gardu_08	Menampung jumlah waktu total seluruh mobil ketika berada dalam antrian
var_waktu_total_gardu_10	Menampung jumlah waktu total seluruh mobil ketika berada dalam antrian
var_ratarata_waktu_gardu_02	Menampung data waktu rata-rata mobil berada di dalam antrian gardu 02
var_ratarata_waktu_gardu_04_*etoll*	Menampung data waktu rata-rata mobil berada di dalam antrian gardu 04_*etoll*
var_ratarata_waktu_gardu_06	Menampung data waktu rata-rata mobil berada di dalam antrian gardu 06
var_ratarata_waktu_gardu_08	Menampung data waktu rata-rata mobil berada di dalam antrian gardu 08
var_ratarata_waktu_gardu_10	Menampung data waktu rata-rata mobil berada di dalam antrian gardu 10
var_jam	Menampung perubahan jam ketika simulasi
var_menit	Menampung perubahan menit ketika simulasi

5.1.2.3 *Subroutines*

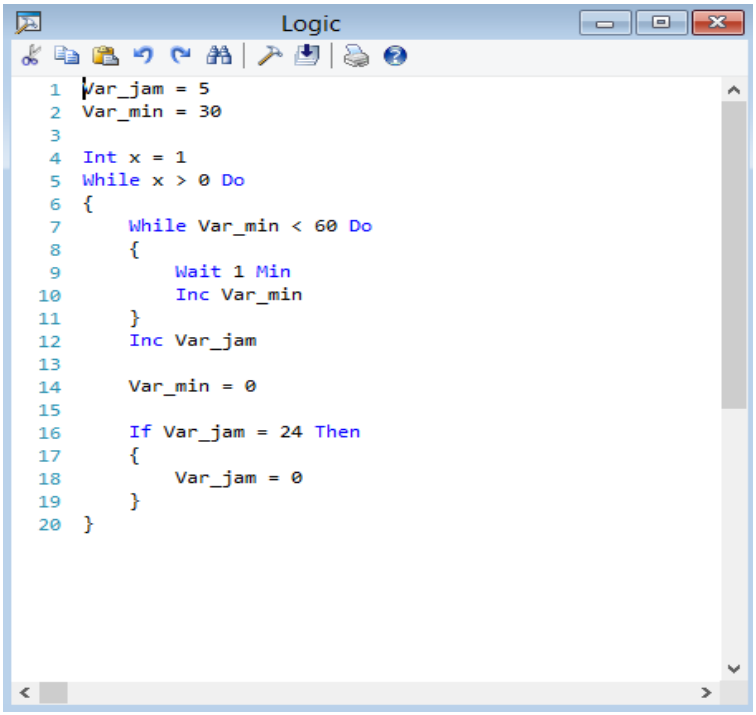
Subroutines merupakan logika-logika yang dibuat yang kemudian dipanggil ketika proses simulasi model. Subroutine dibuat dari algoritma-algoritma dari proses logis pada simulasi. Adapun *Subroutines* yang digunakan pada simulasi kali ini dapat dilihat pada gambar 5.22.



Gambar 5.22. Model *Subroutines* Simulasi Gerbang Tol Pasir Koja

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Untuk penjelasan algoritma dari sub_clock_time dapat dilihat pada gambar 5.23.

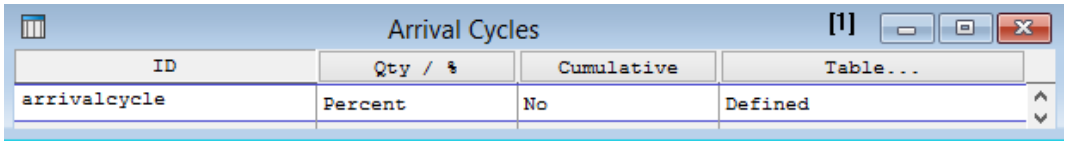


Gambar 5.23. *Logic Field Subroutine* Sub_clock_time Simulasi Gerbang Tol Pasir Koja

(Sumber: Hasil pengolahan data)

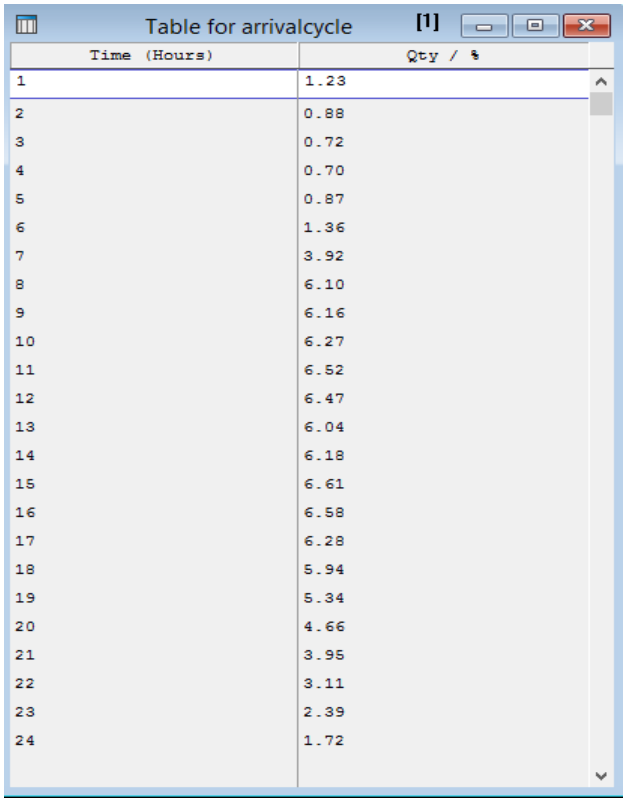
5.1.2.4 *Arrival Cycle*

Arrival Cycle merupakan siklus kedatangan entitas pada model simulasi. Data *Arrival Cycle* didapatkan dari hasil analisis data yaitu persentase kedatangan laulintas perjam bulan Februari dan Maret 2016. Data tersebut di*input* pada *Arrival Cycle* yang ditunjukkan pada gambar 5.24 dan pengisian tabel pada gambar 5.25. jumlah dari *Arrival Cycle* harus 100%.



Gambar 5.25. *Arrival Cycles Editor* Model Simulasi Gerbang Tol Pasir Koja

(Sumber: Hasil pengolahan data)

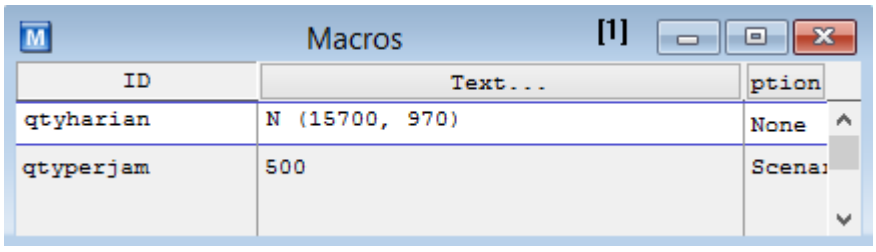


Gambar 5.26. *Table of Arrival Cycles* Simulasi Gerbang Tol Pasir Koja

(Sumber: Hasil pengolahan data)

5.1.2.5 *Macros*

Macros merupakan elemen yang digumnakan untuk menggantikan suatu nilai, persamaan, fungsi dan teks. Selain itu *Macros* berfungsi juga sebagai parameter model yang dapat digunakan dalam percobaan skenario. Adapun *Macros* yang digunakan pada simulasi kali ini dapat dilihat pada gambar 5.27.



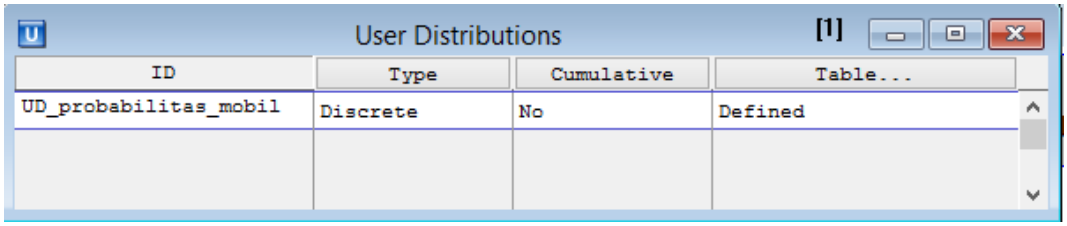
Gambar 5.26. *Macros Model* Simulasi Gerbang Tol Pasir Koja

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Macros qtyharian digunakan sebagai pengganti nilai distribusi dari kedatangan yang diisi berdasarkan ditribusi kedatangan yang telah diolah dibab sebelumnya. Sedangkan *qtyperjam* adalah rata-rata atau kedatangan enitas perjam.

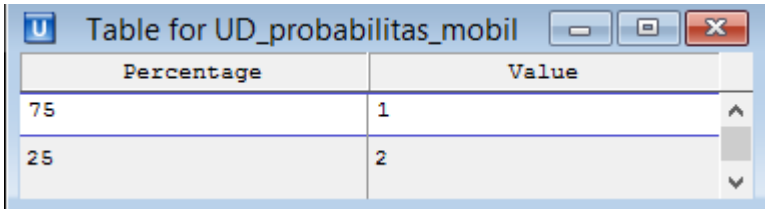
5.1.2.6 *User distribution*

User distribution menunjukkan distribusi probabilitas yang dibuat oleh pemodel. *User distribution* yang dibuat dalam model simulasi adalah perbandingan golongan kendaraa. Pengaturan *User distribution* ditunjukkan oleh gambar 5.27, sedangkan pengisian tabel distribusi ditunjukkan oleh gambar 5.28.



Gambar 5.27. *User distribution Model* Simulasi Gerbang Tol Pasir Koja

(Sumber: Hasil pengolahan data)



Gambar 5.28. *Table of User distribution* Probabilitas Mobil Simulasi Gerbang Tol Pasir Koja

(Sumber: Hasil pengolahan data)

5.1.3 Uji Coba Model

Setelah model dibuat langkah selanjutnya adalah menguji coba model untuk mendapatkan nilai statistik awal untuk keperluan eksperimen. Untuk uji coba, model dijalankan selama 24 jam dengan 1 replikasi. Data hasil percobaan ditunjukan pada gambar 5.29 dan 5.30.



Location Summary

Name	Scheduled Time (Min)	Capacity	Total Entries	Average Time Per Entry (Sec)	Average Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
kedatangan	1.440,00	999.999,00	14.301,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
antrian gardu 02	1.440,00	30,00	3.155,00	143,58	5,24	20,00	4,00	17,48
antrian gardu 04 etoll	1.440,00	30,00	2.320,00	141,10	3,79	15,00	0,00	12,63
antrian gardu 06	1.440,00	30,00	3.348,00	130,13	5,04	18,00	3,00	16,81
antrian gardu 08	1.440,00	30,00	3.004,00	125,96	4,38	16,00	3,00	14,60
antrian gardu 10	1.440,00	30,00	2.474,00	118,77	3,40	14,00	1,00	11,34
gardu 02	1.440,00	1,00	3.151,00	5,28	0,19	1,00	0,00	19,27
gardu 04 etoll	1.440,00	1,00	2.320,00	3,10	0,08	1,00	1,00	8,33
gardu 06	1.440,00	1,00	3.345,00	5,20	0,20	1,00	0,00	20,12
gardu 08	1.440,00	1,00	3.001,00	5,41	0,19	1,00	1,00	18,79
gardu 10	1.440,00	1,00	2.473,00	5,32	0,15	1,00	0,00	15,24

Gambar 5.29. Hasil Uji Coba Model Simulasi Gerbang Tol Pasir Koja

(Sumber: Hasil pengolahan data)



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
gardu 02	5,81%	4,24%	2,11%	3,00%	4,09%	5,88%	16,39%	26,21%	30,93%	29,87%	31,64%	28,38%	26,74%	28,11%	28,90%	28,57%	30,88%	29,97%	28,63%	21,69%	19,04%	14,38%	9,37%	8,93%
gardu 04 etoll	1,73%	1,13%	1,32%	1,86%	2,31%	3,08%	8,53%	12,21%	12,08%	11,25%	11,83%	11,63%	12,26%	14,14%	14,18%	14,91%	11,92%	9,33%	10,62%	8,36%	8,40%	6,32%	4,55%	2,75%
gardu 06	7,62%	3,83%	4,78%	3,88%	2,69%	6,85%	16,75%	30,41%	28,40%	31,04%	31,12%	34,58%	30,59%	30,47%	31,55%	27,78%	27,91%	30,66%	24,05%	21,70%	15,93%	14,47%	11,65%	7,59%
gardu 08	4,75%	4,06%	4,12%	2,37%	3,94%	6,79%	19,73%	26,28%	24,13%	27,25%	29,66%	27,66%	23,22%	24,90%	30,11%	32,01%	29,38%	28,61%	24,26%	22,62%	16,68%	15,28%	11,39%	9,10%
gardu 10	3,97%	3,97%	2,39%	1,98%	2,56%	4,25%	13,95%	21,40%	24,94%	23,38%	24,74%	23,85%	25,66%	21,14%	23,60%	25,45%	25,04%	22,95%	19,43%	17,69%	16,92%	11,74%	9,99%	6,94%

Gambar 5.30. Hasil Uji Coba Model Simulasi Gerbang Tol Pasir Koja

(Sumber: Hasil pengolahan data)

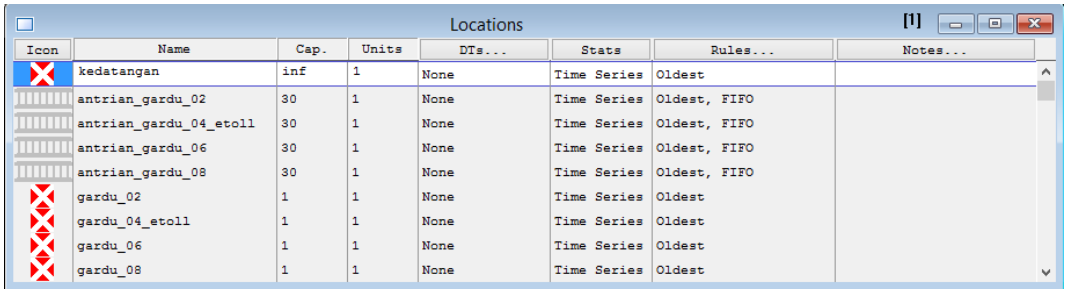
Gambar 5.30 merupakan utilitas dari gardu pada gerbang keluar tol Pasi Koja dimana warna biru menunjukkan utilitas gardu 02, warna hijau menunjukkan utilitas gardu 04 *etoll*, warna kuning menunjukkan utilitas gardu 06 dan warna merah menunjukkan utilitas gardu 08 sedangkan warna yang laiinya menunukkan utilitas gardu 10.

5.2 Perancangan Model Gerbang Tol Kopo

5.2.1 Elemen-elemen Dasar

5.2.1.1 Lokasi

Dalam merancang suatu model simulasi langkah pertama yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi lokasi-lokasi terhadap objek yang akan dimodelkan. Pada model simulasi gerbang tol Kopo lokasi terbagi menjadi beberapa lokasi diantaranya; Kedatangan, antrian gardu_02, antrian gardu_04_*etoll*, antrian gardu_06, antrian gardu_08, gardu_02, gardu_04_*etoll*, gardu_06 dan gardu_08. Lokasi-lokasi tersebut kemudian di*input* kedalam ProModel seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.31.



Gambar 5.31 Model Lokasi Simulasi Gerbang Tol Kopo

(Sumber:Hasil pengolahan data)

Pada gambar 5.1 diatas lokasi awal simulasi adalah di kedatangan dengan kapasitas tidak terbatas dan aturan *Oldest*. Lokasi selanjutnya adalah antrian gardu yang terbagi menjadi lima lokasi yaitu antrian garu 02, gardu 04 (*etoll*), gardu 06 dan gardu 08 aturan *Oldest* dan FIFO. Kemudian lokasi yang terakhir adalah gardu yang juga terbagi menjadi lima yaitu; gardu 02, gardu 04 (*etoll*), gardu 06 dan gardu 08 dengan aturan *Oldest*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.15.

Tabel 5.15 Penjelasan data-data lokasi simulasi gerbang Tol Kopo

Data lokasi	**Nama elemen**	**Kapasitas**	**Jumlah unit**	**Jenis lokasi**	**Aturan *routing***
Tempat kedatangan	Kedatangan	*Infinite*	1	*Entity Spot*	*Oldest*
Tempat antrian 1	Antrian_gardu_02	30	1	*Conveyor*	*First in first out*
Tempat antrian 2	Antrian_gardu_04_*etoll*	40	1	*Conveyor*	*First in first out*

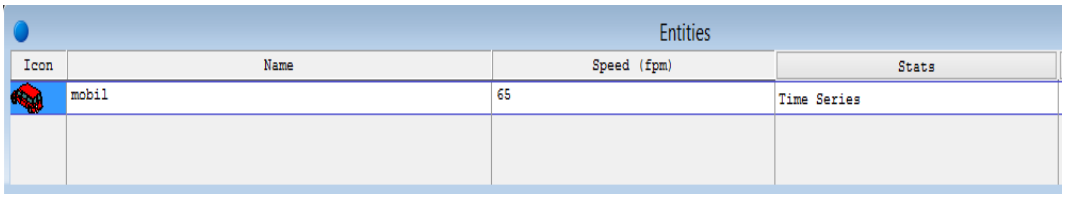
Tabel 5.15 Penjelasan data-data lokasi simulasi gerbang Tol Kopo (lanjutan)

Data lokasi	Nama elemen	Kapasitas	Jumlah unit	Jenis lokasi	Aturan *routing*
Tempat antrian 3	Antrian_gardu_06	40	1	*Conveyor*	*First in first out*
Tempat antrian 4	Antrian_gardu_08	40	1	*Conveyor*	*First in first out*
Gardu 1	Gardu_02	1	1	*Entity Spot*	*Oldest*
Gardu 2	Gardu_04_*etoll*	1	1	*Entity Spot*	*Oldest*
Gardu 3	Gardu_06	1	1	*Entity Spot*	*Oldest*
Gardu 4	Gardu_08	1	1	*Entity Spot*	*Oldest*

(Sumber: Hasil pengolahan data)

5.2.1.2 Entitas

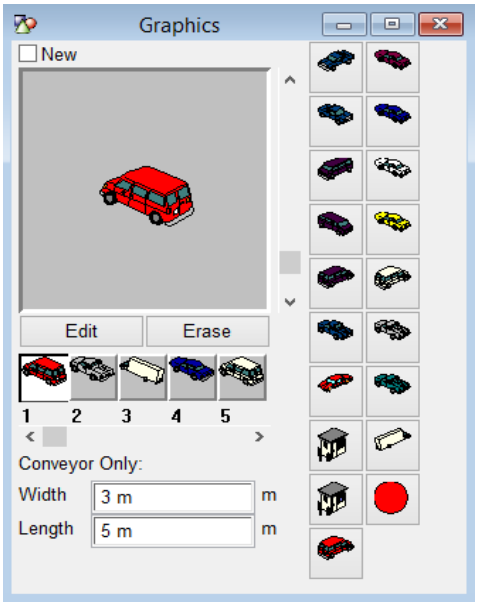
Entitas merupakan objek yang akan mengalami pergerakan selama proses simulasi. Pada simulasi gerbang tol Pasir koja ini yang menjadi entitas adalah mobil yang terbagi menjadi dua yaitu mobil kecil dan besar. Pada model simulasi Promodel, entitas mobil diwakili oleh suatu entities mobil dan diklasifikasikan berdasarkan attribut dengan perbandingan 75 : 25 untuk mobil kecil dan besar. Penetapan entitas dapat dilahat pada gambar 5.32.



Gambar 5.32 Model Entitas Simulasi Gerbang Tol Kopo

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Pada gambar 5.32 kolom name menunjukkan nama entitas yang dalam hal ini adalah mobil, kolom *speed* menunjukkan kecepatan entitas pada saat berpindah dari satu lokasi kelokasi lain dan kolom ststs merupakan ukuran statistik yang dihitung ProModel, dalam hal ini statistik akan dihitung se*car*a Time series.



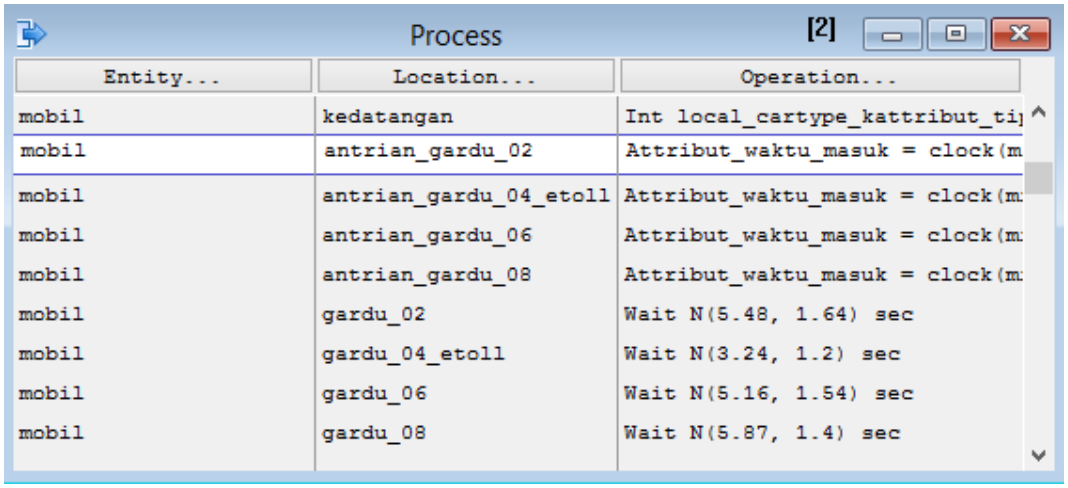
Gambar 5.33. *Entities Graphics* Simulasi Gerbang Tol Kopo

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Entitas *car* pada model memiliki delapan grapik atau *icon* yang menunjukkan jenis kendaraan pada simulasi. Setiap grapik tersebut memiliki ID yang digunakan untuk identifikasi ketika digunakan pada logika pemrosesan model. ID tersebut digunakan untuk membedakan jenis mobil. ID 3 menggambarkan jenis mobil besar sedangkan ID yang laiinya yaitu ID 1, 2, 4, 5, 6, 7 dan 8 menggambarkan jenis mobil kecil. Ukuran untuk jenis mobil besar adalah lebar (*width*) 3m dengan panjang (*length*) 10 meter. Untuk jenis mobil kecil ukurannya dianngap sama yaitu lebar (*width*) 3m dengan panjang (*length*) 5m. Untuk pembagian jenis kendaraan ini ditunjukkan pada gambar 5.33.

5.2.1.3 *Processing*

Processing menggambarkan alur pergerakan yang dialami oleh entitas dari awal simulasi hingga akhir simulasi. *Processing* dibuat berdasarkan data *Entity Flow Diagram* dan deskripsi proses. Pada promodel *process* dibagi menjadi dua bagian yaitu *process* dan *routing*. Elemen-elemen tersebut dipaparkan pada gambar 5.34.



Gambar 5.34 Model *Processing* Simulasi Gerbang Tol Kopo

(Sumber: Hasil prngolahan data)

Setiap *process* yang terjadi pada simulasi memiliki *Routing* yang menunjukkan lokasi tujuan entitas setelah aktivitas dilakukan. Berikut dalah rincian *routing* untuk masing-masing *process* pada gambar 5.34.

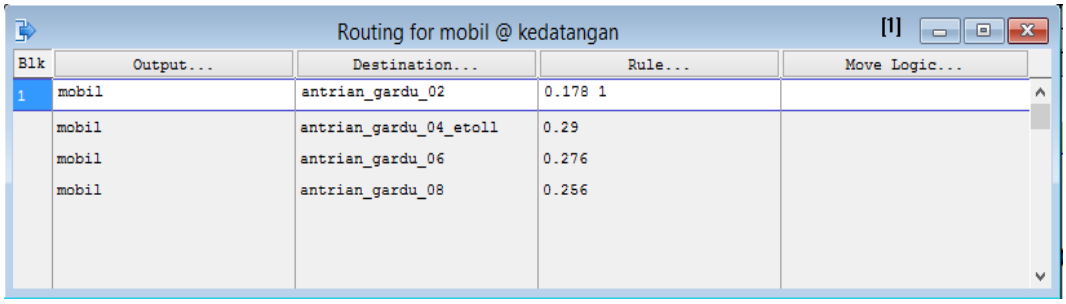
1. Entitas mobil ada pada lokasi kedatangan.

   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.16.

Tabel 5.16 Tabel *Process* dan *routing* proses ke-1 simulasi gerbang Tol Kopo

Entitas	Mobil
Lokasi	Kedatangan
Operasi	Deskripsi: Lakukan pemilihan jalur berdasarkan probabilitas penggunaan masing-masing gardu. Probabilitas penggunaan Gardu adalah: Gardu_02 = 17,8 % Gardu_04_*etoll* = 29% Gardu_06 = 27,6% Gardu_08 = 25,6%
Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	1) Antrian_gardu_02 2) Antrian_gardu_04_*etoll* 3) Antrian_gardu_06 4) Antrian_gardu_08
Aturan Perpindahan	1) Antrian_gardu_02 : probability 0.17 2) Antrian_gardu_04_*etoll* : probability 0.29 3) Antrian_gardu_06 : probability 0.28 4) Antrian_gardu_08 : probability 0.26

(Sumber: Hasil pengolahan data)



Gambar 5.35. Model *Routing* Proses ke-1 Simulasi Gerbang Tol Kopo

(Sumber: Hasil pengolahan data)

2. Entitas mobil berada pada antrian_gardu_02

   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.17.

Tabel 5.17 Tabel *Process* dan *routing* proses ke-2 simulasi gerbang Tol Kopo

Entitas	Mobil
Lokasi	Antria_gardu_02

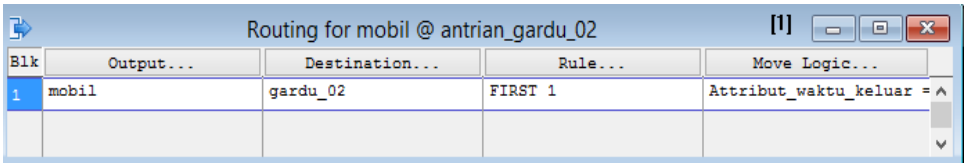
Operasi	Deskripsi:
	1) Catat waktu ketika entitas memasuki lokasi
	2) Tambah data jumlah entitas yang memasuki antrian gardu 02 sebanyak satu unit
	3) Hitung jumlah entitas di dalam lokasi
	
	Operation Logic:
	`Attribut_waktu_masuk = clock(min)`
	`Inc Var_mobil_yang_diproses_gardu_02, 1`
	`Var_jumlah_antrian_gardu_02 =`
	`contents(antrian_gardu_02)`

Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	Gardu_02
Aturan Perpindahan	Gardu_02 : First 1

Logika Perpindahan	Deskripsi:
	1) Catat waktu ketika entitas keluar dari lokasi
	2) Hitung lama entitas ketika berada di dalam lokasi antrian
	3) Hitung waktu mengantri rata-rata pada gardu 02
	
	Move Logic:
	`Attribut_waktu_keluar = clock(min)`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian =`
	`Attribut_waktu_keluar - Attribut_waktu_masuk`
	`inc Var_waktu_total_gardu_02,`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian`
	`Var_ratarata_waktu_gardu_02 =`
	`Var_waktu_total_gardu_02 /`
	`Var_mobil_yang_diproses_gardu_02`

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.17 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.17 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.36



Gambar 5.36 Model *Routing* Proses ke-2 Simulasi Gerbang Tol Kopo

(Sumber: Hasil pengolahan data)

3. Entitas mobil berada pada antrian_gardu_04_*etoll*

   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.18.

Tabel 5.18 Tabel Proses dan *routing* proses ke-3 simulasi gerbang Tol Kopo

Entitas	Mobil
Lokasi	Antria_gardu_04_*etoll*

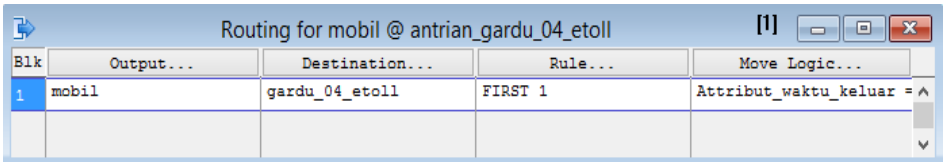
Operasi	Deskripsi:
	1) Catat waktu ketika entitas memasuki lokasi
	2) Tambah data jumlah entitas yang memasuki antrian gardu 04 *etoll* sebanyak satu unit
	3) Hitung jumlah entitas di dalam lokasi
	
	Operation Logic:
	`Attribut_waktu_masuk = clock(min)`
	`Inc Var_mobil_yang_diproses_gardu_04, 1`
	`Var_jumlah_antrian_gardu_04_etoll =`
	`contents(antrian_gardu_04_etoll)`

Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	Gardu_04_*etoll*
Aturan Perpindahan	Gardu_04_*etoll* : First 1

Logika Perpindahan	Deskripsi:
	1) Catat waktu ketika entitas keluar dari lokasi
	2) Hitung lama entitas ketika berada di dalam lokasi antrian
	3) Hitung waktu mengantri rata-rata pada gardu 04 *etoll*
	
	Move Logic:
	`Attribut_waktu_keluar = clock(min)`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian =`
	`Attribut_waktu_keluar - Attribut_waktu_masuk`
	`inc Var_waktu_total_gardu_04_etoll,`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian`
	`Var_ratarata_waktu_gardu_04_etoll =`
	`Var_waktu_total_gardu_04_etoll /`
	`Var_mobil_yang_diproses_gardu_04`

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.18 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.18 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.37.



Gambar 5.7 Model *Routing* Proses ke-3 Simulasi Gerbang Tol Kopo

(Sumber: Hasil pengolahan data)

4. Entitas mobil berada pada antrian_gardu_06

   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.19.

Tabel 5.19 Tabel Proses dan *routing* proses ke-4 simulasi gerbang Tol Kopo

Entitas	Mobil
Lokasi	Antria_gardu_06

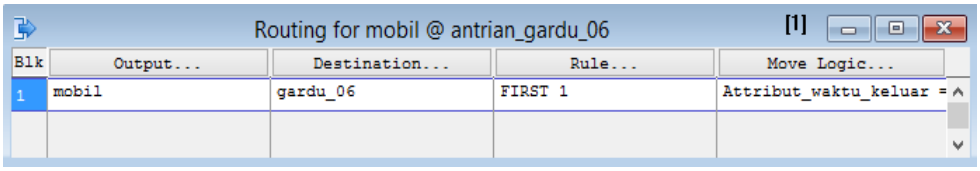
Operasi	Deskripsi:
	1) Catat waktu ketika entitas memasuki lokasi
	2) Tambah data jumlah entitas yang memasuki antrian_gardu_06 sebanyak satu unit
	3) Hitung jumlah entitas di dalam lokasi
	
	Operation Logic:
	`Attribut_waktu_masuk = clock(min)`
	`Inc Var_mobil_yang_diproses_gardu_06, 1`
	`Var_jumlah_antrian_gardu_06 =`
	`contents(antrian_gardu_06)`

Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	Gardu_06
Aturan Perpindahan	Gardu_06 : First 1

Logika Perpindahan	Deskripsi:
	1) Catat waktu ketika entitas keluar dari lokasi
	2) Hitung lama entitas ketika berada di dalam lokasi antrian
	3) Hitung waktu mengantri rata-rata pada gardu 06
	
	Move Logic:
	`Attribut_waktu_keluar = clock(min)`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian =`
	`Attribut_waktu_keluar - Attribut_waktu_masuk`
	`inc Var_waktu_total_gardu_06,`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian`
	`Var_ratarata_waktu_gardu_06 =`
	`Var_waktu_total_gardu_06 /`
	`Var_mobil_yang_diproses_gardu_06`

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.19 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.19 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.38.



Gambar 5.38 Model *Routing* Proses ke-4 Simulasi Gerbang Tol Kopo

(Sumber: Hasil pengolahan data)

5. Entitas mobil berada pada antrian_gardu_08

   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.20.

Tabel 5.20 Tabel Proses dan *routing* proses ke-5 simulasi gerbang Tol Kopo

Entitas	Mobil
Lokasi	Antria_gardu_08

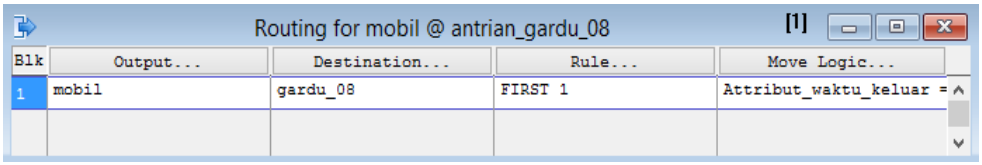
Operasi	Deskripsi:
	1) Catat waktu ketika entitas memasuki lokasi
	2) Tambah data jumlah entitas yang memasuki antrian_gardu_08 sebanyak satu unit
	3) Hitung jumlah entitas di dalam lokasi
	
	Operation Logic:
	`Attribut_waktu_masuk = clock(min)`
	`Inc Var_mobil_yang_diproses_gardu_08, 1`
	`Var_jumlah_antrian_gardu_08 =`
	`contents(antrian_gardu_08)`

Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	Gardu_08
Aturan Perpindahan	Gardu_08 : First 1

Logika Perpindahan	Deskripsi:
	1) Catat waktu ketika entitas keluar dari lokasi
	2) Hitung lama entitas ketika berada di dalam lokasi antrian
	3) Hitung waktu mengantri rata-rata pada gardu 08
	
	Move Logic:
	`Attribut_waktu_keluar = clock(min)`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian =`
	`Attribut_waktu_keluar - Attribut_waktu_masuk`
	`inc Var_waktu_total_gardu_08,`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian`
	`Var_ratarata_waktu_gardu_08 =`
	`Var_waktu_total_gardu_08 /`
	`Var_mobil_yang_diproses_gardu_08`

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.20 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.20 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.39.



Gambar 5.39 Model *Routing* Proses ke-5 Simulasi Gerbang Tol Kopo

(Sumber: Hasil pengolahan data)

6. Entitas mobil berada pada gardu_02

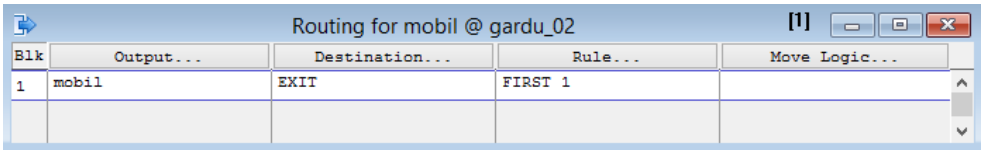
   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.21.

Tabel 5.21 Tabel Proses dan *routing* proses ke-6 simulasi gerbang Tol Kopo

Entitas	Mobil
Lokasi	Gardu_02
Operasi	Deskripsi: Mobil melakukan aktivitas pembayaran tol *Operation Logic*: Wait N(5.48, 1.64) sec
Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	EXIT
Aturan Perpindahan	EXIT : First 1
Logika Perpindahan	-

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.21 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.21 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.40.



Gambar 5.40 Model *Routing* Proses ke-6 Simulasi Gerbang Tol Kopo

(Sumber: Hasil pengolahan data)

7. Entitas mobil berada pada gardu_04_*etoll*

   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.22.

Tabel 5.22 Tabel Proses dan *routing* proses ke-7 simulasi gerbang Tol Kopo

Entitas	Mobil
Lokasi	Gardu_04_*etoll*
Operasi	Deskripsi: Mobil melakukan aktivitas pembayaran tol *Operation Logic*: Wait N(3.24, 1.2) sec
Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	EXIT
Aturan Perpindahan	EXIT : First 1
Logika Perpindahan	-

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.22 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.22 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.41.



Gambar 5.41 Model *Routing* Proses ke-7 Simulasi Gerbang Tol Kopo

(Sumber: Hasil pengolahan data)

8. Entitas mobil berada pada gardu_06

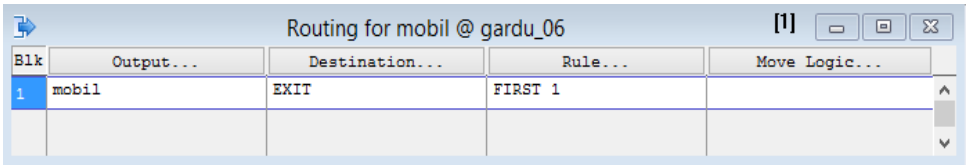
   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.23.

Tabel 5.23 Tabel Proses dan *routing* proses ke-8 simulasi gerbang Tol Kopo

Entitas	Mobil
Lokasi	Gardu_06
Operasi	Deskripsi: Mobil melakukan aktivitas pembayaran tol *Operation Logic*: Wait N(5.16, 1.54) sec
Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	EXIT
Aturan Perpindahan	EXIT : First 1
Logika Perpindahan	-

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.23 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.10 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.42.



Gambar 5.42 Model *Routing* Proses ke-8 Simulasi Gerbang Tol Kopo

(Sumber: Hasil pengolahan data)

9. Entitas mobil berada pada gardu_08

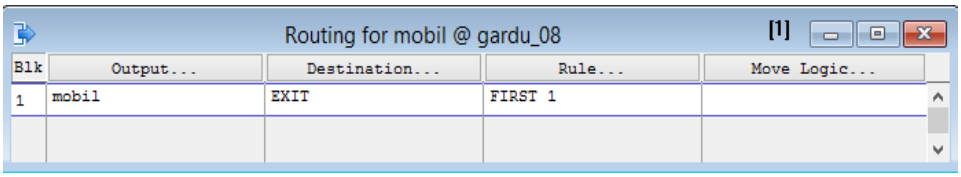
   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.24.

Tabel 5.24 Tabel Proses dan *routing* proses ke-9 simulasi gerbang Tol Kopo

Entitas	Mobil
Lokasi	Gardu_08
Operasi	Deskripsi: Mobil melakukan aktivitas pembayaran tol *Operation Logic*: Wait N(5.87, 1.4) sec
Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	EXIT
Aturan Perpindahan	EXIT : First 1
Logika Perpindahan	-

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.24 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.24 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.43.



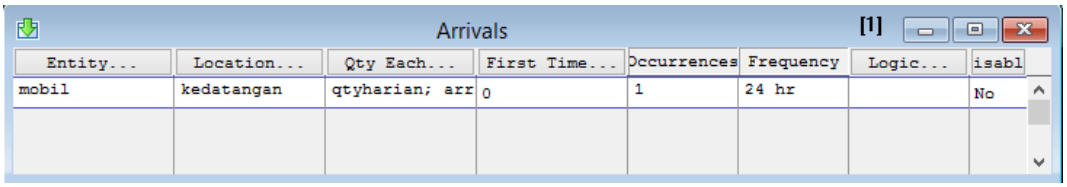
Gambar 5.43 Model *Routing* Proses ke-9 Simulasi Gerbang Tol Kopo

(Sumber: Hasil pengolahan data)

5.2.1.4 *Macros*

Macros menunjukkan kedatangan entitas kedalam sistem. Data yang digunakan untuk *Macros* adalah data distribusi kedatangan yang diperoleh dari hasil Stat::Fit lalulintas perjam bulan Februari dan Maret 2016. Selain distribusi kedatangan data

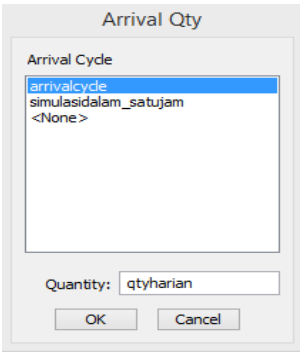
input lainnya yang digunakan adalah data siklus kedatangan (*Arrival Cycle*) yang diperoleh dari rata-rata persentase lalulintas perjam Februari dan Maret 2016. Proses *input* data terhadap *Macros* di Promodel ditunjukkan pada gambar 5.44.



Gambar 5.44 Model *Macros* Simulasi Gerbang Tol Kopo

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Pada gambar 5.16 mengandung tentang imformasi-imformasi mengenai *Macros*. Pada kolom *entity* menunjukkan entitas yang datang pada sistem dalam konteks ini adalah mobil. Kolom selanjutnya adalah kolom *location* yang menunjukkan lokasi pertama entitas datang yang dalam konteks ini adalah kedatangan. Pada kolom selanjutnya ditunjukkan jumlah entitas yang datang. Pengaturan lanjut terhadap jumlah *Macros* dapat dilihat pada gambar 5.45, pada gambar tersebut terlihat jendela *arrival qty* menunjukkan siklus kedatangan yang digunakan yaitu *Arrival Cycle* dengan kuantitas *qtyharian*.



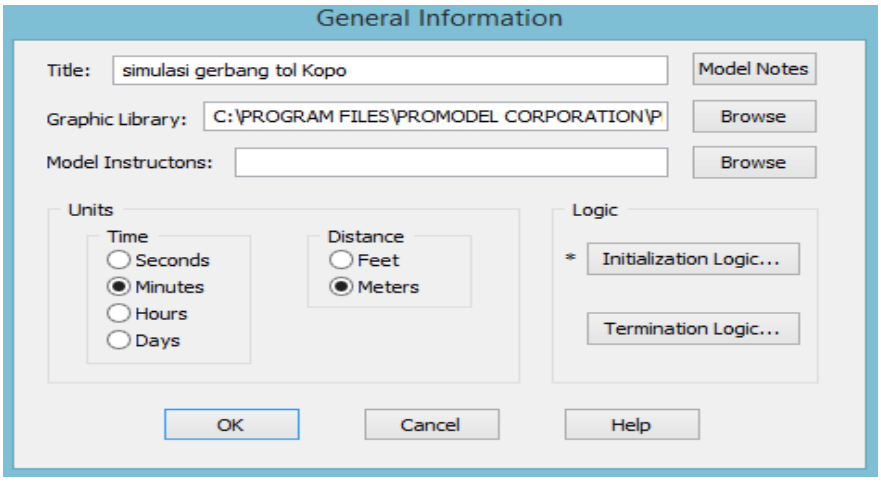
Gambar 5.45 Jendela *Macros Qty* Simulasi Gerbang Tol Kopo

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Kolom kelima menunjukkan berapa kali kedatangan entitas dilakukan, dalam komteks ini kedatangan diatur selama satu kali dengan frekuensi 24 jam yang ditunjukkan oleh kolom selanjutnya.

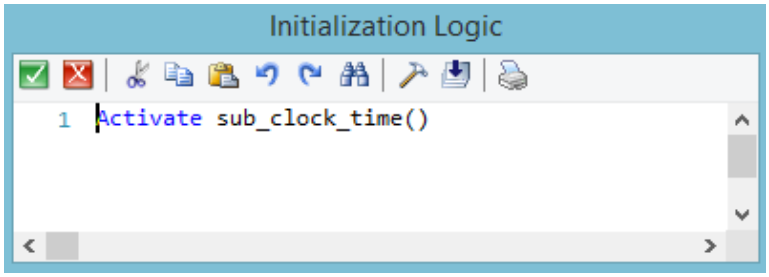
5.2.1.5 *General Imformation*

General information menunjukan informasi umum seputar model simulasi. *General information* untuk model simulasi yang dibuat ditunjukan pada gambar 5.46. Sedangkan untuk *initialization logic* model simulasi ditunjukan pada gambar 5.47.



Gambar 5.46. Model *General Information* Simulasi Gerbang Tol Kopo

(Sumber: Hasil pengolahan data)

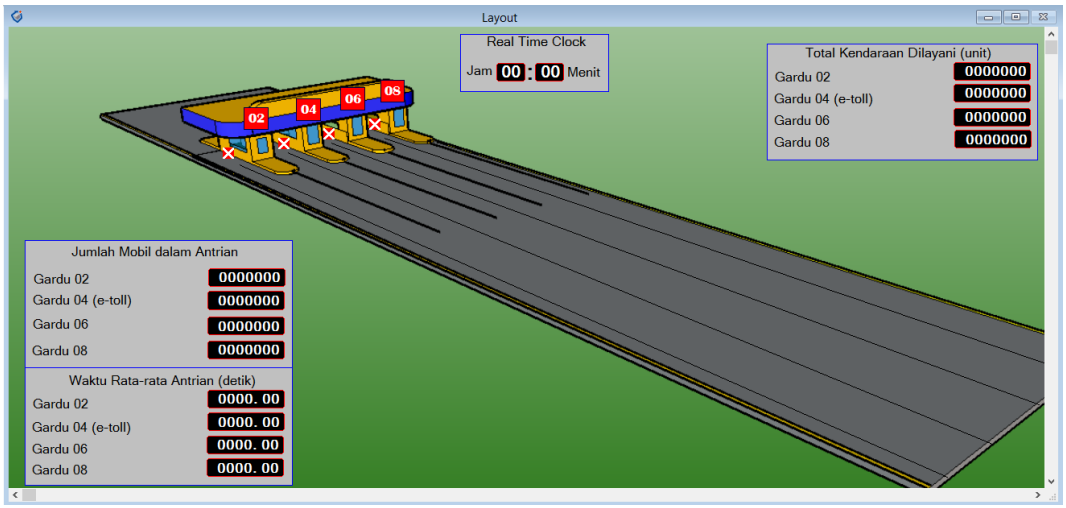


Gambar 5.47. Model *Initialization Logic* Simulasi Gerbang Tol Kopo

(Sumber: Hasil pengolahan data)

5.2.1.6 *Background Graphic*

Background Graphic yang digunakan pada model simulasi yang dibuat ditunjukan pada gambar 5.48.



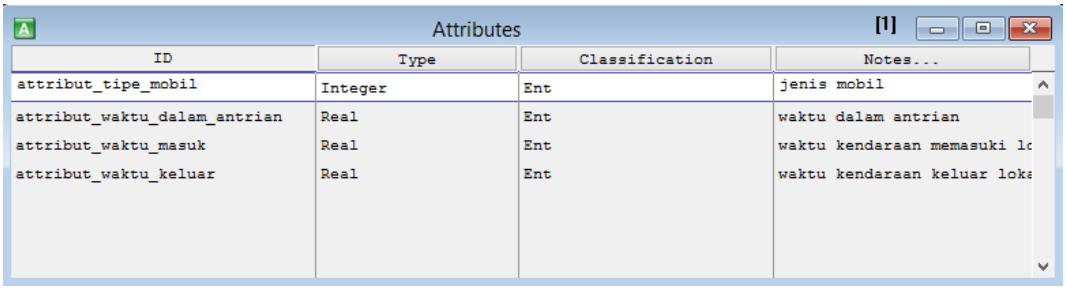
Gambar 5.48. Model *Background Graphic* Simulasi Gerbang Tol Kopo

(Sumber: Hasil pengolahan data)

5.2.2 Elemen-elemen Lanjutan

5.2.2.1 *Attributes*

Attributes digunakan untuk mengetahui waktu enitas memasuki sistem, waktu entitas keluar dari sistem, kalsifikasi tipe entitas, dan waktu ketika entitas berada dalam antrian. Pengaturan *Attributes* pada ProModel dapat dilihat pada gambar 5.49.



Gambar 5.49. Model *Attibutes* Simulasi Gerbang Tol Kopo

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Penjelasan dari setiap atribut yang ada pada gambar 5.20 dapat dilihat pada tabel 5.25.

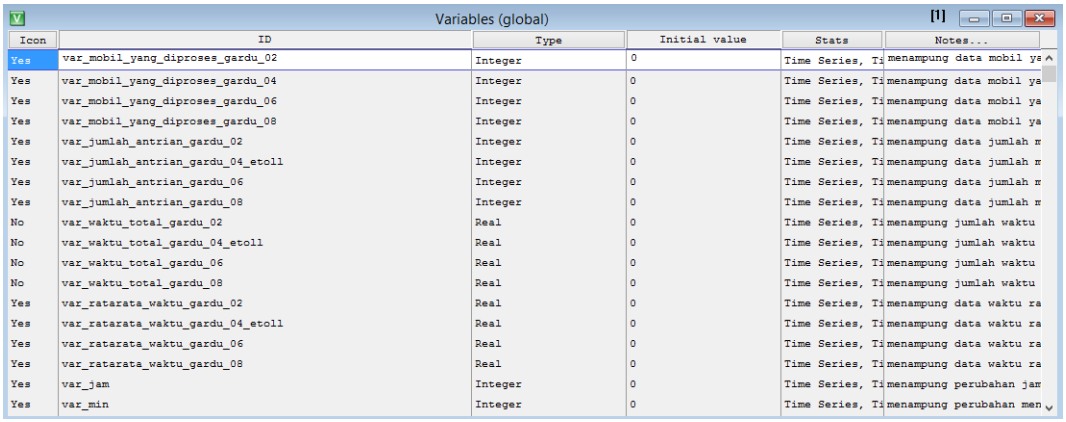
Tabel 5.25 Penjelasan *Attributes* simulasi gerbang Tol Kopo

ID	Fungsi
Attribut_tipe_mobil	Digunakan sebagai pengkalsifikasian mobil atau jenis mobil
Attibutt_waktu_dalam_antrian	Digunakan untuk menunjukkan waktu entitas ketika dalam antrian
Attribut_waktu_masuk	Digunakan untuk menunjukkan waktu masuk entitas kedalam antrian
Attribut_waktu_keluar	Digunakan untuk menunjukkan waktu keluar entitas dari antrian

(Sumber: Hasil pengolahan data)

5.2.2.2 *Variables* (Global)

Variables (*Global*) merupakan tempat untuk menampung perubahan data numeris yang terjadi di dalam simulasi. *Variables* (*Global*) digumnakan ketika model simulasi membutuhkan penyimpanan data kuantitatif yang sifatnya dinamis. *Variables* (*Global*)yang digunakan pada simulasi kali ini dapat dilihat pada gambar 5.50.



Gambar 5.50. Model *Variables (Global)* Simulasi Gerbang Tol Kopo

(Sumber: Hasil pengolahan data)

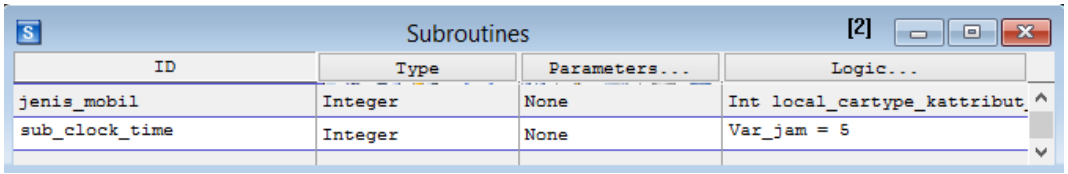
Penjelasan dari setiap *Variables* (*Global*) yang ada pada gambar 5.21 dapat dilihat pada tabel 5.26

Tabel 5.26 Penjelasan *Variables (Global)* simulasi gerbang Tol Kopo

ID	**Fungsi**
var_mobil_yang_diproses_gardu_02	Menampung data mobil yang telah selesai diproses pada gardu 02
var_mobil_yang_diproses_gardu_04	Menampung data mobil yang telah selesai diproses pada gardu 04
var_mobil_yang_diproses_gardu_06	Menampung data mobil yang telah selesai diproses pada gardu 06
var_mobil_yang_diproses_gardu_08	Menampung data mobil yang telah selesai diproses pada gardu 08
var_jumlah_antrian_gardu_02	Menampung data jumlah mobil pada antrian gardu 02
var_jumlah_antrian_gardu_04_*etoll*	Menampung data jumlah mobil pada antrian gardu 04_*etoll*
var_jumlah_antrian_gardu_06	Menampung data jumlah mobil pada antrian gardu 06
var_jumlah_antrian_gardu_08	Menampung data jumlah mobil pada antrian gardu 08
var_waktu_total_gardu_02	Menampung jumlah waktu total seluruh mobil ketika berada dalam antrian
var_waktu_total_gardu_04_*etoll*	Menampung jumlah waktu total seluruh mobil ketika berada dalam antrian
var_waktu_total_gardu_06	Menampung jumlah waktu total seluruh mobil ketika berada dalam antrian
var_waktu_total_gardu_08	Menampung jumlah waktu total seluruh mobil ketika berada dalam antrian
var_ratarata_waktu_gardu_02	Menampung data waktu rata-rata mobil berada di dalam antrian gardu 02
var_ratarata_waktu_gardu_04_*etoll*	Menampung data waktu rata-rata mobil berada di dalam antrian gardu 04_*etoll*
var_ratarata_waktu_gardu_06	Menampung data waktu rata-rata mobil berada di dalam antrian gardu 06
var_ratarata_waktu_gardu_08	Menampung data waktu rata-rata mobil berada di dalam antrian gardu 08
var_jam	Menampung perubahan jam ketika simulasi
var_menit	Menampung perubahan menit ketika simulasi

5.2.2.3 *Subroutines*

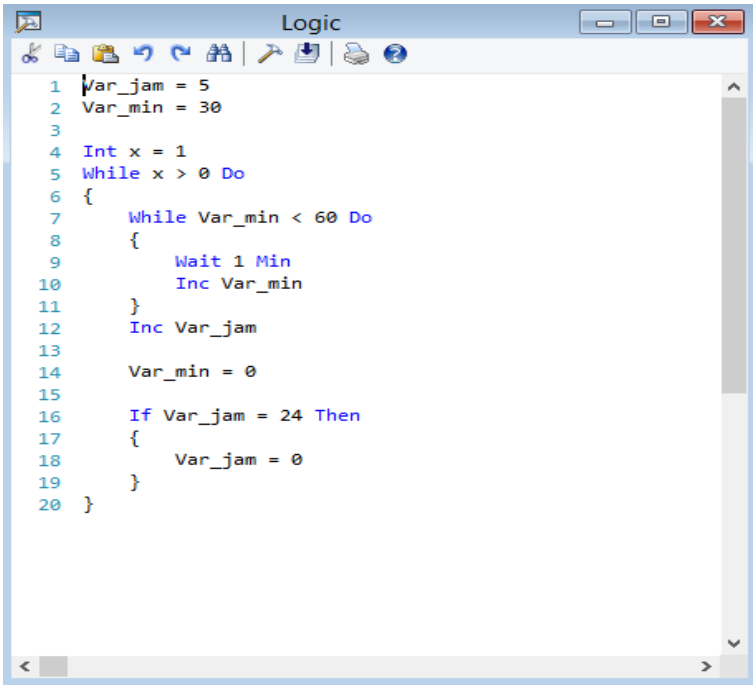
Subroutines merupakan logika-logika yang dibuat yang kemudian dipanggil ketika proses simulasi model. *Subroutine* dibuat dari algoritma-algoritma dari proses logis pada simulasi. Adapun *Subroutines* yang digunakan pada simulasi kali ini dapat dilihat pada gambar 5.51.



Gambar 5.51. Model *Subroutines* Simulasi Gerbang Tol Kopo

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Untuk penjelasan algoritma dari sub_clock_time dapat dilihat pada gambar 5.52.

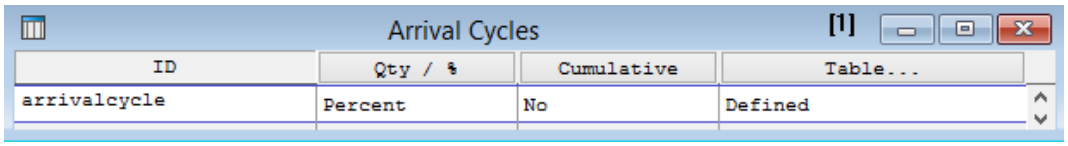


Gambar 5.52. *Logic Field Subroutine* Sub_clock_time Simulasi Gerbang Tol Kopo

(Sumber: Hasil pengolahan data)

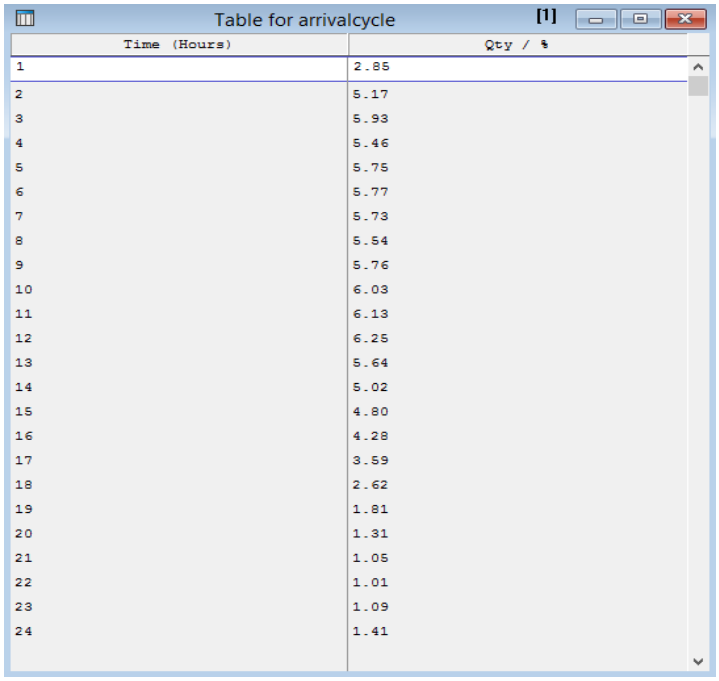
5.2.2.4 *Arrival Cycle*

Arrival Cycle merupakan siklus kedatangan entitas pada model simulasi. Data *Arrival Cycle* didapatkan dari hasil analisis data yaitu persentase kedatangan laulintas perjam bulan Februari dan Maret 2016. Data tersebut di*input* pada *Arrival Cycle* yang ditunjukkan pada gambar 5.53 dan pengisian tabel pada gambar 5.54. jumlah dari *Arrival Cycle* harus 100%.



Gambar 5.53. *Arrival Cycles Editor* Model Simulasi Gerbang Tol Kopo

(Sumber: Hasil pengolahan data)



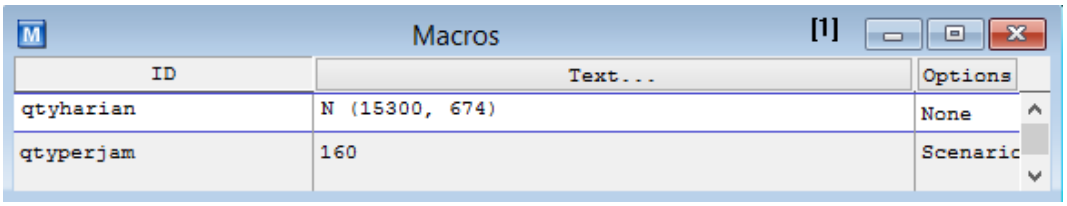
Time (Hours)	Qty / %
1	2.85
2	5.17
3	5.93
4	5.46
5	5.75
6	5.77
7	5.73
8	5.54
9	5.76
10	6.03
11	6.13
12	6.25
13	5.64
14	5.02
15	4.80
16	4.28
17	3.59
18	2.62
19	1.81
20	1.31
21	1.05
22	1.01
23	1.09
24	1.41

Gambar 5.54. *Table of Arrival Cycles* Simulasi Gerbang Tol Kopo

(Sumber: Hasil pengolahan data)

5.2.2.5 *Macros*

Macros merupakan elemen yang digumnakan untuk menggantikan suatu nilai, persamaan, fungsi dan teks. Selain itu *Macros* berfungsi juga sebagai parameter model yang dapat digunakan dalam percobaan skenario. Adapun *Macros* yang digunakan pada simulasi kali ini dapat dilihat pada gambar 5.55.



ID	Text...	Options
qtyharian	N (15300, 674)	None
qtyperjam	160	Scenaric

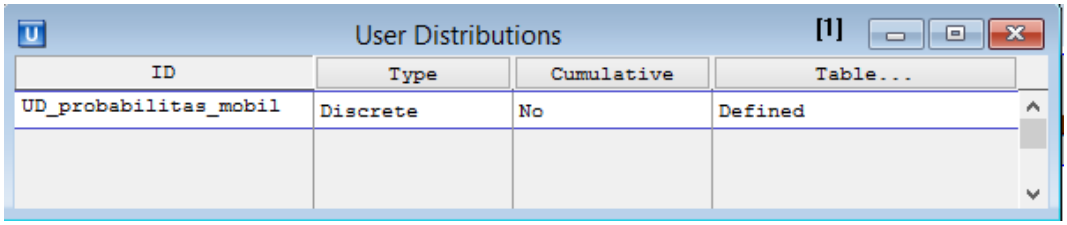
Gambar 5.55. *Macros Model* Simulasi Gerbang Tol Kopo

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Macros qtyharian digunakan sebagai pengganti nilai distribusi dari kedatangan yang diisi berdasarkan ditribusi kedatangan yang telah diolah dibab sebelumnya. Sedangkan *qtyperjam* adalah rata-rata atau kedatangan enitas perjam.

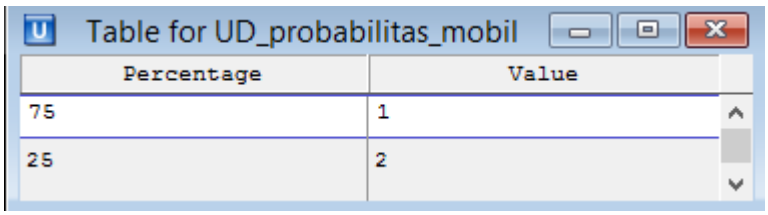
5.2.2.6 *User distribution*

User distribution menunjukkan distribusi probabilitas yang dibuat oleh pemodel. *User distribution* yang dibuat dalam model simulasi adalah perbandingan golongan kendaraa. Pengaturan *User distribution* ditunjukkan oleh gambar 5.56, sedangkan pengisian tabel distribusi ditunjukkan oleh gambar 5.57.



Gambar 5.56. *User distribution Model* Simulasi Gerbang Tol Kopo

(Sumber: Hasil pengolahan data)

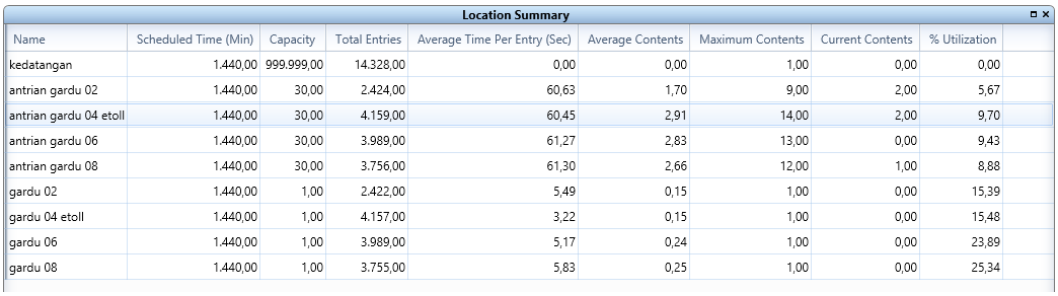


Gambar 5.57. *Table of User distribution* Probabilitas Mobil Simulasi Gerbang Tol Kopo

(Sumber: Hasil pengolahan data)

5.2.3 Uji Coba Model

Setelah model dibuat langkah selanjutnya adalah menguji coba model untuk mendapatkan nilai statistik awal untuk keperluan eksperimen. Untuk uji coba, model dijalankan selama 24 jam dengan 1 replikasi. Data hasil percobaan ditunjukan pada gambar 5.58 dan 5.59.

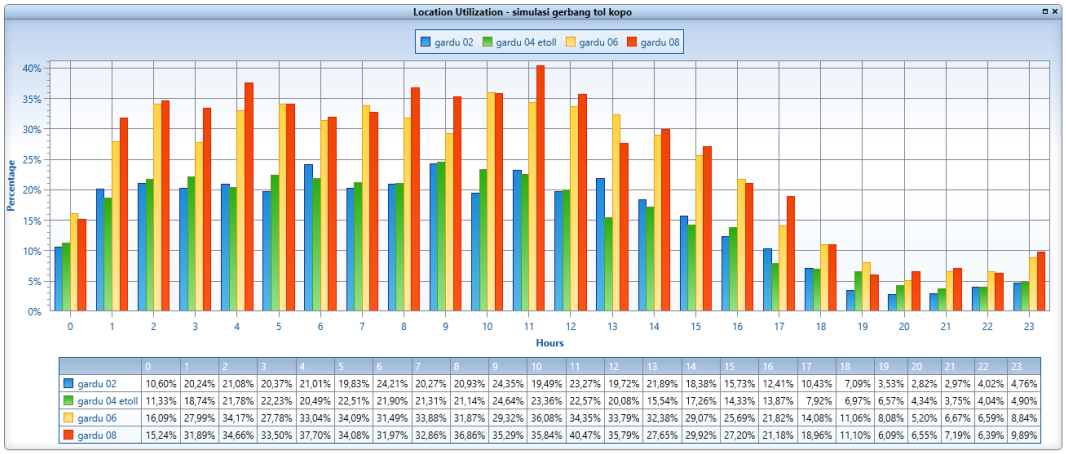


Location Summary

Name	Scheduled Time (Min)	Capacity	Total Entries	Average Time Per Entry (Sec)	Average Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
kedatangan	1.440,00	999.999,00	14.328,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
antrian gardu 02	1.440,00	30,00	2.424,00	60,63	1,70	9,00	2,00	5,67
antrian gardu 04 etoll	1.440,00	30,00	4.159,00	60,45	2,91	14,00	2,00	9,70
antrian gardu 06	1.440,00	30,00	3.989,00	61,27	2,83	13,00	0,00	9,43
antrian gardu 08	1.440,00	30,00	3.756,00	61,30	2,66	12,00	1,00	8,88
gardu 02	1.440,00	1,00	2.422,00	5,49	0,15	1,00	0,00	15,39
gardu 04 etoll	1.440,00	1,00	4.157,00	3,22	0,15	1,00	0,00	15,48
gardu 06	1.440,00	1,00	3.989,00	5,17	0,24	1,00	0,00	23,89
gardu 08	1.440,00	1,00	3.755,00	5,83	0,25	1,00	0,00	25,34

Gambar 5.58. Hasil Uji Coba Model Simulasi Gerbang Tol Kopo

(Sumber: Hasil pengolahan data)



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
gardu 02	10,60%	20,24%	21,08%	20,37%	21,01%	19,83%	24,21%	20,27%	20,93%	24,35%	19,49%	23,27%	19,72%	21,89%	18,38%	15,73%	12,41%	10,43%	7,09%	3,53%	2,82%	2,97%	4,02%	4,76%
gardu 04 etoll	11,33%	18,74%	21,78%	22,23%	20,49%	22,51%	21,90%	21,31%	21,14%	24,64%	23,36%	22,57%	20,08%	15,54%	17,26%	14,33%	13,87%	7,92%	6,97%	6,57%	4,34%	3,75%	4,04%	4,90%
gardu 06	16,09%	27,99%	34,17%	27,78%	33,04%	34,09%	31,49%	33,88%	31,87%	29,32%	36,08%	34,35%	33,79%	32,38%	29,07%	25,69%	21,82%	14,08%	11,06%	8,08%	5,20%	6,67%	6,59%	8,84%
gardu 08	15,24%	31,89%	34,66%	33,50%	37,70%	34,08%	31,97%	32,86%	36,86%	35,29%	35,84%	40,47%	35,79%	27,65%	29,92%	27,20%	21,18%	18,96%	11,10%	6,09%	6,55%	7,19%	6,39%	9,89%

Gambar 5.59. Hasil Uji Coba Model Simulasi Gerbang Tol Kopo

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Gambar 5.30 merupakan utilitas dari gardu pada gerbang keluar tol Kopo dimana warna biru menunjukkan utilitas gardu 02, warna hijau menunjukkan utilitas gardu 04 *etoll*, warna kuning menunjukkan utilitas gardu 06 dan warna merah menunjukkan utilitas gardu 08.

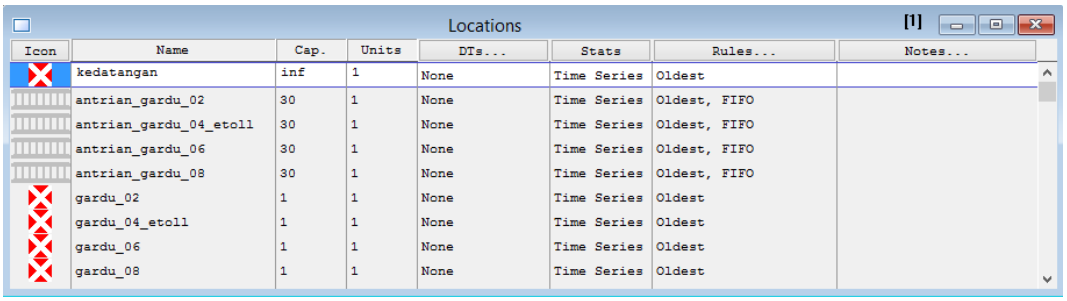
5.3 Perancangan Model Gerbang Mohammad Toha

5.3.1 Elemen-elemen Dasar

5.3.1.1 Lokasi

Dalam merancang suatu model simulasi langkah pertama yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi lokasi-lokasi terhadap objek yang akan dimodelkan. Pada model simulasi gerbang tol Mohammad toha lokasi terbagi menjadi beberapa lokasi diantaranya; Kedatangan, antrian gardu_02, antrian gardu_04_*etoll*, antrian

gardu_06, antrian gardu_08, gardu_02, gardu_04_*etoll*, gardu_06 dan gardu_08. Lokasi-lokasi tersebut kemudian di*input* kedalam ProModel seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.60.



Gambar 5.60 Model Lokasi Simulasi Gerbang Tol Mohammad Toha

(Sumber:Hasil pengolahan data)

Pada gambar 5.60 diatas lokasi awal simulasi adalah di kedatangan dengan kapasitas tidak terbatas dan aturan *Oldest*. Lokasi selanjutnya adalah antrian gardu yang terbagi menjadi lima lokasi yaitu antrian garu 02, gardu 04 (*etoll*), gardu 06 dan gardu 08 aturan *Oldest* dan FIFO. Kemudian lokasi yang terakhir adalah gardu yang juga terbagi menjadi lima yaitu; gardu 02, gardu 04 (*etoll*), gardu 06 dan gardu 08 dengan aturan *Oldest*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.27.

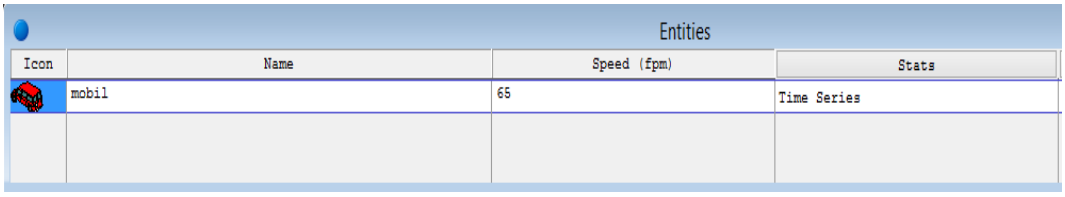
Tabel 5.27 Penjelasan data-data lokasi simulasi gerbang tol Mohammad Toha

Data lokasi	**Nama elemen**	**Kapasitas**	**Jumlah unit**	**Jenis lokasi**	**Aturan *routing***
Tempat kedatangan	Kedatangan	*Infinite*	1	*Entity Spot*	*Oldest*
Tempat antrian 1	Antrian_gardu_02	30	1	*Conveyor*	*First in first out*
Tempat antrian 2	Antrian_gardu_04_*etoll*	40	1	*Conveyor*	*First in first out*
Tempat antrian 3	Antrian_gardu_06	40	1	*Conveyor*	*First in first out*
Tempat antrian 4	Antrian_gardu_08	40	1	*Conveyor*	*First in first out*
Gardu 1	Gardu_02	1	1	*Entity Spot*	*Oldest*
Gardu 2	Gardu_04_*etoll*	1	1	*Entity Spot*	*Oldest*
Gardu 3	Gardu_06	1	1	*Entity Spot*	*Oldest*
Gardu 4	Gardu_08	1	1	*Entity Spot*	*Oldest*

(Sumber: Hasil pengolahan data)

5.3.1.2 Entitas

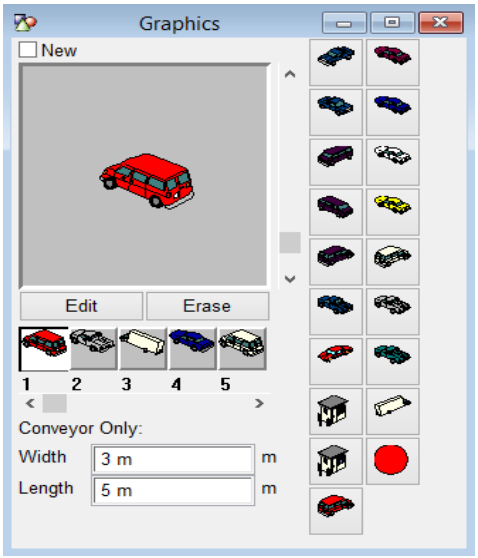
Entitas merupakan objek yang akan mengalami pergerakan selama proses simulasi. Pada simulasi gerbang tol Pasir koja ini yang menjadi entitas adalah mobil yang terbagi menjadi dua yaitu mobil kecil dan besar. Pada model simulasi Promodel, entitas mobil diwakili oleh suatu *entities* mobil dan diklasifikasikan berdasarkan attribut dengan perbandingan 75 : 25 untuk mobil kecil dan besar. Penetapan entitas dapat dilahat pada gambar 5.61.



Gambar 5.61 Model Entitas Simulasi Gerbang Tol Mohammad Toha

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Pada gambar 5.61 kolom name menunjukkan nama entitas yang dalam hal ini adalah mobil, kolom *speed* menunjukkan kecepatan entitas pada saat berpindah dari satu lokasi kelokasi lain dan kolom ststs merupakan ukuran statistik yang dihitung ProModel, dalam hal ini statistik akan dihitung se*car*a Time series.



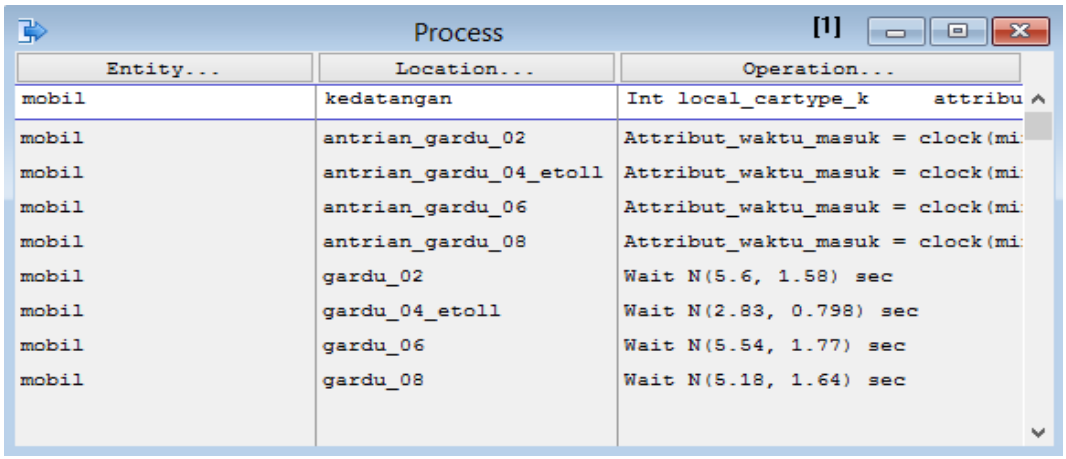
Gambar 5.62. *Entities Graphics* Simulasi Gerbang Tol Mohammad Toha

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Entitas *car* pada model memiliki delapan grapik atau *icon* yang menunjukkan jenis kendaraan pada simulasi. Setiap grapik tersebut memiliki ID yang digunakan untuk identifikasi ketika digunakan pada logika pemrosesan model. ID tersebut digunakan untuk membedakan jenis mobil. ID 3 menggambarkan jenis mobil besar sedangkan ID yang laiinya yaitu ID 1, 2, 4, 5, 6, 7 dan 8 menggambarkan jenis mobil kecil. Ukuran untuk jenis mobil besar adalah lebar (*width*) 3m dengan panjang (*length*) 10 meter. Untuk jenis mobil kecil ukurannya dianngap sama yaitu lebar (*width*) 3m dengan panjang (*length*) 5m. Untuk pembagian jenis kendaraan ini ditunjukkan pada gambar 5.62.

5.3.1.3 *Processing*

Processing menggambarkan alur pergerakan yang dialami oleh entitas dari awal simulasi hingga akhir simulasi. *Processing* dibuat berdasarkan data *Entity Flow Diagram* dan deskripsi proses. Pada promodel *process* dibagi menjadi dua bagian yaitu *process* dan *routing*. Elemen-elemen tersebut dipaparkan pada gambar 5.63.



Gambar 5.63 Model *Processing* Simulasi Gerbang Tol Mohammad Toha

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Setiap *process* yang terjadi pada simulasi memiliki *Routing* yang menunjukkan lokasi tujuan entitas setelah aktivitas dilakukan. Berikut dalah rincian *routing* untuk masing-masing *process* pada gambar 5.63.

1. Entitas mobil ada pada lokasi kedatangan.

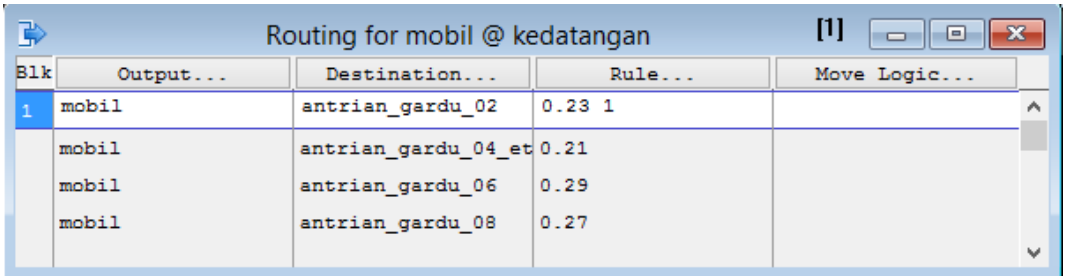
   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.28.

Tabel 5.28 Tabel *Process* dan *routing* proses ke-1 simulasi gerbang tol Mohammad Toha

Entitas	Mobil
Lokasi	Kedatangan
Operasi	Deskripsi: Lakukan pemilihan jalur berdasarkan probabilitas penggunaan masing-masing gardu. Probabilitas penggunaan Gardu adalah: Gardu_02 = 23% Gardu_04_*etoll* = 21% Gardu_06 = 29% Gardu_08 = 27%
Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	1) Antrian_gardu_02 2) Antrian_gardu_04_*etoll* 3) Antrian_gardu_06 4) Antrian_gardu_08
Aturan Perpindahan	1) Antrian_gardu_02 : probability 0.23 2) Antrian_gardu_04_*etoll* : probability 0.21 3) Antrian_gardu_06 : probability 0.29 4) Antrian_gardu_08 : probability 0.27

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.28 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.28 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.64.



Gambar 5.64. Model *Routing* Proses ke-1 Simulasi Gerbang Tol Mohammad Toha

(Sumber: Hasil pengolahan data)

2. Entitas mobil berada pada antrian_gardu_02

   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.29.

Tabel 5.29 Tabel *process* dan *routing* proses ke-2 simulasi gerbang tol Mohammad Toha

Entitas	Mobil
Lokasi	Antrian_gardu_02

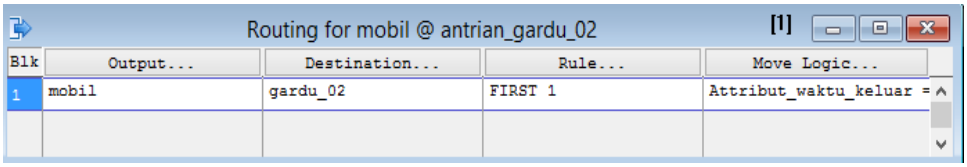
Operasi	Deskripsi:
	1) Catat waktu ketika entitas memasuki lokasi
	2) Tambah data jumlah entitas yang memasuki antrian gardu 02 sebanyak satu unit
	3) Hitung jumlah entitas di dalam lokasi
	
	Operation Logic:
	`Attribut_waktu_masuk = clock(min)`
	`Inc Var_mobil_yang_diproses_gardu_02, 1`
	`Var_jumlah_antrian_gardu_02 =`
	`contents(antrian_gardu_02)`

Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	Gardu_02
Aturan Perpindahan	Gardu_02 : First 1

Logika Perpindahan	Deskripsi:
	1) Catat waktu ketika entitas keluar dari lokasi
	2) Hitung lama entitas ketika berada di dalam lokasi antrian
	3) Hitung waktu mengantri rata-rata pada gardu 02
	
	Move Logic:
	`Attribut_waktu_keluar = clock(min)`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian =`
	`Attribut_waktu_keluar - Attribut_waktu_masuk`
	`inc Var_waktu_total_gardu_02,`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian`
	`Var_ratarata_waktu_gardu_02 =`
	`Var_waktu_total_gardu_02 /`
	`Var_mobil_yang_diproses_gardu_02`

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.29 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.29 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.65.



Gambar 5.65 Model *Routing* Proses Simulasi Gerbang Tol Mohammad Toha

(Sumber: Hasil pengolahan data)

3. Entitas mobil berada pada antrian_gardu_04_*etoll*

   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.30.

Tabel 5.30 Tabel proses dan *routing* proses ke-3 simulasi gerbang tol Mohammad Toha

Entitas	Mobil
Lokasi	Antria_gardu_04_*etoll*

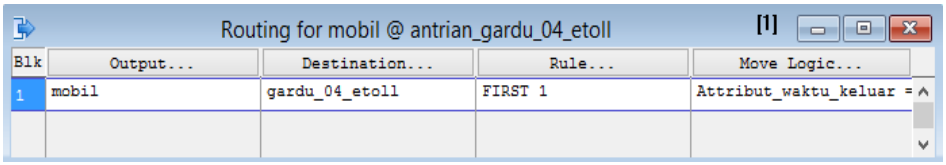
Operasi	Deskripsi:
	1) Catat waktu ketika entitas memasuki lokasi
	2) Tambah data jumlah entitas yang memasuki antrian gardu 04 *etoll* sebanyak satu unit
	3) Hitung jumlah entitas di dalam lokasi
	
	Operation Logic:
	`Attribut_waktu_masuk = clock(min)`
	`Inc Var_mobil_yang_diproses_gardu_04, 1`
	`Var_jumlah_antrian_gardu_04_etoll =`
	`contents(antrian_gardu_04_etoll)`

Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	Gardu_04_*etoll*
Aturan Perpindahan	Gardu_04_*etoll* : First 1

Logika Perpindahan	Deskripsi:
	1) Catat waktu ketika entitas keluar dari lokasi
	2) Hitung lama entitas ketika berada di dalam lokasi antrian
	3) Hitung waktu mengantri rata-rata pada gardu 04 *etoll*
	
	Move Logic:
	`Attribut_waktu_keluar = clock(min)`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian =`
	`Attribut_waktu_keluar - Attribut_waktu_masuk`
	`inc Var_waktu_total_gardu_04_etoll,`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian`
	`Var_ratarata_waktu_gardu_04_etoll =`
	`Var_waktu_total_gardu_04_etoll /`
	`Var_mobil_yang_diproses_gardu_04`

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.30 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.30 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.66.



Gambar 5.66 Model *Routing* Proses ke-3 Simulasi Gerbang Tol Mohammad Toha

(Sumber: Hasil pengolahan data)

4. Entitas mobil berada pada antrian_gardu_06

   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.31.

Tabel 5.31 Tabel proses dan *routing* proses ke-4 simulasi gerbang tol Mohammad Toha

Entitas	Mobil
Lokasi	Antria_gardu_06

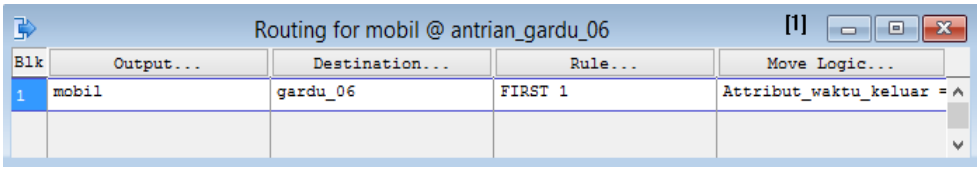
Operasi	Deskripsi:
	1) Catat waktu ketika entitas memasuki lokasi
	2) Tambah data jumlah entitas yang memasuki antrian_gardu_06 sebanyak satu unit
	3) Hitung jumlah entitas di dalam lokasi
	
	Operation Logic:
	`Attribut_waktu_masuk = clock(min)`
	`Inc Var_mobil_yang_diproses_gardu_06, 1`
	`Var_jumlah_antrian_gardu_06 =`
	`contents(antrian_gardu_06)`

Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	Gardu_06
Aturan Perpindahan	Gardu_06 : First 1

Logika Perpindahan	Deskripsi:
	1) Catat waktu ketika entitas keluar dari lokasi
	2) Hitung lama entitas ketika berada di dalam lokasi antrian
	3) Hitung waktu mengantri rata-rata pada gardu 06
	
	Move Logic:
	`Attribut_waktu_keluar = clock(min)`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian =`
	`Attribut_waktu_keluar - Attribut_waktu_masuk`
	`inc Var_waktu_total_gardu_06,`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian`
	`Var_ratarata_waktu_gardu_06 =`
	`Var_waktu_total_gardu_06 /`
	`Var_mobil_yang_diproses_gardu_06`

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.31 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.31 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.67.



Gambar 5.67 Model *Routing* Proses ke-4 Simulasi Gerbang Tol Mohammad Toha

(Sumber: Hasil pengolahan data)

5. Entitas mobil berada pada antrian_gardu_08

   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.32.

Tabel 5.32 Tabel proses dan *routing* proses ke-5 simulasi gerbang tol Mohammad Toha

Entitas	Mobil
Lokasi	Antria_gardu_08

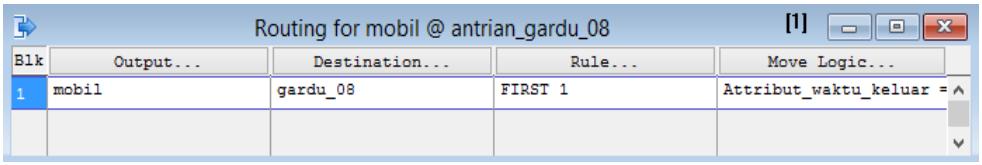
Operasi	Deskripsi:
	1) Catat waktu ketika entitas memasuki lokasi
	2) Tambah data jumlah entitas yang memasuki antrian_gardu_08 sebanyak satu unit
	3) Hitung jumlah entitas di dalam lokasi
	
	Operation Logic:
	`Attribut_waktu_masuk = clock(min)`
	`Inc Var_mobil_yang_diproses_gardu_08, 1`
	`Var_jumlah_antrian_gardu_08 =`
	`contents(antrian_gardu_08)`

Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	Gardu_08
Aturan Perpindahan	Gardu_08 : First 1

Logika Perpindahan	Deskripsi:
	1) Catat waktu ketika entitas keluar dari lokasi
	2) Hitung lama entitas ketika berada di dalam lokasi antrian
	3) Hitung waktu mengantri rata-rata pada gardu 08
	
	Move Logic:
	`Attribut_waktu_keluar = clock(min)`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian =`
	`Attribut_waktu_keluar - Attribut_waktu_masuk`
	`inc Var_waktu_total_gardu_08,`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian`
	`Var_ratarata_waktu_gardu_08 =`
	`Var_waktu_total_gardu_08 /`
	`Var_mobil_yang_diproses_gardu_08`

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.32 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.32 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.68.



Gambar 5.68 Model *Routing* Proses ke-5 Simulasi Gerbang Tol Mohammad Toha

(Sumber: Hasil pengolahan data)

6. Entitas mobil berada pada gardu_02

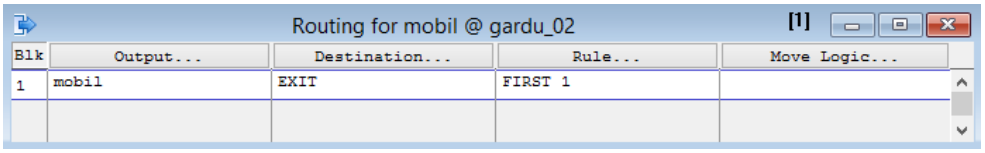
   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.33.

Tabel 5.33 Tabel proses dan *routing* proses ke-6 simulasi gerbang tol Mohammad Toha

Entitas	Mobil
Lokasi	Gardu_02
Operasi	Deskripsi: Mobil melakukan aktivitas pembayaran tol *Operation Logic*: Wait N(5.6, 1.58) sec
Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	EXIT
Aturan Perpindahan	EXIT : First 1
Logika Perpindahan	-

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.33 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.33 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.69.



Gambar 5.69 Model *Routing* Proses ke-6 Simulasi Gerbang Tol Mohammad Toha

(Sumber: Hasil pengolahan data)

7. Entitas mobil berada pada gardu_04_*etoll*

   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.34.

Tabel 5.34 Tabel Proses dan *Routing* Proses ke-7 simulasi gerbang tol Mohammad Toha

Entitas	Mobil
Lokasi	Gardu_04_*etoll*
Operasi	Deskripsi: Mobil melakukan aktivitas pembayaran tol *Operation Logic*: Wait N(2.83, 0.798) sec
Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	EXIT
Aturan Perpindahan	EXIT : First 1
Logika Perpindahan	-

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.34 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.34 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.70.



Gambar 5.70 Model *Routing* Proses ke-7 Simulasi Gerbang Tol Mohammad Toha

(Sumber: Hasil pengolahan data)

8. Entitas mobil berada pada gardu_06

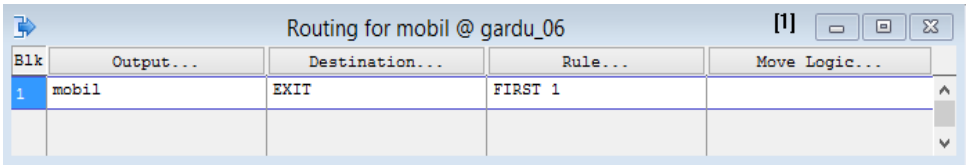
   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.35.

Tabel 5.35 Tabel proses dan *routing* proses ke-8 simulasi gerbang tol Mohammad Toha

Entitas	Mobil
Lokasi	Gardu_06
Operasi	Deskripsi: Mobil melakukan aktivitas pembayaran tol *Operation Logic*: Wait N(5.54, 1.77) sec
Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	EXIT
Aturan Perpindahan	EXIT : First 1
Logika Perpindahan	-

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.35 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.35 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.71.



Gambar 5.71 Model *Routing* Proses ke-8 Simulasi Gerbang Tol Mohammad Toha

(Sumber: Hasil pengolahan data)

9. Entitas mobil berada pada gardu_08

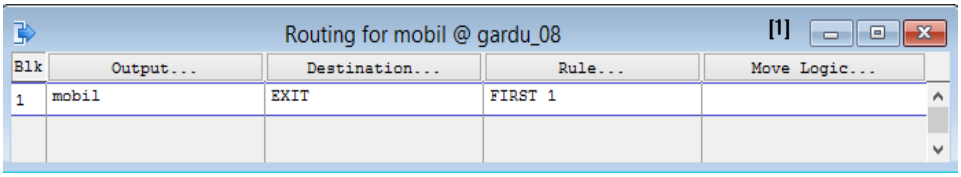
   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.36.

Tabel 5.36 Tabel proses dan *routing* proses ke-9 simulasi gerbang tol Mohammad Toha

Entitas	Mobil
Lokasi	Gardu_08
Operasi	Deskripsi: Mobil melakukan aktivitas pembayaran tol *Operation Logic*: Wait N(5.18, 1.64) sec
Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	EXIT
Aturan Perpindahan	EXIT : First 1
Logika Perpindahan	-

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.36 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.36 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.72.

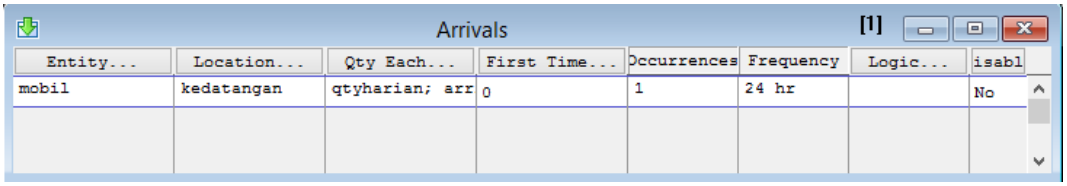


Gambar 5.72 Model *Routing* Proses ke-9 Simulasi Gerbang Tol Mohammad Toha

(Sumber: Hasil pengolahan data)

5.3.1.4 *Macros*

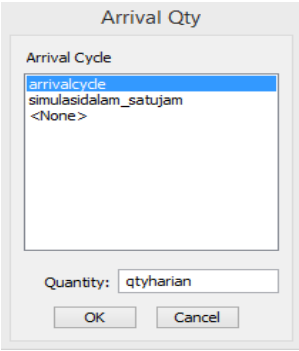
Macros menunjukkan kedatangan entitas kedalam sistem. Data yang digunakan untuk *Macros* adalah data distribusi kedatangan yang diperoleh dari hasil Stat::Fit lalulintas perjam bulan Februari dan Maret 2016. Selain distribusi kedatangan data *input* lainnya yang digunakan adalah data siklus kedatangan (*Arrival Cycle*) yang diperoleh dari rata-rata persentase lalulintas perjam Februari dan Maret 2016. Proses *input* data terhadap *Macros* di Promodel ditunjukkan pada gambar 5.73.



Gambar 5.73 Model *Macros* Simulasi Gerbang Tol Mohammad Toha

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Pada gambar 5.73 mengandung tentang imformasi-imformasi mengenai *Macros*. Pada kolom *entity* menunjukkan entitas yang datang pada sistem dalam konteks ini adalah mobil. Kolom selanjutnya adalah kolom location yang menunjukkan lokasi pertama entitas datang yang dalam konteks ini adalah kedatangan. Pada kolom selanjutnya ditunjukkan jumlah entitas yang datang. Pengaturan lanjut terhadap jumlah *Macros* dapat dilihat pada gambar 5.74, pada gambar tersebut terlihat jendela *arrival* qty menunjukkan suklus kedatangan yang digunakan yaitu *Arrival Cycle* dengan kuantitas *qtyharian*.



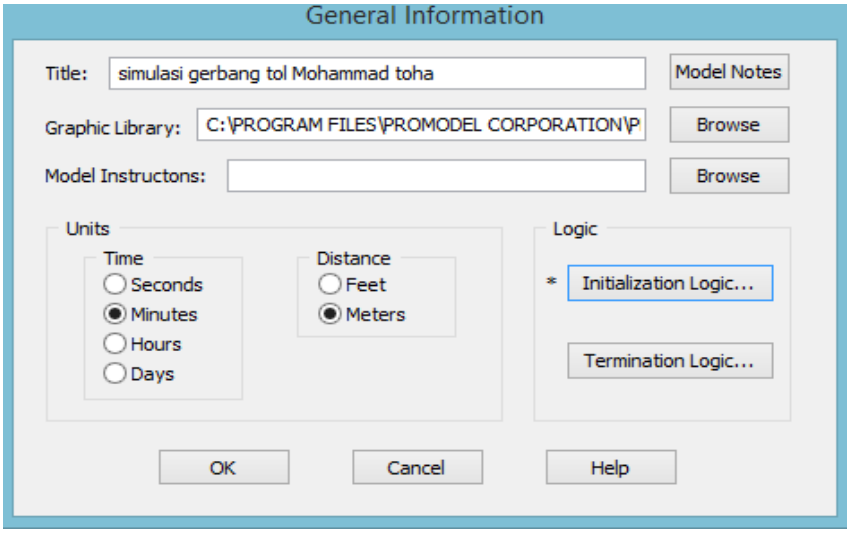
Gambar 5.74 Jendela *Macros Qty* Simulasi Gerbang Tol Mohammad Toha

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Kolom kelima menunjukkan berapa kali kedatangan entitas dilakukan, dalam komteks ini kedatangan diatur selama satu kali dengan frekuensi 24 jam yang ditunjukkan oleh kolom selanjutnya.

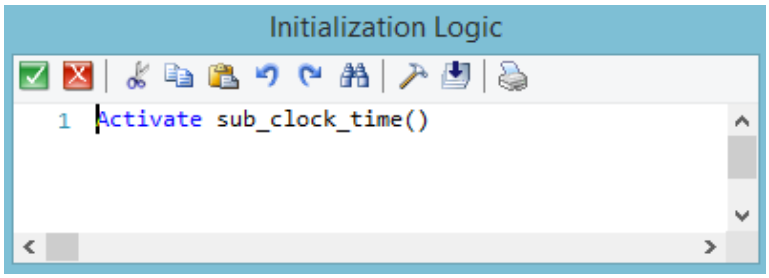
5.3.1.5 *General Imformation*

General information menunjukan informasi umum seputar model simulasi. *General information* untuk model simulasi yang dibuat ditunjukan pada gambar 5.75. Sedangkan untuk *initialization logic* model simulasi ditunjukan pada gambar 5.76.



Gambar 5.75. Model *General Information* Simulasi Gerbang Tol Mohammad Toha

(Sumber: Hasil pengolahan data)

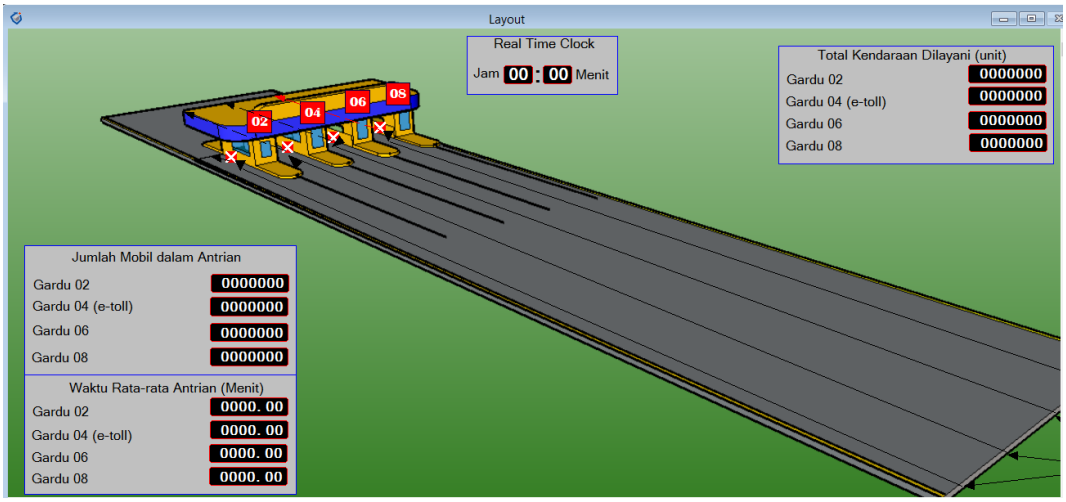


Gambar 5.75. Model *Initialization Logic* Simulasi Gerbang Tol Mohammad Toha

(Sumber: Hasil pengolahan data)

5.3.1.6 *Background Graphic*

Background Graphic yang digunakan pada model simulasi yang dibuat ditunjukan pada gambar 5.76.



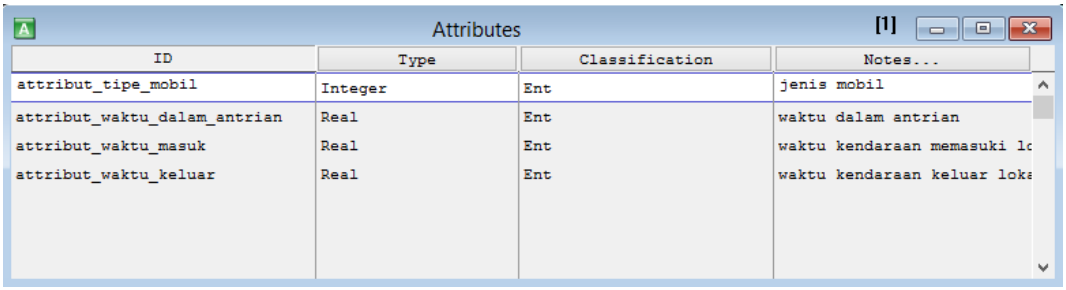
Gambar 5.76. Model *Background Graphic* Simulasi Gerbang Tol Mohammad Toha

(Sumber: Hasil pengolahan data)

5.3.2 Elemen-elemen Lanjutan

5.3.2.1 *Attributes*

Attributes digunakan untuk mengetahui waktu enitas memasuki sistem, waktu entitas keluar dari sistem, kalsifikasi tipe entitas, dan waktu ketika entitas berada dalam antrian. Pengaturan *Attributes* pada ProModel dapat dilihat pada gambar 5.77.



Gambar 5.77. Model *Attibutes* Simulasi Gerbang Tol Mohammad Toha

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Penjelasan dari setiap atribut yang ada pada gambar 5.20 dapat dilihat pada tabel 5.25.

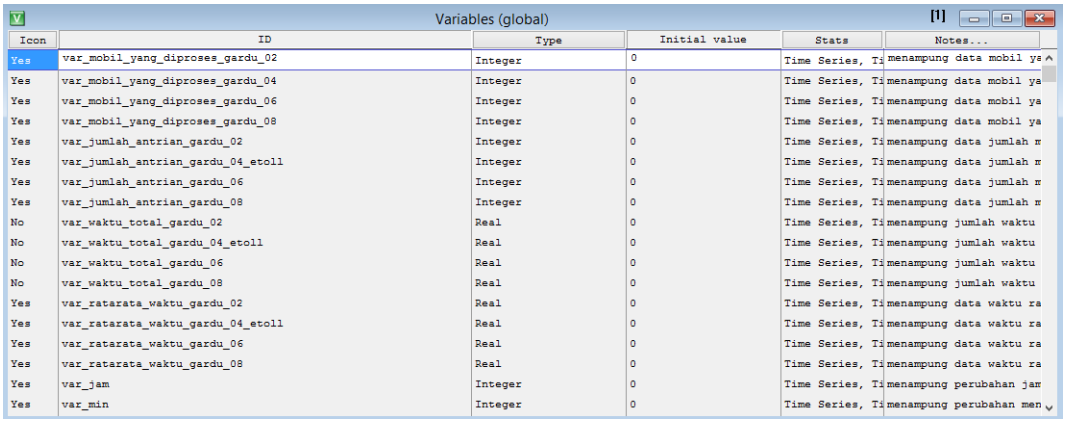
Tabel 5.37 Penjelasan *Attributes* simulasi gerbang tol Mohammad Toha

ID	Fungsi
Attribut_tipe_mobil	Digunakan sebagai pengkalsifikasian mobil atau jenis mobil
Attibutt_waktu_dalam_antrian	Digunakan untuk menunjukkan waktu entitas ketika dalam antrian
Attribut_waktu_masuk	Digunakan untuk menunjukkan waktu masuk entitas kedalam antrian
Attribut_waktu_keluar	Digunakan untuk menunjukkan waktu keluar entitas dari antrian

(Sumber: Hasil pengolahan data)

5.3.2.2 *Variables* (Global)

Variables (Global) merupakan tempat untuk menampung perubahan data numeris yang terjadi di dalam simulasi. *Variables* (Global) digumnakan ketika model simulasi membutuhkan penyimpanan data kuantitatif yang sifatnya dinamis. *Variables* (Global)yang digunakan pada simulasi kali ini dapat dilihat pada gambar 5.78.



Gambar 5.78. Model *Variables (Global)* Simulasi Gerbang Tol Mohammad Toha

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Penjelasan dari setiap *Variables* (Global) yang ada pada gambar 5.78 dapat dilihat pada tabel 5.38.

Tabel 5.38 Penjelasan *Variables (global)* simulasi gerbang tol Mohammad Toha

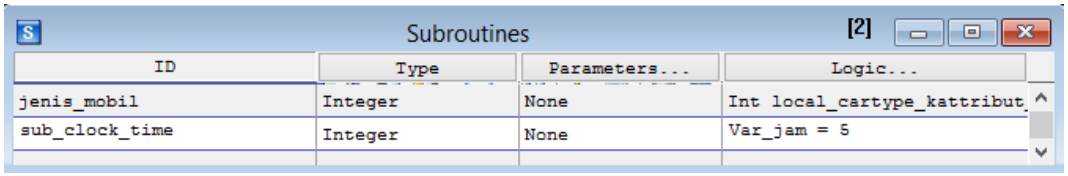
ID	Fungsi
var_mobil_yang_diproses_gardu_02	Menampung data mobil yang telah selesai diproses pada gardu 02
var_mobil_yang_diproses_gardu_04	Menampung data mobil yang telah selesai diproses pada gardu 04
var_mobil_yang_diproses_gardu_06	Menampung data mobil yang telah selesai diproses pada gardu 06
var_mobil_yang_diproses_gardu_08	Menampung data mobil yang telah selesai diproses pada gardu 08
var_jumlah_antrian_gardu_02	Menampung data jumlah mobil pada antrian gardu 02
var_jumlah_antrian_gardu_04_*etoll*	Menampung data jumlah mobil pada antrian gardu 04_*etoll*

Tabel 5.38 Penjelasan *Variables (global)* simulasi gerbang tol Mohammad Toha (lanjutan)

ID	Fungsi
var_jumlah_antrian_gardu_06	Menampung data jumlah mobil pada antrian gardu 06
var_jumlah_antrian_gardu_08	Menampung data jumlah mobil pada antrian gardu 08
var_waktu_total_gardu_02	Menampung jumlah waktu total seluruh mobil ketika berada dalam antrian
var_waktu_total_gardu_04_*etoll*	Menampung jumlah waktu total seluruh mobil ketika berada dalam antrian
var_waktu_total_gardu_06	Menampung jumlah waktu total seluruh mobil ketika berada dalam antrian
var_waktu_total_gardu_08	Menampung jumlah waktu total seluruh mobil ketika berada dalam antrian
var_ratarata_waktu_gardu_02	Menampung data waktu rata-rata mobil berada di dalam antrian gardu 02
var_ratarata_waktu_gardu_04_*etoll*	Menampung data waktu rata-rata mobil berada di dalam antrian gardu 04_*etoll*
var_ratarata_waktu_gardu_06	Menampung data waktu rata-rata mobil berada di dalam antrian gardu 06
var_ratarata_waktu_gardu_08	Menampung data waktu rata-rata mobil berada di dalam antrian gardu 08
var_jam	Menampung perubahan jam ketika simulasi
var_menit	Menampung perubahan menit ketika simulasi

5.3.2.3 *Subroutines*

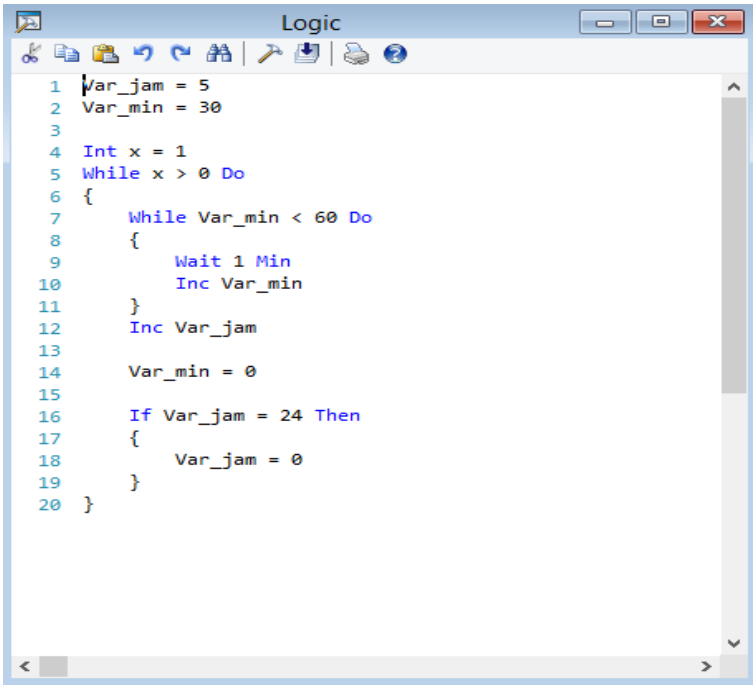
Subroutines merupakan logika-logika yang dibuat yang kemudian dipanggil ketika proses simulasi model. Subroutine dibuat dari algoritma-algoritma dari proses logis pada simulasi. Adapun *Subroutines* yang digunakan pada simulasi kali ini dapat dilihat pada gambar 5.79.



Gambar 5.79. Model *Subroutines* Simulasi Gerbang Tol Mohammad Toha

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Untuk penjelasan algoritma dari sub_clock_time dapat dilihat pada gambar 5.80.

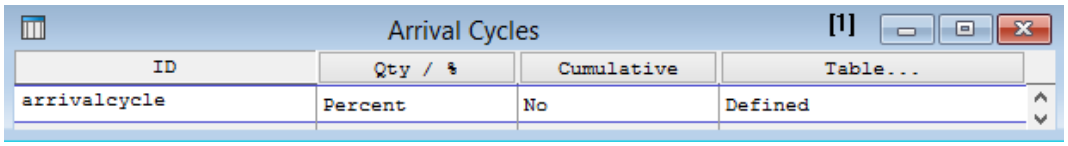


Gambar 5.80. *Logic Field Subroutine* Sub_clock_time Simulasi Gerbang Tol Mohammad Toha

(Sumber: Hasil pengolahan data)

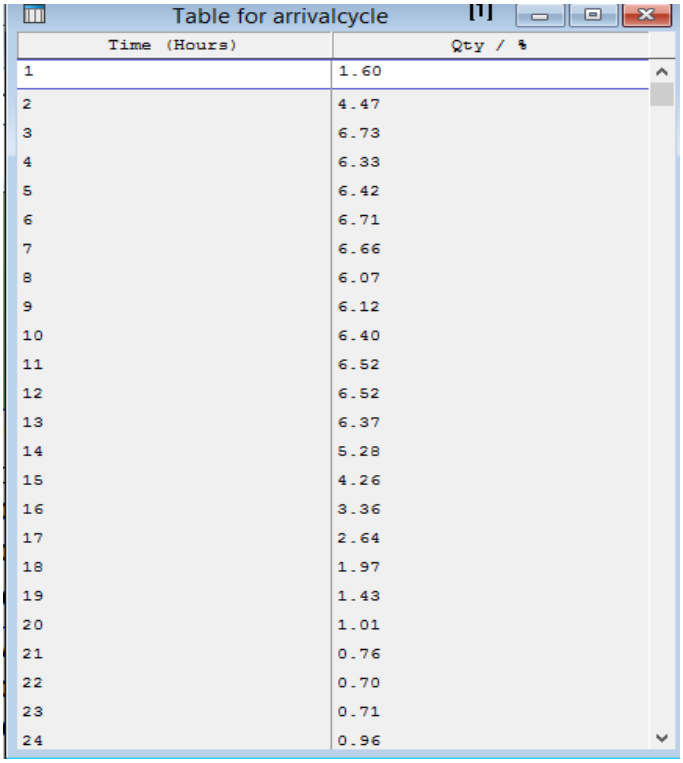
5.3.2.4 *Arrival Cycle*

Arrival Cycle merupakan siklus kedatangan entitas pada model simulasi. Data *Arrival Cycle* didapatkan dari hasil analisis data yaitu persentase kedatangan laulintas perjam bulan Februari dan Maret 2016. Data tersebut di*input* pada *Arrival Cycle* yang ditunjukkan pada gambar 5.81 dan pengisian tabel pada gambar 5.82. jumlah dari *Arrival Cycle* harus 100%.



Gambar 5.81. *Arrival Cycles Editor* Model Simulasi Gerbang Tol Mohammad Toha

(Sumber: Hasil pengolahan data)



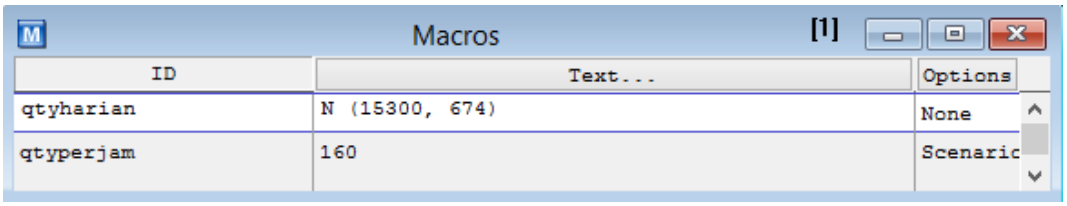
Time (Hours)	Qty / %
1	1.60
2	4.47
3	6.73
4	6.33
5	6.42
6	6.71
7	6.66
8	6.07
9	6.12
10	6.40
11	6.52
12	6.52
13	6.37
14	5.28
15	4.26
16	3.36
17	2.64
18	1.97
19	1.43
20	1.01
21	0.76
22	0.70
23	0.71
24	0.96

Gambar 5.82. *Table of Arrival Cycles* Simulasi Gerbang Tol Mohammad Toha

(Sumber: Hasil pengolahan data)

5.3.2.5 *Macros*

Macros merupakan elemen yang digumnakan untuk menggantikan suatu nilai, persamaan, fungsi dan teks. Selain itu *Macros* berfungsi juga sebagai parameter model yang dapat digunakan dalam percobaan skenario. Adapun *Macros* yang digunakan pada simulasi kali ini dapat dilihat pada gambar 5.83.



ID	Text...	Options
qtyharian	N (15300, 674)	None
qtyperjam	160	Scenaric

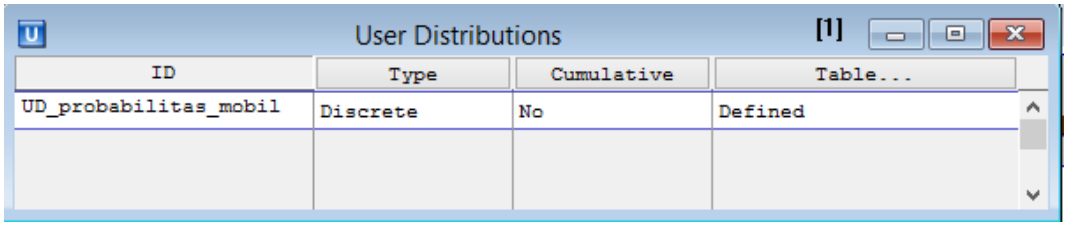
Gambar 5.83. *Macros Model* Simulasi Gerbang Tol Mohammad Toha

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Macros qtyharian digunakan sebagai pengganti nilai distribusi dari kedatangan yang diisi berdasarkan ditribusi kedatangan yang telah diolah dibab sebelumnya. Sedangkan *qtyperjam* adalah rata-rata atau kedatangan enitas perjam.

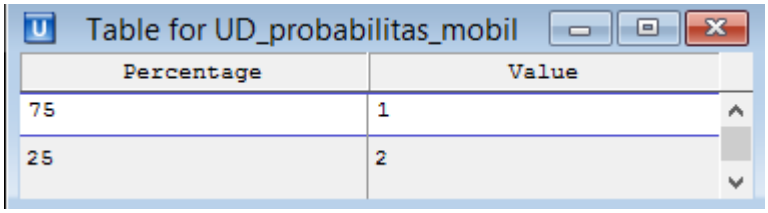
5.3.2.6 *User distribution*

User distribution menunjukkan distribusi probabilitas yang dibuat oleh pemodel. *User distribution* yang dibuat dalam model simulasi adalah perbandingan golongan kendaraa. Pengaturan *User distribution* ditunjukkan oleh gambar 5.84, sedangkan pengisian tabel distribusi ditunjukkan oleh gambar 5.85.



Gambar 5.84. *User distribution Model* Simulasi Gerbang Tol Mohammad Toha

(Sumber: Hasil pengolahan data)

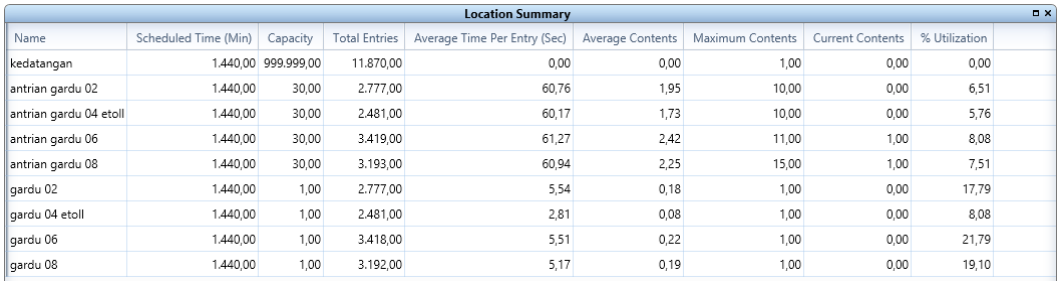


Gambar 5.85. *Table of User distribution* Probabilitas Mobil Simulasi Gerbang Tol Mohammad Toha

(Sumber: Hasil pengolahan data)

5.3.3 Uji Coba Model

Setelah model dibuat langkah selanjutnya adalah menguji coba model untuk mendapatkan nilai statistik awal untuk keperluan eksperimen. Untuk uji coba, model dijalankan selama 24 jam dengan 1 replikasi. Data hasil percobaan ditunjukan pada gambar 5.86 dan 5.87.

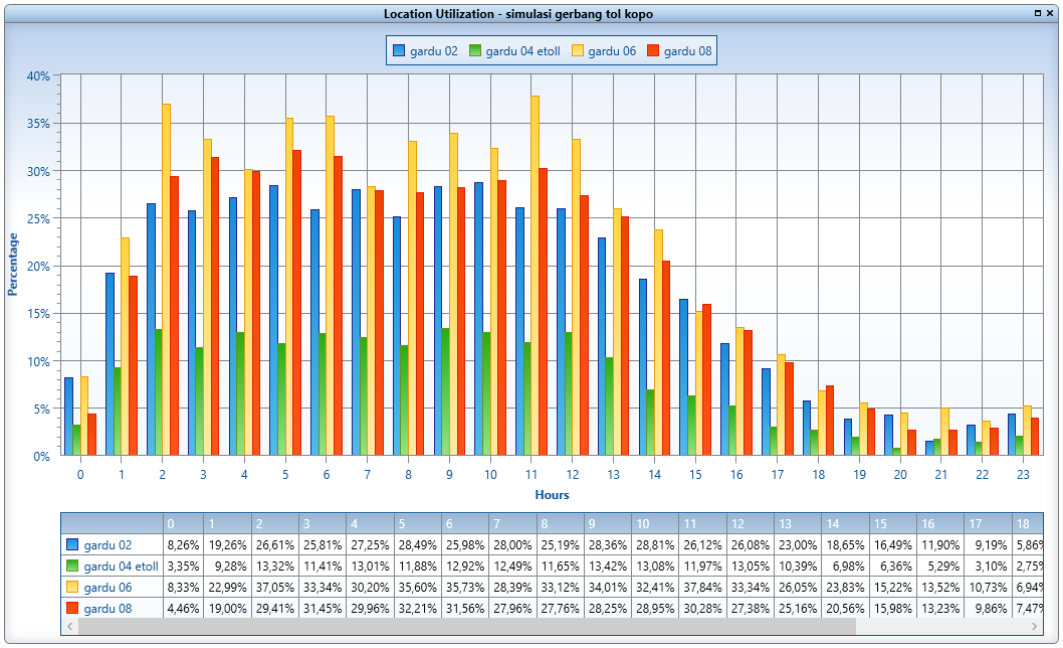


Location Summary

Name	Scheduled Time (Min)	Capacity	Total Entries	Average Time Per Entry (Sec)	Average Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
kedatangan	1.440,00	999.999,00	11.870,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
antrian gardu 02	1.440,00	30,00	2.777,00	60,76	1,95	10,00	0,00	6,51
antrian gardu 04 etoll	1.440,00	30,00	2.481,00	60,17	1,73	10,00	0,00	5,76
antrian gardu 06	1.440,00	30,00	3.419,00	61,27	2,42	11,00	1,00	8,08
antrian gardu 08	1.440,00	30,00	3.193,00	60,94	2,25	15,00	1,00	7,51
gardu 02	1.440,00	1,00	2.777,00	5,54	0,18	1,00	0,00	17,79
gardu 04 etoll	1.440,00	1,00	2.481,00	2,81	0,08	1,00	0,00	8,08
gardu 06	1.440,00	1,00	3.418,00	5,51	0,22	1,00	0,00	21,79
gardu 08	1.440,00	1,00	3.192,00	5,17	0,19	1,00	0,00	19,10

Gambar 5.86. Hasil Uji Coba Model Simulasi Gerbang Tol Mohammad Toha

(Sumber: Hasil pengolahan data)



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
gardu 02	8,26%	19,26%	26,61%	25,81%	27,25%	28,49%	25,98%	28,00%	25,19%	28,36%	28,81%	26,12%	26,08%	23,00%	18,65%	16,49%	11,90%	9,19%	5,86%
gardu 04 etoll	3,35%	9,28%	13,32%	11,41%	13,01%	11,88%	12,92%	12,49%	11,65%	13,42%	13,08%	11,97%	13,05%	10,39%	6,98%	6,36%	5,29%	3,10%	2,75%
gardu 06	8,33%	22,99%	37,05%	33,34%	30,20%	35,60%	35,73%	28,39%	33,12%	34,01%	32,41%	37,84%	33,34%	26,05%	23,83%	15,22%	13,52%	10,73%	6,94%
gardu 08	4,46%	19,00%	29,41%	31,45%	29,96%	32,21%	31,56%	27,96%	27,76%	28,25%	28,95%	30,28%	27,38%	25,16%	20,56%	15,98%	13,23%	9,86%	7,47%

Gambar 5.87. Hasil Uji Coba Model Simulasi Gerbang Tol Mohammad Toha

(Sumber: Hasil pengolahan data)

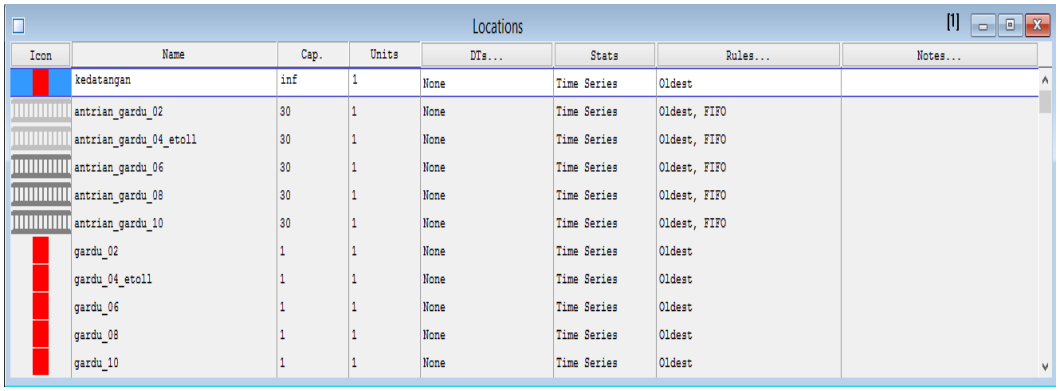
Gambar 5.87 merupakan utilitas dari gardu pada gerbang keluar tol Pasi Koja dimana warna biru menunjukkan utilitas gardu 02, warna hijau menunjukkan utilitas gardu 04 *etoll*, warna kuning menunjukkan utilitas gardu 06 dan warna merah menunjukkan utilitas gardu 08.

5.4 Perancangan Model Gerbang Buah Batu

5.4.1 Elemen-elemen Dasar

5.4.1.1 Lokasi

Dalam merancang suatu model simulasi langkah pertama yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi lokasi-lokasi terhadap objek yang akan dimodelkan. Pada model simulasi gerbang tol Pasir koja lokasi terbagi menjadi beberapa lokasi diantaranya; Kedatangan, antrian gardu_02, antrian gardu_04_*etoll*, antrian gardu_06, antrian gardu_08, antrian gardu_10, gardu_02, gardu_04_*etoll*, gardu_06, gardu_08 dan gardu_10. Lokasi-lokasi tersebut kemudian di*input* kedalam ProModel seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.88.



Gambar 5.88 Model Lokasi Simulasi Gerbang Tol Buah Batu

(Sumber:Hasil pengolahan data)

Pada gambar 5.88 diatas lokasi awal simulasi adalah di kedatangan dengan kapasitas tidak terbatas dan aturan *Oldest*. Lokasi selanjutnya adalah antrian gardu yang terbagi menjadi lima lokasi yaitu antrian garu 02, gardu 04 (*etoll*), gardu 06, gardu 08 dan gardu 10 dengan aturan *Oldest* dan FIFO. Kemudian lokasi yang terakhir adalah gardu yang juga terbagi menjadi lima yaitu; gardu 02, gardu 04 (*etoll*), gardu 06, gardu 08 dan gardu 10 dengan aturan *Oldest*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.39.

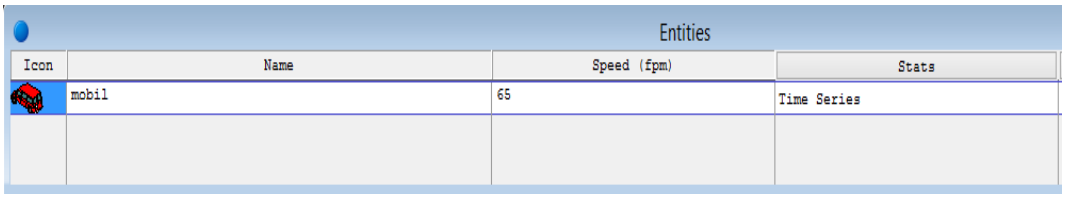
Tabel 5.39 Penjelasan data-data lokasi simulasi gerbang tol Buah Batu

Data lokasi	Nama elemen	Kapasitas	Jumlah unit	Jenis lokasi	Aturan *routing*
Tempat kedatangan	Kedatangan	*Infinite*	1	*Entity Spot*	*Oldest*
Tempat antrian 1	Antrian_gardu_02	30	1	*Conveyor*	*First in first out*
Tempat antrian 2	Antrian_gardu_04_*etoll*	40	1	*Conveyor*	*First in first out*
Tempat antrian 3	Antrian_gardu_06	40	1	*Conveyor*	*First in first out*
Tempat antrian 4	Antrian_gardu_08	40	1	*Conveyor*	*First in first out*
Tempat antrian 5	Antrian_gardu_10	40	1	*Conveyor*	*First in first out*
Gardu 1	Gardu_02	1	1	*Entity Spot*	*Oldest*
Gardu 2	Gardu_04_*etoll*	1	1	*Entity Spot*	*Oldest*
Gardu 3	Gardu_06	1	1	*Entity Spot*	*Oldest*
Gardu 4	Gardu_08	1	1	*Entity Spot*	*Oldest*
Gardu 5	Gardu_10	1	1	*Entity Spot*	*Oldest*

(Sumber: Hasil pengolahan data)

5.4.1.2 Entitas

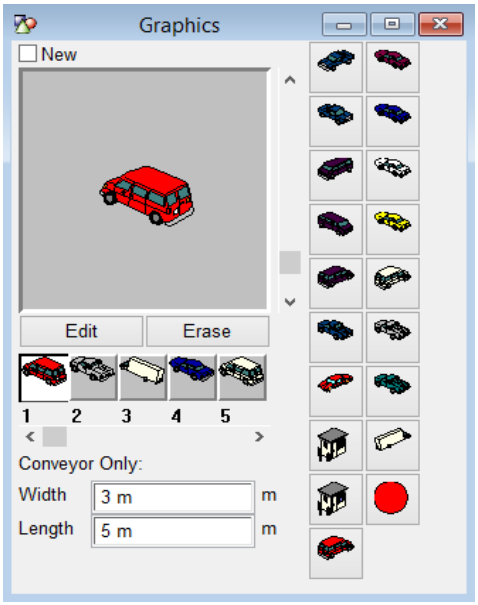
Entitas merupakan objek yang akan mengalami pergerakan selama proses simulasi. Pada simulasi gerbang tol Pasir koja ini yang menjadi entitas adalah mobil yang terbagi menjadi dua yaitu mobil kecil dan besar. Pada model simulasi Promodel, entitas mobil diwakili oleh suatu entities mobil dan diklasifikasikan berdasarkan attribut dengan perbandingan 75 : 25 untuk mobil kecil dan besar. Penetapan entitas dapat dilahat pada gambar 5.9.



Gambar 5.89 Model Entitas Simulasi Gerbang Tol Buah Batu

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Pada gambar 5.89 kolom name menunjukkan nama entitas yang dalam hal ini adalah mobil, kolom *speed* menunjukkan kecepatan entitas pada saat berpindah dari satu lokasi kelokasi lain dan kolom ststs merupakan ukuran statistik yang dihitung ProModel, dalam hal ini statistik akan dihitung se*car*a Time series.



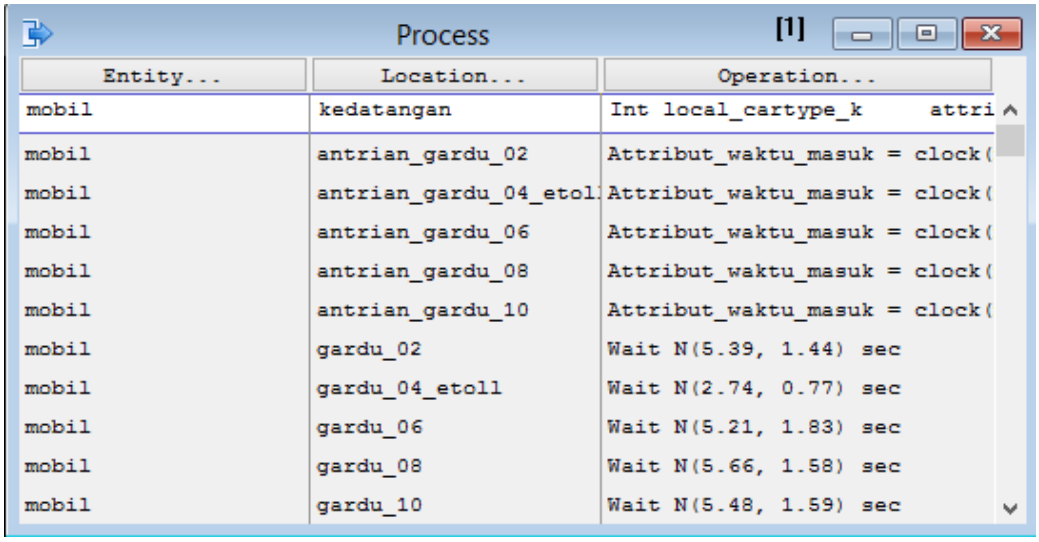
Gambar 5.90. *Entities Graphics* Simulasi Gerbang Tol Buah Batu

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Entitas *car* pada model memiliki delapan grapik atau *icon* yang menunjukkan jenis kendaraan pada simulasi. Setiap grapik tersebut memiliki ID yang digunakan untuk identifikasi ketika digunakan pada logika pemrosesan model. ID tersebut digunakan untuk membedakan jenis mobil. ID 3 menggambarkan jenis mobil besar sedangkan ID yang laiinya yaitu ID 1, 2, 4, 5, 6, 7 dan 8 menggambarkan jenis mobil kecil. Ukuran untuk jenis mobil besar adalah lebar (*width*) 3m dengan panjang (*length*) 10 meter. Untuk jenis mobil kecil ukurannya dianngap sama yaitu lebar (*width*) 3m dengan panjang (*length*) 5m. Untuk pembagian jenis kendaraan ini ditunjukkan pada gambar 5.90.

5.4.1.3 *Processing*

Processing menggambarkan alur pergerakan yang dialami oleh entitas dari awal simulasi hingga akhir simulasi. *Processing* dibuat berdasarkan data *Entity* Flow Diagram dan deskripsi proses. Pada promodel *process* dibagi menjadi dua bagian yaitu *process* dan *routing*. Elemen-elemen tersebut dipaparkan pada gambar 5.91.



Gambar 5.91 Model *Processing* Simulasi Gerbang Tol Buah Batu

(Sumber: Hasil prngolahan data)

Setiap *process* yang terjadi pada simulasi memiliki *Routing* yang menunjukkan lokasi tujuan entitas setelah aktivitas dilakukan. Berikut dalah rincian *routing* untuk masing-masing *process* pada gambar 5.91.

1. Entitas mobil ada pada lokasi kedatangan.

   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.40.

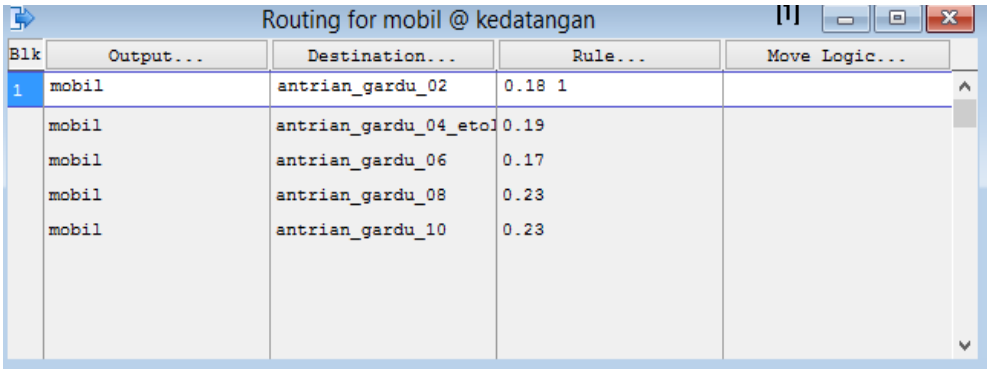
Tabel 5.40 Tabel *Process* dan *Routing* Proses ke-1 simulasi gerbang tol Buah Batu

Entitas	Mobil
Lokasi	Kedatangan
Operasi	Deskripsi: Lakukan pemilihan jalur berdasarkan probabilitas penggunaan masing-masing gardu. Probabilitas penggunaan Gardu adalah: Gardu_02 = 18% Gardu_04_*etoll* = 19% Gardu_06 = 17% Gardu_08 = 23% Gardu_10 = 23%
Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	1) Antrian_gardu_02 2) Antrian_gardu_04_*etoll* 3) Antrian_gardu_06 4) Antrian_gardu_08 5) Antrian_gardu_10

Tabel 5.40 Tabel *Process* dan *Routing* Proses ke-1 simulasi gerbang tol Buah Batu (Lanjutan)

Aturan Perpindahan	1) Antrian_gardu_02 : probability 0.18 2) Antrian_gardu_04_*etoll* : probability 0.19 3) Antrian_gardu_06 : probability 0.17 4) Antrian_gardu_08 : probability 0.23 5) Antrian_gardu_10 : probability 0.23

(Sumber: Hasil pengolahan data)



Gambar 5.92. Model *Routing* Proses ke-1 Simulasi Gerbang Tol Buah Batu

(Sumber: Hasil pengolahan data)

2. Entitas mobil berada pada antrian_gardu_02

   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.41.

Tabel 5.41 Tabel *Process* dan *Routing* Proses ke-2 Simulasi Gerbang Tol Buah Batu

Entitas	Mobil
Lokasi	Antria_gardu_02

Operasi	Deskripsi:
	4) Catat waktu ketika entitas memasuki lokasi
	5) Tambah data jumlah entitas yang memasuki antrian gardu 02 sebanyak satu unit
	6) Hitung jumlah entitas di dalam lokasi
	
	Operation Logic:
	`Attribut_waktu_masuk = clock(min)`
	`Inc Var_mobil_yang_diproses_gardu_02, 1`
	`Var_jumlah_antrian_gardu_02 = contents(antrian_gardu_02)`

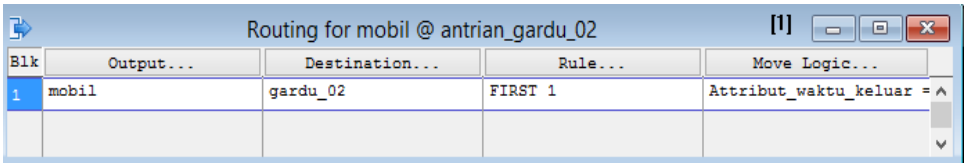
Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	Gardu_02
Aturan Perpindahan	Gardu_02 : First 1

Tabel 5.41 Tabel *Process* dan *Routing* Proses ke-2 Simulasi Gerbang Tol Buah Batu (lanjutan)

Logika Perpindahan	Deskripsi:
	4) Catat waktu ketika entitas keluar dari lokasi
	5) Hitung lama entitas ketika berada di dalam lokasi antrian
	6) Hitung waktu mengantri rata-rata pada gardu 02
	
	Move Logic:
	`Attribut_waktu_keluar = clock(min)`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian =`
	`Attribut_waktu_keluar - Attribut_waktu_masuk`
	`inc Var_waktu_total_gardu_02,`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian`
	`Var_ratarata_waktu_gardu_02 =`
	`Var_waktu_total_gardu_02 /`
	`Var_mobil_yang_diproses_gardu_02`

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.42 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.42 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.93.



Gambar 5.93 Model *Routing* Proses ke-2 Simulasi Gerbang Tol Buah Batu

(Sumber: Hasil pengolahan data)

3. Entitas mobil berada pada antrian_gardu_04_*etoll*

   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.44.

Tabel 5.44 Tabel Proses dan *Routing* Proses ke-3 simulasi gerbang tol Buah Batu

Entitas	Mobil
Lokasi	Antria_gardu_04_*etoll*

Operasi	Deskripsi:
	4) Catat waktu ketika entitas memasuki lokasi
	5) Tambah data jumlah entitas yang memasuki antrian gardu 04 *etoll* sebanyak satu unit
	6) Hitung jumlah entitas di dalam lokasi
	
	Operation Logic:
	`Attribut_waktu_masuk = clock(min)`
	`Inc Var_mobil_yang_diproses_gardu_04, 1`
	`Var_jumlah_antrian_gardu_04_etoll =`
	`contents(antrian_gardu_04_etoll)`

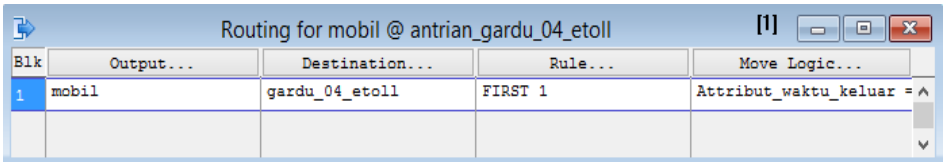
Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	Gardu_04_*etoll*
Aturan Perpindahan	Gardu_04_*etoll* : First 1

Tabel 5.44 Tabel Proses dan *Routing* Proses ke-3 simulasi gerbang tol Buah Batu (lanjutan)

Logika Perpindahan	Deskripsi:
	4) Catat waktu ketika entitas keluar dari lokasi
	5) Hitung lama entitas ketika berada di dalam lokasi antrian
	6) Hitung waktu mengantri rata-rata pada gardu 04 *etoll*
	
	Move Logic:
	`Attribut_waktu_keluar = clock(min)`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian =`
	`Attribut_waktu_keluar - Attribut_waktu_masuk`
	`inc Var_waktu_total_gardu_04_etoll,`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian`
	`Var_ratarata_waktu_gardu_04_etoll =`
	`Var_waktu_total_gardu_04_etoll /`
	`Var_mobil_yang_diproses_gardu_04`

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.44 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.44 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.94.



Gambar 5.94 Model *Routing* Proses ke-3

(Sumber: Hasil pengolahan data)

4. Entitas mobil berada pada antrian_gardu_06

   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.45.

Tabel 5.45 Tabel Proses dan *Routing* Proses ke-4 Simulasi Gerbang Buah Batu

Entitas	Mobil
Lokasi	Antria_gardu_06

Operasi	Deskripsi:
	4) Catat waktu ketika entitas memasuki lokasi
	5) Tambah data jumlah entitas yang memasuki antrian_gardu_06 sebanyak satu unit
	6) Hitung jumlah entitas di dalam lokasi
	
	Operation Logic:
	`Attribut_waktu_masuk = clock(min)`
	`Inc Var_mobil_yang_diproses_gardu_06, 1`
	`Var_jumlah_antrian_gardu_06 =`
	`contents(antrian_gardu_06)`

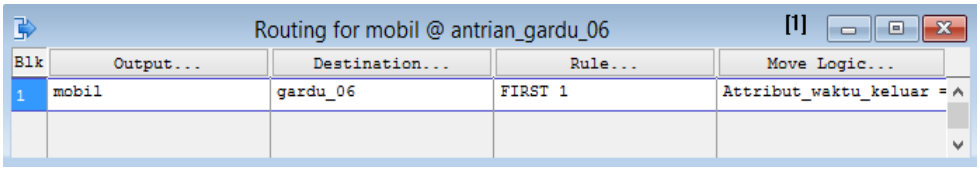
Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	Gardu_06
Aturan Perpindahan	Gardu_06 : First 1

Tabel 5.45 Tabel Proses dan *Routing* Proses ke-4 Simulasi Gerbang Buah Batu (lanjutan)

Logika Perpindahan	Deskripsi:
	4) Catat waktu ketika entitas keluar dari lokasi
	5) Hitung lama entitas ketika berada di dalam lokasi antrian
	6) Hitung waktu mengantri rata-rata pada gardu 06
	
	Move Logic:
	`Attribut_waktu_keluar = clock(min)`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian =`
	`Attribut_waktu_keluar - Attribut_waktu_masuk`
	`inc Var_waktu_total_gardu_06,`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian`
	`Var_ratarata_waktu_gardu_06 =`
	`Var_waktu_total_gardu_06 /`
	`Var_mobil_yang_diproses_gardu_06`

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.45 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.45 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.95.



Gambar 5.95 Model *Routing* Proses ke-4 Simulasi Gerbang Tol Buah Batu

(Sumber: Hasil pengolahan data)

5. Entitas mobil berada pada antrian_gardu_08

   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.46.

Tabel 5.46 Tabel Proses dan *Routing* Proses ke-5 simulasi gerbang tol Buah Batu

Entitas	Mobil
Lokasi	Antria_gardu_08

Operasi	Deskripsi:
	1) Catat waktu ketika entitas memasuki lokasi
	2) Tambah data jumlah entitas yang memasuki antrian_gardu_08 sebanyak satu unit
	3) Hitung jumlah entitas di dalam lokasi
	
	Operation Logic:
	`Attribut_waktu_masuk = clock(min)`
	`Inc Var_mobil_yang_diproses_gardu_08, 1`
	`Var_jumlah_antrian_gardu_08 =`
	`contents(antrian_gardu_08)`

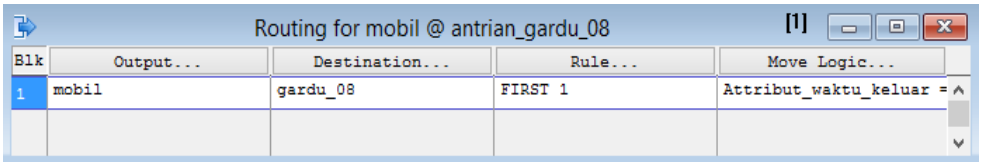
Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	Gardu_08
Aturan Perpindahan	Gardu_08 : First 1

Tabel 5.46 Tabel Proses dan *Routing* Proses ke-5 simulasi gerbang tol Buah Batu (lanjutan)

Logika Perpindahan	Deskripsi:
	1) Catat waktu ketika entitas keluar dari lokasi
	2) Hitung lama entitas ketika berada di dalam lokasi antrian
	3) Hitung waktu mengantri rata-rata pada gardu 08
	
	Move Logic:
	`Attribut_waktu_keluar = clock(min)`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian =`
	`Attribut_waktu_keluar - Attribut_waktu_masuk`
	`inc Var_waktu_total_gardu_08,`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian`
	`Var_ratarata_waktu_gardu_08 =`
	`Var_waktu_total_gardu_08 /`
	`Var_mobil_yang_diproses_gardu_08`

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.46 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.46 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.96.



Gambar 5.96 Model *Routing* Proses ke-5 Simulasi Gerbang Buah Batu

(Sumber: Hasil pengolahan data)

6. Entitas mobil berada pada antrian_gardu_10

Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.47.

Tabel 5.47 Tabel Proses dan *Routing* Proses ke-6 simulasi gerbang tol Buah Batu

Entitas	Mobil
Lokasi	Antria_gardu_10

Operasi	Deskripsi:
	1) Catat waktu ketika entitas memasuki lokasi
	2) Tambah data jumlah entitas yang memasuki antrian_gardu_10 sebanyak satu unit
	3) Hitung jumlah entitas di dalam lokasi
	
	Operation Logic:
	`Attribut_waktu_masuk = clock(min)`
	`Inc Var_mobil_yang_diproses_gardu_10, 1`
	`Var_jumlah_antrian_gardu_10 =`
	`contents(antrian_gardu_10)`

Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	Gardu_10
Aturan Perpindahan	Gardu_10 : First 1

Tabel 5.47 Tabel Proses dan *Routing* Proses ke-6 simulasi gerbang tol Buah Batu

Logika Perpindahan	Deskripsi:
	1) Catat waktu ketika entitas keluar dari lokasi
	2) Hitung lama entitas ketika berada di dalam lokasi antrian
	3) Hitung waktu mengantri rata-rata pada gardu 10
	
	Move Logic:
	`Attribut_waktu_keluar = clock(min)`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian =`
	`Attribut_waktu_keluar - Attribut_waktu_masuk`
	`inc Var_waktu_total_gardu_10,`
	`Attribut_waktu_dalam_antrian`
	`Var_ratarata_waktu_gardu_10 =`
	`Var_waktu_total_gardu_10 /`
	`Var_mobil_yang_diproses_gardu_10`

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.47 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.47 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.97.



Gambar 5.97 Model *Routing* Proses ke-6 Simulasi Gerbang Tol Buah Batu

(Sumber: Hasil pengolahan data)

7. Entitas mobil berada pada gardu_02

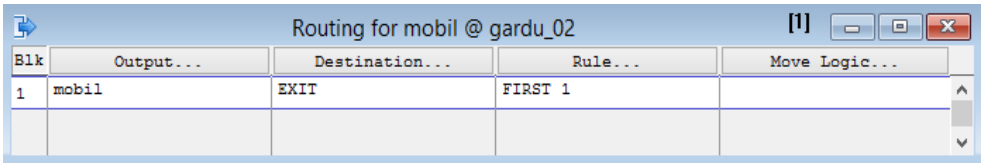
   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.48.

Tabel 5.48 Tabel Proses dan *Routing* Proses ke-7 simulasi gerbang tol Buah Batu

Entitas	Mobil
Lokasi	Gardu_02
Operasi	Deskripsi: Mobil melakukan aktivitas pembayaran tol *Operation Logic*: Wait N(5.39, 1.44) sec
Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	EXIT
Aturan Perpindahan	EXIT : First 1
Logika Perpindahan	-

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.48 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.48 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.98.



Gambar 5.98 Model *Routing* Proses ke-7 Simulasi Gerbang tol Buah Batu

(Sumber: Hasil pengolahan data)

8. Entitas mobil berada pada gardu_04_*etoll*

   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.49.

Tabel 5.49 Tabel Proses dan *Routing* Proses ke-8 simulasi gerbang tol Buah Batu

Entitas	Mobil
Lokasi	Gardu_04_*etoll*
Operasi	Deskripsi: Mobil melakukan aktivitas pembayaran tol *Operation Logic*: Wait N(2.74, 0.77) sec
Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	EXIT
Aturan Perpindahan	EXIT : First 1
Logika Perpindahan	-

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.49 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.49 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.99.



Gambar 5.99 Model *Routing* Proses ke-8 Simulasi Gerbang Tol Buah Batu

(Sumber: Hasil pengolahan data)

9. Entitas mobil berada pada gardu_06

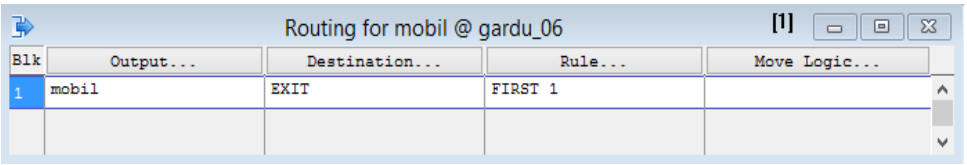
   Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.50.

Tabel 5.50 Tabel Proses dan *Routing* Proses ke-9 simulasi gerbang tol Buah Batu

Entitas	Mobil
Lokasi	Gardu_06
Operasi	Deskripsi: Mobil melakukan aktivitas pembayaran tol *Operation Logic*: Wait N(5.21, 1.83) sec
Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	EXIT
Aturan Perpindahan	EXIT : First 1
Logika Perpindahan	-

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.50 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.50 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.100.



Gambar 5.100 Model *Routing* Proses ke-9 Simulasi Gerbang Tol Buah Batu

(Sumber: Hasil pengolahan data)

10. Entitas mobil berada pada gardu_08

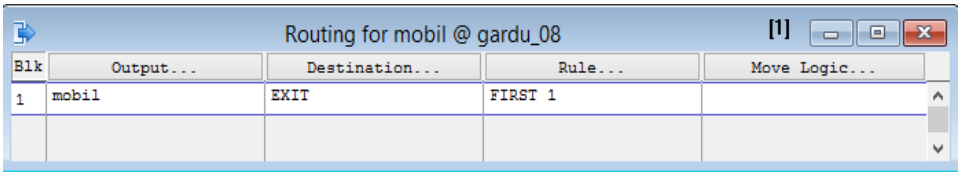
Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.51.

Tabel 5.51 Tabel Proses dan *Routing* Proses ke-9

Entitas	Mobil
Lokasi	Gardu_08
Operasi	Deskripsi: Mobil melakukan aktivitas pembayaran tol *Operation Logic*: Wait N(5.66, 1.58) sec
Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	EXIT
Aturan Perpindahan	EXIT : First 1
Logika Perpindahan	-

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.51 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.51 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.101.



Gambar 5.101 Model *Routing* Proses ke-10 Simulasi Gerbang Tol Buah Batu

(Sumber: Hasil pengolahan data)

11. Entitas mobil berada pada gardu_10

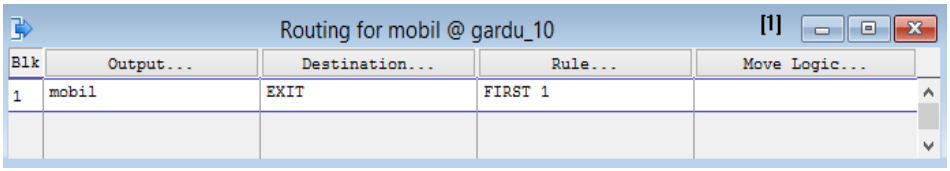
    Rincian *process* dan *routing* untuk aktivitas ini ditunjukkan pada tabel 5.52.

Tabel 5.52 Tabel Proses dan *Routing* Proses ke-11 simulasi gerbang tol Buah Batu

Entitas	Mobil
Lokasi	Gardu_10
Operasi	Deskripsi: Mobil melakukan aktivitas pembayaran tol *Operation Logic*: Wait N(5.48, 1.59) sec
Output Entitas	Mobil
Lokasi Tujuan	EXIT
Aturan Perpindahan	EXIT : First 1
Logika Perpindahan	-

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Data pada tabel 5.52 kemudian dimasukan pada *Routing*. Hasil *input* data tabel 5.52 pada *Routing* ditunjukan pada gambar 5.102.



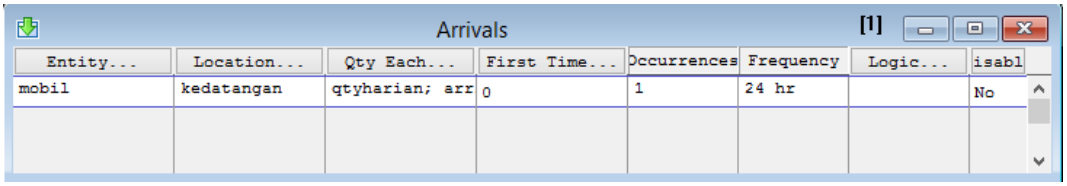
Gambar 5.102 Model *Routing* Proses ke-11 Simulasi Gerbang Tol Buah Batu

(Sumber: Hasil pengolahan data)

5.4.1.4 *Macros*

Macros menunjukkan kedatangan entitas kedalam sistem. Data yang digunakan untuk *Macros* adalah data distribusi kedatangan yang diperoleh dari hasil Stat::Fit lalulintas perjam bulan Februari dan Maret 2016. Selain distribusi kedatangan data *input* lainnya yang digunakan adalah data siklus kedatangan (*Arrival Cycle*) yang

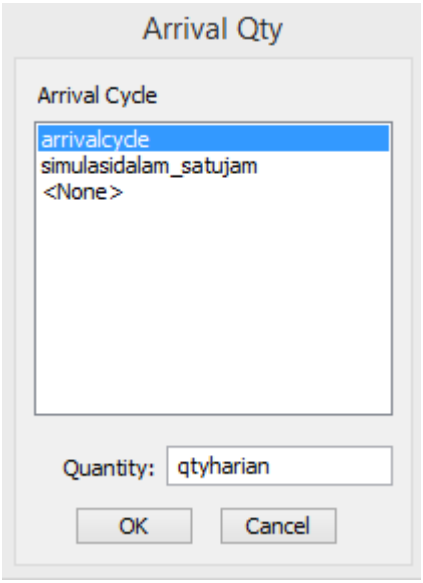
diperoleh dari rata-rata persentase lalulintas perjam Februari dan Maret 2016. Proses *input* data terhadap *Macros* di Promodel ditunjukkan pada gambar 5.103.



Gambar 5.103 Model *Macros* Simulasi Gerbang Tol Buah Batu

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Pada gambar 5.103 mengandung tentang imformasi-imformasi mengenai *Macros*. Pada kolom *entity* menunjukkan entitas yang datang pada sistem dalam konteks ini adalah mobil. Kolom selanjutnya adalah kolom location yang menunjukkan lokasi pertama entitas datang yang dalam konteks ini adalah kedatangan. Pada kolom selanjutnya ditunjukkan jumlah entitas yang datang. Pengaturan lanjut terhadap jumlah *Macros* dapat dilihat pada gambar 5.104, pada gambar tersebut terlihat jendela *arrival* qty menunjukkan suklus kedatangan yang digunakan yaitu *Arrival Cycle* dengan kuantitas *qtyharian*.



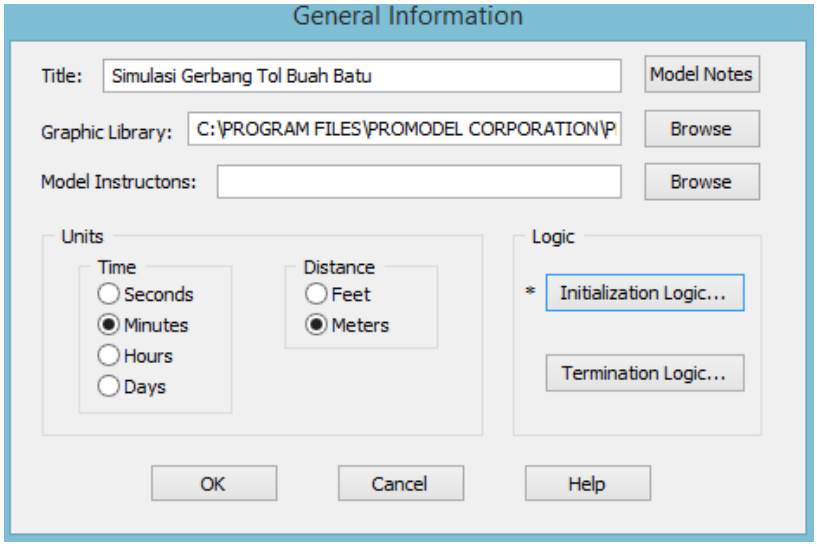
Gambar 5.104 Jendela *Macros Qty* Simulasi Gerbang Tol Buah Batu

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Kolom kelima menunjukkan berapa kali kedatangan entitas dilakukan, dalam komteks ini kedatangan diatur selama satu kali dengan frekuensi 24 jam yang ditunjukkan oleh kolom selanjutnya.

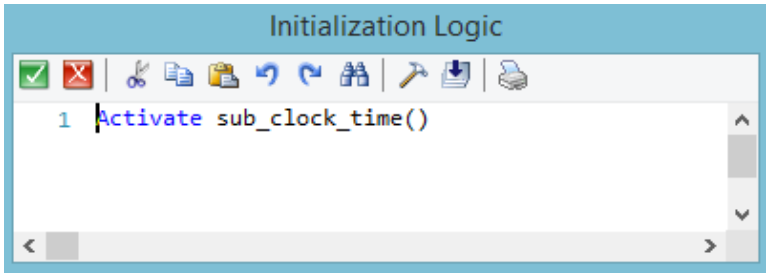
5.4.1.5 *General Imformation*

General information menunjukan informasi umum seputar model simulasi. *General information* untuk model simulasi yang dibuat ditunjukan pada gambar 5.105. Sedangkan untuk *initialization logic* model simulasi ditunjukan pada gambar 5.106.



Gambar 5.105. Model *General information* Simulasi Gerbang Tol Buah Batu

(Sumber: Hasil pengolahan data)

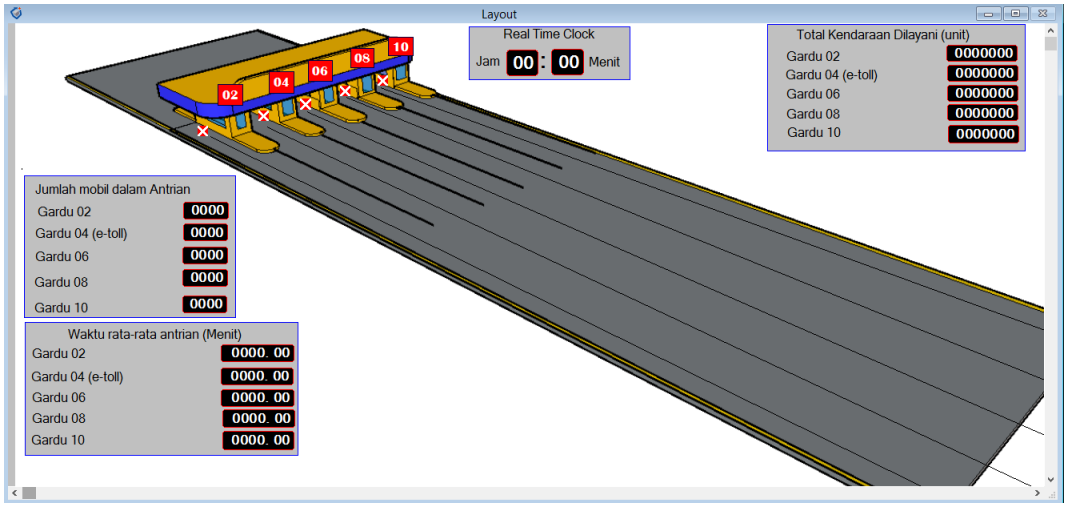


Gambar 5.106. Model *Initialization Logic* Simulasi Gerbang Tol Buah Batu

(Sumber: Hasil pengolahan data)

5.4.1.6 *Background Graphic*

Background Graphic yang digunakan pada model simulasi yang dibuat ditunjukan pada gambar 5.107.



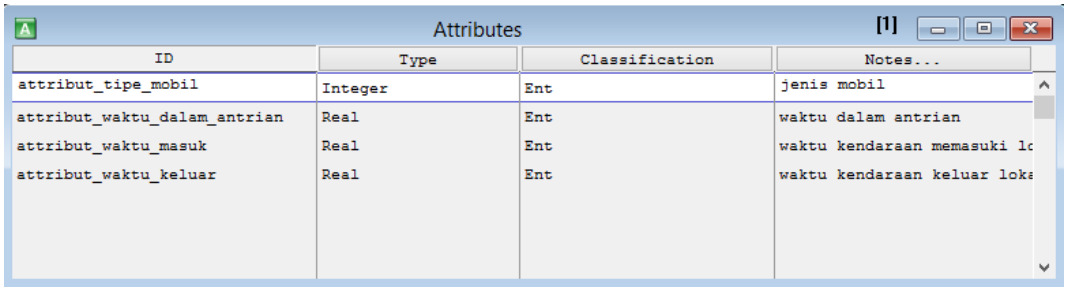
Gambar 5.107. Model *Background Graphic* Simulasi Gerbang Tol Buah Batu

(Sumber: Hasil pengolahan data)

5.4.2 Elemen-elemen Lanjutan

5.4.2.1 *Attributes*

Attributes digunakan untuk mengetahui waktu enitas memasuki sistem, waktu entitas keluar dari sistem, kalsifikasi tipe entitas, dan waktu ketika entitas berada dalam antrian. Pengaturan *Attributes* pada ProModel dapat dilihat pada gambar 5.108.



Gambar 5.108. Model *Attibutes* Simulasi Gerbang Tol Buah Batu

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Penjelasan dari setiap atribut yang ada pada gambar 5.20 dapat dilihat pada tabel 5.53.

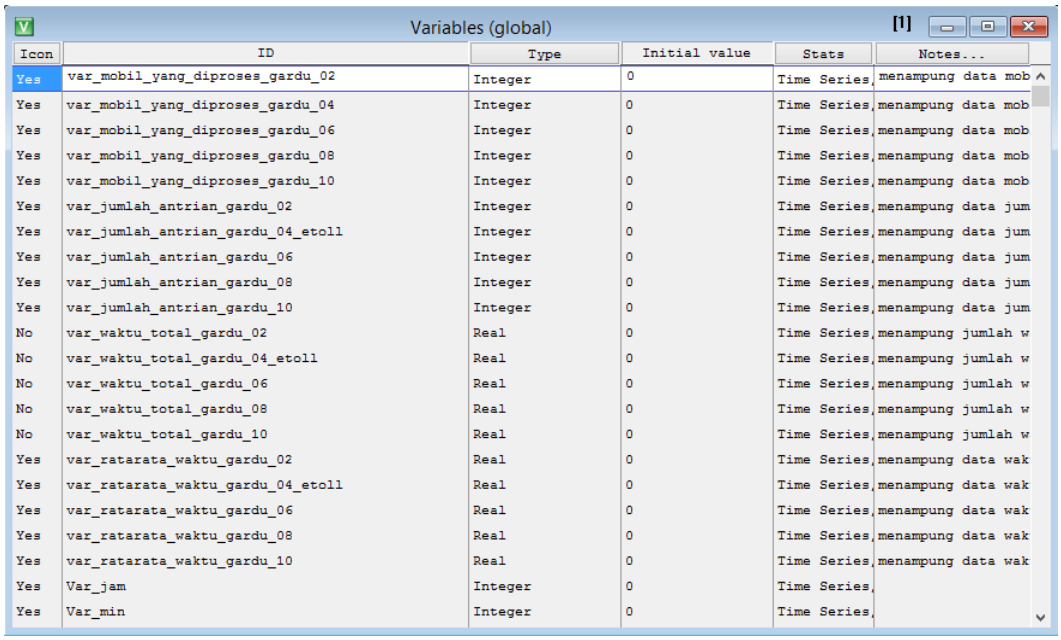
Tabel 5.53 Penjelasan *Attributes* Simulasi gerbang tol Buah Batu

ID	Fungsi
Attribut_tipe_mobil	Digunakan sebagai pengkalsifikasian mobil atau jenis mobil
Attibutt_waktu_dalam_antrian	Digunakan untuk menunjukkan waktu entitas ketika dalam antrian
Attribut_waktu_masuk	Digunakan untuk menunjukkan waktu masuk entitas kedalam antrian
Attribut_waktu_keluar	Digunakan untuk menunjukkan waktu keluar entitas dari antrian

(Sumber: Hasil pengolahan data)

5.4.2.2 *Variables* (Global)

Variables (Global) merupakan tempat untuk menampung perubahan data numeris yang terjadi di dalam simulasi. *Variables* (Global) digumnakan ketika model simulasi membutuhkan penyimpanan data kuantitatif yang sifatnya dinamis. *Variables* (Global)yang digunakan pada simulasi kali ini dapat dilihat pada gambar 5.109.



Icon	ID	Type	Initial value	Stats	Notes...
Yes	var_mobil_yang_diproses_gardu_02	Integer	0	Time Series,	menampung data mob
Yes	var_mobil_yang_diproses_gardu_04	Integer	0	Time Series,	menampung data mob
Yes	var_mobil_yang_diproses_gardu_06	Integer	0	Time Series,	menampung data mob
Yes	var_mobil_yang_diproses_gardu_08	Integer	0	Time Series,	menampung data mob
Yes	var_mobil_yang_diproses_gardu_10	Integer	0	Time Series,	menampung data mob
Yes	var_jumlah_antrian_gardu_02	Integer	0	Time Series,	menampung data jum
Yes	var_jumlah_antrian_gardu_04_etoll	Integer	0	Time Series,	menampung data jum
Yes	var_jumlah_antrian_gardu_06	Integer	0	Time Series,	menampung data jum
Yes	var_jumlah_antrian_gardu_08	Integer	0	Time Series,	menampung data jum
Yes	var_jumlah_antrian_gardu_10	Integer	0	Time Series,	menampung data jum
No	var_waktu_total_gardu_02	Real	0	Time Series,	menampung jumlah w
No	var_waktu_total_gardu_04_etoll	Real	0	Time Series,	menampung jumlah w
No	var_waktu_total_gardu_06	Real	0	Time Series,	menampung jumlah w
No	var_waktu_total_gardu_08	Real	0	Time Series,	menampung jumlah w
No	var_waktu_total_gardu_10	Real	0	Time Series,	menampung jumlah w
Yes	var_ratarata_waktu_gardu_02	Real	0	Time Series,	menampung data wak
Yes	var_ratarata_waktu_gardu_04_etoll	Real	0	Time Series,	menampung data wak
Yes	var_ratarata_waktu_gardu_06	Real	0	Time Series,	menampung data wak
Yes	var_ratarata_waktu_gardu_08	Real	0	Time Series,	menampung data wak
Yes	var_ratarata_waktu_gardu_10	Real	0	Time Series,	menampung data wak
Yes	Var_jam	Integer	0	Time Series,	
Yes	Var_min	Integer	0	Time Series,	

Gambar 5.109. Model *Variables (Global)* Simulasi Gerbang Tol Buah Batu

(Sumber: Hasil pengolahan data)

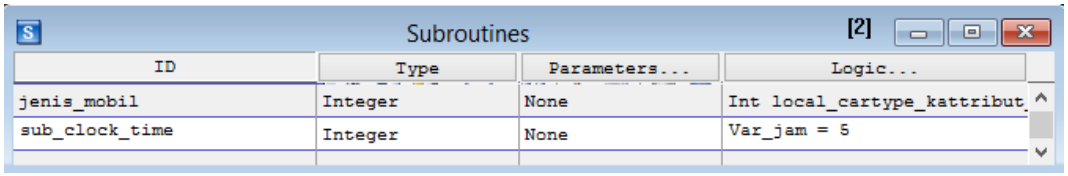
Penjelasan dari setiap *Variables* (Global) yang ada pada gambar 5.109 dapat dilihat pada tabel 5.54.

Tabel 5.54 Penjelasan *Variables (Global)* simulasi gerbang Buah Batu

ID	**Fungsi**
var_mobil_yang_diproses_gardu_02	Menampung data mobil yang telah selesai diproses pada gardu 02
var_mobil_yang_diproses_gardu_04	Menampung data mobil yang telah selesai diproses pada gardu 04
var_mobil_yang_diproses_gardu_06	Menampung data mobil yang telah selesai diproses pada gardu 06
var_mobil_yang_diproses_gardu_08	Menampung data mobil yang telah selesai diproses pada gardu 08
var_mobil_yang_diproses_gardu_10	Menampung data mobil yang telah selesai diproses pada gardu 10
var_jumlah_antrian_gardu_02	Menampung data jumlah mobil pada antrian gardu 02
var_jumlah_antrian_gardu_04_*etoll*	Menampung data jumlah mobil pada antrian gardu 04_*etoll*
var_jumlah_antrian_gardu_06	Menampung data jumlah mobil pada antrian gardu 06
var_jumlah_antrian_gardu_08	Menampung data jumlah mobil pada antrian gardu 08
var_jumlah_antrian_gardu_10	Menampung data jumlah mobil pada antrian gardu 10
var_waktu_total_gardu_02	Menampung jumlah waktu total seluruh mobil ketika berada dalam antrian
var_waktu_total_gardu_04_*etoll*	Menampung jumlah waktu total seluruh mobil ketika berada dalam antrian
var_waktu_total_gardu_06	Menampung jumlah waktu total seluruh mobil ketika berada dalam antrian
var_waktu_total_gardu_08	Menampung jumlah waktu total seluruh mobil ketika berada dalam antrian
var_waktu_total_gardu_10	Menampung jumlah waktu total seluruh mobil ketika berada dalam antrian
var_ratarata_waktu_gardu_02	Menampung data waktu rata-rata mobil berada di dalam antrian gardu 02
var_ratarata_waktu_gardu_04_*etoll*	Menampung data waktu rata-rata mobil berada di dalam antrian gardu 04_*etoll*
var_ratarata_waktu_gardu_06	Menampung data waktu rata-rata mobil berada di dalam antrian gardu 06
var_ratarata_waktu_gardu_08	Menampung data waktu rata-rata mobil berada di dalam antrian gardu 08
var_ratarata_waktu_gardu_10	Menampung data waktu rata-rata mobil berada di dalam antrian gardu 10
var_jam	Menampung perubahan jam ketika simulasi
var_menit	Menampung perubahan menit ketika simulasi

5.4.2.3 *Subroutines*

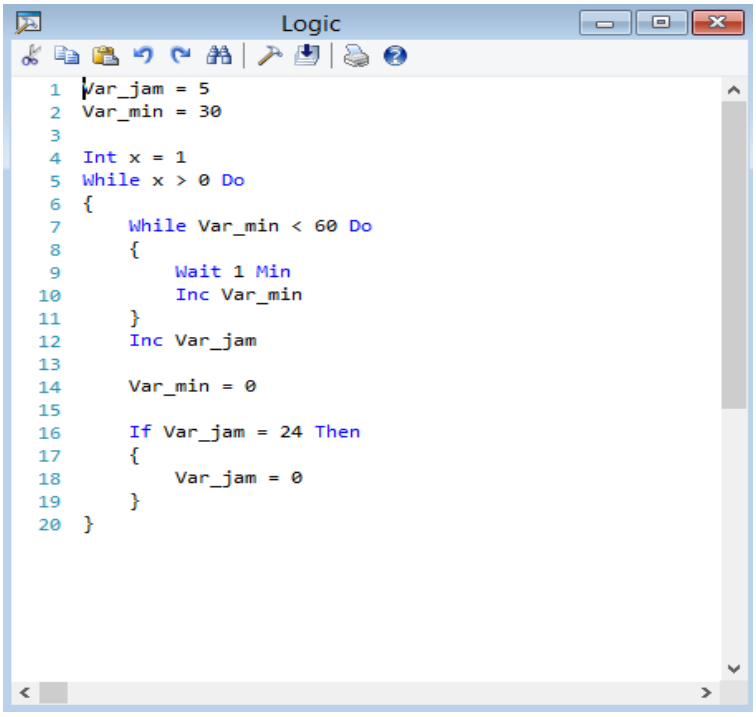
Subroutines merupakan logika-logika yang dibuat yang kemudian dipanggil ketika proses simulasi model. *Subroutine* dibuat dari algoritma-algoritma dari proses logis pada simulasi. Adapun *Subroutines* yang digunakan pada simulasi kali ini dapat dilihat pada gambar 5.110.



Gambar 5.101. Model *Subroutines* Simulasi Gerbang Tol Buah Batu

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Untuk penjelasan algoritma dari sub_clock_time dapat dilihat pada gambar 5.102.

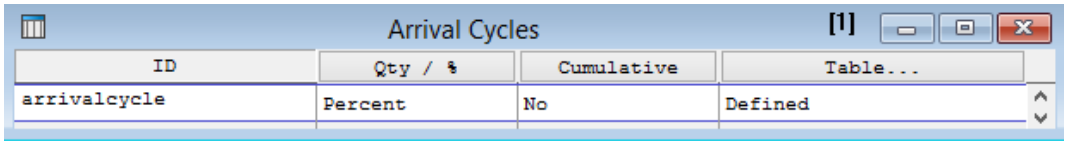


Gambar 5.102. *Logic Field Subroutine* Sub_clock_time Simulasi Gerbang Tol Buah Batu

(Sumber: Hasil pengolahan data)

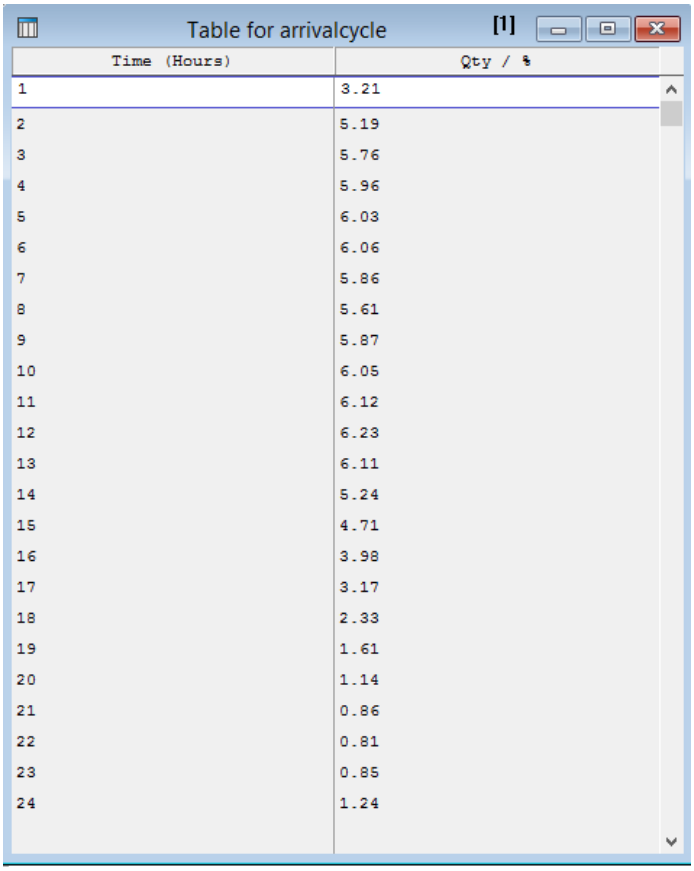
5.4.2.4 *Arrival Cycle*

Arrival Cycle merupakan siklus kedatangan entitas pada model simulasi. Data *Arrival Cycle* didapatkan dari hasil analisis data yaitu persentase kedatangan laulintas perjam bulan Februari dan Maret 2016. Data tersebut di*input* pada *Arrival Cycle* yang ditunjukkan pada gambar 5.103 dan pengisian tabel pada gambar 5.104. jumlah dari *Arrival Cycle* harus 100%.



Gambar 5.103. *Arrival Cycles Editor* Model Simulasi Gerbang Tol Buah Batu

(Sumber: Hasil pengolahan data)

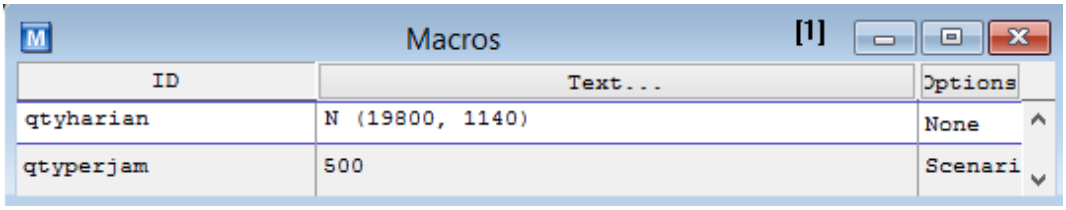


Gambar 5.104. *Table of Arrival Cycles* Simulasi Gerbang Tol Buah Batu

(Sumber: Hasil pengolahan data)

5.4.2.5 *Macros*

Macros merupakan elemen yang digumnakan untuk menggantikan suatu nilai, persamaan, fungsi dan teks. Selain itu *Macros* berfungsi juga sebagai parameter model yang dapat digunakan dalam percobaan skenario. Adapun *Macros* yang digunakan pada simulasi kali ini dapat dilihat pada gambar 5.105.



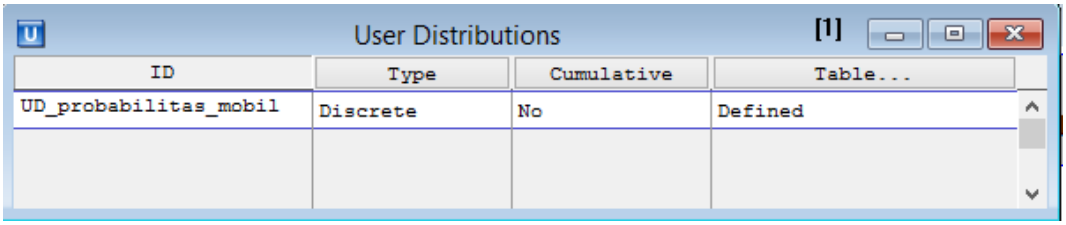
Gambar 5.105. *Macros Model* Simulasi Gerbang Tol Buah Batu

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Macros qtyharian digunakan sebagai pengganti nilai distribusi dari kedatangan yang diisi berdasarkan ditribusi kedatangan yang telah diolah dibab sebelumnya. Sedangkan *qtyperjam* adalah rata-rata atau kedatangan enitas perjam.

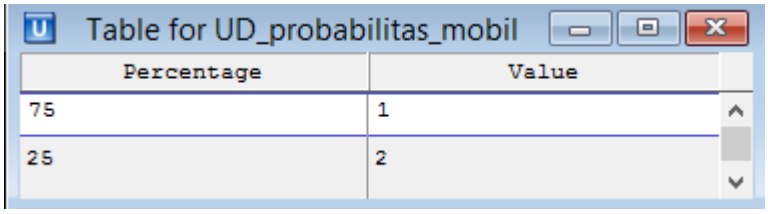
5.4.2.6 *User distribution*

User distribution menunjukkan distribusi probabilitas yang dibuat oleh pemodel. *User distribution* yang dibuat dalam model simulasi adalah perbandingan golongan kendaraa. Pengaturan *User distribution* ditunjukkan oleh gambar 5.106, sedangkan pengisian tabel distribusi ditunjukkan oleh gambar 5.107.



Gambar 5.106. *User distribution Model* Simulasi Gerbang Tol Buah Batu

(Sumber: Hasil pengolahan data)



Gambar 5.107. *Table of User distribution* Probabilitas Gerbang tol Buah Batu

(Sumber: Hasil pengolahan data)

5.4.3 Uji Coba Model

Setelah model dibuat langkah selanjutnya adalah menguji coba model untuk mendapatkan nilai statistik awal untuk keperluan eksperimen. Untuk uji coba, model dijalankan selama 24 jam dengan 1 replikasi. Data hasil percobaan ditunjukan pada gambar 5.108 dan 5.109.

Location Summary

Name	Scheduled Time (Min)	Capacity	Total Entries	Average Time Per Entry (Sec)	Average Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
kedatangan	1.440,00	999.999,00	18.156,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
antrian gardu 02	1.440,00	30,00	3.303,00	143,73	5,49	18,00	3,00	18,32
antrian gardu 04 etoll	1.440,00	30,00	3.460,00	141,11	5,65	19,00	3,00	18,84
antrian gardu 06	1.440,00	30,00	3.068,00	130,04	4,62	17,00	0,00	15,39
antrian gardu 08	1.440,00	30,00	4.181,00	126,53	6,12	20,00	3,00	20,41
antrian gardu 10	1.440,00	30,00	4.144,00	119,51	5,73	20,00	3,00	19,11
gardu 02	1.440,00	1,00	3.300,00	5,37	0,20	1,00	0,00	20,50
gardu 04 etoll	1.440,00	1,00	3.457,00	2,75	0,11	1,00	0,00	11,01
gardu 06	1.440,00	1,00	3.068,00	5,22	0,19	1,00	0,00	18,52
gardu 08	1.440,00	1,00	4.178,00	5,62	0,27	1,00	0,00	27,18
gardu 10	1.440,00	1,00	4.141,00	5,45	0,26	1,00	0,00	26,13

Gambar 5.108. Hasil Uji Coba Model Simulasi Gerbang Tol Buah Batu

(Sumber: Hasil pengolahan data)



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
gardu 02	14,52%	26,41%	27,94%	29,40%	29,69%	30,06%	31,55%	24,95%	30,38%	30,09%	29,11%	31,11%	27,64%	26,21%	25,36%	17,77%	15,90%	13,43%	8,23%	4,53%	3,91%	4,21%	3,62%	5,88%
gardu 04 etoll	7,82%	14,37%	14,58%	16,85%	16,36%	15,47%	16,03%	16,73%	15,69%	14,99%	16,52%	16,94%	17,28%	10,48%	11,93%	10,22%	8,06%	6,12%	5,08%	2,48%	2,78%	2,07%	1,92%	3,35%
gardu 06	11,04%	20,79%	25,33%	29,33%	28,52%	26,66%	23,47%	24,98%	21,38%	27,58%	28,54%	29,29%	26,19%	26,04%	20,92%	17,45%	15,87%	9,79%	7,87%	5,27%	3,60%	3,82%	5,25%	5,51%
gardu 08	21,47%	31,78%	34,89%	37,84%	39,03%	41,74%	38,00%	38,11%	40,56%	39,92%	38,57%	38,25%	41,03%	35,43%	31,93%	27,02%	19,26%	18,82%	8,77%	8,06%	5,91%	3,93%	5,24%	6,69%
gardu 10	22,56%	33,44%	39,07%	35,34%	35,37%	33,07%	33,85%	33,44%	36,52%	39,28%	39,77%	39,80%	40,00%	35,79%	28,05%	27,93%	20,15%	12,22%	9,24%	8,04%	4,49%	5,75%	4,80%	9,19%

Gambar 5.109. Hasil Uji Coba Model Simulasi Gerbang Tol Buah Batu

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Gambar 5.30 merupakan utilitas dari gardu pada gerbang keluar tol Pasi Koja dimana warna biru menunjukkan utilitas gardu 02, warna hijau menunjukkan utilitas gardu 04 *etoll*, warna kuning menunjukkan utilitas gardu 06 dan warna

merah menunjukkan utilitas gardu 08 sedangkan warna yang laiinya menunjukkan utilitas gardu 10.