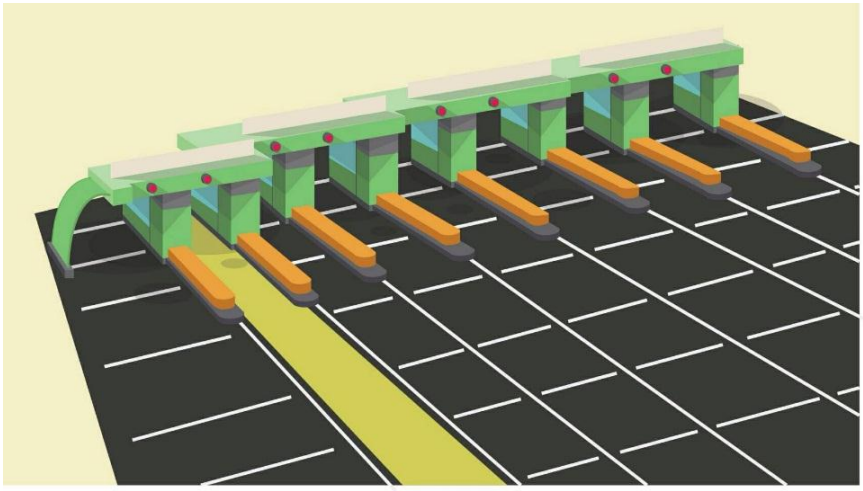
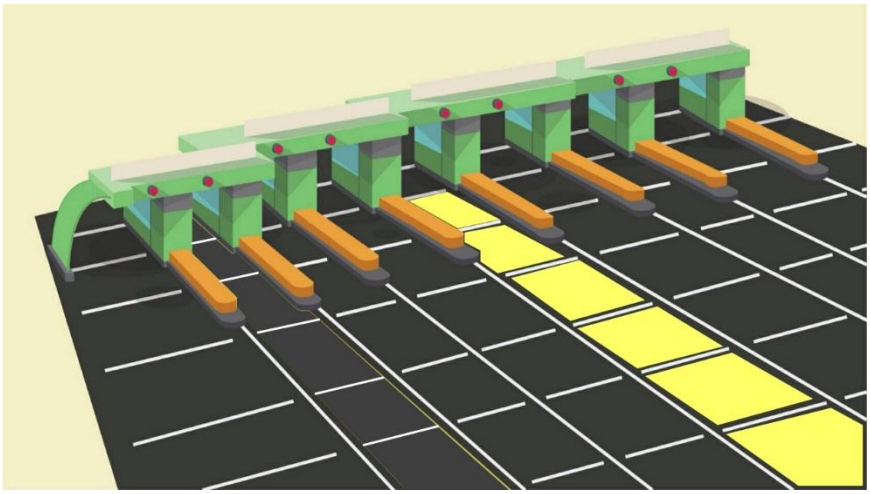
4.3. Analisis Data Sistem

4.3.1. *Layout* Model

Layout merupakan tata letak setiap lokasi pada sistem. Data *layout* diperoleh melalui observasi secara langsung di gerbang tol cluster 1 (Pasteur dan Cileunyi). *Layout* yang dibuat berfungsi sebagai *background* model simulasi. Hasil pembuatan layout ditunjukan pada gambar 4.3.



Gambar 4.3. *Layout* model gerbang tol pasteur



Gambar 4.4 Layout model gerbang tol Cileunyi

4.3.2. Analisis Statistik

Analisis statistik dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis data mentah sehingga layak dijadikan input pada model. Analisis statistik meliputi pengujian independensi data, homogenitas data dan penetapan distribusi data. Adapun data yang dianalisis adalah data numeris yaitu data lalu lintas mobil dan waktu proses pembayaran. Dalam penelitian ini analisis statistik dilakukan menggunakan bantuan *software* Stat:Fit dan Data Analysis Toolpak Ms. Excel.

4.3.2.1. Analisis Data Lalu Lintas Mobil Pada Gerbang Tol Pasteur

Data yang dianalisis merupakan data total lalu lintas harian mobil pada bulan Maret dan April 2016 (ditunjukan pada tabel 4.10)

Tabel 4.10. Data total lalu lintas mobil bulan Maret dan April 2016

Tanggal	Bulan	
	Maret	April
1	31549	35767
2	32598	32768
3	32854	29307
4	36036	32739
5	32796	31956
6	29415	31916
7	32407	32820
8	35441	36121
9	26408	32656
10	34060	29719
11	36180	32045
12	32132	32538
13	27546	32079
14	31914	33387
15	31931	36849
16	32520	32982
17	33142	29327
18	36482	32323
19	32288	32345
20	28029	33018
21	31379	33669
22	32055	35766
23	33978	26141
24	36064	28722
25	29585	32298
26	28477	32497
27	28826	32968
28	33070	33178

Tabel 4.10. Data total lalu lintas mobil bulan Maret dan April 2016 (lanjutan)

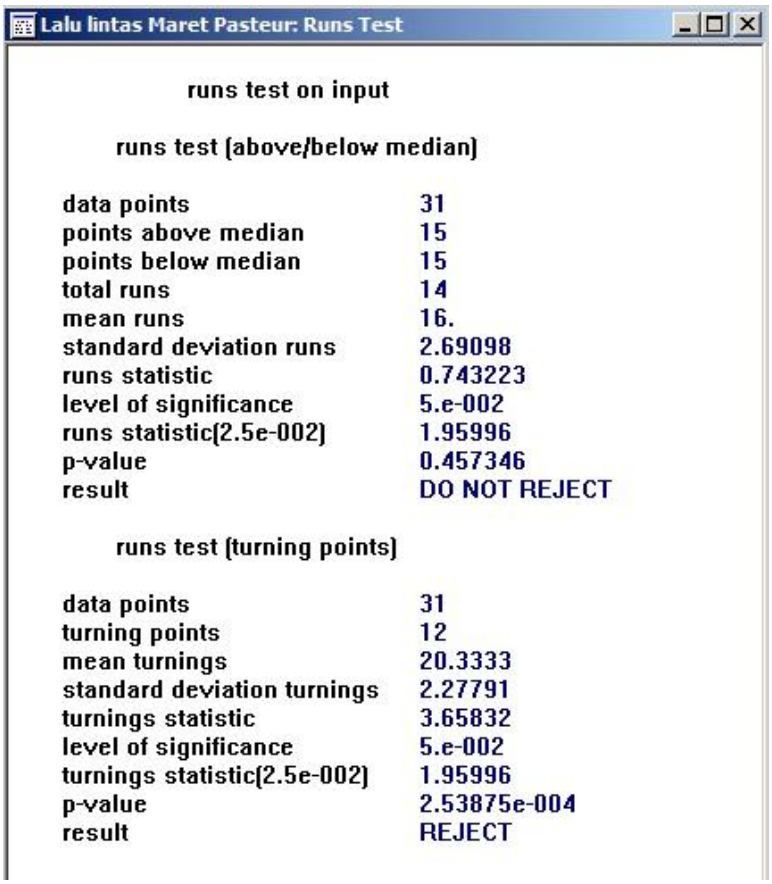
Tanggal	Bulan	
	Maret	April
29	31647	35819
30	31767	33095
31	32961	

Output yang dihasilkan adalah distribusi tingkat lalu lintas mobil yang akan dijadikan input kedatangan pada model simulasi. Berikut adalah analisis yang dilakukan:

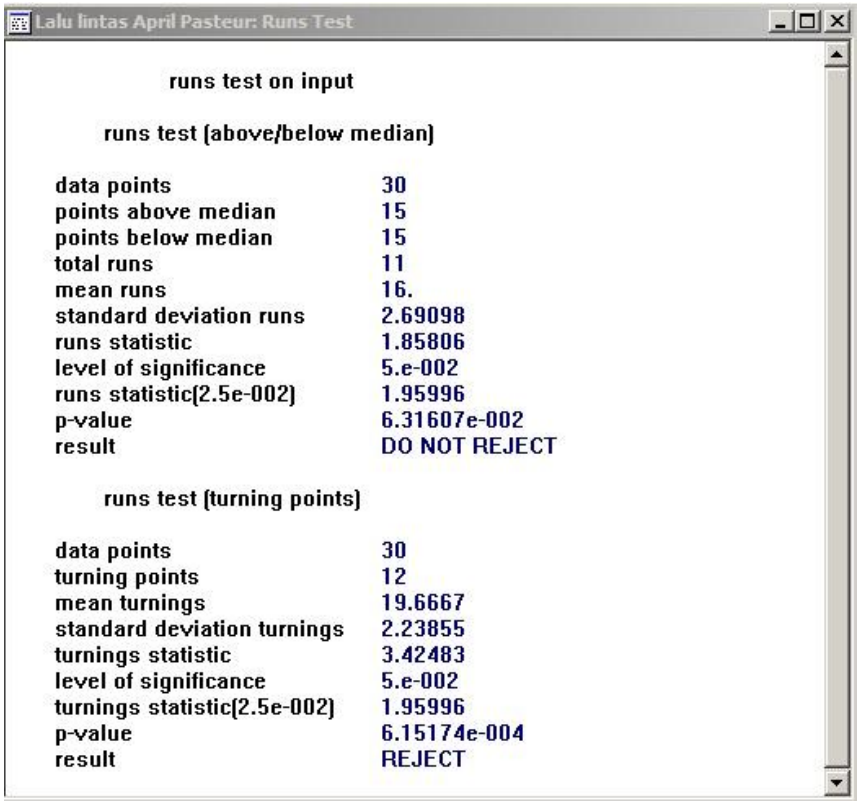
1. Uji independensi

   Uji independensi merupakan pengujian statistik untuk menguji apakah data bersifat *random* atau tidak, dalam penelitian ini uji independensi dilakukan menggunakan *Runs Test* dengan bantuan *software* Stat:Fit.

   Hasil output pengujian untuk data lalu lintas Maret ditunjukan pada gambar 4.4 dan pengujian data lalu lintas April pada gambar 4.5



Gambar 4.4. Uji Run data lalu lintas mobil Maret 2016



Gambar 4.5. Uji Run data lalu lintas mobil April 2016

Pada kedua data yang diuji, pada uji median hasil pengujian pada *result* menghasilkan keputusan DO NOT REJECT, menunjukan penerimaan hipotesis bahwa data bersifat *random*. Berdasarkan kedua hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa data lalu lintas bulan Maret dan April 2016 bersifat *random* sehingga memenuhi asumsi untuk pengujian homogeneitas.

2. Uji homogeneitas

   Uji homogenitas merupakan proses pengujian statistik yang bertujuan untuk menguji apakah suatu data memiliki keidentikan distribusi atau tidak, dengan asumsi data bersifat independen. Pada pengujian ini yang diuji adalah homogenitas antara data lalu lintas maret dan april 2016, Pengujian dilakukan menggunakan metode One-Way ANOVA (single factor) dengan bantuan Data Analysis Toolpak Ms. Excel dengan tingkat kepercayaan 95%. Berikut adalah hasil dari pengujian yang dilakukan:

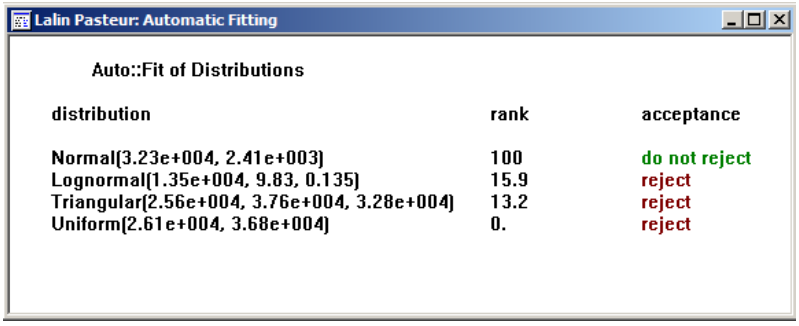
Tabel 4.11. Hasil pengujian ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	142292582.6	30	4743086.09	0.67426052	0.85702132	1.84087169
Within Groups	211035019.5	30	7034500.65			
Total	353327602.1	60				

Tabel 4.11 menunjukan hasil pengujian ANOVA Single Factor. Pada tabel tersebut komponen yang dianalisis adalah perbandingan nilai F dengan F *critical*. Berdasarkan hasil tersebut diperoleh hasil F < F *critical*, menunjukan bahwa kedua data tidak memiliki perbedaan nilai rata-rata yang siginifikan. Dapat disimpulkan bahwa data lalu lintas mobil bulan Maret dan April 2016 berasal dari populasi yang sama dan memiliki distribusi yang identik.

3. Penetapan distribusi

Pada proses ini dilakukan penetapan distribusi yang menggambarkan karakteristik pola data. Distribusi teoritis yang diperoleh akan dijadikan input yang dapat digunakan dalam perancangan model. Berdasarkan hasil analisis data pada uji independensi dan uji homogenitas diperoleh hasil bahwa data bulan Maret dan April 2016 bersifat independen dan keduanya memiliki distribusi yang sama. Sehingga analisis distribusi dilakukan menggunakan kedua data yang digabungkan. Proses penetapan distribusi dilakukan dengan bantuan software Stat:fit menggunakan fungsi Auto:fit. Hasil Auto:fit data lalu lintas gabungan Maret dan April 2016 ditunjukan pada gambar 4.6.



Gambar 4.6. Auto:fit lalu lintas harian Maret dan April 2016

Berdasarkan gambar 4.6 diatas dapat dilihat bahwa terdapat satu distribusi yang sesuai dengan pola data yaitu Normal(32300, 2410) terlihat pada keputusan DO NOT REJECT pada distribusi tersebut. Pada hasil tersebut *rank* terbesar terdapat pada distribusi Normal(32300, 2410).

4.3.2.2. Analisis Data Lalu Lintas Mobil Pada Gerbang Tol Cileunyi

Data yang dianalisis merupakan data total lalu lintas harian mobil pada bulan Maret dan April 2016 (ditunjukan pada tabel 4.12)

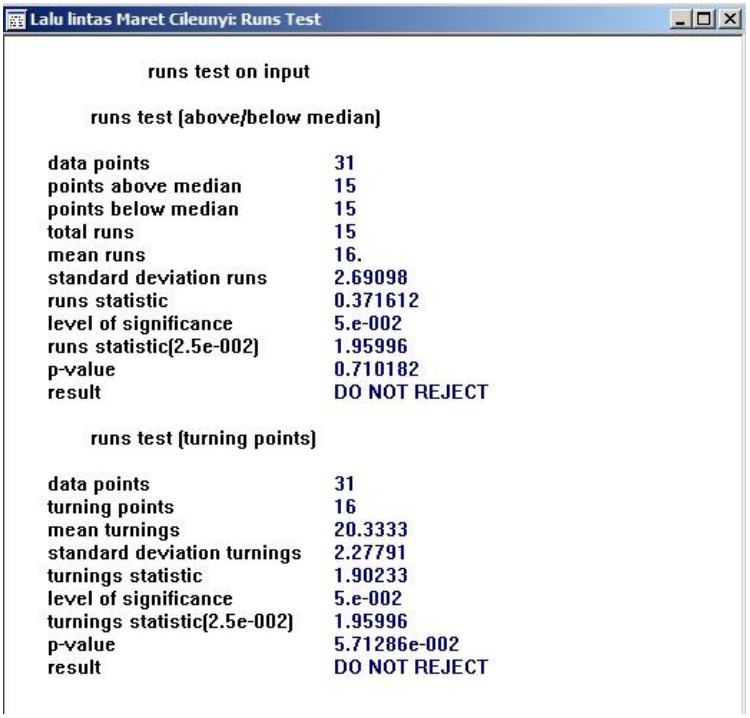
Tabel 4.12. Data total lalu lintas mobil bulan Maret dan April 2016

Tanggal	Bulan	
	Maret	April
1	26598	29241
2	27054	31204
3	28050	25718
4	30051	28262
5	31878	27541
6	26087	27707
7	28431	28660
8	29106	30636
9	23744	32234
10	28102	27703
11	29680	28610
12	31315	27248
13	26348	28417
14	28408	28236
15	27238	29855
16	25180	33534
17	27363	27053
18	28080	28791
19	30468	27414
20	24256	27429
21	27677	27962
22	26940	29898
23	27774	32247
24	32464	25264
25	35297	28534
26	26176	27663
27	25625	27483
28	28660	28415
29	27286	29364
30	26840	31227
31	27421	

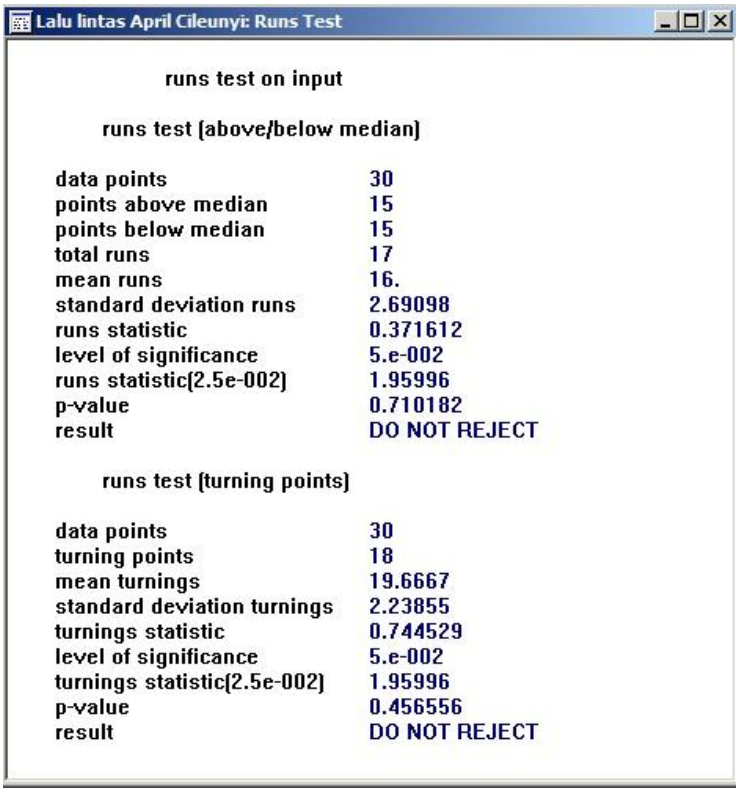
Output yang dihasilkan adalah distribusi tingkat lalu lintas mobil yang akan dijadikan input kedatangan pada model simulasi. Berikut adalah analisis yang dilakukan:

1. Uji independensi

   Uji independensi merupakan pengujian statistik untuk menguji apakah data bersifat *random* atau tidak, dalam penelitian ini uji independensi dilakukan menggunakan *Runs Test* dengan bantuan *software* Stat:Fit. Hasil output pengujian untuk data lalu lintas Maret ditunjukan pada gambar 4.7 dan pengujian data lalu lintas April pada gambar 4.8.



Gambar 4.7. Uji Run data lalu lintas mobil Maret 2016



Gambar 4.8. Uji Run data lalu lintas mobil April 2016

Pada kedua data yang diuji, pada uji median hasil pengujian pada *result* menghasilkan keputusan DO NOT REJECT, menunjukan penerimaan hipotesis bahwa data bersifat *random*. Berdasarkan kedua hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa data lalu lintas bulan Maret dan April 2016 bersifat *random* sehingga memenuhi asumsi untuk pengujian homogeneitas.

2. Uji homogenitas

   Uji homogenitas merupakan proses pengujian statistik yang bertujuan untuk menguji apakah suatu data memiliki keidentikan distribusi atau tidak, dengan asumsi data bersifat independen. Pada pengujian ini yang diuji adalah homogenitas antara data lalu lintas maret dan april 2016, Pengujian dilakukan menggunakan metode One-Way ANOVA (single factor) dengan bantuan Data Analysis Toolpak Ms. Excel dengan tingkat kepercayaan 95%. Berikut adalah hasil dari pengujian yang dilakukan:

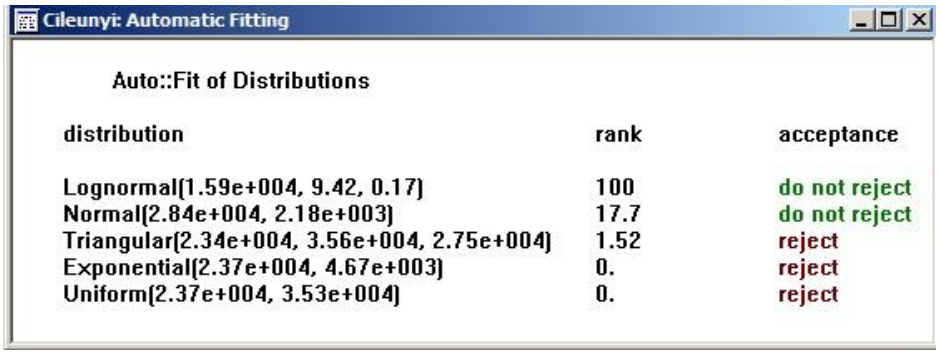
Tabel 4.13. Hasil pengujian ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	87559343.3	30	2918644.78	0.43427086	0.98725676	1.84087169
Within Groups	201623804	30	6720793.47			
Total	289183147	60				

Tabel 4.13 menunjukan hasil pengujian ANOVA Single Factor. Pada tabel tersebut komponen yang dianalisis adalah perbandingan nilai F dengan F *critical*. Berdasarkan hasil tersebut diperoleh hasil F < F *critical*, menunjukan bahwa kedua data tidak memiliki perbedaan nilai rata-rata yang siginifikan. Dapat disimpulkan bahwa data lalu lintas mobil bulan Maret dan April 2016 berasal dari populasi yang sama dan memiliki distribusi yang identik.

3. Penetapan distribusi

   Pada proses ini dilakukan penetapan distribusi yang menggambarkan karakteristik pola data. Distribusi teoritis yang diperoleh akan dijadikan input yang dapat digunakan dalam perancangan model. Berdasarkan hasil analisis data pada uji independensi dan uji homogenitas diperoleh hasil bahwa data bulan Maret dan April 2016 bersifat independen dan keduanya memiliki distribusi yang sama. Sehingga analisis distribusi dilakukan menggunakan kedua data yang digabungkan. Proses penetapan distribusi dilakukan dengan bantuan software Stat:fit menggunakan fungsi Auto:fit. Hasil Auto:fit data lalu lintas gabungan Maret dan April 2016 ditunjukan pada gambar 4.9.



Gambar 4.9. Auto:fit lalu lintas harian Maret dan April 2016

Berdasarkan gambar 4.9 diatas dapat dilihat bahwa terdapat dua distribusi yang sesuai dengan pola data yaitu Lognormal(15900, 9.42, 0.17) dengan Normal(28400, 2180) terlihat pada keputusan DO NOT REJECT pada kedua distribusi tersebut. Pada hasil tersebut *rank* terbesar terdapat pada distribusi Lognormal(15900, 9.42, 0.17), sehingga distribusi teoritis terpilih untuk lalu lintas harian adalah distribusi Lognormal(15900, 9.42, 0.17).

4.3.2.3. Analisis Data Waktu Proses Pembayaran Gerbang Tol Pasteur

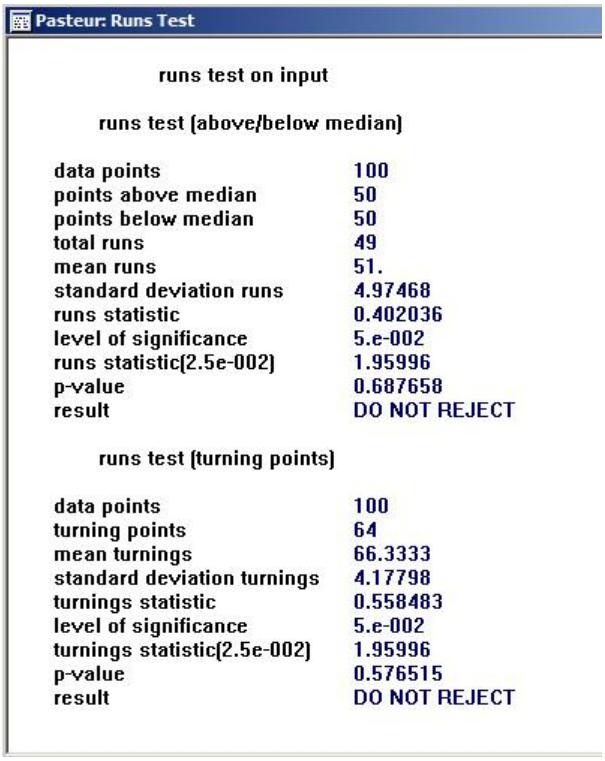
Data selanjutnya yang dianalisis adalah data waktu proses pembayaran sebanyak 100 data. Data yang dianalisis dibagi menjadi dua bagian, yaitu data waktu pembayaran gardu reguler dan data waktu pembayaran GTO.

Output yang dihasilkan adalah distribusi waktu proses yang akan dijadikan input untuk waktu menunggu di lokasi gardu tol.

a) Waktu proses pembayaran Gardu Reguler

1. Uji independensi

   Hasil output pengujian untuk waktu proses pembayaran ditunjukan pada gambar 4.10.



Pasteur: Runs Test

runs test on input

runs test (above/below median)

data points	100
points above median	50
points below median	50
total runs	49
mean runs	51.
standard deviation runs	4.97468
runs statistic	0.402036
level of significance	5.e-002
runs statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.687658
result	DO NOT REJECT

runs test (turning points)

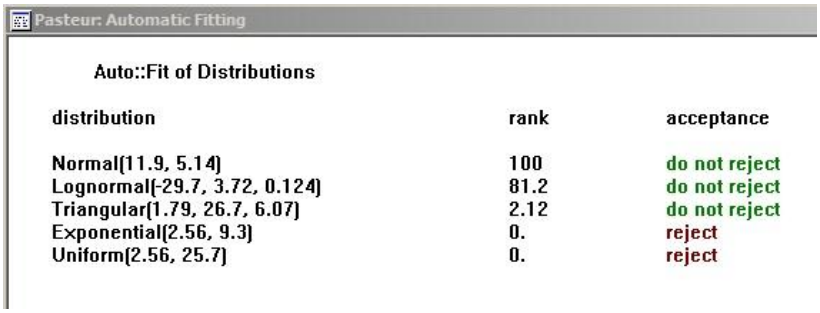
data points	100
turning points	64
mean turnings	66.3333
standard deviation turnings	4.17798
turnings statistic	0.558483
level of significance	5.e-002
turnings statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.576515
result	DO NOT REJECT

Gambar 4.10. Uji Run data waktu Transaksi gardu reguler Gerbang tol Pasteur

Pada gambar 4.10 terlihat bahwa pada uji median hasil pengujian pada *result* menghasilkan keputusan DO NOT REJECT, menunjukan penerimaan hipotesis bahwa data bersifat *random*. Begitu pula pada uji *turning points*, hasil pengujian pada *result* menghasilkan keputusan DO NOT REJECT, menunjukan penerimaan hipotesis bahwa data bersifat *random*. Berdasarkan kedua hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa data waktu proses pembayaran bersifat *random* sehingga memenuhi asumsi untuk penetapan distribusi.

2. Penetapan distribusi

   Proses penetapan distribusi dilakukan dengan bantuan software Stat:fit menggunakan fungsi Auto:fit. Hasil Auto:fit data waktu proses pembayaran ditunjukkan pada gambar 4.1.


Pasteur: Automatic Fitting

Auto::Fit of Distributions

distribution	rank	acceptance
Normal(11.9, 5.14)	100	do not reject
Lognormal(-29.7, 3.72, 0.124)	81.2	do not reject
Triangular(1.79, 26.7, 6.07)	2.12	do not reject
Exponential(2.56, 9.3)	0.	reject
Uniform(2.56, 25.7)	0.	reject

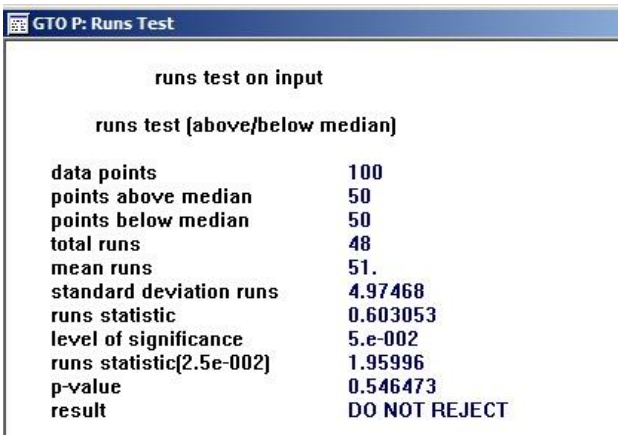
Gambar 4.11. Auto:fit Waktu Transaksi Gardu Reguler Gerbang Tol Pasteur

Berdasarkan gambar 4.11 diatas dapat dilihat bahwa terdapat tiga distribusi yang sesuai dengan pola data yaitu Normal(11.9, 5.14), Lognormal(-29.7, 3.72, 0.124) dan Triangular(1.79, 26.7, 6.07). Pada hasil tersebut *rank* terbesar terdapat pada distribusi Normal(11.9, 5.14), sehingga distribusi teoritis terpilih untuk lalu lintas harian adalah distribusi Normal(11.9, 5.14).

b) Waktu proses pembayaran GTO

1. Uji independensi

   Hasil output pengujian untuk waktu proses pembayaran ditunjukan pada gambar 4.12.

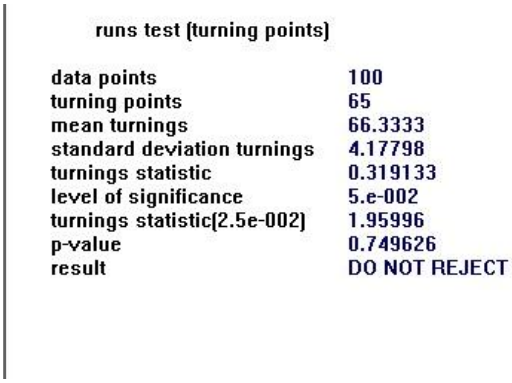

GTO P: Runs Test

runs test on input

runs test (above/below median)

data points	100
points above median	50
points below median	50
total runs	48
mean runs	51.
standard deviation runs	4.97468
runs statistic	0.603053
level of significance	5.e-002
runs statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.546473
result	DO NOT REJECT

Gambar 4.12. Uji Run data waktu Transaksi GTO Gerbang tol Pasteur



runs test (turning points)

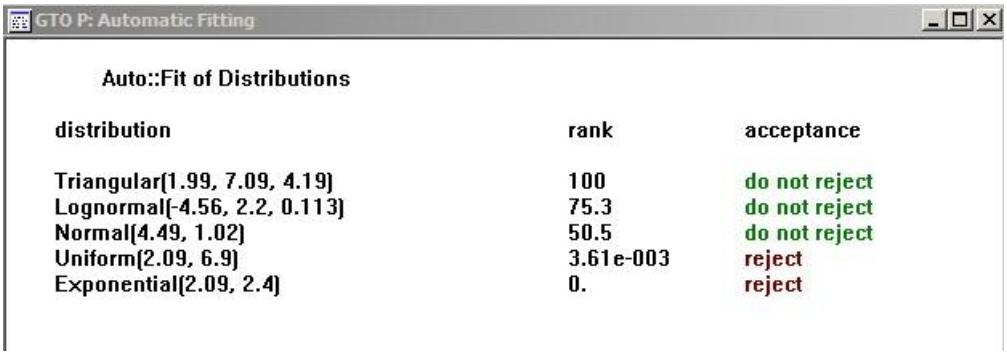
data points	100
turning points	65
mean turnings	66.3333
standard deviation turnings	4.17798
turnings statistic	0.319133
level of significance	5.e-002
turnings statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.749626
result	DO NOT REJECT

Gambar 4.12. Uji Run data waktu Transaksi GTO Gerbang tol Pasteur (lanjutan)

Pada gambar 4.12 terlihat bahwa pada uji median hasil pengujian pada *result* menghasilkan keputusan DO NOT REJECT, menunjukan penerimaan hipotesis bahwa data bersifat *random*. Begitu pula pada uji *turning points*, hasil pengujian pada *result* menghasilkan keputusan DO NOT REJECT, menunjukan penerimaan hipotesis bahwa data bersifat *random*. Berdasarkan kedua hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa data waktu proses pembayaran bersifat *random* sehingga memenuhi asumsi untuk penetapan distribusi.

3. Penetapan distribusi

   Proses penetapan distribusi dilakukan dengan bantuan software Stat:fit menggunakan fungsi Auto:fit. Hasil Auto:fit data waktu proses pembayaran ditunjukkan pada gambar 4.13.



GTO P: Automatic Fitting

Auto::Fit of Distributions

distribution	rank	acceptance
Triangular(1.99, 7.09, 4.19)	100	do not reject
Lognormal(-4.56, 2.2, 0.113)	75.3	do not reject
Normal(4.49, 1.02)	50.5	do not reject
Uniform(2.09, 6.9)	3.61e-003	reject
Exponential(2.09, 2.4)	0.	reject

Gambar 4.13. Auto:fit Waktu Transaksi Gardu Reguler Gerbang Tol Pasteur

Berdasarkan gambar 4.9 diatas dapat dilihat bahwa terdapat tiga distribusi yang sesuai dengan pola data yaitu Normal(4.49, 1.02), Lognormal(-4.56, 2.2, 0.113) dan Triangular(1.99, 7.09, 4.19). Pada hasil tersebut *rank* terbesar terdapat pada distribusi Triangular(1.99, 7.09, 4.19), sehingga distribusi teoritis terpilih untuk lalu lintas harian adalah distribusi Triangular(1.99, 7.09, 4.19).

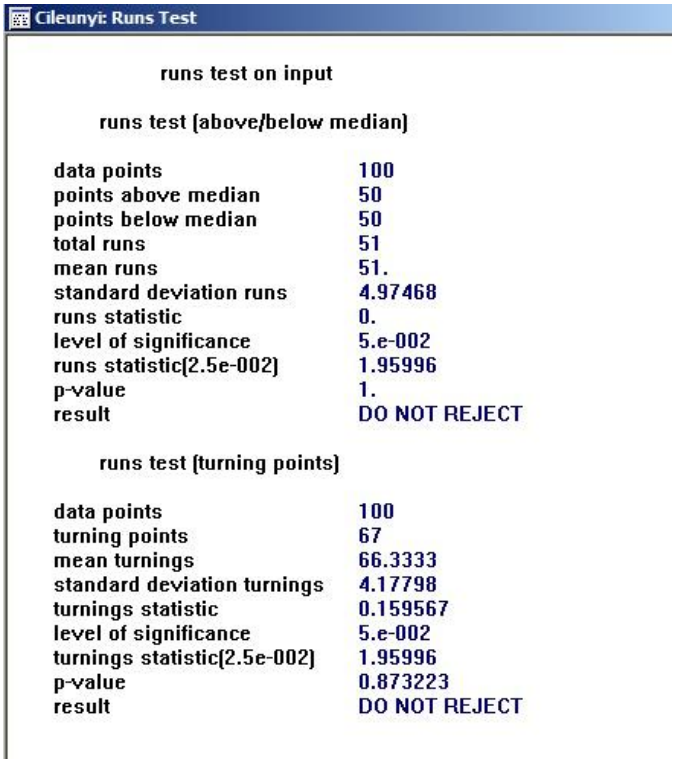
4.3.2.4. Analisis Data Waktu Proses Pembayaran Gerbang Tol Cileunyi

Data selanjutnya yang dianalisis adalah data waktu proses pembayaran sebanyak 100 data. Data yang dianalisis dibagi menjadi dua bagian, yaitu data waktu pembayaran gardu reguler dan data waktu pembayaran GTO. *Output* yang dihasilkan adalah distribusi waktu proses yang akan dijadikan input untuk waktu menunggu di lokasi gardu tol.

a) Waktu proses pembayaran Gardu Reguler

1. Uji independensi

   Hasil output pengujian untuk waktu proses pembayaran ditunjukan pada gambar 4.14.



Cileunyi: Runs Test

runs test on input

runs test (above/below median)

data points	100
points above median	50
points below median	50
total runs	51
mean runs	51.
standard deviation runs	4.97468
runs statistic	0.
level of significance	5.e-002
runs statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	1.
result	DO NOT REJECT

runs test (turning points)

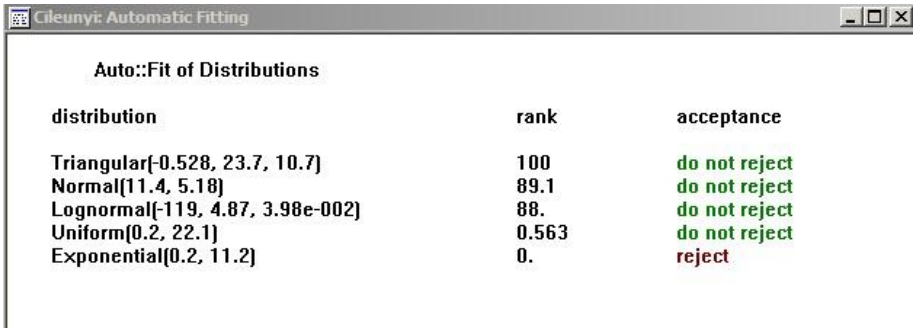
data points	100
turning points	67
mean turnings	66.3333
standard deviation turnings	4.17798
turnings statistic	0.159567
level of significance	5.e-002
turnings statistic(2.5e-002)	1.95996
p-value	0.873223
result	DO NOT REJECT

Gambar 4.14. Uji Run data waktu Transaksi gardu reguler Gerbang tol Cileunyi

Pada gambar 4.14 terlihat bahwa pada uji median hasil pengujian pada *result* menghasilkan keputusan DO NOT REJECT, menunjukan penerimaan hipotesis bahwa data bersifat *random*. Begitu pula pada uji *turning points*, hasil pengujian pada *result* menghasilkan keputusan DO NOT REJECT, menunjukan penerimaan hipotesis bahwa data bersifat *random*. Berdasarkan kedua hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa data waktu proses pembayaran bersifat *random* sehingga memenuhi asumsi untuk penetapan distribusi.

2. Penetapan distribusi

   Proses penetapan distribusi dilakukan dengan bantuan software Stat:fit menggunakan fungsi Auto:fit. Hasil Auto:fit data waktu proses pembayaran ditunjukkan pada gambar 4.15.



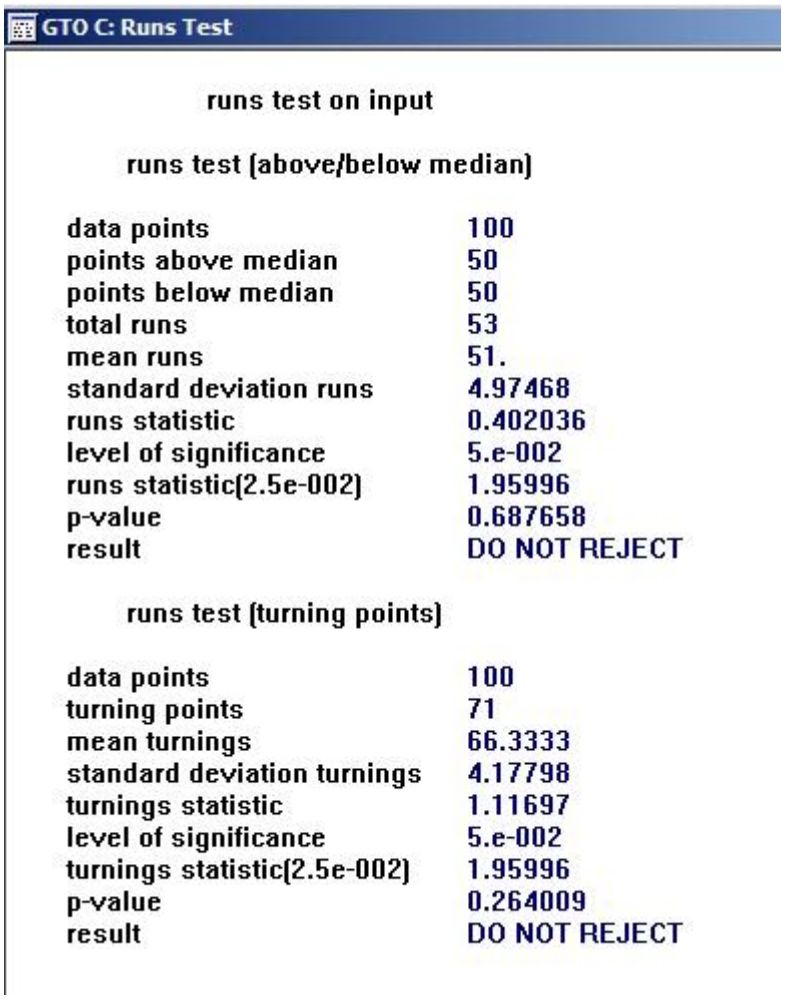
Gambar 4.15. Auto:fit Waktu Transaksi Gardu Reguler Gerbang Tol Cileunyi

Berdasarkan gambar 4.11 diatas dapat dilihat bahwa terdapat tiga distribusi yang sesuai dengan pola data yaitu Normal(11.4, 5.10), Uniform(0.2, 22.1), Lognormal(-119, 4.87, 0.398) dan Triangular(-0.528, 23.7, 10.07). Pada hasil tersebut *rank* terbesar terdapat pada distribusi Triangular(-0.528, 23.7, 10.07), sehingga distribusi teoritis terpilih untuk lalu lintas harian adalah distribusi Triangular(-0.528, 23.7, 10.07).

b) Waktu proses pembayaran GTO

1. Uji independensi

Hasil output pengujian untuk waktu proses pembayaran ditunjukan pada gambar 4.16.

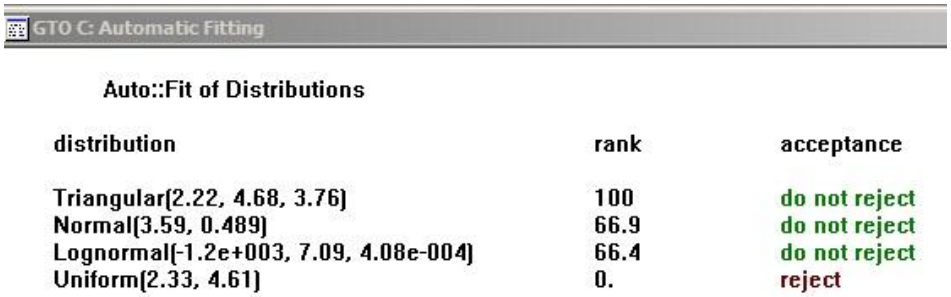


Gambar 4.16. Uji Run data waktu Transaksi GTO Gerbang tol Cileunyi

Pada gambar 4.16 terlihat bahwa pada uji median hasil pengujian pada *result* menghasilkan keputusan DO NOT REJECT, menunjukan penerimaan hipotesis bahwa data bersifat *random*. Begitu pula pada uji *turning points*, hasil pengujian pada *result* menghasilkan keputusan DO NOT REJECT, menunjukan penerimaan hipotesis bahwa data bersifat *random*. Berdasarkan kedua hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa data waktu proses pembayaran bersifat *random* sehingga memenuhi asumsi untuk penetapan distribusi.

3. Penetapan distribusi

   Proses penetapan distribusi dilakukan dengan bantuan software Stat:fit menggunakan fungsi Auto:fit. Hasil Auto:fit data waktu proses pembayaran ditunjukkan pada gambar 4.17.



Gambar 4.17. Auto:fit Waktu Transaksi GTO Gerbang Tol Cileunyi

Berdasarkan gambar 4.17 diatas dapat dilihat bahwa terdapat tiga distribusi yang sesuai dengan pola data yaitu Normal(3.59, 0.489), Lognormal(-0.012, 7.09, 0.0004) dan Triangular(2.22, 4.68, 3.76). Pada hasil tersebut *rank* terbesar terdapat pada distribusi Triangular(2.22, 4.68, 3.76), sehingga distribusi teoritis terpilih untuk lalu lintas harian adalah distribusi Triangular(2.22, 4.68, 3.76).

4.3.3. Penetapan Siklus Kedatangan Kendaraan

Siklus kedatangan menunjukan pola jumlah kedatangan pada setiap jam operasional sistem dan menggambarkan persentase jumlah entitas pada setiap jam terhadap total kedatangan harian. Data yang digunakan dalam menentukan siklus kedatangan adalah data kedatangan kendaraan per jam bulan Maret dan April 2016 yang diubah kedalam bentuk presentase dan dihitung rata-ratanya untuk mendaparkan presentase rata-rata kedatanga harian dari gerbang tol Cluster 1 yang dapat dilihat pada tabel 4.13 untuk gerbang tol Pasteur dan 4.14 untuk gerbang tol Cileunyi.

Tabel 4.13. Rata-rata persentase kedatangan entitas per jam pada Gerbang tol Pasteur

JAM		Rata-rata
5:00:00	**5:59:00**	1.83%
6:00:00	**6:59:00**	5.96%
7:00:00	**7:59:00**	6.49%
8:00:00	**8:59:00**	6.27%
9:00:00	**9:59:00**	6.19%
10:00:00	**10:59:00**	6.19%
11:00:00	**11:59:00**	6.06%
12:00:00	**12:59:00**	5.80%
13:00:00	**13:59:00**	5.70%
14:00:00	**14:59:00**	5.74%
15:00:00	**15:59:00**	5.73%
16:00:00	**16:59:00**	5.83%
17:00:00	**17:59:00**	5.47%
18:00:00	**18:59:00**	5.36%
19:00:00	**19:59:00**	4.81%
20:00:00	**20:59:00**	3.85%
21:00:00	**21:59:00**	3.18%
22:00:00	**22:59:00**	2.67%
23:00:00	**23:59:00**	2.09%
0:00:00	**0:59:00**	1.51%
1:00:00	**1:59:00**	1.05%
2:00:00	**2:59:00**	0.75%
3:00:00	**3:59:00**	0.66%
4:00:00	**4:59:00**	0.82%
Total		100%

Tabel 4.14. Rata-rata persentase kedatangan entitas per jam pada Gerbang tol Cileunyi

JAM		Rata-rata
0:00:00	**0:59:00**	2.18%
1:00:00	**1:59:00**	1.89%
2:00:00	**2:59:00**	1.66%
3:00:00	**3:59:00**	1.69%
4:00:00	**4:59:00**	1.77%
5:00:00	**5:59:00**	2.53%
6:00:00	**6:59:00**	3.72%
7:00:00	**7:59:00**	4.79%
8:00:00	**8:59:00**	5.02%
9:00:00	**9:59:00**	5.42%
10:00:00	**10:59:00**	5.56%
11:00:00	**11:59:00**	5.48%
12:00:00	**12:59:00**	5.10%
13:00:00	**13:59:00**	4.98%
14:00:00	**14:59:00**	5.68%

JAM		Rata-rata
15:00:00	**15:59:00**	5.66%
16:00:00	**16:59:00**	5.98%
17:00:00	**17:59:00**	6.13%
18:00:00	**18:59:00**	5.35%
19:00:00	**19:59:00**	5.20%
20:00:00	**20:59:00**	4.54%
21:00:00	**21:59:00**	3.85%
22:00:00	**22:59:00**	3.27%
23:00:00	**23:59:00**	2.54%
Total		100%

Data pada tabel 4.13 dan 4.14 akan dijadikan input data untuk siklus kedatangan entitas pada model simulasi yang akan dibangun.