

Usulan Perbaikan Di Pertigaan Jalan Gerbang Tol Cilegon Timur Untuk Mengurangi Kemacetan Dengan Menggunakan Simulasi

Dean Bangkit Prasetya¹, Muhammad Adha Ilhami², Lely Herlina³
^{1,2,3}Jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
deanbangkit@gmail.com¹, adha@untirta.ac.id², lely@untirta.ac.id³

ABSTRAK

Kemacetan yang terjadi pada kota Cilegon salah satunya yaitu pada pertigaan jalan yang menghubungkan arah Bojonegara, Lintas Selatan PCI dan Gerbang Tol Cilegon Timur. Pada pertigaan jalan tersebut sering terjadinya kemacetan yang panjang disaat waktu sibuk (peak hour). Menurut hasil diskusi dengan dinas perhubungan yang sedang berada di tempat, kemacetan terjadi disebabkan beberapa faktor, antara lain dikarenakan jalan yang sempit, jalan yang rusak dan ketertiban angkutan umum yang berhenti disisi jalan. Tujuan dari penelitian ini yaitu menentukan panjang kemacetan kendaraan yang menunggu pada keadaan eksisting di pertigaan jalan Gerbang Tol Cilegon Timur dan merancang usulan perbaikan untuk mengurangi kemacetan kendaraan pada pertigaan jalan Gerbang Tol Cilegon Timur. Adapun software yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan ProModel Student Version. Dari data yang telah dirancang menjadi sebuah simulasi dapat diperoleh hasil yaitu : Entitas kendaraan terbesar yang mengalami kemacetan adalah pada jalur Bojonegara, dan didapatkan kemacetan maksimal pada pukul 17.00-18.00 WIB. Dengan begitu diadakannya 3 usulan perbaikan, yaitu: Menertibkan kendaraan umum pada jalur ke arah PCI. Menertibkan kendaraan umum pada jalur ke arah Tol dan Memperlebar jalan yang terdapat pada jalur Bojonegara. Dan kombinasi kedua alternatif yaitu, Menertibkan kendaraan umum pada jalur ke arah PCI dan Tol, serta melakukan pelebaran jalan pada Bojonegara. Dengan begitu, didapatkan usulan perbaikan yang dipilih, yaitu pada usulan perbaikan 3. Dengan konsekuensi, yaitu: Pengaspalan pada jalan Bojonegara untuk pelebaran jalan, regulasi dengan pihak supir angkutan umum untuk lebih tertib dengan peraturan lalu lintas yaitu menunggu penumpang di tempat yang telah disediakan yaitu Terminal Seruni Cilegon. Dan petugas kepolisian untuk lebih tegas terhadap peraturan lalu lintas yang telah dipublikasikan terhadap masyarakat yang menggunakan kendaraan pribadi maupun kendaraan umum.

Kata kunci: Kemacetan Lalu Lintas, Pemodelan Simulasi, ProModel.

ABSTRACT

The congestion occurred in the city of Cilegon one of which is at the road junction that connects the direction Bojonegara, Southern Cross PCI and Toll Gate East Cilegon. At the road junction is the frequent occurrence of long traffic jam when a busy time (peak hour). According to the results of discussions with the transportation department that was in place, congestion occurs cause by several factors, that it is due to the narrow roads, damaged roads and public transport stop at side of the road.

The purpose of this research is to determine the length of the waiting congestion on the existing situation in the road junction of Toll Gate East Cilegon and designing the proposed improvements to reduce congestion at the road junction of Toll Gate East Cilegon. The software used in this research is by ProModel Student Version. Can be obtained from existing simulation has been designed, that is: The largest entities experiencing congestion is on Bojonegara's road, and obtained the maximum congestion at 5:00 p.m. to 6:00 pm. By so holding three proposed improvements, that is: To regulation public transportation on the path toward the PCI. Regulation public transportation on the path towards the Toll and Widen roads contained in Bojonegara path. And the combination of the two alternatives, that is, to regulation public transportation on the path towards the PCI and Tol, as well as widen the road on Bojonegara. By doing so, the proposed improvements that have been obtained, that is the proposed improvements 3. In consequence, that is: Paving the way for road widening Bojonegara, regulation by the public transport drivers to be more orderly with traffic regulations are waiting for passengers in the Terminal Seruni Cilegon. And police officers to more firmly against traffic regulations that have been published to the public who use private transport or public transport.

Keywords: The Congestion, Simulation Modeling, ProModel.

PENDAHULUAN

Kondisi lalu lintas jalan raya tergantung kepada kapasitas jalan tersebut, banyak lalu lintas yang ingin bergerak, tetapi jika kapasitas jalan tidak dapat menampung, maka lalu lintas yang ada akan terhambat dan akan mengalir secara perlahan sesuai dengan kapasitas jaringan jalan yang maksimum. (Sinulingga, 1999). Kerugian yang ditimbulkan akibat kemacetan lalu-lintas sangatlah besar, tetapi pada umumnya pengemudi atau pengguna fasilitas transportasi kurang menyadarinya. Kerugian itu meliputi pemborosan bahan bakar, waktu yang terbuang sia-sia, energi saat menunggu dan ketidaknyamanan berlalu lintas, serta biaya sosial atau eksternalitas yang dibebankan pengemudi lain atau pihak ketiga. (Tamin dan Nahdalina, 1998).

Kota Cilegon merupakan kota yang dikenal sebagai kota yang padat akan kawasan industri, karena banyaknya pabrik-pabrik yang dibangun pada wilayah tersebut. Sebuah industri identic dengan sebuah aktifitas yang melibatkan banyak sarana prasarana, infrastruktur yang sama disetiap harinya, tanpa disertai peningkatan-peningkatan infrastruktur yang ada, terutama infrastruktur jalan. Kenyataan diperkotaan terjadi ketidak seimbangan antara tingkat pertumbuhan jalan disatu sisi dengan tingkat pertumbuhan kendaraan disisi lain, dimana pertumbuhan jalan jauh lebih kecil daripada tingkat pertumbuhan kendaraan. Dengan kondisi demikian, dapat dipastikan akan terjadi pembebanan yang berlebihan pada jalan, yang pada gilirannya mengakibatkan terjadi kemacetan lalu lintas, yang kesemuanya menjurus kearah terjadinya pelanggaran dan kecelakaan lalu lintas.

Salah satu jalan yang mengalami kemacetan pada kota Cilegon yaitu pada pertigaan jalan yang menghubungkan arah Bojonegara, Lintas Selatan PCI dan Gerbang Tol Cilegon Timur. Pada pertigaan jalan tersebut sering terjadinya kemacetan yang panjang disaat waktu sibuk (*peak hour*). Menurut hasil diskusi dengan dinas perhubungan yang sedang berada di tempat, kemacetan terjadi disebabkan beberapa faktor, antara lain dikarenakan jalan yang sempit, jalan yang rusak dan ketertiban angkutan umum yang berhenti disisi jalan. Pertigaan jalan Gerbang Tol Cilegon Timur ini terbilang penting untuk pengguna jalan raya karena pertigaan tersebut merupakan sarana untuk karyawan atau pekerja pabrik untuk menuju tempat tinggalnya ataupun untuk tempat bekerja. Selain itu, pertigaan jalan tersebut adalah penghubung kendaraan angkutan umum dari luar kota yang melewati jalan bebas hambatan (jalan tol) untuk transit di Terminal Seruni untuk menuju pelabuhan Merak.

Maka berdasarkan dari uraian masalah diatas, peneliti pun tertarik untuk melakukan penelitian. Dengan memanfaatkan

perkembangan teknologi saat ini yaitu mensimulasikan keadaan nyata pada pertigaan jalan tersebut dengan bantuan computer sebelum perencanaan diimplementasikan. Pemilihan metode simulasi dilandasi suatu kenyataan bahwa sistem antrian memiliki kriteria tertentu yaitu kriteria ketidakpastian baik berkaitan dengan jumlah pengunjung maupun waktu antri. Simulasi juga memberikan berbagai ide alternatif rancangan tanpa menimbulkan biaya, waktu implementasi sistem yang lama serta resiko kegagalan dalam melakukan perbaikan suatu sistem. Adapun perangkat simulasi yang digunakan adalah *software* simulasi ProModel *Student Version*.

Penelitian yang berkaitan dengan penelitian ini adalah penilitian Alam (2014) yang mengevaluasi kapasitas jalan, dimana penelitian tersebut melihat kapasitas dan tingkat kedatangan kendaraan yang datang, apakah kapasitas jalan tersebut masih memadai untuk kendaraan yang datang. Maka berdasarkan dari uraian masalah diatas, peneliti pun tertarik untuk melakukan penelitian yang dituangkan dalam bentuk tulisan dengan judul “Usulan Perbaikan Di Pertigaan Jalan Gerbang Tol Cilegon Timur Untuk Mengurangi Kemacetan Lalu Lintas Dengan Menggunakan Simulasi” untuk mengatasi masalah kemacetan yang terjadi di Pertigaan Jalan Gerbang Tol Cilegon Timur.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini data yang digunakan ada dua yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dilapangan oleh peneliti sesuai dengan data yang dibutuhkan dalam penelitian. Data yang dicari meliputi: Data kecepatan kendaraan, data waktu kedatangan kendaraan dari setiap jalan. Kemudian dilakukan diskusi dengan pihak dinas perhubungan terkait dengan penentuan waktu pengambilan data. Data sekunder merupakan data pendukung yang diperoleh dari sumber –sumber data dan tidak diperoleh langsung dari lapangan, tetapi diperoleh dari pihak terkait. Data sekunder ini hanya bersifat pelengkap dalam pembahasan dan pemecahan masalah. Data sekunder yang dicari meliputi: Gambaran umum tentang lokasi penelitian seperti gambar atau sketsa lokasi dan peta lokasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diambil adalah data waktu antar kedatangan kendaraan dari tiap masing-masing jalan, dan data kecepatan kendaraan saat keadaan macet dan keadaan normal. Berikut adalah data yang telah diambil secara langsung.

Tabel 1 Waktu Antar Kedatangan Kendaraan Pada Peak Hours

No.	Waktu	Bojonegara (Mobil)	PCI (Mobil)	Tol (Mobil)
1	14.00 - 14.15	103	91	117
2	14.15 - 14.30	168	133	132
3	14.30 - 14.45	129	170	119
4	14.45 - 15.00	185	147	173
5	15.00 - 15.15	176	166	169
6	15.15 - 15.30	190	160	144
7	15.30 - 15.45	162	188	193
8	15.45 - 16.00	186	171	200
9	16.00 - 16.15	179	207	203
10	16.15 - 16.30	227	184	188
11	16.30 - 16.45	193	231	224
12	16.45 - 17.00	191	259	267
13	17.00 - 17.15	203	228	191
14	17.15 - 17.30	172	199	186
15	17.30 - 17.45	180	213	203
16	17.45 - 18.00	163	181	154
17	18.00 - 18.15	156	117	157
18	18.15 - 18.30	129	156	160
19	18.30 - 18.45	140	114	143
20	18.45 - 19.00	132	132	155
Total		3364	3447	3478

Sumber: Data Survei

Tabel 2 Persen Probabilitas Tujuan Kendaraan Keluar

Dari Ke	Bojonegara	PCI	Tol
Bojonegara (Kendaraan)	-	30	73
PCI (Kendaraan)	39	-	52
Tol (Kendaraan)	56	61	-
Bojonegara (%)	-	29.126	70.873
		2	8
PCI (%)	42.8571	-	57.1429
Tol (%)	47.8632	52.1368	-

Sumber: Data Survei

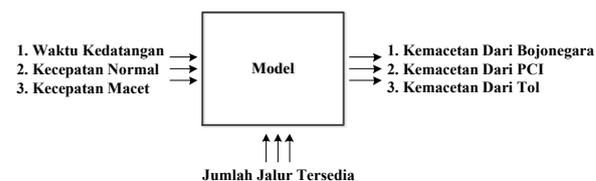
Tabel 3 Kendaraan Dalam Sistem Nyata

	Bojonegara (Mobil)	PCI (Mobil)	Tol Cilegon Timur (Mobil)
Jarak Panjang Maksimal Antrian	100 Meter	100 Meter	100 Meter
Panjang Maksimal Antrian	55 Kendaraan	20 Kendaraan	17 Kendaraan
Kecepatan Kendaraan Normal	220 Meter	80 Meter	68 Meter
Kecepatan Kendaraan Macet	30 Km/Jam	30 Km/Jam	30 Km/Jam
Jumlah Kendaraan Tiap Jalur (100 Meter)	10 Km/Jam	10 Km/Jam	10 Km/Jam
	12 Baris	12 Baris	12 Baris
	Kendaraan	Kendaraan	Kendaraan

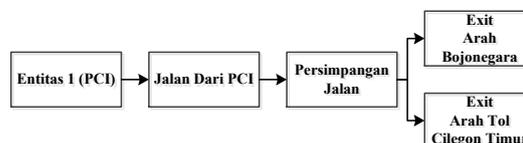
Sumber: Data Survei

Dari hasil pengamatan yang telah didapat, nantinya akan digunakan untuk simulasi dengan menggunakan software ProModel. Diasumsikan bahwa pada penelitian ini kondisi yang diamati adalah pada waktu yang sama saat lalu lintas mulai padat hingga saat lalu lintas mulai mengurang dan membaik yaitu dari pukul 14.00 WIB hingga 19.00 WIB, agar bisa memudahkan proses pembuatan simulasi antrian dengan kondisi nyata.

Setelah data yang diperlukan untuk membuat model simulasi dikumpulkan, kemudian data tersebut digunakan pada model simulasi ProModel. Untuk mempermudah dalam pembuatan model simulasi, terlebih dahulu buat model konseptual yang menggambarkan sistem antrian pada pertigaan jalan gerbang tol Cilegon Timur. Model simulasi yang akan dirancang merupakan sistem antrian secara aktual, mulai dari kendaraan datang untuk melewati pertigaan tersebut hingga kendaraan meninggalkan pertigaan tersebut. Berikut adalah model konseptual dan *entity flow diagram* yang dirancang untuk membantu pembuatan model simulasi dan *layout* model simulasi eksisting pada ProModel 2001.



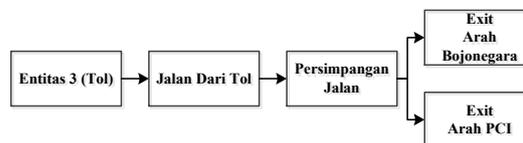
Gambar 1 Model Konseptual



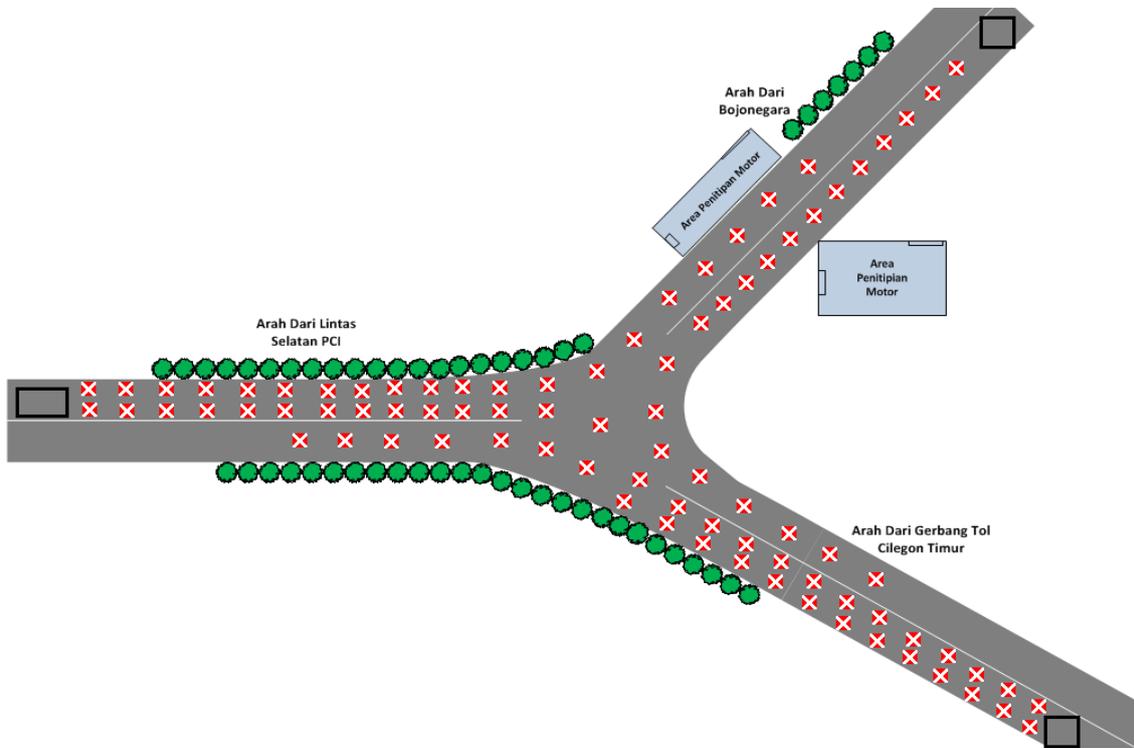
Gambar 2 Entity Flow Diagram Entitas 1 (PCI)



Gambar 3 Entity Flow Diagram Entitas 2 (Bojonegara)



Gambar 4 Entity Flow Diagram Entitas 3 (Tol)



Gambar 5 Layout Model Simulasi Eksisting

Uji Verifikasi

Model konseptual yang telah dibuat dimasukkan ke dalam program simulasi ProModel. Saat penginputan model harus benar, dengan begitu dilakukan uji verifikasi dengan melalui pengamatan visual dan proses *debug*. Pada *software* ProModel terdapat menu *trace* yang dapat menampilkan *debug* ketika proses sedang dijalankan. Selain itu, menu *trace* juga dapat dimanfaatkan untuk melihat proses operasi pada model telah berjalan sesuai dengan aliran pada keadaan nyata. Berikut ini adalah tampilan *trace* dari simulasi yang sedang dijalankan:

```

TRACE
00:00:32.63 Select route from route block #1; output quantity is 1.
00:00:32.63 For Bojo at Bojo_6:
00:00:32.63 Bojo_7 is selected for routing.
00:00:32.63 The main entity is routed out as Bojo.
00:00:32.63 Output is named as Bojo.
00:00:32.63 Start move to Bojo_7.
00:00:32.63 For Bojo at Bojo_6:
00:00:32.63 Process completed.
00:00:32.63 Release the captured capacity.
00:00:32.86 PCI arrives at PCI_Datang by schedule.
00:00:32.86 PCI enters PCI_Datang.
00:00:32.86 For PCI at PCI_Datang:
00:00:32.86 PCI enters PCI_Datang.
00:00:32.86 Select route from route block #1; output quantity is 1.
00:00:32.86 For PCI at PCI_Datang:
00:00:32.86 PCI_12 is selected for routing.
00:00:32.86 The main entity is routed out as PCI.
00:00:32.86 Output is named as PCI.
00:00:32.86 Start move to PCI_12.
00:00:32.86 For PCI at PCI_Datang:
00:00:32.86 Process completed.
00:00:32.86 Release the captured capacity.
00:00:33.33 Bojo arrives at Bojo_10.
00:00:33.33 For Bojo at Bojo_10:
00:00:33.33 Bojo enters Bojo_10.
00:00:33.33 Select route from route block #1; output quantity is 1.
00:00:33.33 For Bojo at Bojo_10:
00:00:33.33 Bojo_11 is selected for routing.
00:00:33.33 The main entity is routed out as Bojo.
00:00:33.33 Output is named as Bojo.
00:00:33.33 Start move to Bojo_11.
00:00:33.33 For Bojo at Bojo_10:
00:00:33.33 Process completed.
00:00:33.33 Release the captured capacity.
00:00:33.39 Tol arrives at Tol_7.
00:00:33.39 For Tol at Tol_7:
00:00:33.39 Tol enters Tol_7.

```

Gambar 6 Tampilan Trace Model Simulasi Eksisting

Uji Replikasi

Pengujian replikasi pada model yang telah dibuat berfungsi untuk mengetahui nilai rata-rata *output* dari model simulasi yang telah dibuat dengan sistem pengulangan dengan waktu mulai yang berbeda. Pada simulasi antrian yang telah dibuat yaitu pada pertigaan jalan gerbang tol Cilegon Timur telah dilakukan replikasi sebanyak 10 kali. Agar memberikan suatu dugaan dari *error* percobaan, meningkatkan ketelitian suatu percobaan melalui pengurangan simpangan baku dari nilai tengah perlakuan, memperluas cakupan penarikan kesimpulan dari suatu percobaan, dan mengendalikan *error varian* (Kurnia, Alam. 2014). Berikut ini merupakan *output* dari model simulasi ProModel dengan replikasi sepuluh kali yang telah didapatkan pada pertigaan jalan gerbang tol Cilegon Timur.

Tabel 4 Data Hasil Replikasi Simulasi Eksisting

Replikasi Eksisting	Bojonegara (Mobil)	PCI (Mobil)	Tol Cilegon Timur (Mobil)
1	48	7	3
2	14	6	3
3	69	12	8
4	31	4	3
5	62	12	4
6	52	18	3
7	75	12	16
8	53	11	4
9	18	5	3
10	30	20	5
Rata-rata	45.2	10.7	5.2
Standar Deviasi	21.07	5.35	4.1

Sumber: Output ProModel

Perhitungan jumlah replikasi:

$$t_{n-1, \alpha/2} = t_{(10-1), 0,05/2} = 2,262$$

$$s = 21,07$$

$$n = 10$$

$$e = \left[\frac{(t_{\alpha/2} - 1) s}{\sqrt{n}} \right] = \frac{2,262 \cdot 1,65}{\sqrt{10}} = 1,18$$

$$n' = \left[\frac{(Z_{\alpha/2})^2 s^2}{e^2} \right] = \left[\frac{(Z_{0,05/2})^2 (21,07)^2}{15,073} \right] = 2,74 \sim 3$$

Uji Validasi

Pengujian validasi ini dilakukan untuk melihat model simulasi yang telah dibuat sudah menyerupai dengan keadaan nyata. Data yang digunakan dalam pengujian ini yaitu data *output* replikasi 10 kali model simulasi eksisting dibandingkan dengan data hasil pengamatan pada keadaan nyata. Uji validasi dilakukan dengan cara perbandingan *One Sample T-Test* pada *software SPSS Statistics 19.0*. Dilakukannya pengujian validasi dengan *One Sample T-Test*, karena agar dapat mempermudah proses pengambilan data untuk penelitian tersebut. Dengan begitu, dengan satu data telah mewakili data lainnya untuk dibandingkan atau diuji. Pengujian *One Sample T-Test* yaitu membandingkan data hasil *output* replikasi 10 kali dengan rata-rata data pada keadaan nyata. Berikut ini adalah data jumlah kendaraan yang mengantri pada *output* replikasi 10 kali:

Tabel 5 *Output* Replikasi

Replikasi Eksisting	Bojonegara (Mobil)	PCI (Mobil)	Tol Cilegon Timur (Mobil)
Baris Kemacetan Pada Model			
1	12	12	12
2	60	19	15
3	26	18	15
4	81	24	20
5	43	16	15
6	74	24	16
7	64	30	15
8	87	24	28
9	65	23	16
10	30	17	15
10	42	32	17
Rata-rata	57.2	22.7	17.2

Keterangan: Hasil Replikasi Telah Dijumlahkan Dengan "Baris Antrian Pada Model"
Sumber: Data Pengolahan

Berikut ini adalah data hasil pengamatan kendaraan dalam antrian kemacetan. Pengamatan dilakukan pada tiap jam, dari jam 14.00 WIB hingga 19.00 WIB. Kemudian data pengamatan dirata-rata. Berikut adalah data hasil pengamatan:

Tabel 6 Jumlah Kendaraan Dalam Kemacetan

	Bojonegara	PCI	Tol Cilegon Timur
Panjang Maksimal Kemacetan Kendaraan	55	20	17

Sumber: Data Hasil Pengamatan

Pada tabel-tabel diatas telah ditampilkan data yang akan dibandingkan. Setelah itu, dilakukan

perbandingan dengan *Software SPSS Statistics 19.0* yaitu *One Sample T-Test*. Berikut adalah hasil *output* sebagai berikut:

One-Sample Statistics				
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Bojonegara	10	57.2000	21.07553	6.66467

One-Sample Test						
Test Value = 55						
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Bojonegara	.330	9	.749	2.20000	-12.8765	17.2765

Gambar 7 Hasil *Output* SPSS 19.0 Kendaraan Dari Arah Bojonegara

One-Sample Statistics				
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
PCI	10	22.7000	5.35516	1.69345

One-Sample Test						
Test Value = 20						
	T	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
PCI	1.594	9	.145	2.70000	-1.1309	6.5309

Gambar 8 Hasil *Output* SPSS 19.0 Kendaraan Dari Arah PCI

One-Sample Statistics				
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Tol	10	17.2000	4.10420	1.29786

One-Sample Test						
Test Value = 17						
	T	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Tol	.154	9	.881	.20000	-2.7360	3.1360

Gambar 9 Hasil *Output* SPSS 19.0 Kendaraan Dari Arah Tol Cilegon Timur

Hipotesis:

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$: Rata-rata jumlah panjang kemacetan kendaraan pada keadaan nyata = Rata-rata jumlah panjang kemacetan kendaraan pada hasil *output* replikasi 10 kali model simulasi.

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$: Rata-rata jumlah panjang kemacetan kendaraan pada keadaan nyata \neq Rata-rata jumlah panjang kemacetan kendaraan pada hasil *output* replikasi 10 kali model simulasi.

Pengambilan keputusan:

Dari perbandingan t_{hitung} dengan t_{tabel} :

1. Jika statistik hitung (angka *t output*) > statistik tabel (tabel *t*) maka H_0 ditolak.
2. Jika statistik hitung (angka *t output*) < statistik tabel (tabel *t*) maka H_0 diterima.

Kesimpulan:

Didapatkan hasil sebagai berikut, yaitu: (t tabel $t_{(0.05/2;10-1)}$ adalah 2,262. Sedangkan hasil yang diperoleh dari perhitungan diatas nilai t hitung pada masing-masing *output* adalah Bojonegara sebesar 0,33 ; PCI sebesar 1,594 ; dan pada Tol Cilegon Timur sebesar 0,154. Maka bisa disimpulkan bahwa rata-rata kendaraan dalam antrian kemacetan adalah valid antara kondisi nyata dengan model simulasi yang telah dibuat. Terlihat pada masing-masing hasilnya, yaitu: 0,33 ; 1.594 ; 0,154 < 2,262. Maka H_0 diterima, dan simulasi model dengan sistem nyata dinyatakan valid.

Model simulasi telah diuji verifikasi dan validasi, dan memiliki hasil yang valid. Dengan begitu kondisi nyata pada Pertigaan Jalan Gerbang Tol Cilegon Timur sudah dapat disimulasikan dengan model simulasi yang telah dibuat. Model simulasi yang telah dibuat dijalankan dengan pengaturan selama 5 jam sesuai dengan waktu pengamatan, akan tetapi dibagi per-jam agar lebih jelas untuk dapat mengetahui waktu disaat kondisi lalu lintas padat. Dari model simulasi tersebut dapat diperoleh hasil *output* sebagai berikut:

Tabel 7 Output Simulasi Kemacetn Eksisting

Output Eksisting		Interval Waktu				
		14.00-15.00	15.00-16.00	16.00-17.00	17.00-18.00	18.00-19.00
Total	Bojo	585	727	798	744	567
	PCI	541	691	887	846	528
	Tol	541	714	891	760	619
Kenda raan	Bojo	572	719	772	734	564
	PCI	535	685	862	837	524
	Tol	533	705	865	756	610
Kenda raan Yang Jalan	Bojo	572	719	772	734	564
	PCI	535	685	862	837	524
	Tol	533	705	865	756	610
Sisa Dalam Sistem	Bojo	13	8	26	10	3
	PCI	6	6	25	9	4
	Tol	8	9	26	4	9
Max. Pada Lokasi Jalan	Bojo	12	12	12	12	12
	PCI	12	12	12	12	12
	Tol	12	12	12	12	12
Max. Pada Arrival	Bojo	5	4	18	48	4
	PCI	2	3	3	7	2
	Tol	3	3	3	3	3
Max. Dari Arah	Bojo	17	16	30	60	16
	PCI	14	15	15	19	14
	Tol	15	15	15	15	15

Sumber: Output ProModel

Tabel 8 Output ProModel Perancangan Usulan Perbaikan 1

Output Eksisting		Interval Waktu				
		14.00-15.00	15.00-16.00	16.00-17.00	17.00-18.00	18.00-19.00
Total	Bojo	585	727	798	741	567
	PCI	541	691	887	849	528
	Tol	541	714	891	754	619
Kenda raan	Bojo	572	719	775	731	564
	PCI	535	685	859	840	524
	Tol	533	705	871	750	610

Tabel 8 Output ProModel Perancangan Usulan Perbaikan 1 (Lanjutan)

Output Eksisting		Interval Waktu				
		14.00-15.00	15.00-16.00	16.00-17.00	17.00-18.00	18.00-19.00
Sisa Dalam Sistem	Bojo	13	8	23	10	3
	PCI	6	6	28	9	4
	Tol	8	9	20	4	9
Max. Pada Lokasi	Bojo	12	12	12	12	12
	PCI	12	12	12	12	12
	Tol	12	12	12	12	12
Max. Pada Arrival	Bojo	5	4	14	36	4
	PCI	2	3	3	4	2
	Tol	3	3	3	3	3
Max. Dari Arah	Bojo	17	16	26	48	16
	PCI	14	15	15	16	14
	Tol	15	15	15	15	15

Sumber: Output ProModel

Tabel 9 Output ProModel Perancangan Usulan Perbaikan 2

Output Eksisting		Interval Waktu				
		14.00-15.00	15.00-16.00	16.00-17.00	17.00-18.00	18.00-19.00
Total	Bojo	585	727	796	727	567
	PCI	541	694	887	841	528
	Tol	541	711	891	752	619
Kenda raan Yang Jalan	Bojo	572	721	787	717	564
	PCI	535	685	867	832	524
	Tol	533	705	873	748	610
Sisa Dalam Sistem	Bojo	13	6	9	10	3
	PCI	6	9	20	9	4
	Tol	8	6	18	4	9
Max. Pada Lokasi	Bojo	12	12	12	12	12
	PCI	12	12	12	12	12
	Tol	12	12	12	12	12
Max. Pada Arrival	Bojo	3	3	3	2	3
	PCI	2	3	3	3	2
	Tol	3	3	3	3	3
Max. Dari Arah	Bojo	15	15	15	14	15
	PCI	14	15	15	15	14
	Tol	15	15	15	15	15

Sumber: Output ProModel

Tabel 10 Output ProModel Perancangan Usulan Perbaikan 3

Output Eksisting		Interval Waktu				
		14.00-15.00	15.00-16.00	16.00-17.00	17.00-18.00	18.00-19.00
Total	Bojo	585	725	793	726	567
	PCI	365	471	635	595	348
	Tol	717	933	1142	986	799
Kenda raan Yang Jalan	Bojo	574	722	785	716	564
	PCI	360	466	622	587	345
	Tol	709	924	1129	981	789
Sisa Dalam Sistem	Bojo	11	3	8	10	3
	PCI	5	5	13	8	3
	Tol	8	9	13	5	10
Max. Pada Lokasi	Bojo	12	12	12	12	12
	PCI	12	12	12	12	12
	Tol	12	12	12	12	12
Max. Pada Arrival	Bojo	3	3	3	2	3
	PCI	2	3	3	3	2
	Tol	3	3	3	3	3
Max. Dari Arah	Bojo	15	15	15	14	15
	PCI	14	15	15	15	14
	Tol	15	15	15	15	15

Sumber: Output ProModel

Setelah membuat usulan perbaikan dan mendapatkan hasil *output* dari model simulasi tersebut, langkah selanjutnya adalah membandingkan usulan perbaikan dengan

eksisting sistem awal untuk melihat adanya perbedaan pada tiap model usulan perbaikan yang telah dibuat. Pada pengujian ini dibantu dengan menggunakan *software* SPSS Statistics 19.0 dengan sistem analisis *Post Hoc Bonferroni*. Berikut ini adalah tabel yang berisi hasil *output* eksisting, usulan perbaikan 1, usulan perbaikan 2, dan usulan perbaikan 3.

Tabel 11 Data Output Jumlah Kendaraan Yang Antri Pada Model Simulasi Eksisting, Usulan Perbaikan 1, Usulan Perbaikan 2, Dan Usulan Perbaikan 3

Replikasi	Eksisting			Usulan Perbaikan 1			Usulan Perbaikan 2			Usulan Perbaikan 3		
	Bojo	PCI	Tol	Bojo	PCI	Tol	Bojo	PCI	Tol	Bojo	PCI	Tol
1	60	19	15	48	16	15	15	15	15	15	15	15
2	26	18	15	34	15	15	15	15	15	15	15	15
3	81	24	20	62	18	17	15	15	16	15	15	16
4	43	16	15	29	16	15	16	16	15	16	16	15
5	74	24	16	71	26	21	15	15	16	15	15	16
6	64	30	15	51	27	15	16	26	15	16	16	15
7	87	24	28	66	26	28	15	15	24	15	15	16
8	65	23	16	55	16	16	15	16	16	15	16	16
9	30	17	15	26	15	15	15	15	15	15	15	15
10	42	32	17	45	27	28	19	16	16	15	16	16
Total	572	227	172	487	202	185	156	164	163	152	154	155
Rata-rata	57.2	22.7	17.2	48.7	20.2	18.5	15.6	16.4	16.3	15.2	15.4	15.5

Sumber: Output ProModel

Tabel 12 Hasil Output Pengujian Post Hoc Bonferroni

Dependent Variable	(I) Scenario	(J) Scenario	Multiple Comparisons Bonferroni					
			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
						Lower Bound	Upper Bound	
Bojo	1	2	8.50000	5.85268	.930	-7.8405	24.8405	
		3	41.60000*	5.85268	.000	25.2595	57.9405	
		3	42.00000*	5.85268	.000	25.6595	58.3405	
	2	1	-8.50000	5.85268	.930	-24.8405	7.8405	
		3	33.10000*	5.85268	.000	16.7595	49.4405	
		3	33.50000*	5.85268	.000	17.1595	49.8405	
	3	1	-41.60000*	5.85268	.000	-57.9405	-25.2595	
		2	-33.10000*	5.85268	.000	-49.4405	-16.7595	
		2	-42.00000*	5.85268	.000	-58.3405	-25.6595	
	PCI	1	2	-42.00000*	5.85268	.000	-58.3405	-25.6595
			3	-33.50000*	5.85268	.000	-49.8405	-17.1595
			3	-4.00000	5.85268	1.000	-16.7405	15.9405
2		1	2.50000	1.88046	1.000	-2.7502	7.7502	
		3	6.30000*	1.88046	.011	1.0498	11.5502	
		3	7.30000*	1.88046	.003	2.0498	12.5502	
3	1	-2.50000	1.88046	1.000	-7.7502	2.7502		
	2	3.80000	1.88046	.305	-1.4502	9.0502		
	2	4.80000	1.88046	.090	-.4502	10.0502		
Tol	1	2	-6.30000*	1.88046	.011	-11.5502	-1.0498	
		3	-3.80000	1.88046	.305	-9.0502	1.4502	
		3	1.00000	1.88046	1.000	-4.2502	6.2502	
	2	1	-7.30000*	1.88046	.003	-12.5502	-2.0498	
		3	-4.80000	1.88046	.090	-10.0502	.4502	
		3	-1.00000	1.88046	1.000	-6.2502	4.2502	
3	1	-1.30000	1.63078	1.000	-5.8531	3.2531		
	2	.90000	1.63078	1.000	-3.6531	5.4531		
	2	1.70000	1.63078	1.000	-2.8531	6.2531		

Tabel 12 Hasil Output Pengujian Post Hoc Bonferroni (Lanjutan)

1	X 2 3	1.30000	1.63078	1.000	-3.2531	5.8531
	X 1 3	2.20000	1.63078	1.000	-2.3531	6.7531
	X 1 2	3.00000	1.63078	.445	-1.5531	7.5531
2	X 1 3	-.90000	1.63078	1.000	-5.4531	3.6531
	X 1 2	-2.20000	1.63078	1.000	-6.7531	2.3531
	X 2 3	.80000	1.63078	1.000	-3.7531	5.3531
3	X 1 2	-1.70000	1.63078	1.000	-6.2531	2.8531
	X 1 3	-3.00000	1.63078	.445	-7.5531	1.5531
	X 2 3	-.80000	1.63078	1.000	-5.3531	3.7531

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Sumber: Output SPSS Statistics 19.0.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan ini adalah sebagai berikut: Panjang maksimal kemacetan kendaraan pada keadaan eksisting di pertigaan jalan, yaitu 48 kendaraan untuk kendaraan dari arah Bojonegara, 7 kendaraan dari arah PCI dan 3 kendaraan dari arah Gerbang Tol Cilegon Timur. Terdapat juga jumlah barisan kemacetan sebanyak 12 kendaraan pada tiap jalur. Maka total panjang kemacetan maksimal pada kemacetan tersebut adalah 60 kendaraan pada Bojonegara, 19 kendaraan pada PCI dan 15 kendaraan pada Gerbang Tol Cilegon Timur.

Dan rancangan usulan perbaikan yang dipilih adalah usulan perbaikan 3 yaitu dengan dilakukannya pelebaran jalan Bojonegara dan penertiban sisi jalan dari angkutan umum yang berhenti untuk menunggu penumpang. Selain itu didapatkan pula konsekuensi telah memilih usulan perbaikan 3 yaitu pengaspalan pada jalan Bojonegara untuk dilakukannya pelebaran jalan, regulasi dengan pihak supir angkutan umum untuk lebih tertib dengan peraturan lalu lintas dengan menunggu penumpang di tempat yang telah disediakan yaitu Terminal Seruni Cilegon, dan petugas kepolisian untuk lebih tegas terhadap peraturan lalu lintas yang telah dipublikasikan terhadap masyarakat yang menggunakan kendaraan pribadi maupun kendaraan umum.

DAFTAR PUSTAKA

- Siagian, P. 1987. *Penelitian Operasional : Teori dan Praktek*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Bronson, R., Waspakrik, H.J. 1988. *Teori dan Soal-Soal Operation Research*. Seri buku Schaum's. Erlangga. Jakarta.
- Mulyono, S. 1991. *Operations Research*. Fakultas Ekonomi, Universitas Indonesia. Jakarta.
- Schroeder, Roger G. 1997. *Operations Management*. MCGraw-Hill, Inc, New Jersey.
- Hasan, M. Iqbal. 2002. *Pokok-Pokok Materi : Teori Pengambilan Keputusan*. Ghalia Indonesia. Jakarta.
- Levin, Richard I, dkk. 2002. *Quantitative Approaches to Management (Seventh Edition)*. McGraw – Hill, Inc. New Jersey.
- Gross, D., Shortle JF., Thompson J.M., Harris, C.M. 2008. *Fundamental of Queueing*

- Theory*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Tim Dosen Simulasi dan Pemodelan Gunadarma. 2004. Catatan Kuliah Simulasi dan Pemodelan. Universitas Gunadarma. Jakarta.
- Supranto, J. 2007. Teknik *Sampling* untuk Survey dan Eksperimen. Rineka Cipta. Jakarta.
- Marlissa, Julius Marlissa. 2011. Riset Manajemen Operasi dan Bisnis : Pemodelan dan Simulasi Sistem. Universitas Mercu Buana. Jakarta.
- Rianti Gerson, Veni. 2013. Simulasi Antrian di Bank Kaltim KCP Sei. Samarinda Menggunakan ProModel. *Tugas Akhir*, Jurusan Statistika FMIPA. Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Susanto, Tri. 2013. Analisis dan Simulasi Antrian *Bus Rapid Transit* (BRT) Trans-Jakarta. Universitas Bakrie, Jurusan Teknik Industri. Jakarta.
- Vero Wahyudi, Gustri. 2012. Perancangan Sistem Simulasi Antrian Kendaraan Bermotor Pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU). Universitas Udayana, Jurusan Ilmu Komputer. Denpasar, Bali.
- Arisandi, Musoffan dan Riski Fajar, M. 2011. Simulasi Antrian ATM. Jurusan Teknik Informatika, FT Universitas Madura. Madura.
- Fatimah. Hunusalela, Zeny. 2011. Model Simulasi Untuk Menghitung Jumlah Tenaga Kerja Yang Optimal Pada *Line 21* PT Pancaprima Eka Brothers. Universitas Trisakti, Jurusan Teknik Industri. Jakarta.
- Lestari, Sri. 2011. Analisa Tata Letak Pabrik Untuk Meminimalisasi Material *Handling* di Pabrik *Sheet Metal* Dengan *Software* ProModel. Universitas Trisakti, Jurusan Teknik Industri. Jakarta.