



ANALISIS ANTRIAN ANGKUTAN BARANG PADA JEMBATAN TIMBANG DENGAN METODE SIMULASI MULTIPLE CHANNEL (STUDI KASUS PADA JEMBATAN TIMBANG SARANG)

Nicolas Ananto Seno W., Muhammad Arsyad Sulistiono,
Bambang Riyanto^{*)}, Kami Hari Basuki^{*)}

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

ABSTRAK

Jembatan Timbang Sarang merupakan salah satu jembatan timbang yang ramai melayani kendaraan angkutan barang di provinsi Jawa Tengah. Dengan banyaknya jumlah kendaraan yang harus dilayani akan menimbulkan potensi antrian pada jembatan timbang tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola antrian yang terjadi pada jembatan timbang dan untuk memberikan suatu rekomendasi sistem antrian yang sesuai untuk diterapkan pada Jembatan Timbang Sarang, sehingga dapat meningkatkan kinerja dari jembatan timbang tersebut. Metode yang digunakan untuk menganalisa antrian pada penelitian ini adalah metode simulasi. Metode ini digunakan karena banyaknya variabel yang terdapat pada sistem antrian Jembatan Timbang Sarang sehingga akan sangat sulit bila menggunakan metode analisa matematis. Simulasi dimulai dengan melakukan survai data dilapangan. Data tersebut digunakan untuk melakukan simulasi yang hasilnya kemudian diuji kesesuaiannya dengan distribusi poisson. Dengan hasil simulasi tersebut selanjutnya dapat dibuat suatu model antrian yang lebih baik. Berdasarkan hasil analisa yang kami lakukan, diperlukan sistem antrian yang lebih baik serta perlu dilakukan peningkatan sumber daya manusia dan infrastruktur agar pelayanan Jembatan Timbang Sarang lebih baik lagi.

kata kunci : *Jembatan Timbang, Analisa Antrian, Simulasi, Kinerja*

ABSTRACT

Sarang Weighbridge is one of the busy weighbridge that serve freight vehicles in the province of Central Java. With the large number of vehicles to be serviced will cause potential queues at the weighbridge. This study aims to determine the pattern of queues that occur at weigh stations and provide a recommendation to the appropriate queue system to be applicable to the Sarang Weighbridge, so it can increased the performance of the weighbridge. The method used to analyze queues in this study is the simulation method. This method is used because there are many variables at Weighbridge queuing system so it will be very difficult when using the methods of mathematical analysis. Simulation begins with field survey data. The data is used to perform the simulation and the results are then

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

tested for compliance with the Poisson distribution . From the simulation results will then be made a better queuing models. Based on the analysis that we did, needed a better queuing system and the need to improve the infrastructure and human resources in order to better service on Sarang Weighbridge.

keywords: *Weighbridge, Queueing Analysis, Simulation, Performance*

PENDAHULUAN

Jembatan Timbang Sarang yang berlokasi di kecamatan Sarang, kabupaten Rembang, Jawa Tengah merupakan salah satu jembatan timbang yang ramai dilalui oleh angkutan barang. Berdasarkan data dari Dishubkominfo Jawa Tengah Jembatan Timbang Sarang melayani sekitar 800 kendaraan per hari serta mengalami jumlah pelanggaran muatan paling tinggi di Jawa Tengah, untuk tahun 2013 sampai tri wulan pertama saja sudah lebih dari 15.000 kendaraan yang melanggar muatan lebih dari 25%. Jembatan Timbang Sarang ramai dikarenakan lokasinya yang berada pada jalur perbatasan antara Jawa Tengah dengan Jawa Timur. Jembatan timbang dengan luas lahan 15.620 m² ini memiliki dua buah platform dengan kapasitas 80 ton yang digunakan untuk menimbang lebih dari 800 buah truk setiap harinya. Dengan hanya satu arah pelayanan dan jumlah sumber daya manusianya sebanyak 24 orang jembatan ini masih tampak cukup kewalahan dalam melakukan pelayanan penimbangan muatan. Dikarenakan lalu lintas angkutan barang yang ramai serta tingginya tingkat pelanggaran muatan tersebut memicu timbulnya antrian kendaraan/truk yang akan melakukan penimbangan yang cukup panjang pada jembatan timbang tersebut.

Agar pelaksanaan pengoperasian dan pengawasan muatan angkutan barang dapat berjalan lancar dan optimal perlu dibuat analisis antrian yang terjadi pada jembatan timbang. Pada penelitian ini, analisa yang dilakukan dengan menggunakan metode simulasi dengan disiplin antrian (M/M/n):(FIFO/∞/∞). Disiplin antrian FIFO dipilih karena kondisi platform jembatan timbang yang terpisah jauh satu dengan yang lain serta disiplin antrian ini memiliki varabel yang lebih mudah untuk diteliti dan diterapkan. Metode simulasi digunakan karena banyaknya variabel yang terdapat pada sistem antrian Jembatan Timbang Sarang yang akan sangat sulit bila di analisa menggunakan metode analisa matematis. Dengan melakukan analisis antrian Jembatan Timbang Sarang pada akhirnya kita dapat mengetahui sistem antrian yang sesuai untuk diterapkan pada Jembatan Timbang Sarang sehingga kinerja dari jembatan timbang tersebut optimal.

KAJIAN PUSTAKA

Sebagai upaya pengawasan dan pengamanan prasarana dan sarana lalu lintas dan angkutan jalan digunakan alat penimbangan yang dapat menimbang kendaraan bermotor sehingga dapat diketahui berat kendaraan beserta muatannya (PP No. 43 Tahun 1993). Alat penimbangan tersebut berupa jembatan timbang yang keberadaannya merupakan salah satu kebijakan untuk melindungi kerusakan jalan akibat muatan lebih serta untuk keselamatan lalu lintas. Menurut Siagian (1987), antrian ialah suatu garis tunggu dari nasabah (satuan) yang memerlukan layanan dari satu atau lebih pelayan (fasilitas layanan). Pada umumnya, sistem antrian dapat diklasifikasikan menjadi sistem yang berbeda - beda. Antrian timbul disebabkan oleh kebutuhan akan layanan melebihi kemampuan (kapasitas) pelayanan atau

fasilitas layanan, sehingga pengguna fasilitas yang tiba tidak bisa segera mendapat layanan disebabkan kesibukan layanan. Sistem antrian memiliki komponen sebagai berikut :

1. Distribusi Pola Kedatangan
2. Disiplin Antrian
 - a. *First-Come First-Served* (FCFS) atau *First-In First-Out* (FIFO)
 - b. *Last-Come First-Served* (LCFS) atau *Last-In First-Out* (LIFO)
 - c. *Service In Random Order* (SIRO)
 - d. *Priority Service* (PS)
3. Distribusi dan Fasilitas Pelayanan
 - a. *Single Channel, Single Server*
 - b. *Single Channel, Multi Server*
 - c. *Multi Channel, Single Server*
 - d. *Multi Channel, Multi Server*

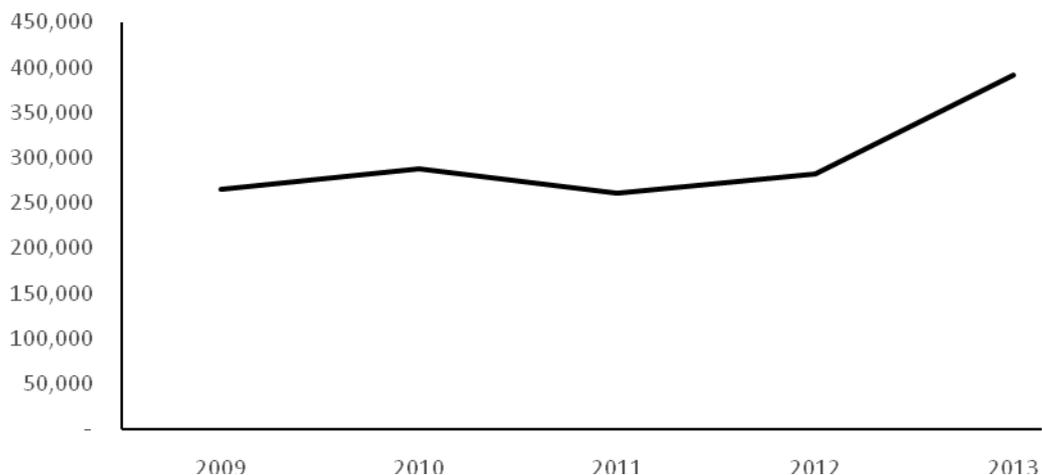
METODOLOGI

Studi mengenai analisis antrian pada Jembatan Timbang Sarang ini dilakukan dalam beberapa tahapan. Dimulai dari pekerjaan persiapan, mengidentifikasi kebutuhan data, mengidentifikasi masalah, menyiapkan studi pustaka yang akan dipakai, melakukan analisa dan pembahasan sehingga diperoleh hasil dan kesimpulan. Seperti *flowchart* pada Gambar 2.

PENYAJIAN DATA

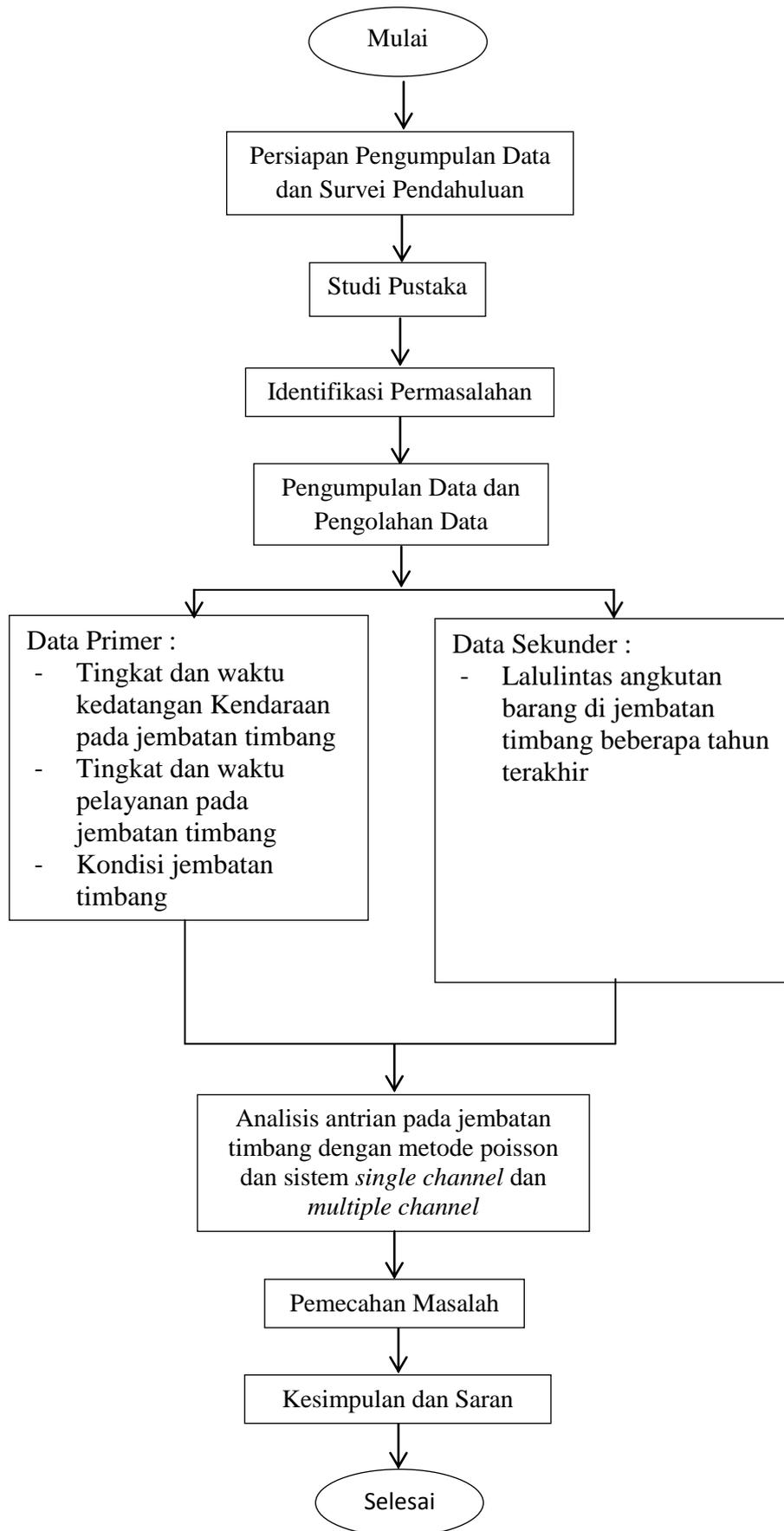
Perkembangan Aktifitas Jembatan Timbang Sarang

Berikut ini merupakan data mengenai jumlah angkutan barang yang melalui Jembatan Timbang Sarang pada lima tahun terakhir beserta jumlah kendaraan sesuai dengan pelanggaran yang dilakukan pada tiap tahunnya.

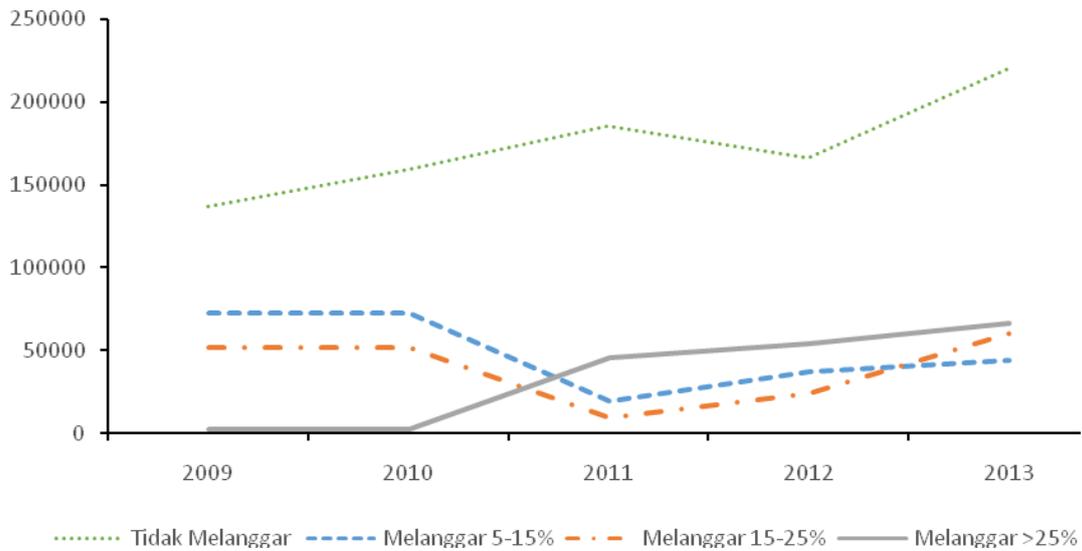


Sumber: Dishubkominfo JATENG, 2013

Gambar 1. Jumlah Kendaraan yang Melakukan Penimbangan Setiap Tahun



Gambar 2. Diagram Alir Pelaksanaan



Sumber: Dishu kominfo JATENG, 2013

Gambar 3. Jumlah Kendaraan Sesuai Jenis Pelanggaran

Lalu Lintas Jalan Pada Lokasi Jembatan Timbang

Perkembangan kegiatan yang terjadi pada jembatan timbang tidak terlepas dari perkembangan lalu lintas yang terjadi pada jalan di lokasi jembatan timbang. Semakin ramai arus lalu lintas serta semakin tingginya komposisi truk pada arus lalu lintas tersebut maka aktifitas pada jembatan timbang akan semakin meningkat.

Tabel 1. Lalu Lintas Harian Rata-Rata Ruas Rembang –Bulu Tahun 2011

No	1	2	3	4	5A	5B
Jenis Kend.	Sepeda Motor	Light Vehicle	Oplet/Mini bus	MHV	Bus Kecil	Bus Besar
Jumlah Kend.	14295	3098	801	1606	235	846
No	6A	6B	7A	7B	7C	8
Jenis Kend.	Truck Ringan	Truck Sedang	Truck Berat	Truck Gandeng	Truck Trailer	Becak/Sepeda
Jumlah Kend.	947	1294	1344	889	753	807

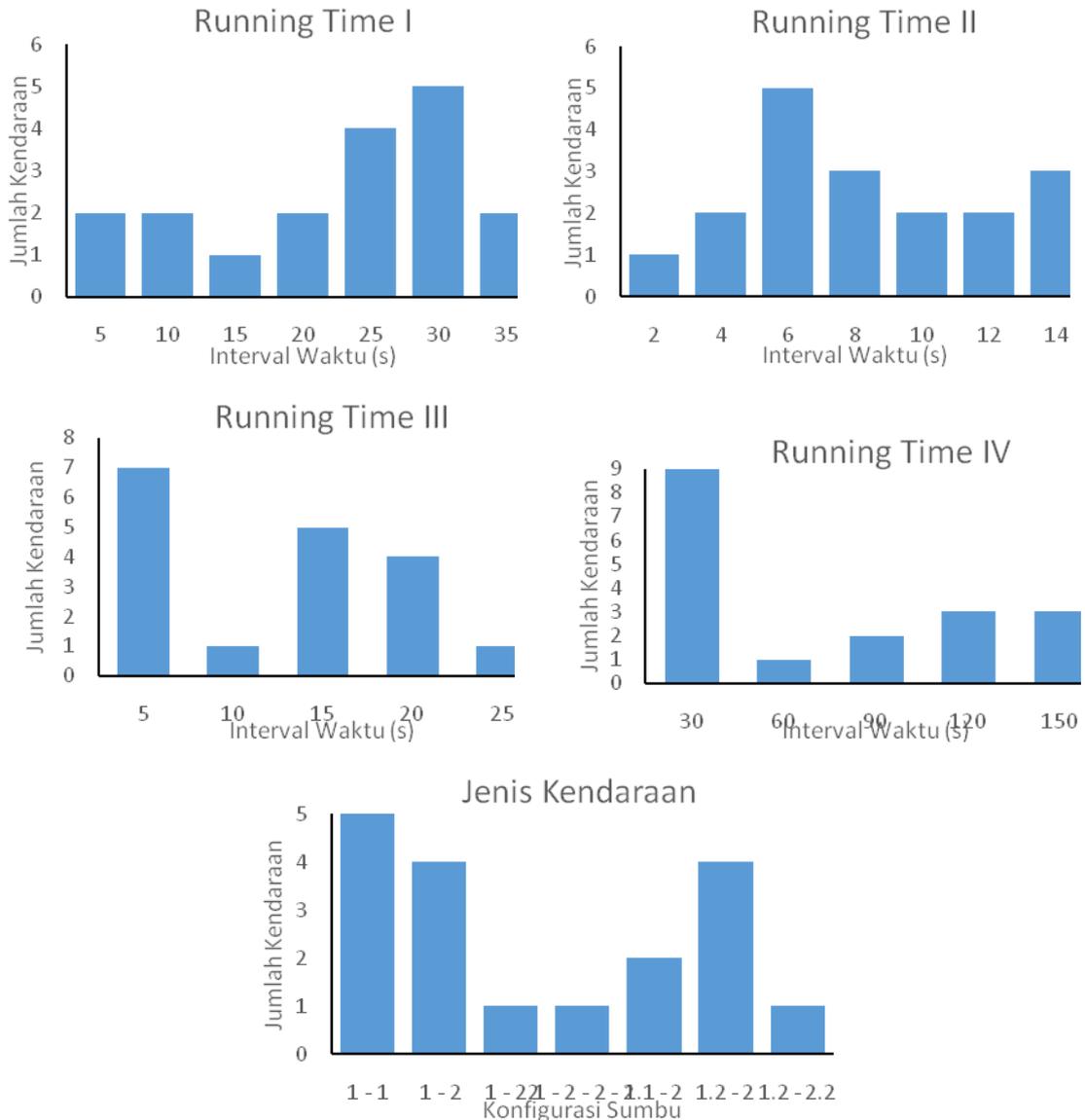
Tabel 2. Lalu Lintas Harian Rata-Rata Ruas Rembang –Bulu Tahun 2012

No	1	2	3	4	5A	5B
Jenis Kend.	Sepeda Motor	Light Vehicle	Oplet/Mini bus	MHV	Bus Kecil	Bus Besar
Jumlah Kend.	16295	3147	755	1437	185	970
No	6A	6B	7A	7B	7C	8
Jenis Kend.	Truck Ringan	Truck Sedang	Truck Berat	Truck Gandeng	Truck Trailer	Becak/Sepeda
Jumlah Kend.	873	1398	1647	984	773	656

Sumber : Dinas Bina Marga Jawa Tengah

Variasi *Running Time*

Running time merupakan waktu yang dibutuhkan oleh setiap angkutan barang untuk melalui setiap tahapan proses penimbangan. Dalam tugas akhir yang kami susun ini tahapan proses penimbangan di bedakan menjadi empat tahapan atau dengan kata lain terdapat empat *running time*. Setiap *running time* memiliki waktu yang bervariasi antara satu dengan yang lain seperti disajikan pada grafik berikut ini :



Gambar 4. Grafik Variasi *Running Time* dan Jenis Kendaraan

Keterangan :

- Running Time 1 = waktu pada saat truk berikutnya masuk ke area jembatan setelah truk sebelumnya sampai *platform (head way)*.
- Running Time 2 = waktu pada saat truk berada pada *platform*
- Running Time 3 = waktu pada saat truk berada di loket pembayaran atau waktu penindakan

Running Time 4 = waktu pada saat truk keluar dari loket pembayaran sampai dengan keluar lokasi jembatan timbang

Jenis Kendaraan = jenis kendaraan diklasifikasikan berdasarkan jumlah sumbu gandar

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Uji Kecocokan Distribusi Poisson

Sebelum dilakukan simulasi, maka perlu dilakukan pengujian kecocokan data apakah sebaran data mengikuti distribusi poisson atau tidak. Karena terbatasnya data waktu pengamatan kendaraan pada waktu survei maka data pengamatan tidak dapat dilakukan pengujian kecocokan distribusi poisson. Oleh karena itu, pada penelitian tugas akhir ini pengujian kecocokan distribusi poisson menggunakan bangkitan data simulasi sebanyak 1000 data.

Hipotesis dan Syarat

Untuk melakukan uji kecocokan dengan distribusi poisson digunakan metode perbandingan chi square dengan hipotesa awal sebagai berikut :

Ho : $X = 0$, Data tidak mengikuti distribusi poisson.

Ha : $X \neq 0$, Data mengikuti distribusi poisson.

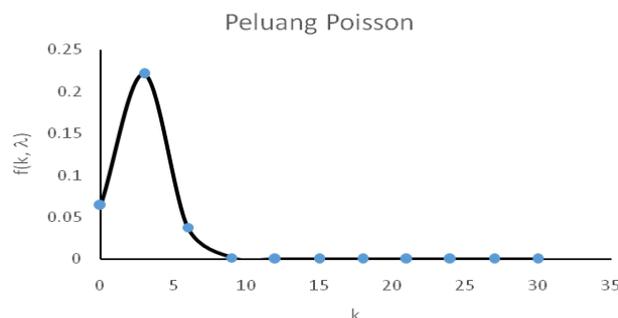
Dari hipotesis tersebut didapatkanlah syarat sebagai berikut :

Jika X^2 hitung $\leq X^2$ tabel, maka Ho diterima, Ha ditolak

Jika X^2 hitung $> X^2$ tabel, maka Ho ditolak, Ha diterima

Tabel 3. Perhitungan Chi Square Hitung

Waktu Antri	Jumlah Kendaraan	peluang poisson setiap kelas	nilai harapan	$(nk-npk)^2$	X^2k
0	729	0,064	64	442225	6909,765625
3	51	0,221	221	28900	130,7692308
6	54	0,038	38	256	6,736842105
9	62	1,55E-03	1,55	3654,2025	2357,55
12	32	2,43E-05	0,0243	1022,44539	42075,942
15	40	1,84E-07	0,000184	1599,98528	8695572,174
18	7	7,73E-10	0,000000773	48,99998918	63389377,98
21	12	1,99E-12	1,99E-09	144	72361809021
24	7	3,39E-15	3,39E-12	49	1,44543E+13
27	1	3,98E-18	3,98E-15	1	2,51256E+14
30	5	3,37E-21	3,37E-18	25	7,4184E+18



Gambar 5. Grafik Peluang Poisson Kedatangan Truk Pada Jembatan Timbang

Perbandingan Chi Square

Untuk membuat kesimpulan apakah data dari simulasi dapat diterima atau mengikuti distribusi poisson akan dilihat dari perbandingan chi square hitung (χ^2 hitung) dengan chi square tabel (χ^2 tabel).

- Chi square hitung

$$\chi^2 \text{ hitung} = \sum_{k=0}^m \frac{(nk - npk)^2}{npk} = 7,418E+18$$

- Chi square tabel

Dengan menggunakan taraf signifikansi 1% dan dk = 10 (jumlah kelas – 1) maka dari pembacaan tabel chi square didapatkan nilai $\chi^2 = 23,209$

Dari hasil Chi square hitung dan Chi square tabel dapat kita simpulkan bahwa hipotesa H0 ditolak dan Ha diterima karena nilai Chi square hitung > Chi square tabel. Jadi sebaran bangkitan data dari simulasi mengikuti distribusi poisson.

Simulasi Antrian Single Channel

Pada simulasi yang kami lakukan, kami melakukan bangkitan data sebanyak 1000 data pada data running time i, ii, iii, iv, dan jenis kendaraan yang bisa dilihat pada lampiran. Untuk simulasi pada sub bab ini, kami mengasumsikan jembatan timbang memiliki satu platform dan penindakan dilakukan saat keluar platform dengan sistem pelayanan (M/M/1);(FIFO/∞/∞). Berikut ini adalah contoh hasil bangkitan 15 data :

Tabel 4. Bangkitan Data

No	Probabilitas Acak				Jenis Kend	Waktu Datang	Waktu Timbang	Waktu Tindakan	Waktu Keluar	Jenis Kendaraan
	R I	R II	R III	R IV						
1	0,584	0,683	0,535	0,725	0,950	25	16	15	120	truk 4 sumbu
2	0,214	0,270	0,746	0,724	0,262	10	12	20	120	minitrak 2 sumbu
3	0,903	0,060	0,555	0,890	0,285	35	10	15	150	truk 2 sumbu
4	0,922	0,930	0,117	0,439	0,656	35	20	5	30	truk 3 sumbu
5	0,143	0,680	0,965	0,130	0,252	10	16	25	30	minitrak 2 sumbu
6	0,828	0,113	0,181	0,872	0,611	30	10	5	150	truk gandeng
7	0,219	0,305	0,008	0,538	0,753	10	12	5	60	truk 3 sumbu
8	0,948	0,076	0,437	0,213	0,965	35	10	10	30	truk 4 sumbu

Untuk mengetahui potensi antrian kita perlu mengetahui kumulatif waktu datang, waktu datang dan timbang, dan kumulatif waktu sebenarnya. Waktu datang kumulatif sebuah truk adalah waktu kedatangan truk ditambah dengan waktu kedatangan truk-truk sebelumnya. Waktu datang dan timbang adalah penjumlahan dari waktu datang dan saat waktu penimbangan. Kumulatif waktu *real* merupakan waktu yang sesungguhnya dibutuhkan oleh sebuah truk dari saat datang dan menimbang pada platform yang dipengaruhi oleh truk-truk sebelumnya.

Jika waktu datang kumulatif yang dibutuhkan sebuah truk lebih kecil dari waktu datang dan timbang real truk sebelumnya maka waktu sebenarnya atau *real* dari truk tersebut adalah waktu datang dan timbang *real* atau kumulatif waktu *real* truk sebelumnya ditambah waktu timbang truk itu sendiri. Logikanya adalah jika waktu kedatangan suatu truk lebih cepat dari waktu kedatangan dan penimbangan truk sebelumnya, maka truk tersebut harus menunggu sampai truk sebelumnya selesai dilayani, dan bila ada truk berikutnya yang datang lebih cepat maka truk tersebut harus menunggu dua truk sebelumnya selesai dilayani, begitu seterusnya sehingga terbentuklah suatu antrian.

Tabel 5. Potensi Antrian

Waktu Datang	Waktu Timbang	Waktu Tindakan	Jenis Kend.	Kumulatif Waktu Datang	Waktu Datang dan Timbang	Kumulatif Waktu Real	Potensi Antrian
5	8	5	minitrak 2 sumbu	5	13	13	-
5	8	5	minitrak 2 sumbu	10	18	21	Antri
5	8	5	minitrak 2 sumbu	15	23	29	Antri
5	8	5	minitrak 2 sumbu	20	28	37	Antri
5	8	5	minitrak 2 sumbu	25	33	45	Antri
5	8	5	minitrak 2 sumbu	30	38	53	Antri
5	8	5	minitrak 2 sumbu	35	43	61	Antri
5	8	5	minitrak 2 sumbu	40	48	69	Antri

Tabel 6. Hasil Simulasi *Single Channel*

Waktu kedatangan rata-rata	23,11926606	detik
Waktu timbang rata-rata	14,52191641	detik
Waktu tunggu penindakan	12,35474006	detik
Waktu keluar rata-rata	72,87461774	detik
Jumlah kendaraan lewat	1000	kendaraan
Total waktu simulasi	0,000	menit
Rata-rata tingkat kedatangan	2,596	kend/menit
rata-rata tingkat pelayanan di platform	4,136	kend/menit
Rata-rata tingkat pelayanan di loket	4,856	kend/menit
Jumlah antri	267	kendaraan
Jumlah terus	714	kendaraan
panjang antrian max	95,04	meter
Waktu antrian rata-rata	14,83995923	detik
Service time rata-rata tiap truk	197,861	detik
Potensi antrian	27%	

Sumber : Analisis Antrian Jembatan Timbang Sarang Sistem Single Channel, Lampiran

Simulasi Antrian Double Channel

Simulasi antrian double channel dilakukan dengan mensimulasikan data hasil bangkitan dari russian roulette seperti pada simulasi single channel, bedanya pada simulasi kali ini jembatan timbang menggunakan dua buah platform penimbangan. Prinsip simulasi double channel ini hampir sama dengan simulasi single channel hanya saja untuk perhitungan antriannya dihitung pada masing-masing platform.

Tabel 7. Waktu Datang *Real Double Channel*

Waktu Datang	Waktu Timbang	Platform 1	Platform 1 Komulatif	Platform 2	Platform 2 Komulatif	Kumulatif Waktu Real 1	Kumulatif Waktu Real 2
20	12	20	20	0	0	32	0
30	16	0	20	30	30	0	46
0	10	30	50	0	30	60	0
25	20	0	50	25	55	0	75
30	14	30	80	0	55	94	0
30	10	0	80	30	85	0	95
30	16	30	110	0	85	126	0
30	12	0	110	30	115	0	127

Tabel 8. Potensi Antri dan Waktu Simulasi *Double Channel*

WDTT 1	WDTT 2	WRDTT1	WRDTT 2	Potensi Antrian 1	Potensi Antrian 2	Lama Antri 1	Lama Antri 2	Total Waktu (menit)
47	0	47	0	-	-	0	0	2,2833
0	66	0	66	-	-	0	0	3,6000
65	0	65	0	-	-	0	0	2,5833
0	90	0	90	-	-	0	0	2,0000
109	0	109	0	-	-	0	0	2,8167
0	100	0	100	-	-	0	0	4,1667
146	0	146	0	-	-	0	0	2,9333
0	132	0	132	-	-	0	0	2,7000

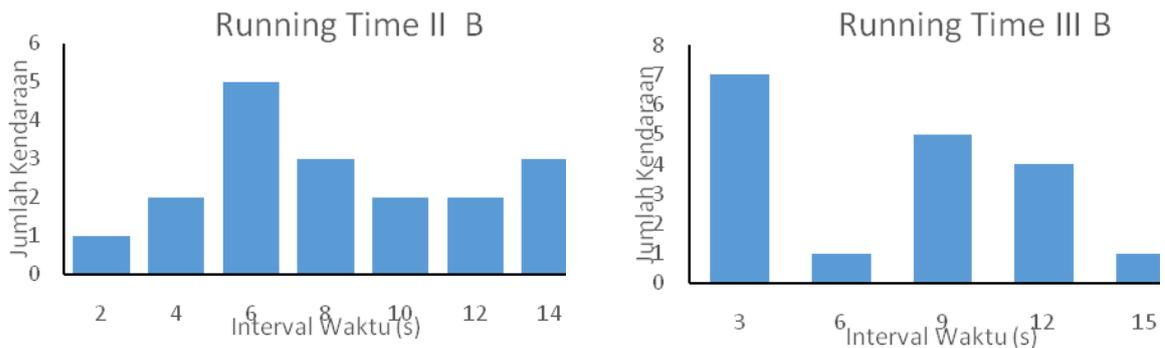
Tabel 9. Hasil Simulasi Antrian *Double Channel*

Waktu kedatangan rata-rata	22,13	detik
Waktu timbang rata-rata	14,224	detik
Waktu tunggu penindakan	12,13	detik
Waktu keluar rata-rata	75,12	detik
Jumlah kendaraan lewat	2053	kendaraan
Total waktu simulasi	386,833	menit
Rata-rata tingkat kedatangan	2,698	kend/menit
Rata-rata tingkat pelayanan di platform	4,226	kend/menit
Rata-rata tingkat pelayanan di loket	4,942	kend/menit
Jumlah antri	44	kendaraan
Jumlah terus	1956	kendaraan
panjang antrian max	40,52	meter
Waktu antrian rata-rata	11,65909091	detik
Service time rata-rata tiap truk	124,117	detik
Potensi antrian	2%	

Sumber : Analisis Antrian Jembatan Timbang Sarang Sistem Double Channel, Lampiran

Simulasi Antrian Single Channel dengan waktu pelayanan yang diubah

Berdasarkan hasil dari simulasi *single channel* dengan menggunakan data variasi *running time* dari lapangan didapat bahwa tingkat pelayanan pada jembatan timbang masih sangat kecil. Agar tingkat pelayanan pada jembatan timbang dapat meningkat, kami mencoba melakukan simulasi sistem *single channel* dengan mengabaikan waktu keluar dan menggunakan data penimbangan dan penindakan yaitu *running time* 2 dan 3 yang diubah dengan dipercepat intervalnya.



Gambar 6. Variasi Waktu Pelayanan Yang Baru

Tabel 10. Hasil Simulasi Antrian *Single Channel* Dengan Waktu Pelayanan Yang Diubah

Waktu kedatangan rata-rata	23,10081466	detik
Waktu timbang rata-rata	8,521384929	detik
Waktu tunggu penindakan	7,408350305	detik
Waktu keluar rata-rata	72,80040733	detik
Jumlah kendaraan lewat	1000	kendaraan
Total waktu simulasi	0,000	menit
Rata-rata tingkat kedatangan	2,596	kend/menit
Rata-rata tingkat pelayanan platform	7,053	kend/menit
Rata-rata tingkat pelayanan loket	8,094	kend/menit
Jumlah antri	123	kendaraan
Jumlah terus	859	kendaraan
panjang antrian max	50,02	meter
Waktu antrian rata-rata	7,937881874	detik
Service time rata-rata tiap truk	197,420	detik
Potensi antrian	13%	

Simulasi Antrian Single Channel dengan Penambahan Loket Penindakan

Simulasi antrian *single channel* dengan penambahan loket pembayaran/penindakan menjadi 2 buah dilakukan dengan mensimulasikan data hasil bangkitan dari *russian roulette* dengan prinsip seperti pada simulasi *double channel*, bedanya pada simulasi kali ini jembatan timbang menggunakan dua buah loket penindakan/pembayaran.

Tabel 11. Potensi Antrian *SingleChannel* Dengan Penambahan Loker Penindakan

Kumulatif Waktu Real	Loker 1	Loker 1 Kom	Loker 2	Loker 2 Kom	W dat timb tind 1	W dat timb tind 2	W Real dat timb tind 1	W Real dat timb tind 2	Potensi Antrian
41	41	41	0	0	56	0	56	0	-
53	0	41	53	53	0	67	0	67	-
80	80	121	0	53	95	0	95	0	-
125	0	121	125	178	0	130	0	130	-
141	141	262	0	178	156	0	156	0	-

Tabel 12. Hasil Simulasi Antrian *Single Channel* Dengan Penambahan Loker Penindakan

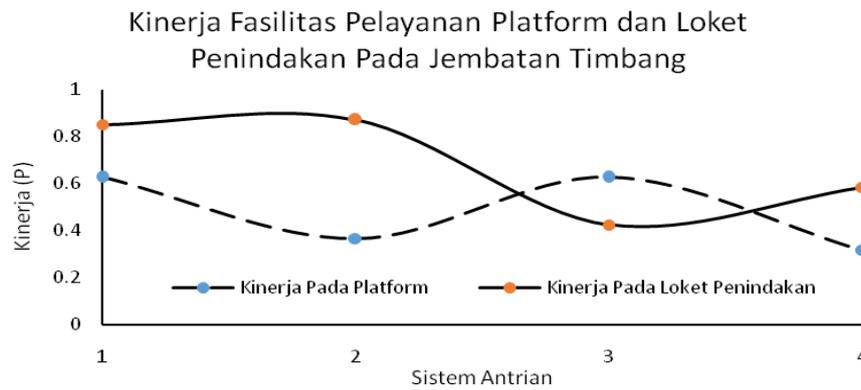
Waktu kedatangan rata-rata	23,10081466	detik
Waktu timbang rata-rata	14,52138493	detik
Waktu tunggu penindakan	12,34725051	detik
Waktu keluar rata-rata	72,83095723	detik
Jumlah kendaraan lewat	1000	kendaraan
Total waktu simulasi	0,000	menit
Rata-rata tingkat kedatangan	2,596	kend/menit
Rata-rata tingkat pelayanan platform	4,136	kend/menit
Rata-rata tingkat pelayanan loker	4,856	kend/menit
Jumlah antri	20	kendaraan
Jumlah terus panjang antrian max	962	kendaraan
Waktu antrian rata-rata	16,01	meter
Service time rata-rata tiap truk	8,55	detik
Potensi antrian	122,975	detik
	2%	

Perbandingan Hasil Analisa Data

Setelah dilakukan analisa terhadap beberapa data yang kami peroleh, didapatkanlah hasil yang cukup bervariasi antara hasil bangkitan data simulasi yang satu dengan hasil bangkitan data simulasi yang berbeda sistem antrian maupun interval waktu pada *running time* yang diubah dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 13. Hasil Kinerja Sistem Antrian *Single Channel* dan *Double Channel*

Sistem Antrian	Rata-Rata Tingkat Kedatangan (kend/menit)	Rata-Rata Tingkat Pelayanan Platform (kend/menit)	Kinerja (P)	Rata-Rata Tingkat Kedatangan (kend/menit)	Rata-Rata Tingkat Pelayanan Loker (kend/menit)	Kinerja (P)
SC-1L	2,596	4,136	0,628	4,136	4,856	0,852
SC-1L R2, R3 diubah	2,596	7,053	0,368	7,053	8,094	0,871
SC-2L	2,596	4,136	0,628	4,136	4,856	0,426
DC-2L	2,698	4,226	0,319	4,226	4,942	0,585



Gambar 7. Kinerja Pelayanan Pada Platform dan Locket Penindakan Jembatan Timbang

Keterangan :

- 1 = sistem antrian *Single Channel* dengan menggunakan 1 loket penindakan.
- 2 = sistem antrian *Single Channel* dengan menggunakan 1 loket penindakan dengan waktu pelayanan *running time* 2 dan *running time* 3 yang diubah.
- 3 = sistem antrian *Single Channel* dengan menggunakan 2 loket penindakan.
- 4 = sistem antrian *Double Channel* dengan menggunakan 2 loket penindakan

KESIMPULAN

Dari analisis antrian pada Jembatan Timbang Sarang yang telah penulis lakukan didapatkanlah kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari simulasi yang dilakukan dengan sistem antrian (M/M/n);(FIFO/∞/∞) diketahui bahwa dengan sistem *single channel* dengan 1 loket penindakan dalam waktu 387 menit menghasilkan 1000 kendaraan yang terlayani dengan potensi antrian sebesar 27%, panjang antrian maksimal 95,04 meter dengan tingkat pelayanan pada platform sebesar 4,136 kend/menit serta tingkat pelayanan pada loket penindakan sebesar 4,856 kend/menit. Dengan sistem *single channel* dengan waktu pelayanan yang ditingkatkan yang diubah untuk melayani 1000 kendaraan dibutuhkan waktu selama 384 menit dengan potensi antrian 10% dengan panjang antrian maksimal 29,5 meter dan tingkat pelayanan pada platform sebesar 7,053 kend/menit serta tingkat pelayanan pada loket penindakan sebesar 8,094 kend/menit. Dengan sistem *single channel* dengan menambah loket penindakan menjadi dua buah untuk melayani 1000 kendaraan dibutuhkan waktu selama 386 menit dengan potensi antrian 2% dengan panjang antrian maksimal 16,61 meter dan tingkat pelayanan pada platform sebesar 4,136 kend/menit serta tingkat pelayanan pada loket penindakan sebesar 9,712 kend/menit. Sedangkan dengan sistem *double channel* dengan 2 loket penindakan dalam waktu yang sama menghasilkan 2053 kendaraan terlayani dengan potensi antrian sebesar 2%, panjang antrian maksimal 40,52 meter dengan tingkat pelayanan pada platform sebesar 8,452 kend/menit serta tingkat pelayanan pada loket penindakan sebesar 9,884 kend/menit.
2. Berdasarkan perhitungan didapat bahwa dengan sistem *single channel* dengan 1 loket penindakan Jembatan Timbang Sarang memiliki kinerja fasilitas pelayanan pada platform sebesar 0,628 serta kinerja fasilitas pelayanan loket penindakan sebesar 0,852. Pada sistem *single channel* dengan menggunakan 2 loket penindakan memiliki kinerja fasilitas pelayanan loket penindakan menjadi 0,426. Sedangkan pada sistem *double*

channel dengan menggunakan 2 loket penindakan memiliki kinerja fasilitas pelayanan platform sebesar 0,319 serta kinerja fasilitas pada loket penindakan sebesar 0,585.

3. Dari hasil analisa yang dilakukan terdapat perbedaan hasil kinerja dari masing masing sumber data. Perbedaan hasil dari beberapa sumber data tersebut masih bisa diterima karena selisihnya masih berkisar antara 0,003-0,129 sehingga tingkat kepercayaannya pun masih tinggi.

SARAN

Dari kesimpulan yang telah dipaparkan sebelumnya, terdapat beberapa saran yang dapat penulis usulkan, diantaranya:

1. Berdasarkan hasil analisa yang kami lakukan, sistem antrian yang paling cocok diterapkan pada Jembatan Timbang Sarang adalah sistem antrian *Double Channnel* dengan sistem antrian $(M/M/2);(FIFO/\infty/\infty)$. Untuk itu platform ke-2 yang sudah ada pada Jembatan Timbang Sarang Perlu difungsikan dan dioptimalkan kembali.
2. Dalam analisa yang kami lakukan disiplin antrian *First In First Out* dirasa belum begitu tepat diterapkan pada sistem pelayanan *double channel*. Pada sistem ini akan lebih tepat jika digunakan disiplin antrian *First In First Serve* sehingga hal ini bisa menjadi acuan untuk diterapkan pada penelitian selanjutnya.
3. Jika akan tetap menggunakan satu platform maka diperlukan suatu sistem pelayanan atau penindakan yang lebih baik dan lebih cepat dengan cara menambah loket pembayaran atau penindakan sehingga potensi antrian berkurang dan kinerja Jembatan Timbang Sarang lebih baik.
4. Perlu dilakukan peningkatan sumberdaya manusia dan infrastruktur agar Pelayanan Jembatan Timbang Sarang lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- _____. 1995. Kep. Menhub. No. KM 5 Tahun 1995. Kementrian Perhubungan Republik Indonesia
- _____. 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia. Direktorat Jendral Bina Marga-Departemen Pekerjaan Umum
- _____. 1997. Standar Geometri Jalan Bebas Hambatan. Direktorat Jendral Bina Marga-Departemen Pekerjaan Umum
- Asmara, Rosihan. 2002. *Operation Management Eight Edition*. Jakarta : Erlangga.
- Dede, Karya K. 2005. *Evaluasi Pengoperasian Jembatan Timbang*. Yogyakarta : UGM
- Ita, Carolina L. Dan Citrananda, Lucia. 2006. *Kinerja Jembatan Timbang Katonsari*. Semarang : UNDIP
- Levin, R., dkk.. 2002. *Quantity Approaches to Management Seventh Edition*. New Jersey : National Academy Press.
- Poisson, Siméon-Denis. 1838. *Recherchessur la probabilité des jugements en matière criminelle et en matière civile*. Princeton University
- Schroeder, Jonathan R.. 1997. *Andy Warholl : Consumer Research*. University of Rhode Island.
- Sena, Bima dan Chandrasari. 2003. *Identifikasi Kerusakan Jalan Akibat Beban Lebih pada Ruas Jalan Kali Krasak – Kota Magelang*. Semarang : UNDIP
- Siagian. 1987. *Teori dan Sistem Antrian*. Jakarta : Gunung Agung
- Subagyo, Pngestu. 2000. *Management Operasi Edisi Pertama*. Yogyakarta : BPF E.
- Wolfram, J. 1991. *Russian Roulette and Statistic Problems*. New York : Springer - Verlag.