

Volume 14, Nomor 1, Juni 2016

ISSN : 1693-6191

JURNAL TEKNIK

Diterbitkan oleh :
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Gorontalo

JURNAL TEKNIK

ISSN : 1693-6191
Volume 14, Nomor 1, Juni 2016

Terbit dua kali setahun pada bulan Juni dan Desember. Berisi tulisan yang diangkat dari hasil penelitian di bidang Teknik Sipil, Teknik Elektro, Teknik Informatika, Teknik Kriya, Teknik Arsitektur, dan Teknik Industri serta bidang teknik terkait lainnya.

Pimpinan Redaksi

Sardi Salim (Ketua)
Mohamad Yusuf Tuloli (Wakil Ketua)

Anggota Dewan Editorial

Arip Mulyanto
Hasdiana
Manda Rohandi
Rawiyah Husnan

Reviewer

Sardi Salim
Rawiyah Husnan
Hasdiana
Arip Mulyanto
Elvi Mokodongan
Manda Rohandi

Editor Tata Letak

Rampi Yusuf
Allan Tri Putra Amilie

Pelaksana Tata Usaha

Rahmat Doda

Alamat Penyunting dan Tata Usaha : Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo. Jl. Jenderal Sudirman No. 6 Gorontalo - 96128 Telp. (0435) 821183. *Laman :* <http://fatek.ung.ac.id> *e-mail :* jurnal.teknik@ung.ac.id

JURNAL TEKNIK diterbitkan sejak Juni 2003 oleh Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo.

Penyunting menerima sumbangan tulisan yang belum pernah diterbitkan dalam media lain. Naskah diketik di atas kertas HVS A4 spasi 1.15 sepanjang maksimal 10 halaman, dengan format seperti yang tercantum pada halaman belakang ("Gaya Selingkung Jurnal Teknik"). Naskah yang masuk dievaluasi dan disunting untuk keseragaman format, istilah, dan tata cara lainnya.

Bekerja Sama Dengan



DAFTAR ISI

ISSN : 1693-6191

Volume 14, Nomor 1, Juni 2016

Model Antrian Becak Bermotor Pada Ruas Jalan Kolektor Primer Berbasis Distribusi Probabilitas Poisson dan Eksponensial (Studi Kasus: Simpang Empat Jl. Raja Eiyato Kota Gorontalo)	
Anton Kaharu	1-12
Manajemen Pengangkutan Sampah Kota Gorontalo	
Arfan Utiahman	13-22
Pemodelan Sistem Motif Karawo Berdasarkan Karakter dan Jenis Acara	
Moh. Hidayat Koniyo	23-32
Pengaruh Variasi Foam Terhadap Kuat Tekan Bata Beton Ringan Foam dengan Menggunakan Fly Ash dan Kapur Sebagai Bahan Tambah	
Irsyad Faisal Usman, Arif Supriyatno, Kasmat Saleh Nur	33-42
Sistem Informasi Geografis Sumber Daya Energi Listrik Gorontalo	
I Ketut Suartono, Amirudin Yunus Dako, Wahab Musa	43-54
Pusat Animasi Di Gorontalo	
Yesman Nugraha, Lydia S. Tatura, Berni Idji	55-60
Sinkronisasi Jadwal Perkuliahan Menggunakan Teknologi Web Services Berbasis Android (Studi Kasus : Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo)	
Chairul P. A. Harun, Tajuddin Abdillah, Roviana H. Dai	61-68
Analisis Kualitas Tegangan pada Jaringan Distribusi Sekunder pada RSUD Prof. Dr. H. Aloei Saboe Kota Gorontalo	
Wahid, Yasin Mohamad, Ade Irawaty Tolago	69-76
Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Mutu Proyek Konstruksi di Kota Gorontalo	
Femmy K. Paerah, M. Yusuf Tuloli	77-88

MODEL ANTRIAN BECAK BERMOTOR PADA RUAS JALAN KOLEKTOR PRIMER BERBASIS DISTRIBUSI PROBABILITAS POISSON DAN EKSPONENSIAL

(Studi Kasus: Simpang Empat Jl. Raja Eyato Kota Gorontalo)

Anton Kaharu

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo
email : antonkaharu68@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran karakteristik sistem antrian yang terjadi, baik pola distribusi kedatangan, pola pelayanan dan distribusi waktu antrian becak bermotor, serta bagaimana menganalisisnya pada jalan kolektor primer, berlokasi di simpang empat ruas Jalan Raja Eyato Kota Gorontalo. Berdasarkan objek, pendekatan penelitian ini menggunakan metode survai lalu lintas becak bermotor dalam sistem antrian yang meliputi; (1) penghitungan waktu kedatangan kendaraan, (2) penghitungan waktu pelayanan dan (3) penghitungan panjang antrian yang terjadi pada ruas jalan. Pengamatan dilakukan pada 2 (dua) titik pengamatan pada saat becak bermotor memasuki daerah ruas Jalan, pada pukul 07.00-12.00 dan dilanjutkan pada pukul 13.00-17.00 pada hari kerja terpilih yaitu pada hari Senin, Kamis, dan Sabtu. Analisis data menggunakan teori statistik dengan alat bantu software SPSS, teori antrian, teori distribusi poisson dan teori eksponensial dengan alat bantu program excel. Hasil penelitian diperoleh bahwa, (1) Pola kedatangan kendaraan Becak Bermotor dalam sistem mengikuti model *distribusi probabilitas Poisson*, dengan tingkat kedatangan (λ) rata-rata sebesar 0,220 bentor/menit, (2) Pola pelayanan kendaraan Becak Bermotor dalam sistem mengikuti model *distribusi probabilitas Ekspensial*, dengan tingkat pelayanan (μ) rata-rata sebesar 0,229 menit/bentor, dan (3) Distribusi waktu menunggu Becak Bermotor dalam sistem sebesar $w = 111,11$ menit atau 1,85 jam, dengan rasio intensitas antrian ρ sebesar 0,96, artinya sangat tinggi karena mendekati angka 1. Berdasarkan hasil-hasil pemodelan antrian Becak Bermotor maka dapat disimpulkan bahwa ruas jalan kolektor primer ini tidak mampu lagi melayani kendaraan Becak Bermotor dengan lancar karena telah mendekati kapasitas sistem ($\rho = 0,96 = 1$).

Kata Kunci: Becak Bermotor, Distribusi Probabilitas Poisson dan Ekspensial, Jalan Kolektor Primer, Model Antrian

ABSTRACT

This research aims to obtain a description of the characteristics of the queuing system that occurs, both the arrival distribution pattern, the service pattern and the distribution of queue time Becak Bermotor, and how to analyze it on the primary collector road, located at the intersection of Jalan Raja Eyato Street Gorontalo. Based on the object, this research approach used the survey traffic method of becak bermotor in the queue system which includes; (1) vehicle arrival time calculation, (2) timing of service and (3) calculation of queue length that occurs on the road. Observations were made at 2 (two) points of observation when becak bermotor entered roads, at 07.00-12.00 and continued at 13.00-17.00 on selected working days on Monday, Thursday and Saturday. Data analysis using statistical theory with SPSS software tool, queuing theory, poisson distribution theory and exponential theory with excel program tool. The results showed that, (1) The pattern of vehicle arrivals in the system follows the Poisson probability distribution model, with the average arrival rate (λ) of 0.220 bentor/min, (2) The vehicle service pattern of the becak berotor in the system follows the probability distribution model Exponential, with service level (μ) averaging 0,229 minutes/bentor, and (3) Distribution time waiting for becak bermotor in system equal to = 111,11 minutes or 1,85 hours, with queuing intensity ratio 0,96, meaning Very high as it approaches number 1. Based on the results of modeling of becak bermotor queue it can be concluded that the primary collector road segment is not able to serve the becak bermotor smoothly because it is close to the capacity of the system ($\rho = 0.96 = 1$).

Keywords : Becak Bermotor, Poisson and Exponential Probability Distribution, Primary Collector Road, Queue Mode

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari antrian sangat sering dijumpai dalam berbagai situasi, misalnya antrian pada anjungan terminal mandiri (ATM), antrian pada loket-loket pembayaran rekening listrik, telepon, PDAM, antrian pada terminal dalam melayani penumpang, antrian pada ruas jalan oleh kendaraan umum baik angkutan bermotor maupun tak motor, antrian kendaraan pada *traffic light*, antrian pesawat terbang untuk *take off* dipelabuhan udara, antrian kapal laut untuk merapat kedermaga (kade) dan banyak lagi yang lain. Semua contoh tersebut menunjukkan keadaan dimana antrian terjadi dalam rangkaian kegiatan operasional yang bersifat random (acak) dalam suatu fasilitas pelayanan. Pelanggan datang ketempat itu dengan waktu yang acak, tidak teratur dan tidak dapat segera dilayani sehingga mereka menunggu cukup lama.

Seperti yang terjadi diruas jalan kolektor primer, Simpang Empat Jalan Raja Eyato Kota Gorontalo, dari hasil pengamatan sudah sering terjadi antrian pelayanan oleh angkutan becak bermotor (bentor) dengan panjang antrian sampai mencapai 50 meteran. Di ruas jalan tersebut sudah dijadikan pangkalan angkutan bentor oleh pengemudinya dalam melayani calon penumpang. Pola kegiatan operasional (sistem pelayanan) dalam melayani calon penumpangnya pengemudinya menggunakan sistem antrian (sistem tunggu) dengan saluran tunggal. Artinya pengemudi bentor dapat melayani calon penumpang sesuai dengan urutan kedatangan pengemudi ke pangkalan (sistem). Faktor penting dalam sistem antrian adalah *pelanggan* dan *pelayan*, dimana ada periode waktu yang dibutuhkan oleh seseorang untuk mendapatkan pelayanan (Kakiy, 2004). Pelanggan akan segera mendapatkan pelayanan bila ia dapat datang tepat pada waktu diantara waktu tunggu dengan waktu pelayanan berikutnya.

Berikut ini adalah pembahasan hasil penelitian pada tingkat studi kasus dilapangan dengan tujuan untuk mengetahui distribusi probabilitas kedatangan Becak Bermotor, distribusi probabilitas pelayanan Becak Bermotor, serta panjang antrian kendaraan Becak Bermotor yang terjadi dalam sistem.

TINJAUAN PUSTAKA

Teori Antrian (*waiting line or queuing theory*)

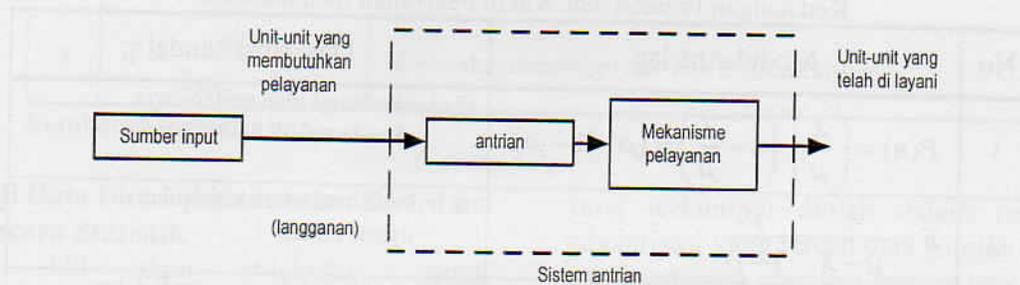
Teori antrian, membantu untuk memecahkan masalah yang timbul dari kebutuhan meminimasi biaya yang berkaitan dengan kedatangan unit atau orang pada suatu atau lebih tempat jasa (Taff dan Sinaga, 1994). Teori ini berkaitan erat dengan teori probabilitas dengan memberikan penjelasan matematis dari proses antrian, panjang antrian dan lamanya waktu tundanya (waktu menunggu), serta akibat yang timbul dari antrian tersebut. Formasi baris-baris penunnguan ini merupakan suatu fenomena yang biasa terjadi apabila suatu pelayanan melebihi kapasitas yang tersedia untuk menyelenggarakan pelayanan itu. Keputusan-keputusan yang berkenaan dengan jumlah kapasitas ini harus dapat ditentukan, walaupun sebenarnya tidak mungkin dapat dibuat suatu prediksi yang tepat mengenai kapan unit-unit yang membutuhkan pelayanan itu akan datang atau berapa lama waktu yang diperlukan untuk menyelenggarakan pelayanan itu.

Berkenaan dengan hal itu, apabila pelayanan terlalu banyak, maka akan memerlukan ongkos yang besar, sebaliknya jika kapasitas pelayanan kurang akan terjadi baris penunnguan (antrian) yang cukup lama yang juga akan menimbulkan ongkos, baik berupa ongkos sosial, kehilangan langganan, ataupun pengangguran pekerja. Berdasarkan teori model antrian tersebut, bisa diartikan bahwa tujuan utama teori antrian adalah untuk mencapai

keseimbangan antara ongkos pelayanan dengan ongkos yang disebabkan oleh adanya waktu menunggu tersebut.

Model antrian pertama kali dikembangkan oleh Agner Krarup Erlang (1909). Model antrian yang dikembangkan Erlang digunakan untuk

menentukan jumlah yang optimal dari fasilitas telephone switching yang digunakan untuk melayani pengguna telepon yang masuk. Proses yang terjadi pada model antrian versi Dimiyati (1987) digambarkan dalam ilustrasi sebagai berikut:



Gambar 1. Struktur Dasar Model Antrian
(Sumber: Dimiyati, 1987)

Morlok (1985) membagi masalah antrian dalam empat elemen pokok, yaitu:

- 1) Pola (distribusi) probabilitas kedatangan atau *headway* (waktu antar kedatangan), seperti kedatangan seragam, kedatangan acak, dan lain sebagainya di pusat jasa.
- 2) Pola (distribusi) probabilitas keberangkatan kendaraan atau waktu pelayanan (waktu antar keberangkatan), seperti keberangkatan seragam, keberangkatan acak, dan lain sebagainya.
- 3) Pola (distribusi) pelayanan (jumlah saluran untuk pelayanan), seperti kemampuan dalam segi pelayanan yang bervariasi dan lain sebagainya.
- 4) Disiplin antrian atau aturan yang menentukan urutan pelayanan dari satuan lalu lintas yang tiba, misalnya untuk saluran tunggal atau saluran ganda dengan sistem pelayanan "*first come first served*", atau sistem kendaraan mendapat prioritas/diutamakan, dan lain-lain.

Waktu pelayanan atau *service time* (s) yang dimasukkan dalam teori ini adalah lamanya waktu yang dibutuhkan kendaraan dalam menerima pelayanan.

Namun teori antrian ini hanya berlaku untuk keadaan stabil, yaitu untuk pola kedatangan dan pelayanan yang memakan waktu relatif lama. Untuk keadaan yang tidak stabil, masalah antrian akan memerlukan teknik dan model yang lebih kompleks.

Antrian Sistem Saluran Tunggal (*Single Channel Sistem*) dengan Kedatangan Poisson dan Waktu Pelayanan Eksponensial

Model antrian pada sistem saluran tunggal ($S=1$) dengan kedatangan Poisson dan waktu pelayanan Eksponensial dijelaskan bahwa hanya ada satu unit pelayanan (*server*) yang melayani. Rata-rata pelayanan yang mengikuti fungsi eksponensial bebas terhadap banyaknya langganan yang berada dalam barisan (antrian), dengan faktor utilisasi fasilitas pelayanan adalah $\rho = \lambda / \mu$ (ρ =faktor antri), menunjukkan secara rata-rata bagian waktu *server* sibuk, dengan kata lain λ / μ merupakan rasio intensitas lalu lintas, atau bagian waktu dari kapasitas pelayanan dalam sistem yang secara rata-rata dipergunakan oleh langganan yang datang. Bila ρ

mendekati 1,0 maka lalu lintas dalam keadaan macet total atau terjadi antrian.

Untuk kasus transportasi, jenis disiplin model antrian yang biasa digunakan adalah FIFO (*First In First Out*) atau FVFS (*First Vacant First*

Served). Tabel 1 berikut menampilkan hubungan antara kedatangan yang berdistribusi Poisson dan waktu pelayanan yang berdistribusi Eksponensial dengan satu lajur pelayanan (*First Come, First Served*).

Tabel 1. Hubungan Antrian pada Stasiun Tunggal dengan Kedatangan Poisson dan Waktu Pelayanan Eksponensial

No	Model Antrian	Deskripsi Model
1	$P(n) = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right) = (\rho^n)(1 - \rho)$	$P(n)$ = kemungkinan terdapatnya kendaraan di dalam sistem
2	$\bar{n} = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} = \frac{\rho}{1 - \rho}$	\bar{n} = jumlah rata-rata kendaraan di dalam sistem
3	$\text{Var}(n) = \frac{\lambda\mu}{(\mu - \lambda)^2} = \frac{\rho}{(1 - \rho)^2}$	$\text{Var}(n)$ = jumlah kendaraan di dalam sistem
4	$\bar{q} = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{\rho^2}{(1 - \rho)}$	\bar{q} = panjang antrian rata-rata
5	$\bar{d} = \frac{1}{\mu - \lambda}$	\bar{d} = waktu rata-rata yang digunakan di dalam sistem
6	$\bar{w} = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = \bar{d} - \frac{1}{\mu}$	\bar{w} = waktu menunggu rata-rata di dalam sistem
7	$p(w \leq t) = 1 - \rho e^{-(1-\rho)\mu t}$	$p(w \leq t)$ = kemungkinan untuk memakai waktu menunggu t atau kurang di dalam antrian

Sumber: Morlok (1985)

Antrian Sistem Saluran Tunggal (*Single Channel Sistem*) dengan Kedatangan Poisson dan Waktu Pelayanan Konstan

Pada saluran tunggal hanya ada satu kendaraan yang dilayani pada satu waktu. Disiplin antrian yang biasa dipakai adalah yang pertama datang akan pertama dilayani atau dikenal dengan *first come first served*. Yang dimaksud dengan kendaraan berada dalam sistem adalah

kendaraan berada di jalur antrian hingga selesai dilayani. Sedangkan kendaraan berada dalam antrian adalah kendaraan di jalur antrian, tetapi tidak termasuk waktu pelayanan untuk kendaraan tersebut. Hubungan antara waktu kedatangan yang berdistribusi Poisson dan waktu pelayanan yang berdistribusi konstan dapat ditampilkan dalam Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Hubungan Antrian pada Stasiun Tunggal dengan Kedatangan Poisson dan Waktu Pelayanan Konstan

No	Model Antrian	Deskripsi Model
1	$\bar{q} = \frac{2\rho - \rho}{2(1-\rho)}$	\bar{q} = panjang antrian rata-rata
2	$\bar{d} = \frac{2 - \rho}{2\mu(1-\rho)}$	\bar{d} = waktu rata-rata yang digunakan di dalam sistem
3	$\bar{w} = \frac{\rho}{2\mu(1-\rho)}$	\bar{w} = waktu menunggu rata-rata di dalam sistem

Sumber: Morlok (1985)

Uji Data Dan Uji Kedekatan Distribusi Secara Statistik

Uji data dilakukan untuk mengetahui apakah data yang telah dikumpulkan jumlahnya telah memenuhi batas minimum data yang dibutuhkan. Sedangkan uji kedekatan distribusi statistik, dilakukan untuk membandingkan antara distribusi teoritikal terhadap satu set data.

yang terkumpul diolah dalam bentuk tabelarisasi yang terdiri dari, jumlah rata-rata kendaraan, panjang antrian rata-rata, waktu rata-rata dalam sistem, dan waktu menunggu rata-rata dalam sistem. Analisis data menggunakan teori statistik, (alat bantu SPSS), teori Antrian, teori distribusi Poisson dan teori distribusi Eksponensial (alat bantu excel).

METODE PENELITIAN

Data primer diambil dengan cara manual meliputi: 1) survai waktu kedatangan kendaraan, 2) survai waktu pelayanan, 3) survai panjang antrian, dan 4) survai jumlah antrian. Sebagai data pendukung meliputi peta lokasi dan data populasi bentor dari instansi terkait. Pengamatan dilakukan pada 2 (dua) titik pengamatan pada saat kendaraan (bentor) memasuki daerah ruas Jalan, pada pukul 07.00-12.00 dan dilanjutkan pada pukul 13.00-17.00 pada hari kerja terpilih yaitu pada hari Senin, Kamis, dan Sabtu. Data

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Kedekatan Distribusi Tingkat Kedatangan dan Distribusi Waktu Pelayanan

Menguji kedekatan distribusi tingkat kedatangan dan distribusi tingkat pelayanan angkutan becak bermotor dalam penelitian ini menggunakan data hasil olahan survai primer, yaitu waktu kedatangan dalam interval limabelas menitan, waktu pelayanan dalam interval lima menitan dan frekuensi dengan teknik tabulasi seperti ditampilkan pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Interval Waktu per 15 Menit dan Frekwensi Kedatangan

No	Interval Waktu (per 15 menit)	Frekuensi Kedatangan Bentor					
		Sabtu		Senin		Kamis	
		07'-12'	13'-17'	07'-12'	13'-17'	07'-12'	13'-17'
1	00 - 15	4	2	3	10	4	3
2	16 - 30	0	0	2	1	5	5
3	31 - 45	1	2	5	0	4	3
4	46 - 60	1	1	2	3	2	3
5	61 - 75	3	0	1	3	2	2
6	76 - 90	2	1	2	4	3	2

No	Interval Waktu (per 15 menit)	Frekuensi Kedatangan Bentor					
		Sabtu		Senin		Kamis	
		07'-12'	13'-17'	07'-12'	13'-17'	07'-12'	13'-17'
7	91 - 105	0	0	3	8	4	5
8	106 - 120	1	1	2	5	4	6
9	121 - 135	2	0	2	7	3	3
10	136 - 150	3	1	5	1	4	4
11	151 - 165	3	1	4	2	1	5
12	166 - 180	3	2	3	1	2	3
13	181 - 195	1	1	1	1	2	5
14	196 - 210	3	2	3	1	3	2
15	211 - 225	2		4	1	4	1
16	226 - 240	1		7		3	
17	241 - 255	2		2		2	
18	256 - 270	3		5		6	
19	271 - 285	2				2	
Jumlah		37	14	56	48	60	52

Sumber: Hasil Survai, 2015

Tabel 4. Interval Waktu per 5 Menit dan Frekwensi Pelayanan

No	Interval Waktu (per 5 menit)	Frekuensi Pelayanan Bentor					
		Sabtu		Senin		Kamis	
		07'-12'	13'-17'	07'-12'	13'-17'	07'-12'	13'-17'
1	0 - 5	19	4	37	34	37	37
2	6 - 10	9	0	12	11	19	13
3	11 - 15	5	3	7	0	4	1
4	16 - 20	1	1		1		1
5	21 - 25	2	3		1		
6	26 - 30	1	2		0		
7	31 - 35		0		1		
8	36 - 40		1				
Jumlah		37	14	56	48	60	52

Sumber: Hasil Survai, 2015

Dari hasil tabelarisasi di atas (tabel 3-4) terlihat bahwa sampel terbesar terjadi pada hari Kamis dengan total sampel $60+52=112$ sampel, dan kemudian ditetapkan sebagai data analisis selanjutnya. Kemudian, dengan bantuan software aplikasi statistik SPSS dilakukan pengujian *goodness of fit* dengan metode *Chi Square* untuk mengukur *Kedekatan Distribusi Tingkat Kedatangan* dan *Kedekatan Distribusi Tingkat Pelayanan* dengan hipotesis:
 H_0 = sampel yang diamati dari populasi mengikuti distribusi yang telah ditetapkan yaitu distribusi *Poisson*;

H_1 = sampel yang diamati bukan dari populasi mengikuti distribusi yang telah ditetapkan yaitu distribusi *Poisson* melainkan distribusi *Exponensial*, di mana:

Jika nilai *Asymp. Sig.* $> \alpha$, maka H_0 diterima

Jika nilai *Asymp. Sig.* $< \alpha$, maka H_0 ditolak atau

Jika x^2 hitung $< x^2$ tabel, maka H_0 diterima

Jika x^2 hitung $> x^2$ tabel, maka H_0 ditolak
 Tingkat kepercayaan 95%, taraf signifikansi (α) = 0,05

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh output spss sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Pengujian *Goodness of fit* dengan Metode *Chi Square* Waktu Kedatangan

	Sabtu ₁	Sabtu ₂	Senin ₃	Senin ₄	Kamis ₅	Kamis ₆
Chi-Square (χ^2)	4.947	.571	5.333	13.200	9.737	6.200
df	4	2	5	8	5	5
Asymp. Sig.	.293	.751	.377	.105	.083	.287
Chi-Square tabel	9.488	5.591	11.070	15.507	11.070	11.070
Keterangan	Ho diterima					

Sumber: Hasil Analisis

Tabel 6. Hasil Pengujian *Goodness of fit* dengan Metode *Chi Square* Waktu Pelayanan

	Sabtu ₁	Sabtu ₂	Senin ₃	Senin ₄	Kamis ₅	Kamis ₆
Chi-Square (χ^2)	.667	.750	.000	1.571	.000	.500
df	4	4	2	3	2	2
Asymp. Sig.	.955	.945	1.000	.666	1.000	.779
Chi-Square (tabel)	9.488	9.488	5.591	7.815	5.591	5.591
Keterangan	Ho diterima					

Sumber: Hasil Analisis

Berdasarkan hasil analisis SPSS pada tabel 5-6 di atas dapat dilihat bahwa nilai χ^2 (Chi-Square) hitung < χ^2 (Chi-Square) tabel maka H_0 diterima, artinya ke semua sampel yang diamati dari populasi mengikuti distribusi yang telah ditetapkan yaitu distribusi *Poisson*". Demikian halnya *Asymptotic Significance* > Taraf Signifikansi ($\alpha = 0,05$), berarti hipotesa H_0 diterima, dengan kata lain: "sampel yang diamati dari populasi mengikuti distribusi yang telah ditetapkan yaitu distribusi *Poisson*."

1) Perhitungan Nilai Ekspetasi Tingkat Kedatangan Distribusi Poisson

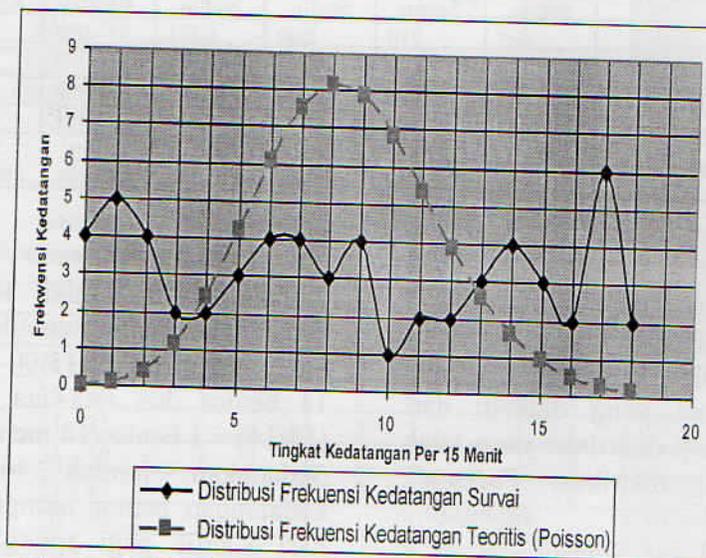
Berdasarkan pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa jumlah total frekuensi kedatangan bentor terendah adalah hari Sabtu siang (pukul 13.00-17.00) sebesar 14 bentor dan rata-rata per 15 menit $(14/14) = 1$ bentor/15 menit yang datang. Sedangkan jumlah total frekuensi kedatangan bentor tertinggi terjadi pada hari Kamis pagi (pukul 00.07-12.00) sebesar 60 bentor dan rata-rata per 15 menit $(60/19) = 3,1$ atau 3 bentor. Selanjutnya untuk kepentingan analisis digunakan sampel data frekwensi kedatangan terbesar yakni pada hari Kamis. Hasil analisis dan grafik frekuensi kedatangan angkutan bentor hasil survai dan teoritis (*Poisson*) perlihatkan pada Tabel 7-8 dan Gambar 2-3 berikut:

Tabel 7. Nilai Ekspektasi Tingkat Kedatangan Distribusi Poisson Hari Kamis (pukul 07.00-12.00)

x_i	f_i	$x_i * f_i$	Prob. (x_i)	Ekspektasi (e_i)
0	4	0	0.00017223	0.01033394
1	5	5	0.00149268	0.08956077
2	4	8	0.00646828	0.38809668
3	2	6	0.01868614	1.12116820
4	2	8	0.04048663	2.42919776
5	3	15	0.07017682	4.21060945
6	4	24	0.10136652	6.08199143
7	4	28	0.12550141	7.53008462
8	3	24	0.13595986	8.15759168

x_i	f_i	$x_i * f_i$	Prob. (x_i)	Ekspektasi (e_i)
9	4	36	0.13092431	7.85545865
10	1	10	0.11346774	6.80806416
11	2	22	0.08939882	5.36392934
12	2	24	0.06456582	3.87394897
13	3	39	0.04304388	2.58263265
14	4	56	0.02664621	1.59877259
15	3	45	0.01539559	0.92373527
16	2	32	0.00833928	0.50035661
17	6	102	0.00425140	0.25508376
18	2	36	0.00204697	0.12281811
Σ	60	520		
$\lambda = (x_i * f_i)/f_i$		8.67		

Sumber: Hasil Analisis

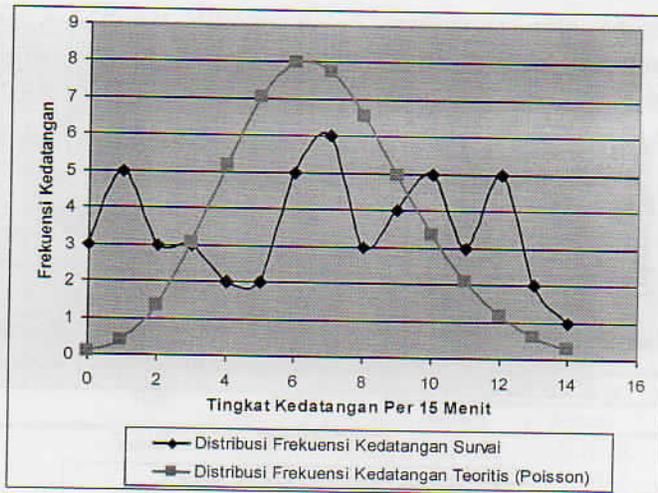


Gambar 2. Grafik Frekuensi Kedatangan Angkutan Bentor Hasil Survei dan Teoritis (*Poisson*) Hari Kamis (pukul 07.00-12.00)

Tabel 8. Nilai Ekspektasi Tingkat Kedatangan Distribusi Poisson Hari Kamis (pukul 13.00-17.00)

x_i	f_i	$x_i * f_i$	Prob. (x_i)	Ekspektasi (e_i)
0	3	0	0.001127	0.058588443
1	5	5	0.007649	0.397725392
2	3	6	0.025961	1.349971763
3	3	9	0.058745	3.054743798
4	2	8	0.099697	5.184252696
5	2	10	0.135358	7.038620006
6	5	30	0.153146	7.963566866
7	6	42	0.148517	7.722909625
8	3	24	0.126026	6.553334370
9	4	36	0.095058	4.943006480
10	5	50	0.064530	3.355540937
11	3	33	0.039823	2.070814599
12	5	60	0.022528	1.171470438
13	2	26	0.011764	0.611729386
14	1	14	0.005704	0.296621529
Σ	52	353		
$\lambda = (x_i * f_i)/f_i$		6.788		

Sumber: Hasil Analisis



Gambar 3. Grafik Frekuensi Kedatangan Angkutan Bentor Hasil Survai dan Teoritis (*Poisson*) Hari Kamis (pukul 13.00-17.00)

Berdasarkan Gambar 2 dan 3 di atas dapat dilihat bahwa hasil distribusi frekuensi kedatangan survai hari Kamis pagi (pukul 00.07-12.00) pada 15 menit pertama sebanyak 4 (empat) bentor, sedangkan 15 menit terakhir sebanyak 2 bentor. Kamis siang (pukul 13.00-17.00) pada 15 menit pertama sebanyak 3 (tiga) bentor, sedangkan 15 menit terakhir sebanyak 1 bentor. Berdasarkan grafik analisis ini pula, distribusi frekuensi kedatangan bentor dapat dikatakan sering fluktuatif (naik-turun) jika dibandingkan dengan teori Poisson.

2) **Perhitungan Nilai Ekspetasi Tingkat Pelayanan Distribusi Eksponensial**

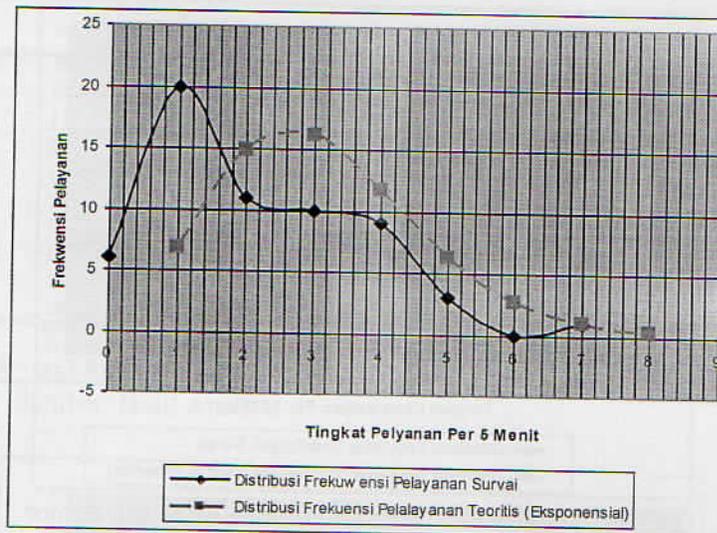
Berdasarkan Tabel 3 tersebut di atas, dapat dilihat bahwa jumlah total

frekuensi pelayanan bentor terendah adalah hari sabtu siang (pukul 13.00-17.00) sebesar 14 bentor dengan waktu pelayanan rata-rata per 5 menit ($14/8 = 1,75$ atau 2 bentor/5 menit). Sedangkan jumlah total frekuensi pelayanan bentor tertinggi terjadi pada hari kamis pagi (pukul 00.07-12.00) sebesar 60 bentor dengan waktu pelayanan rata-rata per 5 menit ($60/3 = 20$ bentor). Hasil analisis dan grafik frekuensi kedatangan angkutan bentor hasil survai dan teoritis (*Poisson*) data perlihatkan pada Tabel 9-10 dan Gambar 4-5 berikut:

Tabel 9. Nilai Ekspektasi Waktu Pelayanan Distribusi Eksponensial Kamis (pukul 07.00-12.00)

x_i	f_i	$x_i * f_i$	Prob. (x_i)	Ekspektasi (e_i)
0	6	0	0.11455884	6.87353064
1	20	20	0.24821083	14.8926497
2	11	22	0.26889506	16.1337039
3	10	30	0.19420199	11.6521195
4	9	36	0.10519275	6.31156471
5	3	15	0.04558352	2.73501137
6	0	0	0.01646072	0.98764300
7	1	7	0.00509498	0.30569902
Σ	60	130		
$\lambda = (x_i * f_i)/f_i$		2.167		

Sumber: Hasil Analisis

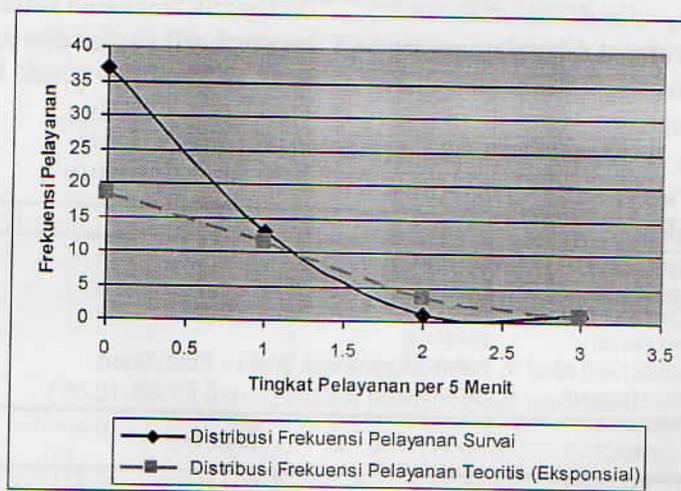


Gambar 4. Grafik Frekuensi Pelayanan Angkutan Bentor Hasil Survai dan Teoritis (Ekspensial) Kamis (pukul 07.00-12.00)

Tabel 11. Perhitungan Nilai Ekspektasi Waktu Pelayanan Distribusi Ekspensial Kamis (pukul 13.00-17.00)

x_i	f_i	$x_i * f_i$	Prob. (x_i)	Ekspektasi (e_i)
0	20	0	0.539212	18.33319710
1	8	8	0.333043	11.32344527
2	5	10	0.102851	3.496946333
3	1	3	0.021175	0.719959539
Σ	34	21		
$\lambda = (x_i * f_i) / f_i$		0.617647059		

Sumber: Hasil Analisis



Gambar 5. Grafik Frekuensi Pelayanan Angkutan Bentor Hasil Survai dan Teoritis (Ekspensial) Kamis (pukul 13.00-17.00)

Dari gambar 4-5 di peroleh hasil distribusi frekuensi pelayanan survai hari Kamis pagi (pukul 00.07-12.00) pada 5 menit pertama sebanyak 6 (enam) bentor, sedangkan 5 menit terakhir sebanyak 1

(satu) bentor. Dan pada saat siang-sore (pukul 13.00-17.00) pada 5 menit pertama sebanyak 20 (dua puluh) bentor, sedangkan 5 menit terakhir sebanyak 1 (satu) bentor. Distribusi frekuensi

pelayanan bentor ini dapat dikatakan berfluktuasi normal sehingga mengikuti distribusi frekuensi teori Eksponensial.

3) Perhitungan Nilai Waktu Antrian

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data survai serta probabilitas

(peluang) pola (distribusi) kedatangan kendaraan, pelayanan, serta antrian angkutan becak bermotor (bentor) sepanjang di 150m di simpang empat ruas jalan Raja Eyato Kota Gorontalo diuraikan pada tabel 4.12 berikut:

Tabel 12. Hasil Perhitungan Nilai Waktu Antrian Becak Bermotor Di Simpang Empat Ruas Jalan Raja Eyato Kota Gorontalo

	Hari	Pukul	Nilai Waktu Antrian		
			Jumlah	Rerata	Dev. Standar
Waktu Kedatangan	Sabtu	00.07-12.00	4:36:00	0:07:28	0:07:24
		13.00-17.00	3:20:00	0:14:17	0:11:55
	Senin	00.07-12.02	4:29:00	0:04:48	0:04:05
		13.00-17.00	3:53:00	0:04:51	0:06:04
	Kamis	00.07-12.04	4:55:00	0:04:55	0:03:06
13.00-17.00		3:53:00	0:11:39	0:03:13	
Waktu Pelayanan	Sabtu	00.07-12.06	4:42:00	0:07:37	0:06:37
		13.00-17.00	3:52:00	0:16:34	0:11:33
	Senin	00.07-12.08	4:22:00	0:04:41	0:04:19
		13.00-17.00	3:31:00	0:04:24	0:05:15
	Kamis	00.07-12.10	4:36:00	0:04:36	0:03:22
13.00-17.00		3:33:00	0:04:06	0:03:02	

Sumber: Hasil Analisis

Pola (distribusi) probabilitas kedatangan bentor, pelayanan, serta antrian bentor dihitung berdasarkan antrian dengan saluran tunggal (pelayanan satu barisan), dengan tingkat kedatangan berdistribusi *Poisson* dan waktu pelayanan juga berdistribusi *Poisson*. Untuk kasus pada hari Kamis pagi pukul 07.00-12.00 diperoleh hasil analisis distribusi antrian sebagai berikut:

- 1) Waktu kedatangan 4,55 menit/bentor, sehingga tingkat kedatangan angkutan bentor $(\lambda) = (1/4,55) = 0,220$ bentor/menit
- 2) Waktu pelayanan 4,36 menit/bentor, sehingga tingkat pelayanan bentor rata-rata $\mu = (1/4,36) = 0,229$ bentor/menit
- 3) Faktor utilitas pelayanan (rasio intensitas pelayanan) $\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{0,220}{0,229} = 0,96$

- 4) Jumlah rata-rata bentor dalam sistem

$$\bar{n} = \frac{\rho}{1-\rho} = \frac{0,96}{1-0,96} = 24 \text{ bentor}$$

- 5) Panjang antrian rata-rata

$$q = \frac{\rho^2}{1-\rho} = \frac{0,96^2}{1-0,89} = 23,04 \approx 23$$

bentor dalam antrian

- 6) Waktu rata-rata yang digunakan dalam sistem

$$\bar{d} = \frac{1}{\mu - \lambda} = \frac{1}{0,229 - 0,220} = 111,11$$

menit/bentor

- 7) Waktu menunggu rata-rata dalam sistem

$$\bar{w} = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{0,229}{0,229(0,229 - 0,220)} = 111,11 \text{ menit/bentor.}$$

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan karakteristik antrian angkutan becak bermotor pada Jalan Kolektor Primer di Simpang Empat Jalan Raja Eyato Kota Gorontalo, dapat

disimpulkan model antrian yang terjadi dalam sistem, yaitu:

1. Model antrian kedatangan dan pelayanan yang terjadi dalam sistem adalah model FIFO (*First In First Out*) atau FVFS (*First Vacant First Served*).
2. Pola distribusi probabilitas kedatangan kendaraan becak bermotor mengikuti pola distribusi Poisson, dengan waktu kedatangan 4,55 menit/bentor dan tingkat kedatangan $(\lambda) = (1/4,55) = 0,220$ bentor/menit
3. Pola distribusi probabilitas pelayanan kendaraan becak bermotor mengikuti pola distribusi Eksponensial, dengan waktu pelayanan 4,36 menit/bentor dan tingkat pelayanan bentor rata-rata $\mu = (1/4,36) = 0,229$ menit/bentor,
4. Waktu menunggu (antrian) angkutan becak bermotor pada Jalan Kolektor Primer di Simpang Empat Jalan Raja Eyato Kota Gorontalo sebesar $\bar{w} = 111,11$ menit atau 1,85 jam, dengan rasio intensitas antrian ρ sebesar 0,96. Hal ini menandakan bahwa cukup lama angkutan becak bermotor menunggu calon penumpang, dengan demikian dapat dikatakan bahwa pada ruas jalan kolektor primer ini mulai mendekati kapasitasnya ($\rho < 1$) dalam melayani calon penumpang.

DAFTAR PUSTAKA

- Dimiyati, A., 1987, *Operations Research (Model-model Pengambilan Keputusan)*, Sinar Baru Algensindo, Bandung
- Erlang, A. K., 1909, *The Theory of Probabilities and Telephone Conversations* - which proves that the Poisson distribution applies to random telephone traffic, Denmark
- Kaharu, A., 2008, "Distribusi Probabilitas Antrian Becak Bermotor Pada Ruas Jalan Kolektor Primer", Jurnal Teknologi dan Manajemen Informatika, Fakultas Teknik Informasi Universitas Merdeka Malang, Volume 6, No 3, ISSN: 1693-6604, Hal 13-23.
- Kakiay, T. J., 2004, *Dasar Teori Antrian Untuk Kehidupan Nyata*, Andi.
- Musafi, N.S.M., 2015, "Pomodelan Sistem Antrian Multi-Channel Jasa Teller pada Bank Syariah di Yogyakarta untuk Meningkatkan Kinerja Perusahaan", Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga, ISSN: 2088-687X, Hal.141-149
- Morlok, E. K., 1985, *Introduction to Transportation Engineering and Planning*, terjemahan Ir. Johan Kelana Putra Hainim, Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi, Erlangga, Jakarta.
- Pratama, E dan Devianto, D., 2015, "Analisis Sistem Antrian Satu Server (M/M/1)", Jurnal Matematika UNAND Limau Manis Padang, Vol. 2 No. 4, ISSN: 2303-2910, Hal. 59 - 66.
- Taff, C. A dan Sinaga, M., 1994, *Manajemen Transportasi dan Distribusi Fisis*, Erlangga, Jakarta
- Vuchic, V. R., 1981, *Urban Public Transportation System and Technology*, Printice Hall, Inc.