

**ANALISIS ANTRIAN DALAM OPTIMALISASI SISTEM PELAYANAN  
KERETA API DI STASIUN PURWOSARI DAN SOLO BALAPAN**



=====  
**SKRIPSI**  
=====

**Oleh :**

**SITI ANISAH**

**24010211130026**

**JURUSAN STATISTIKA  
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG**

**2015**

**ANALISIS ANTRIAN DALAM OPTIMALISASI SISTEM PELAYANAN  
KERETA API DI STASIUN PURWOSARI DAN SOLO BALAPAN**

**Oleh :**

**SITI ANISAH**

**24010211130026**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Statistika pada Jurusan Statistika

**JURUSAN STATISTIKA  
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG**

**2015**

## HALAMAN PENGESAHAN I

Judul : Analisis Antrian dalam Optimalisasi Sistem Pelayanan Kereta Api di  
Stasiun Purwosari dan Solo Balapan

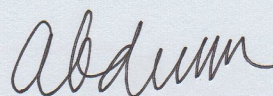
Nama : Siti Anisah

NIM : 24010211130026

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 28 April 2015 dan dinyatakan  
lulus pada tanggal 30 April 2015.

Semarang, 30 April 2015

Panitia Penguji Ujian Tugas Akhir  
Ketua,



Moch. Abdul Mukid, S.Si, M.Si.  
NIP. 197808172005011001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Statistika  
FSM.UNDIP



Dra. Dwi Ispriyanti, M.Si

NIP.195709141986032001

## HALAMAN PENGESAHAN I

Judul : Analisis Antrian dalam Optimalisasi Sistem Pelayanan Kereta Api di  
Stasiun Purwosari dan Solo Balapan

Nama : Siti Anisah

NIM : 24010211130026

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 28 April 2015 dan dinyatakan  
lulus pada tanggal 30 April 2015.

Semarang, 30 April 2015

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Statistika  
FSM UNDIP

Panitia Penguji Ujian Tugas Akhir  
Ketua,

Dra. Dwi Ispriyanti, M.Si  
NIP.195709141986032001

Moch. Abdul Mukid, S.Si, M.Si.  
NIP. 197808172005011001

## HALAMAN PENGESAHAN II

Judul : Analisis Antrian dalam Optimalisasi Sistem Pelayanan Kereta Api di  
Stasiun Purwosari dan Solo Balapan

Nama : Siti Anisah

NIM : 24010211130026

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 28 April 2015.

Semarang, 30 April 2015

Pembimbing I

Pembimbing II

Sugito, S.Si, M.Si  
NIP.197610192005011001

Dra. Suparti, M.Si  
NIP. 196509131990032001

## HALAMAN PENGESAHAN II

Judul : Analisis Antrian dalam Optimalisasi Sistem Pelayanan Kereta Api di  
Stasiun Purwosari dan Solo Balapan

Nama : Siti Anisah

NIM : 24010211130026

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 28 April 2015.

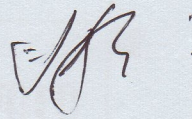
Semarang, 30 April 2015

Pembimbing I



Sugito, S.Si, M.Si  
NIP.197610192005011001

Pembimbing II



Dra. Suparti, M.Si  
NIP.196509131990032001

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT berkat limpahan karuniaNya, penulis dapat menyelesaikan penulisan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Analisis Antrian dalam Optimalisasi Sistem Pelayanan Kereta Api di Stasiun Purwosari dan Solo Balapan”**.

Dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini, penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak yang mendukung. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dra. Dwi Ispriyanti, M.Si selaku Ketua Jurusan Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.
2. Bapak Sugito, S.Si, M.Si dan Ibu Dra. Suparti, M.Si, selaku dosen pembimbing I dan dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini.
3. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Statistika Universitas Diponegoro yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat.
4. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebut satu persatu yang telah membantu dalam penyelesaian penulisan Laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih belum sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca, sehingga laporan ini menjadi lebih baik dan tercapai tujuannya.

Semarang, April 2015

Penulis

## ABSTRAK

Kereta api merupakan salah satu transportasi massal yang kini sangat diminati masyarakat Indonesia. Stasiun Purwosari dan Solo Balapan merupakan tempat yang sering dikunjungi masyarakat untuk berpergian jarak jauh dengan menggunakan kereta api dari kelas ekonomi, bisnis, dan eksekutif. Dengan banyaknya jenis kereta api yang melewati stasiun tersebut, maka perlu dilakukan analisis antrian untuk mengetahui bagaimana sistem pelayanan kereta api di stasiun tersebut. Dari hasil penelitian yang diperoleh, model antrian pada stasiun Purwosari yaitu  $(M/M/2):(GD/\infty/\infty)$  untuk model jalur 1 dan 4 maupun jalur 2 dan 3. Untuk model antrian jalur 1 dan 5 di stasiun Solo Balapan diperoleh model  $(M/M/2):(GD/\infty/\infty)$ . Kemudian model antrian jalur 2,3, dan 4 di stasiun Solo Balapan yaitu  $(M/M/3):(GD/\infty/\infty)$  sedangkan jalur 6 didapatkan model antrian  $(M/M/1):(GD/\infty/\infty)$ .

**Kata Kunci :** Kereta api, Stasiun Purwosari dan Solo Balapan, Model antrian.



## ABSTRACT

Train is one of mass transportation's mode in great demand by the people of Indonesia. Purwosari and Solo Balapan stations are place which often visited by the public to travel long distances by using the train from economy class, business and executive. With so many types of trains that pass through the station, so the queuing analysis needs to be done to find out how the train service system at the station. From the results obtained, the queuing model at the Purwosari station is  $(M/M/2):(GD/\infty/\infty)$  for model lanes of 1 and 4 and lanes of 2 and 3. For the queuing model from lanes of 1 and 5 in the Solo Balapan station obtained models  $(M/M/2):(GD/\infty/\infty)$ . Later models of queuing lanes of 2,3, and 4 at the station Solo Balapan is  $(M/M/3):(GD/\infty/\infty)$ , while lane of 6 is  $(M/M/1):(GD/\infty/\infty)$ .

**Keywords:** *Train, Purwosari and Solo Balapan Stations, Queuing models.*

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN I .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN II .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR SIMBOL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Gambaran Umum Stasiun Kereta Api.....	5
2.1.1. Gambaran Stasiun Kereta Api di Purwosari.....	6
2.1.2. Gambaran Stasiun Kereta Api di Solo Balapan .....	6
2.1.3. Visi dan Misi PT KAI (Persero).....	7
2.1.4. Budaya Perusahaan PT KAI (Persero) .....	7
2.2. Deskripsi Antrian.....	9
2.2.1 Teori Antrian.....	9
2.2.2 Sistem Antrian.....	9
2.2.3 Proses Antrian.....	10
2.3. Struktur Dasar Model Antrian .....	10
2.4. Faktor Sistem Antrian.....	12

2.5. Notasi Kendall .....	15
2.6. Ukuran <i>Steady-State</i> .....	16
2.7. Proses Poisson dan Distribusi Eksponensial .....	18
2.7.1. Proses Poisson .....	18
2.7.2. Distribusi Eksponensial .....	24
2.8. Model-Model Antrian.....	27
2.8.1. Model (M/M/1):(GD/∞/∞) .....	27
2.8.2. Model (M/M/c):(GD/∞/∞) .....	29
2.9. Uji Kecocokan Distribusi .....	31
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1. Sumber Data .....	33
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian.....	33
3.3. Alat Analisis .....	33
3.4. Langkah-langkah Analisis .....	34
3.5. Diagram Alir Analisis Data .....	36
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Gambaran Umum Sistem Antrian Kereta Api.....	37
4.2. Deskriptif Data Penelitian .....	40
4.2.1 Analisis Deskriptif Jalur 1 dan 4 di Stasiun Purwosari..	41
4.2.2 Analisis Deskriptif Jalur 2 dan 3 di Stasiun Purwosari..	42
4.2.3 Analisis Deskriptif Jalur 1 dan 5 di Stasiun Solo Balapan.....	43
4.2.4 Analisis Deskriptif Jalur 2, 3, dan 4 di Stasiun Solo Balapan.....	44
4.2.5 Analisis Deskriptif Jalur 6 di Stasiun Solo Balapan .....	44
4.3. Analisis Antrian pada Jalur 1 dan 4 di Stasiun Purwosari.....	45
4.3.1 Ukuran <i>Steady-State</i> .....	45
4.3.2 Uji Kecocokan Distribusi.....	46
4.3.3 Model Sistem Antrian .....	49
4.3.4 Ukuran Kinerja Sistem Antrian.....	49
4.4. Analisis Antrian pada Jalur 2 dan 3 di Stasiun Purwosari.....	50

4.4.1 Ukuran <i>Steady-State</i> .....	50
4.4.2 Uji Kecocokan Distribusi .....	51
4.4.3 Model Sistem Antrian .....	54
4.4.4 Ukuran Kinerja Sistem Antrian.....	54
4.5. Analisis Antrian pada Jalur 1 dan 5 di Stasiun Solo Balapan	55
4.5.1 Ukuran <i>Steady-State</i> .....	55
4.5.2 Uji Kecocokan Distribusi .....	56
4.5.3 Model Sistem Antrian .....	59
4.5.4 Ukuran Kinerja Sistem Antrian.....	59
4.6. Analisis Antrian pada Jalur 2,3, 4 di Stasiun Solo Balapan ...	60
4.6.1 Ukuran <i>Steady-State</i> .....	60
4.6.2 Uji Kecocokan Distribusi .....	61
4.6.3 Model Sistem Antrian .....	64
4.6.4 Ukuran Kinerja Sistem Antrian.....	64
4.7. Analisis Antrian pada Jalur 6 di Stasiun Solo Balapan .....	65
4.7.1 Ukuran <i>Steady-State</i> .....	65
4.7.2 Uji Kecocokan Distribusi .....	66
4.7.3 Model Sistem Antrian .....	69
4.7.4 Ukuran Kinerja Sistem Antrian.....	69
BAB V KESIMPULAN .....	72
DAFTAR PUSTAKA .....	74
LAMPIRAN .....	75

## DAFTAR SIMBOL

$\lambda$	: Rata-rata kedatangan
$\mu$	: Rata-rata pelayanan
$\rho$	: Tingkat kegunaan
$\lambda\Delta t$	: Ada satuan/langganan baru yang telah selesai dilayani selama waktu $t$ dan $t+\Delta t$
$\mu\Delta t$	: Ada satuan/langganan baru yang telah selesai dilayani selama waktu $t$ dan $t+\Delta t$
$o(\Delta t)$	: Banyaknya kedatangan yang biasa diabaikan
$\Delta t$	: Elemen penambah waktu (sangat kecil)
$\alpha$	: Taraf nyata atau besarnya batas toleransi dalam menerima kesalahan hasil hipotesis terhadap nilai parameter populasinya
$(a/b/c) : (d/e/f)$	: Format umum/ <i>standar universal</i> model antrian
$a$	: Distribusi kedatangan
$b$	: Distribusi waktu pelayanan
$c$	: Jumlah fasilitas pelayanan ( $c=1,2,3,\dots,n$ )
$d$	: Disiplin antrian
$D$	: Nilai supremum dari perhitungan <i>Kolmogorov-Smirnov</i>
$D^*(\frac{\alpha}{2}; N)$	: Nilai kritis dari tabel <i>Kolmogorov-Smirnov</i>

$e$	: Jumlah maksimum dalam sistem (jumlah yang mengantri dan jumlah yang dilayani)
$E_d$	: Distribusi Erlang atau Gamma untuk waktu antar kedatangan atau waktu pelayanan dengan parameter $d$
$f$	: Ukuran pemanggilan populasi atau sumber
$f_i$	: Frekuensi dari data ke- $i$
$f(t)$	: Fungsi densitas probabilitas dari interval waktu $t$ antar pemunculan kejadian yang berturut-turut, $t \geq 0$
$F_0(t)$	: Distribusi kumulatif dari distribusi yang dihipotesiskan
$F_i$	: Frekuensi kumulatif dari data ke- $i$
$F(t)$	: Fungsi distribusi kumulatif dari $t$
$G$	: Distribusi umum dari <i>service time</i> atau keberangkatan ( <i>departure</i> )
$GD$	: <i>General Discipline</i> (disiplin umum) dalam antrian (dapat berupa FCFS, LCFS, SIRO)
$GI$	: Distribusi umum yang independen dari proses kedatangan
$k$	: Frekuensi kedatangan yang baru
$K$	: Jumlah pelayan dalam bentuk paralel atau seri
$L_q$	: Jumlah pelanggan yang diperkirakan dalam antrian
$L_s$	: Jumlah pelanggan yang diperkirakan dalam sistem
$M$	: Distribusi kedatangan atau keberangkatan Poisson. Dapat juga distribusi tiba dan bertolak dari distribusi eksponensial

$n$	: Jumlah pelanggan dalam sistem
$N$	: Jumlah maksimum pelanggan dalam sistem
$NPD$	: <i>Non-Preemptive Discipline</i>
$N(t)$	: Jumlah angka (kejadian) yang terjadi sampai waktu $t$
$P_n$	: Probabilitas dari $n$ kedatangan dalam sistem antrian
$P_n(t)$	: Probabilitas bahwa tepat ada $n$ kedatangan pada sistem antrian
$P_0$	: Probabilitas dari 0 kedatangan dalam sistem antrian
$P_0(t+\Delta t)$	: Probabilitas tidak ada kedatangan selama waktu $t$ dan $t+\Delta t$
$PRD$	: <i>Preemptive Discipline</i>
$S(t)$	: Fungsi peluang kumulatif dari data sampel
$t$	: Waktu untuk melayani pelanggan
$t_i$	: Data ke- $i$
$W_q$	: Waktu menunggu yang diperkirakan dalam antrian
$W_s$	: Waktu menunggu yang diperkirakan dalam sistem

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 1.</b> Model <i>Single Channel Single Phase</i> .....	10
<b>Gambar 2.</b> Model <i>Single Channel Multiple Phase</i> .....	11
<b>Gambar 3.</b> Model <i>Multiple Channel Single Phase</i> .....	11
<b>Gambar 4.</b> Model <i>Multiple Channel Multi Phase</i> .....	12
<b>Gambar 5.</b> Plot Fungsi Densitas Distribusi Poisson.....	23
<b>Gambar 6.</b> Plot Fungsi Kumulatif Poisson.....	24
<b>Gambar 7.</b> Plot Fungsi Densitas Distribusi Eksponensial.....	26
<b>Gambar 8.</b> Plot Fungsi Kumulatif Eksponensial.....	27
<b>Gambar 9.</b> Diagram Alir Analisis.....	36
<b>Gambar 10.</b> Sistem Antrian Kereta api di Stasiun Purwosari.....	37
<b>Gambar 11.</b> Sistem Antrian Kereta api di Stasiun Solo Balapan.....	37
<b>Gambar 12.</b> Sistem Antrian Kereta Api Untuk Pelayanan Jalur 1 dan 4 di Stasiun Purwosari.....	38
<b>Gambar 13.</b> Sistem Antrian Kereta Api Untuk Pelayanan Jalur 2 dan 3 di Stasiun Purwosari.....	38
<b>Gambar 14.</b> Sistem Antrian Kereta Api Untuk Pelayanan Jalur 1 dan 5 di Stasiun Solo Balapan.....	39
<b>Gambar 15.</b> Sistem Antrian Kereta Api Untuk Pelayanan Jalur 2, 3 dan 4 di Stasiun Solo Balapan.....	39



**Gambar 16.** Sistem Antrian Kereta Api Untuk Pelayanan Jalur 6 di  
Stasiun Solo Balapan..... 40

**Gambar 17.** Output Arena..... 70

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 1.</b> Data Kedatangan dan Pelayanan Kereta Untuk Jalur 1 dan 4.....	41
<b>Tabel 2.</b> Data Kedatangan dan Pelayanan Kereta Untuk Jalur 2 dan 3.....	42
<b>Tabel 3.</b> Data Kedatangan dan Pelayanan Kereta Untuk Jalur 1 dan 5....	43
<b>Tabel 4.</b> Data Kedatangan dan Pelayanan Kereta Untuk Jalur 2,3 dan 4..	44
<b>Tabel 5.</b> Data Kedatangan dan Pelayanan Kereta Untuk Jalur 6.....	45
<b>Tabel 6.</b> Ukuran Kinerja Sistem Antrian Jalur 1 dan 4.....	49
<b>Tabel 7.</b> Ukuran Kinerja Sistem Antrian Jalur 2 dan 3.....	54
<b>Tabel 8.</b> Ukuran Kinerja Sistem Antrian Jalur 1 dan 5.....	59
<b>Tabel 9.</b> Ukuran Kinerja Sistem Antrian Jalur 2, 3 dan 4.....	64
<b>Tabel 10.</b> Ukuran Kinerja Sistem Antrian Jalur 6.....	69

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>Lampiran 1.</b> Data Jumlah Kedatangan dan Pelayanan .....	75
<b>Lampiran 2.</b> Uji Kecocokan Distribusi .....	80
<b>Lampiran 3.</b> <i>Output</i> WinQSB.....	85
<b>Lampiran 4.</b> <i>Output</i> Arena.....	90
<b>Lampiran 5.</b> Tabel Kolmogorov Smirnov .....	92

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Setiap perusahaan pastinya membutuhkan manajemen operasional dalam menjalankan kegiatan usahanya. Hal ini diperlukan untuk memperbaiki kinerja produktivitasnya di mata pelanggannya. Perusahaan yang bergerak di bidang jasa seperti PT. Kereta Api Indonesia sangat membutuhkan manajemen operasional untuk membuat sistem yang lebih baik dari sistem sebelumnya.

Masalah antrian merupakan salah satu masalah yang sangat perlu diperhatikan. Kejadian antrian timbul ketika jumlah fasilitas pelayanan jasa lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah orang yang memerlukan pelayanan bersangkutan (Taha,1996).

Fenomena antrian tampak ditemukan dalam fasilitas-fasilitas pelayanan umum, salah satunya terlihat pada antrian kereta api di Stasiun Purwosari dan Solo Balapan. Stasiun Purwosari merupakan stasiun tertua di Surakarta yang berada di wilayah Mangkunegaran sedangkan Stasiun Solo Balapan terletak di jalur kereta api yang menghubungkan Kota Bandung, Jakarta, Surabaya, serta Semarang dan merupakan stasiun kereta api terbesar di Kota Surakarta dan Jawa Tengah. Stasiun Purwosari melayani keberangkatan penumpang kereta kelas ekonomi dan komuter, sedangkan Stasiun Solo Balapan melayani keberangkatan penumpang kereta kelas bisnis, eksekutif, dan komuter.

Dengan jenis dan jumlah kereta api yang ada di Stasiun Purwosari dan Solo Balapan yang begitu banyak menyebabkan terjadinya antrian panjang pada kereta api yang akan datang atau pergi dari stasiun tersebut. Adanya antrian kereta api tersebut maka penumpang yang menunggu pemberangkatan dari stasiun semakin bertambah banyak.

Proses antrian sendiri dimulai saat pelanggan-pelanggan yang memerlukan pelayanan mulai datang. Proses antrian sendiri merupakan suatu proses yang berhubungan dengan kedatangan pelanggan pada suatu fasilitas pelayanan, menunggu dalam baris antrian jika belum dapat dilayani, dilayani dan akhirnya meninggalkan fasilitas tersebut sesudah dilayani (Kakiay, 2004).

Sudah menjadi hal yang wajar bila setiap orang selalu mengharapkan untuk mendapatkan fasilitas pelayanan yang sebaik-baiknya dan tidak terganggu oleh waktu penungguan yang terlalu lama. Seringnya timbul antrian yang panjang akan mengakibatkan hilangnya pelanggan. Dalam banyak hal, tambahan fasilitas pelayanan dapat diberikan untuk mengurangi antrian atau untuk mencegah timbulnya antrian. Persoalan yang selalu timbul adalah apakah cukup memadai (ekonomis) antara perbaikan sistem baru (misalnya, penambahan pelayanan; memperbaiki alat-alat dan sebagainya) dibandingkan dengan keadaan pada sistem sebelumnya. Biaya yang dikeluarkan akibat memberikan pelayanan tambahan, akan menimbulkan pengurangan keuntungan mungkin sampai di bawah tingkat yang dapat diterima. Salah satu cara untuk memperbaiki fasilitas pelayanan dapat direncanakan dengan suatu metode. Metode yang digunakan adalah analisa antrian. Dengan analisa antrian, dapat diketahui apakah sistem pelayanan yang

ada sudah mencapai suatu keadaan yang optimal atau belum. Model antrian yang akan dibahas merupakan suatu metode yang penting untuk sistem pengelolaan yang mengoptimalkan pelayanan dengan menghilangkan antrian.

Atas dasar hal-hal tersebut, maka penulis menganggap masalah tersebut cukup menarik dan telah dilakukan penelitian dengan persoalan yang ada pada sistem pelayanan kereta api di Stasiun Purwosari dan Stasiun Solo Balapan. Adapun judul skripsi ini adalah “Analisis Antrian dalam Optimalisasi Sistem Pelayanan Kereta Api di Stasiun Purwosari dan Solo Balapan”.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan model antrian kereta api di Stasiun Purwosari dan Solo Balapan?
2. Bagaimana menentukan ukuran kinerja sistem antrian kereta api di Stasiun Purwosari dan Solo Balapan sehingga dapat meningkatkan pelayanan?

## **1.3. Batasan Masalah**

Penelitian ini dibatasi pada kasus antrian kedatangan dan keberangkatan kereta di Stasiun Purwosari dan Solo Balapan yang melewati jalur utama.

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan penelitian ini yaitu

1. Menentukan model antrian di Stasiun Purwosari dan Solo Balapan.
2. Meningkatkan pelayanan kereta api di Stasiun Purwosari dan Solo Balapan dengan menentukan ukuran kinerja sistem.