

E-ISSN : 2715-842X



# Jurnal TeKLA

Jurnal Inovtek seri Teknik Sipil dan Aplikasi (TeKLA)

PUSAT PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT  
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS

<b>Vol.6</b>	<b>No.1</b>	<b>Halaman 01 – 75</b>	<b>Juli 2024</b>
--------------	-------------	----------------------------	----------------------



9 772715 842015

**Dewan Redaksi:**

**Redaktur :**

Indriyani Puluhulawa

**Tim Editor/ penyunting :**

Zev Al Jauhari

Zulkarnain

Lizar

Tira Roesdiana

Dian Eksana Wibowo

**Mitra Bestari:**

Ir. Ahmad Zaki, ST, M.Sc, Ph.D (Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta)

Putera Agung Maha Agung (Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta)

Yayan Adi Saputro (Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara)

Sigit Sutikno (Jurusan Teknik Sipil Universitas Riau)

**Administrasi/ Sirkulasi:**

Supianto

**Alamat Redaksi/ Penerbit:**

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis

Jl. Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau 28711

email: [tekla@polbeng.ac.id](mailto:tekla@polbeng.ac.id)

website: <http://ejournal.polbeng.ac.id/index.php/tekla>

**Terbit pada Bulan:**

Juli dan Desember

**Penanggung jawab:**

Ketua Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Bengkalis

**Jurnal Inovtek seri Teknik Sipil dan Aplikasi (TekLA)** merupakan publikasi ilmiah online berkala yang diperuntukkan bagi peneliti yang hendak mempublikasikan hasil penelitiannya dalam bentuk studi literatur, penelitian, pengembangan, dan aplikasi teknologi. Jurnal TekLA memuat artikel terkait dengan ilmu rekayasa struktur dan material, ilmu pondasi dan tanah pendukung, rekayasa transportasi dan perkerasan jalan, rekayasa hidro dan bangunan air, manajemen konstruksi serta ilmu pengukuran dan pemetaan.

## EDITORIAL

*Bismillahirrahmanirrahiim,*

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan anugerah iman dan ilmu kepada hamba-Nya. Tak terasa tim editor Jurnal TekLA telah menuntaskan proses review dan penerbitan Volume 6 Edisi 1 di Bulan Juli 2024 ini. Tim Editor menerima beberapa makalah dari dalam dan luar Polbeng. Namun dari jumlah tersebut, hanya 9 naskah yang diterima pada edisi ini.

Dalam edisi ini, topik naskah yang ditampilkan meliputi beberapa fokus keilmuan Teknik Sipil. Secara kuantitas, minat publikasi di kalangan civitas akademik bidang ilmu Teknik Sipil semakin meningkat. Hal ini dibuktikan dengan jumlah naskah yang diterbitkan pada edisi kali ini sebanyak enam naskah. Meskipun demikian, Tim Editorial Jurnal TekLA bertekad meningkatkan kualitas naskah yang diterima dan menjaga proses review yang independen terhadap naskah-naskah tersebut. Lebih lanjut, tim Editorial juga menerapkan pemeriksaan kemiripan (*similarity*) terhadap seluruh naskah sebelum dilakukan proses review.

Tim Editorial berterimakasih kepada para reviewer eksternal yang berasal dari berbagai Perguruan Tinggi di Indonesia. Berkat saran koreksi dan review yang dijalankan oleh para reviewer tersebut, maka tim dapat menuntaskan penerbitan edisi ini.

Bengkalis, 30 Juli 2024

Indriyani Puluhulawa, S.T., M. Eng  
Editor-in-Chief Jurnal TekLA  
email: [indriyani\\_p@polbeng.ac.id](mailto:indriyani_p@polbeng.ac.id)

## DAFTAR ISI

Inventarisasi Kerusakan Jalan SDN 04 Damon Bengkalis Dengan Metode PCI Menggunakan ArcGIS 10.8 Yogi Andri Saputra, Hendra Saputra	1-10
Studi Komparasi Eksperimental Balok Beton Bertulang Dengan Menggunakan Abaqus CAE Sebagai Perbandingan Nilai Beban Dan Lendutan Nofri Bernando, Zev Al Jauhari, Muhammad Gala Garcya	11-19
Analisis Biaya Perawatan Dan Pemeliharaan Jalan Perkerasan Lentur Di Kabupaten Bengkalis Fifi Mulya Putri, Gunawan, Mutia Lisya	20-29
Analisis Biaya Perawatan Dan Perbaikan Jembatan Baja Jembatan Sungai Kembang Luar Syamsuriyadi, Gunawan	30-36
Optimasi Kinerja Pelabuhan Roro Air Putih Bengkalis Aidil Riswanda, Hendra Saputra, Mutia Lisya	37-46
Analisis Biaya Perawatan Dan Pemeliharaan Jalan Perkerasan Kaku Di Kabupaten Bengkalis Sri Wahyuni, Gunawan	47-57
Analisis Faktor Penyebab Kerusakan Jalan Menggunakan Pemetaan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus: Jalan Jenderal Sudirman Dumai) Mutia Lisya, Aidil Abrar, Nurhidayah	58-65
Studi Perbandingan Nilai Beban Dan Lendutan Eksperimental Balok Beton Bertulang Dengan Tambahan Sikacim Concrete Additive Menggunakan Abaqus Cae Septian Rizki Andi, Zev Al Jauhari, M.Gala Garcya	66-75

# OPTIMASI KINERJA PELABUHAN RORO AIR PUTIH BENGKALIS

Aidil Riswanda<sup>1</sup>, Hendra Saputra<sup>2</sup>, Mutia Lisya<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis

*aidilriswanda@gmail.com<sup>1</sup>, hendrasaputra@polbeng.ac.id<sup>2</sup>, mutialisya@polbeng.ac.id<sup>3</sup>*

## Abstrak

Pelabuhan RoRo Air Putih merupakan pelabuhan dengan aktivitas penyeberangan sangat padat, dengan kondisi antrian kendaraan yang melebihi pelayanan kapal di hari biasa dan hari libur nasional, sehingga perlu adanya evaluasi kinerja pelabuhan untuk mendapatkan kondisi tunak *steady state*, waktu pelayanan kapal yang optimal dan pertumbuhan produktivitas pelabuhan. Adapun metode yang digunakan dalam mengevaluasi kinerja pelabuhan akibat antrian kendaraan dan pelayanan kapal yaitu menggunakan metode substitusi *steady state* dan regresi linear kuadrat terkecil. Hasil analisa dengan metode substitusi *steady state* dengan menambah 1 dermaga, nilai *steady state* menjadi  $< 1$  dan menggunakan metode regresi linear kuadrat terkecil, nilai pertumbuhan per tahun penumpang 5,32%, kendaraan roda dua 4,61%, kendaraan roda empat 9,15%, dan kendaraan roda enam 8,41%. Dari analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan 1 dermaga tingkat pelayanan kapal sudah optimal dalam menangani antrian kendaraan dan produktivitas penumpang/kendaraan meningkat tiap tahun di Pelabuhan RoRo Air Putih.

**Kata Kunci:** Antrian, Pelayanan, *Steady State*, Regresi Linear Kuadrat Terkecil, Pertumbuhan.

## Abstract

Air Putih RoRo Port is a port with very dense crossing activities, with vehicle queue conditions that exceed ship services on weekdays and national holidays, so it is necessary to evaluate port performance to get steady state, optimal ship service time and port productivity growth. The methods used in evaluating port performance due to vehicle queues and ship services are using the steady state substitution method and least squares linear regression. The results of the analysis with the steady state substitution method by adding 1 pier, the steady state value becomes  $< 1$  and using the least squares linear regression method, the annual growth value of passengers is 5.32%, two-wheeled vehicles 4.61%, four-wheeled vehicles 9.15%, and six-wheeled vehicles 8.41%. From this analysis, it can be concluded that the addition of 1 pier the level of ship service is optimal in handling vehicle queues and passenger / vehicle productivity increases every year at the Air Putih RoRo Port.

**Keywords:** Queue, Service, Steady State, Least Squares Linear Regression, Growth.

## 1. PENDAHULUAN

Transportasi merupakan salah satu kebutuhan pokok masyarakat dalam pergerakannya, termasuk bergerak ke wilayah-wilayah yang dipisahkan secara geografis oleh sungai, selat, maupun lautan. Dalam pembangunan transportasi, Pemerintah Pusat, Pemerintah Provinsi, maupun Pemerintah Kabupaten/Kota mempunyai peranan sesuai dengan kewenangannya, seperti kewajiban untuk menyusun rencana dan merumuskan kebijakan serta mengendalikan dan mengawasi perwujudan transportasi. Transportasi penyeberangan serta kebutuhan pelayanannya merupakan hal yang penting dalam mengevaluasi kinerja sistem penyeberangan.

Pelabuhan RoRo Air Putih merupakan pelabuhan penyeberangan yang menggunakan kapal RoRo (*Roll on Roll off*) sebagai moda transportasi yang menghubungkan wilayah Pulau Bengkalis dengan wilayah daratan

Pulau Sumatera / Sungai Pakning, Bengkalis. Pelabuhan ini merupakan pelabuhan dengan aktivitas penyeberangan yang padat karena arus lalu lintas yang menyeberang menuju atau meninggalkan ini sangat tinggi, hal ini disebabkan antara lain tingginya kegiatan pada sektor pariwisata, perdagangan, dan kegiatan lainnya. Hal ini tampak pada antrian kendaraan yang akan menyeberang di pelabuhan penyeberangan Air Putih – Sungai Pakning akhir minggu dan hari libur nasional.

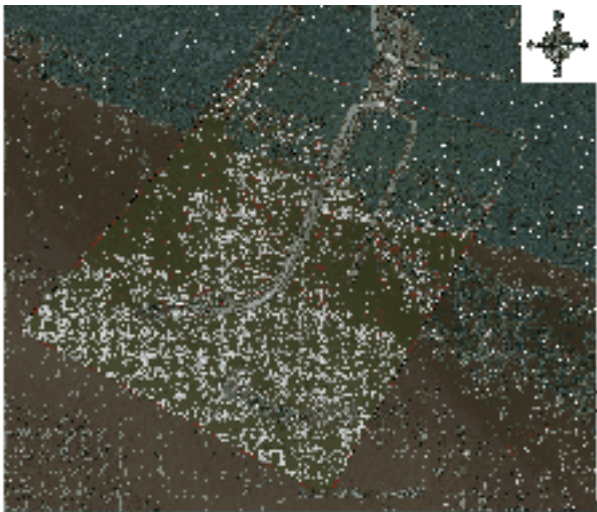
Untuk menangani antrian kendaraan yang tinggi dan kinerja pelayanan kapal yang belum optimal maka perlu dievaluasi menggunakan metode substitusi *steady state* dan regresi linear kuadrat terkecil. [1]. Sedangkan metode regresi linear kuadrat terkecil[2] merupakan metode dalam menganalisis persentase jumlah pertumbuhan penumpang dan kendaraan per tahun. Kedua metode tersebut digunakan sebagai acuan dalam meningkatkan

produktivitas kinerja kondisi sekarang dengan kondisi yang akan datang di Pelabuhan RoRo Air Putih. Dengan optimalnya kinerja Pelabuhan RoRo Air Putih, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas transportasi darat dan laut, serta mendukung pertumbuhan ekonomi dan pengembangan wilayah yang lebih baik.

## 2. METODOLOGI

### A. Lokasi Penelitian

Lokasi pada penelitian ini terletak pada Jalan Pelabuhan RoRo Bengkalis, Desa Air Putih, Kecamatan Bengkalis, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

### B. Tahapan Penelitian

Adapun tahapan yang dilakukan untuk menyelesaikan penelitian ini yaitu[3] :

- 1) Persiapan Awal, mempersiapkan penempatan titik lokasi penelitian di pelabuhan dan surat pengantar ke Dinas Perhubungan Kabupaten Bengkalis.
- 2) Pengumpulan Data, data yang dikumpul terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer yaitu data LHR antrian kendaraan, waktu tunggu kapal, waktu bongkar muat kapal, dan waktu pelayanan kapal. Data sekunder yaitu produktivitas muatan kapal 2018-2022, spesifikasi teknis kapal, jumlah kapal yang beroperasi, jadwal keberangkatan kapal, dan layout pelabuhan.

- 3) Pengolahan Data, dalam penelitian ini dilakukan analisis kondisi *steady state*, analisis kinerja pelayanan kapal, dan analisis peramalan pertumbuhan produktivitas muatan kapal 2023-2027.
- 4) Hasil Analisa dan Pembahasan, hasil yang telah diolah lalu direkapitulasi dalam bentuk tabel dan grafik. Setiap tabel dan grafik diambil kesimpulan yang merupakan pembahasan dari pengolahan data.
- 5) Kesimpulan dan Saran

### C. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan dalam dua kondisi, kondisi pertama pada hari kerja biasa pada 9-11 Juni 2023 dan kondisi kedua hari libur nasional pada 24-27 Juni 2023 dengan waktu pengambilan data pada jam 06.00 – 23.15 WIB.

### D. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah pengamatan langsung kondisi lapangan secara aktual dan dokumentasi kondisi eksisting. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kondisi aktual pada saat ini, sehingga diharapkan tidak terjadi kesalahan dalam evaluasi dan perencanaan.

Pada peramalan pertumbuhan muatan kapal 2023-2027 menggunakan metode regresi linear kuadrat terkecil dengan bantuan *software* Microsoft Excel.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Analisis Kapasitas Kapal

Data kapasitas kapal didapat pada Dinas Perhubungan Kabupaten Bengkalis. Analisis ini bertujuan untuk mendapatkan data volume muatan yang dapat dimuat oleh kapal.

Analisis ini bertujuan untuk menentukan jumlah rata-rata antrian ( $\lambda$ ) kendaraan dalam satu jam.[4] Data kendaraan yang dihitung adalah data jumlah kendaraan yang datang dalam kurun waktu 23 jam survei dengan tiga hari survei di hari biasa dan tiga hari survei di hari libur nasional. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

**Tabel 1** Ukuran Kapal RoRo

Nama Kapal	Jenis / Tipe Kapal	Ukuran Kapal			
		Panjang (m)	Lebar (m)	Draft (m)	GRT (ton)
KMP. Bahari Nusantara	RoRo	50,6	10,35	3,2	846
KMP. Persada Nusantara	RoRo	54,3	9,6	3,6	687
KMP. Swarna Putri	RoRo	62,28	10,2	3,6	516
KMP. Swarna Dharma	RoRo	40,5	8,6	3	285



**Gambar 5** KMP. Swarna Dharma

**Tabel 2** Kapasitas Muatan Kapal RoRo

Nama Kapal	Kapasitas Angkut		Lintasan
	Mobil	Motor	
KMP. Bahari Nusantara	10	20	Air Putih - Sungai Selari
KMP. Persada Nusantara	6	16	Air Putih - Sungai Selari
KMP. Swarna Putri	12	63	Air Putih - Sungai Selari
KMP. Swarna Dharma	12	43	Air Putih - Sungai Selari



**Gambar 2** KMP. Bahari Nusantara



**Gambar 3** KMP. Persada Nusantara



**Gambar 4** KMP. Swarna Putri

*B. Analisis Antrian Kendaraan*

**Tabel 3** Data Antrian Kendaraan Hari Biasa

Waktu	Antrian Kendaraan Hari Biasa					
	Hari-1		Hari-2		Hari-3	
	Motor	Mobil	Motor	Mobil	Motor	Mobil
06:00 - 07:00	36	29	95	28	77	27
07:00 - 08:00	70	30	58	18	84	26
08:00 - 09:00	50	31	57	21	76	24
09:00 - 10:00	26	16	66	17	96	21
10:00 - 11:00	34	26	87	17	70	29
11:00 - 12:00	20	25	68	18	73	47
12:00 - 13:00	62	25	69	14	59	20
13:00 - 14:00	78	34	123	19	103	34
14:00 - 15:00	91	42	63	23	101	25
15:00 - 16:00	61	17	63	19	81	22
16:00 - 17:00	46	31	67	31	99	22
17:00 - 18:00	53	25	72	17	70	34
18:00 - 19:00	36	20	30	4	65	15
19:00 - 20:00	17	29	32	33	50	32
20:00 - 21:00	18	21	48	24	39	17
21:00 - 22:00	11	14	36	15	55	16
22:00 - 23:00	5	10	41	6	53	13
23:00 - 23:15	1	1	4	2	8	6
Maks.	91	42	123	33	103	47
Total	715	426	1079	326	1259	430

**Tabel 4** Data Antrian Kendaraan Hari Libur Nasional

Waktu	Antrian Kendaraan Hari Libur Nasional					
	Hari-1		Hari-2		Hari-3	
	Motor	Mobil	Motor	Mobil	Motor	Mobil
06:00 - 07:00	106	25	83	31	80	53
07:00 - 08:00	62	20	54	9	68	40
08:00 - 09:00	102	27	57	9	52	16
09:00 - 10:00	61	30	73	20	55	18
10:00 - 11:00	86	34	63	17	60	26
11:00 - 12:00	51	28	56	22	48	25
12:00 - 13:00	62	17	30	19	59	37
13:00 - 14:00	57	29	54	13	72	23
14:00 - 15:00	57	30	67	22	52	25
15:00 - 16:00	35	23	61	26	52	25
16:00 - 17:00	41	22	61	32	53	28
17:00 - 18:00	41	13	62	26	49	33
18:00 - 19:00	28	14	57	10	73	35
19:00 - 20:00	40	14	66	29	52	29
20:00 - 21:00	22	15	42	27	53	30
21:00 - 22:00	18	16	29	24	45	27
22:00 - 23:00	19	19	29	27	29	15
23:00 - 23:15	1	1	4	1	2	3
Maks.	106	34	83	32	80	53
Total	889	377	948	364	954	488

**Tabel 5** Data Pelayanan Kendaraan Hari Biasa

Waktu	Pelayanan Kendaraan Hari Biasa					
	Hari-1		Hari-2		Hari-3	
	Motor	Mobil	Motor	Mobil	Motor	Mobil
06:00 - 07:00	20	12	57	23	57	23
07:00 - 08:00	58	25	40	12	40	12
08:00 - 09:00	53	18	66	23	66	23
09:00 - 10:00	58	25	71	19	71	19
10:00 - 11:00	28	25	49	17	49	17
11:00 - 12:00	25	17	56	16	56	16
12:00 - 13:00	41	17	64	19	60	20
13:00 - 14:00	38	25	21	21	72	25
14:00 - 15:00	30	25	37	17	76	28
15:00 - 16:00	67	23	57	22	75	28
16:00 - 17:00	47	17	40	22	70	25
17:00 - 18:00	36	17	28	18	57	25
18:00 - 19:00	31	24	22	13	22	17
19:00 - 20:00	22	21	24	26	38	16
20:00 - 21:00	20	17	23	18	23	6
21:00 - 22:00	8	11	13	7	20	7
22:00 - 23:00	8	7	5	4	6	3
23:00 - 23:15	8	7	4	4	5	2
Maks.	67	25	71	26	76	28
Total	598	333	677	301	863	312

*C. Analisis Pelayanan Kendaraan*

Analisis ini bertujuan untuk menentukan jumlah rata-rata kendaraan yang masuk ke kapal ( $\mu$ ) atau meninggalkan sistem dalam waktu satu jam[5]. Data kendaraan yang dihitung adalah data jumlah kendaraan yang masuk ke kapal dalam kurun waktu 23 jam survei dengan tiga hari survei di hari biasa dan tiga hari survei di hari libur nasional. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

**Tabel 6** Data Pelayanan Kendaraan Hari Libur Nasional

Waktu	Pelayanan Kendaraan Hari Libur Nasional					
	Hari-1		Hari-2		Hari-3	
	Motor	Mobil	Motor	Mobil	Motor	Mobil
06:00 - 07:00	49	22	64	27	56	23
07:00 - 08:00	41	21	54	25	72	19
08:00 - 09:00	43	26	39	13	32	30
09:00 -	48	24	41	24	63	25



10:00						
10:00 - 11:00	55	25	47	16	65	21
11:00 - 12:00	42	17	32	22	69	12
12:00 - 13:00	42	20	60	31	49	20
13:00 - 14:00	52	31	24	25	36	24
14:00 - 15:00	40	27	38	14	64	25
15:00 - 16:00	42	16	37	19	54	22
16:00 - 17:00	48	24	97	24	51	11
17:00 - 18:00	37	33	56	20	38	22
18:00 - 19:00	31	20	44	18	80	17
19:00 - 20:00	31	27	36	19	70	15
20:00 - 21:00	20	19	90	22	52	21
21:00 - 22:00	36	28	17	13	48	13
22:00 - 23:00	25	22	24	14	67	26
23:00 - 23:15	29	23	29	6	38	13
Maks.	55	33	97	31	80	30
Total	711	425	829	352	1004	359

**D. Analisis Waiting Time Kapal**

*Waiting Time* atau waktu tunggu kapal adalah waktu kapal menunggu pelayanan tambatan dan pelayanan pandu.[6] Waktu tunggu kapal di perairan Pelabuhan RoRo Air Putih rata-rata 20 menit.

**Tabel 7** *Waiting Time* Kapal Hari Biasa dan Hari Libur Nasional

Nama Kapal	<i>Waiting Time</i> Kapal Hari Biasa (menit)			<i>Waiting Time</i> Kapal Hari Libur Nasional (menit)		
	Hari-1	Hari-2	Hari-3	Hari-1	Hari-2	Hari-3
	KMP. Bahari Nusantara	23	21	21	20	18
KMP. Persada Nusantara	20	19	19	19	25	21
KMP. Swarna Putri	19	20	21	19	20	20

KMP. Swarna	18	19	20	20	21	20
Dharma						
Rata-Rata	20 menit					

**E. Analisis Postpone Time Kapal**

*Postpone Time* adalah waktu tertunda yang tidak bermanfaat selama kapal berada di perairan pelabuhan antara lokasi lego jangkar sebelum/sesudah melakukan kegiatan.[6] Berdasarkan survei lapangan, *postpone time* di Pelabuhan RoRo Air Putih tidak ada pengurusan dokumen untuk berlabuh sehingga waktu tunda di perairan tidak terjadi.

**F. Analisis Approach Time Kapal**

*Approach Time* adalah waktu yang digunakan selama pelayanan pemanduan, sejak kapal bergerak dari lego jangkar sampai ikat tali di tambatan dan sebaliknya.[6] Berdasarkan data survei, waktu kapal masuk dan kapal keluar masing-masing dermaga 4 menit (rata-rata).

**Tabel 8** *Approach Time* Kapal Hari Biasa dan Hari Libur Nasional

Nama Kapal	<i>Approach Time</i> Kapal Hari Biasa (menit)			<i>Approach Time</i> Kapal Hari Libur Nasional (menit)		
	Hari-1	Hari-2	Hari-3	Hari-1	Hari-2	Hari-3
	KMP. Bahari Nusantara	6	4	5	3	4
KMP. Persada Nusantara	4	5	6	5	4	4
KMP. Swarna Putri	3	4	3	2	3	3
KMP. Swarna Dharma	5	4	4	4	3	4
Rata-Rata	4 menit					

**G. Analisis Berthing Time Kapal**

*Berthing Time* atau waktu tambat adalah jumlah jam selama kapal berada di tambatan, sejak kapal ikat tali sampai lepas tali di tambatan.[6] Berdasarkan data survei, rata-rata *berthing time* Pelabuhan RoRo Air Putih adalah 30 menit.

**Tabel 9** *Berthing Time* Kapal Hari Biasa dan Hari Libur Nasional

Nama Kapal	<i>Berthing Time</i> Kapal Hari Biasa (menit)			<i>Berthing Time</i> Kapal Hari Libur Nasional (menit)		
	Hari-1	Hari-2	Hari-3	Hari-1	Hari-2	Hari-3
	KMP. Bahari Nusantara	31	32	32	32	31
KMP. Persada Nusantara	33	32	30	32	32	30
KMP. Swarna Putri	31	28	26	27	30	28
KMP. Swarna Dharma	30	29	28	29	29	28
Rata-Rata	30 menit					

**H. Analisis Turn Round Time Kapal**

*Turn Round Time* adalah jumlah waktu selama kapal berada di dermaga yang dihitung saat kapal tiba di lego jangkar sampai kapal berangkat meninggalkan lego jangkar, dinyatakan dalam satuan jam.[6]

*Turn Round Time* merupakan total keseluruhan dari *Waiting Time*, *Postpone Time*, *Approach Time*, dan *Bearthing Time* pada kapal.

$$\begin{aligned}
 TRT &= WT + PT + AT + BT \\
 &= 20 \text{ menit} + 4 \text{ menit} + 30 \text{ menit} \\
 &= 54 \text{ menit} = 0,9 \text{ jam}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

**I. Analisis Kondisi Steady State**

Kondisi *steady state* terpenuhi jika rata-rata kedatangan tidak melebihi rata-rata pelayanan, dapat dinyatakan bahwa  $\lambda < \mu$  atau  $\rho < 1$ . Dimana  $\lambda$  adalah rata-rata kedatangan kendaraan dalam per satuan waktu tertentu, sedangkan  $\mu$  adalah rata-rata pelayanan dalam per satuan waktu tertentu.

Faktor utilitas atau  $\rho$  adalah rata-rata kedatangan dibagi dengan rata-rata pelayanan.[5]

$$\rho = \frac{\lambda}{c \times \mu} < 1
 \tag{2}$$

Dimana :

$\lambda$  = Banyak kendaraan yang datang  
 $\mu$  = Laju pelayanan  
 $c$  = Banyak server

Data kondisi *steady state* kendaraan sepeda motor dan mobil pada hari biasa dan hari libur nasional dapat dilihat pada Tabel 10 dan Tabel 11.

**Tabel 10** Kondisi Steady State Kendaraan Sepeda Motor

Waktu	Kendaraan Sepeda Motor					
	Steady State Hari Biasa			Steady State Hari Libur Nasional		
	Hari-1	Hari-2	Hari-3	Hari-1	Hari-2	Hari-3
06:00 - 07:00	1,8	1,67	1,35	2,16	1,30	1,43
07:00 - 08:00	1,21	1,45	2,1	1,51	1,00	0,94
08:00 - 09:00	0,94	0,86	1,15	2,37	1,46	1,63
09:00 - 10:00	0,45	0,93	1,35	1,27	1,78	0,87
10:00 - 11:00	1,21	1,78	1,43	1,56	1,34	0,92
11:00 - 12:00	0,80	1,21	1,30	1,21	1,75	0,70
12:00 - 13:00	1,51	1,08	0,98	1,48	0,5	1,20
13:00 - 14:00	2,05	5,86	1,43	1,10	2,25	2,00
14:00 - 15:00	3,03	1,70	1,33	1,43	1,76	0,81
15:00 - 16:00	0,91	1,11	1,08	0,83	1,65	0,96
16:00 - 17:00	0,98	1,68	1,41	0,85	0,63	1,04
17:00 - 18:00	1,47	2,57	1,23	1,11	1,11	1,29
18:00 - 19:00	1,16	1,36	2,95	0,90	1,30	0,91
19:00 - 20:00	0,77	1,33	1,32	1,29	1,83	0,74
20:00 - 21:00	0,90	2,09	1,70	1,1	0,47	1,02
21:00 - 22:00	1,38	2,77	2,75	0,5	1,71	0,94
22:00 - 23:00	0,63	8,20	8,83	0,76	1,21	0,43
23:00 - 23:15	0,13	1,00	1,6	0,03	0,14	0,05
Maks.	3,03	8,20	8,83	2,37	2,25	2,00

Dari Tabel 10 dan Tabel 11 dapat dibuat grafik kondisi *steady state* kendaraan sepeda

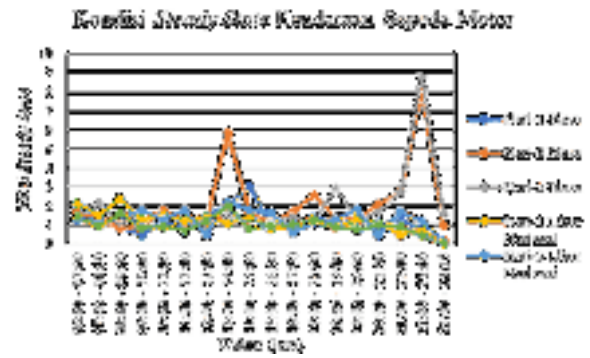
motor dan mobil pada Gambar 6 dan Gambar 7.

Tabel 11 Kondisi Steady State Kendaraan Mobil

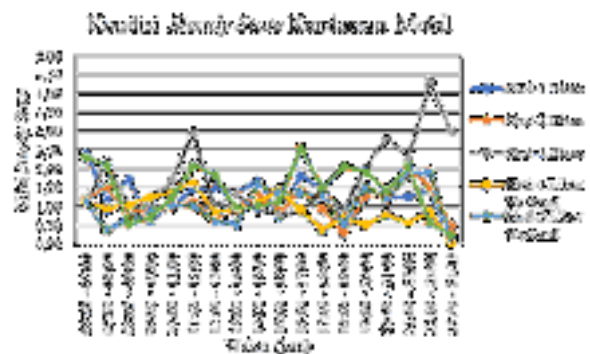
Waktu	Kendaraan Mobil					
	Steady State Hari Biasa			Steady State Hari Libur Nasional		
	Hari-1	Hari-2	Hari-3	Hari-1	Hari-2	Hari-3
06:00 - 07:00	2,42	1,22	1,17	1,14	1,15	2,30
07:00 - 08:00	1,2	1,50	2,17	0,95	0,36	2,11
08:00 - 09:00	1,72	0,91	1,04	1,04	0,69	0,53
09:00 - 10:00	0,64	0,89	1,11	1,25	0,83	0,72
10:00 - 11:00	1,04	1,00	1,71	1,36	1,06	1,24
11:00 - 12:00	1,47	1,13	2,94	1,65	1,00	2,08
12:00 - 13:00	1,47	0,74	1,00	0,85	0,61	1,85
13:00 - 14:00	1,36	0,90	1,36	0,94	0,52	0,96
14:00 - 15:00	1,68	1,35	0,89	1,11	1,57	1,00
15:00 - 16:00	0,74	0,86	0,79	1,44	1,37	1,14
16:00 - 17:00	1,82	1,41	0,88	0,92	1,33	2,55
17:00 - 18:00	1,47	0,94	1,36	0,39	1,30	1,50
18:00 - 19:00	0,83	0,31	0,88	0,70	0,56	2,06
19:00 - 20:00	1,38	1,27	2,00	0,52	1,53	1,93
20:00 - 21:00	1,24	1,33	2,83	0,79	1,23	1,43
21:00 - 22:00	1,27	2,14	2,29	0,57	1,85	2,08
22:00 - 23:00	1,43	1,50	4,33	0,86	1,93	0,58
23:00 - 23:15	0,14	0,50	3,00	0,04	0,17	0,23
Maks.	2,42	2,14	4,33	1,65	1,93	2,55

J. Analisis Substitusi Kondisi Steady State

Kondisi Turn Round Time (TRT) dengan berjumlah 4 kapal yaitu 54 menit masih membuat kondisi steady state  $\rho > 1$ , oleh karena itu dilakukan simulasi jika dibuat penambahan 1 dermaga dari 2 dermaga untuk menimalisir waktu tunggu kapal dan mengubah kondisi steady state menjadi  $\rho < 1$



Gambar 6 Grafik Kondisi Steady State Kendaraan Sepeda Motor



Gambar 7 Grafik Kondisi Steady State Kendaraan Mobil

Langkah selanjutnya dicari perbandingan 1 jam dengan menggunakan metode substitusi didapatkan dalam waktu 1 jam kapasitas angkut kapal / tingkat pelayanan untuk roda empat adalah 60 mobil dan untuk roda dua adalah 130 motor pada 3 dermaga. Lalu kembali dihitung nilai kondisi steady-state pada sistem antrian Pelabuhan RoRo Air Putih yang telah diubah dengan substitusi tersebut.

Data kondisi steady state kendaraan sepeda motor dan mobil pada hari biasa dan hari libur nasional yang telah diubah dengan substitusi 1 dermaga dapat dilihat pada Tabel 12 dan Tabel 13.

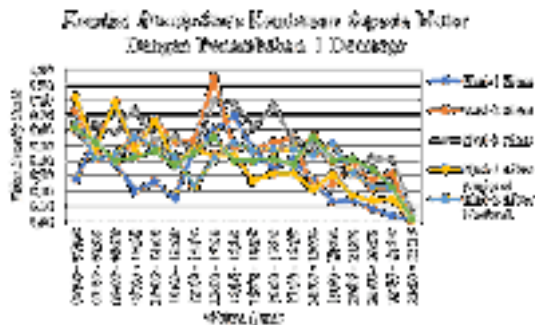
Dari Tabel 12 dan Tabel 13 dapat dibuat grafik kondisi steady state kendaraan sepeda motor dan mobil pada Gambar 8 dan Gambar 9.

**Tabel 12** Kondisi *Steady State* Kendaraan Sepeda Motor Dengan 3 Dermaga

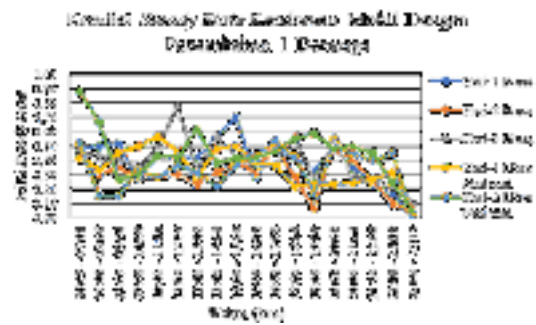
Waktu	Kendaraan Sepeda Motor					
	Steady State Hari Biasa			Steady State Hari Libur Nasional		
	Hari-1	Hari-2	Hari-3	Hari-1	Hari-2	Hari-3
06:00 - 07:00	0,28	0,73	0,59	0,82	0,64	0,62
07:00 - 08:00	0,54	0,45	0,65	0,48	0,42	0,52
08:00 - 09:00	0,38	0,44	0,58	0,78	0,44	0,40
09:00 - 10:00	0,20	0,51	0,74	0,47	0,56	0,42
10:00 - 11:00	0,26	0,67	0,54	0,66	0,48	0,46
11:00 - 12:00	0,15	0,52	0,56	0,39	0,43	0,37
12:00 - 13:00	0,48	0,53	0,45	0,48	0,23	0,45
13:00 - 14:00	0,60	0,95	0,79	0,44	0,42	0,55
14:00 - 15:00	0,70	0,48	0,78	0,44	0,52	0,40
15:00 - 16:00	0,47	0,48	0,62	0,27	0,47	0,40
16:00 - 17:00	0,35	0,52	0,76	0,32	0,47	0,41
17:00 - 18:00	0,41	0,55	0,54	0,32	0,48	0,38
18:00 - 19:00	0,28	0,23	0,50	0,22	0,44	0,56
19:00 - 20:00	0,13	0,25	0,38	0,31	0,51	0,40
20:00 - 21:00	0,14	0,37	0,30	0,17	0,32	0,41
21:00 - 22:00	0,08	0,28	0,42	0,14	0,22	0,35
22:00 - 23:00	0,04	0,32	0,41	0,15	0,22	0,22
23:00 - 23:15	0,01	0,03	0,06	0,01	0,03	0,02
Maks.	0,70	0,95	0,79	0,82	0,64	0,62

**Tabel 13** Kondisi *Steady State* Kendaraan Mobil Dengan 3 Dermaga

Waktu	Kendaraan Mobil					
	Steady State Hari Biasa			Steady State Hari Libur Nasional		
	Hari-1	Hari-2	Hari-3	Hari-1	Hari-2	Hari-3
06:00 - 07:00	0,48	0,47	0,45	0,42	0,52	0,88
07:00 - 08:00	0,50	0,30	0,43	0,33	0,15	0,67
08:00 - 09:00	0,52	0,35	0,40	0,45	0,15	0,27
09:00 - 10:00	0,27	0,28	0,35	0,50	0,33	0,30
10:00 - 11:00	0,43	0,28	0,48	0,57	0,28	0,43
11:00 - 12:00	0,42	0,30	0,78	0,47	0,37	0,42
12:00 - 13:00	0,42	0,23	0,33	0,28	0,32	0,62
13:00 - 14:00	0,57	0,32	0,57	0,48	0,22	0,38
14:00 - 15:00	0,70	0,38	0,42	0,50	0,37	0,42
15:00 - 16:00	0,28	0,32	0,37	0,38	0,43	0,42
16:00 - 17:00	0,52	0,52	0,37	0,37	0,53	0,47
17:00 - 18:00	0,42	0,28	0,57	0,22	0,43	0,55
18:00 - 19:00	0,33	0,07	0,25	0,23	0,17	0,58
19:00 - 20:00	0,48	0,55	0,53	0,23	0,48	0,48
20:00 - 21:00	0,35	0,40	0,28	0,25	0,45	0,50
21:00 - 22:00	0,23	0,25	0,27	0,27	0,40	0,45
22:00 - 23:00	0,17	0,10	0,22	0,32	0,45	0,25
23:00 - 23:15	0,02	0,03	0,10	0,02	0,02	0,05
Maks.	0,70	0,55	0,78	0,57	0,53	0,88



**Gambar 8** Grafik Kondisi *Steady State* Kendaraan Sepeda Motor Dengan Penambahan 1 Dermaga



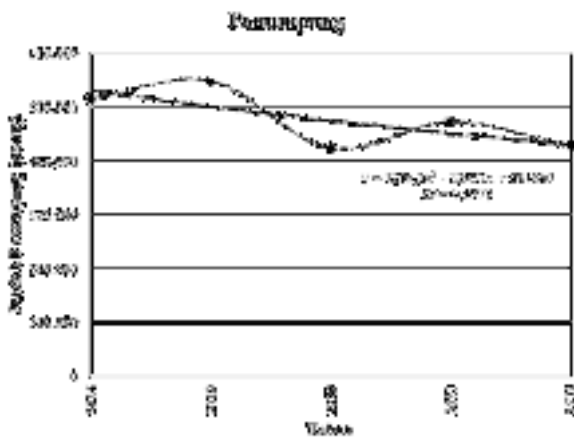
**Gambar 9** Grafik Kondisi *Steady State* Kendaraan Mobil Dengan Penambahan 1 Dermaga

**K. Analisis Pertumbuhan Produktivitas Penumpang dan Kendaraan**

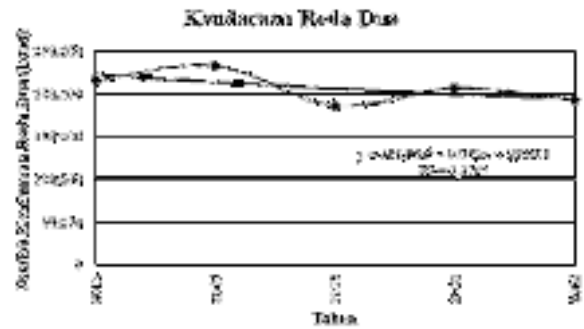
Pertumbuhan produktivitas di Pelabuhan RoRo Air Putih Bengkalis dapat dilihat dari pergerakan (bongkar/muat) penumpang dan kendaraan yang menggunakan jasa kapal RoRo. Kendaraan dikelompokkan menjadi 3 yaitu kendaraan Roda 2 (R-2), kendaraan Roda 4 (R-4) dan kendaraan Roda 6 (R-6). Berdasarkan data nilai bongkar/muat, maka dapat dilakukan peramalan nilai bongkar/muat untuk 5 tahun yang akan datang. Peramalan dilakukan dalam periode waktu tahunan, dengan menggunakan metode Kuadrat Terkecil (*Least Square Method*)[7] dan bantuan program Microsoft Excel.[8] Model yang dihasilkan dari metode ini dan nilai peramalannya untuk 5 tahun kedepan dilihat pada Tabel 14-16 dan Gambar 6-9.

**Tabel 14** Data Produktivitas Penumpang dan Kendaraan 2018-2022

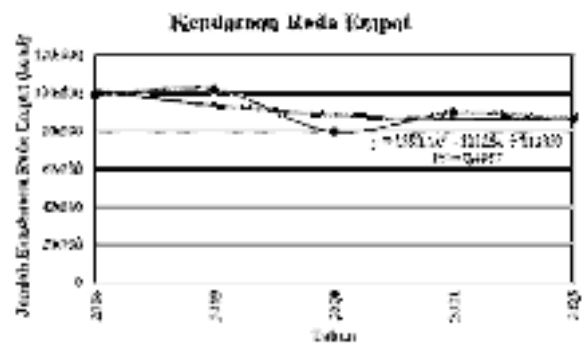
Tahun	Penumpang	Kendaraan		
		Kendaraan Roda 2 (R-2)	Kendaraan Roda 4 (R-4)	Kendaraan Roda 6 (R-6)
2018	515267	216287	98616	14554
2019	549082	233397	101776	14916
2020	423747	186491	79403	16919
2021	472859	206749	89384	17643
2022	428537	193678	86161	19333



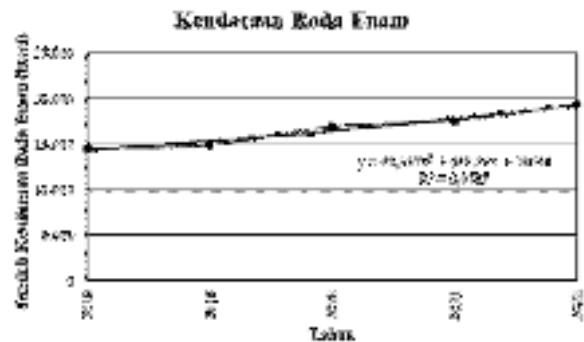
**Gambar 10** Grafik Pertumbuhan Penumpang 2018-2022



**Gambar 11** Grafik Pertumbuhan Kendaraan Roda 2 2018-2022



**Gambar 12** Grafik Pertumbuhan Kendaraan Roda 4 2018-2022



**Gambar 13** Grafik Pertumbuhan Kendaraan Roda 6 2018-2022

**Tabel 15** Model Peramalan Muatan Metode Regresi Linear Kuadrat Terkecil

Variabel Muatan	Model Peramalan	Koefisien Korelasi
Penumpang (Y1)	$y = 1298,1x^2 - 32757x + 561890$	$R^2 = 0,5277$
Kendaraan Roda 2 (R-2)(Y2)	$y = 485,8x^2 - 10102x + 232281$	$R^2 = 0,3765$
Kendaraan Roda 4 (R-4)(Y3)	$y = 1399,1x^2 - 12125x + 112053$	$R^2 = 0,4977$

$$\begin{array}{l} \text{Kendaraan Roda} \\ 6 \text{ (R-6)(Y4)} \end{array} \quad y = 98,357x^2 + 638,36x + 13676 \quad R^2 = 0,9727$$

**Tabel 16** Data Peramalan Produktivitas Penumpang dan Kendaraan 2023-2027

Tahun	Penumpang	Kendaraan		
		Kendaraan Roda 2 (R-2)	Kendaraan Roda 4 (R-4)	Kendaraan Roda 6 (R-6)
2023	805.164	310.384	89.671	21.047
2024	854.796	326.802	95.734	22.964
2025	907.024	344.192	104.595	25.078
2026	961.849	362.554	116.255	27.388
2027	1.019.270	381.887	130.713	29.895
Growth %	5,32%	4,61%	9,15%	8,41%

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kondisi *steady state* lapangan didapat nilai kondisi *steady state*  $\rho > 1$  dengan nilai tertinggi kendaraan sepeda motor sebesar 8,83 dan mobil sebesar 4,33. Setelah dilakukan perubahan dengan menggunakan metode substitusi penambahan 1 dermaga, nilai kondisi *steady state* menjadi  $\rho < 1$ . Nilai tersebut memenuhi ketentuan pengoptimalan pelayanan kapal terhadap antrian kendaraan. Untuk meningkatkan produktivitas penumpang dan kendaraan di tahun 2023-2027 dilakukan peramalan metode regresi linear kuadrat terkecil dengan jumlah pertumbuhan penumpang sebesar 5,32%, kendaraan roda dua 4,61%, kendaraan roda empat 9,15% dan kendaraan roda enam 8,41%.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing, orang tua dan teman-teman seperjuangan serta semua pihak yang telah terlibat dalam penelitian ini. Semoga jurnal ini bermanfaat bagi akademis dan instansi terkait.

#### DAFTAR PUSTAKA

[1] I. Indra Bakti Al-Irsyad and H. Yasin, "Penentuan Model Antrian Dan Pengukuran Kinerja Pelayanan Plasa Telkom Pahlawan Semarang," vol. 4, pp. 507–516, 2015, [Online]. Available:

<http://ejournals1.undip.ac.id/index.php/gaussian>

[2] S. Bismo, "Pemodelan Teknik Kimia Lanjut-S2 (Materi Kuliah#04): Tambahan: Modul Regresi Linier-Dengan Pemrograman dalam MS-Excel (Ctrl-Shift + Enter) Capita Selecta on Natural Zeolite in South Lampung: Clinoptilolite View project DRPM UI Desalination Project View project", doi:10.13140/RG.2.1.4937.286.

[3] K. Arzitta, "Optimasi Tingkat Pelayanan Dermaga Pelabuhan Dumai Tugas Akhir," Skripsi, Universitas Islam Riau, Pekanbaru, 2020.

[4] S. Jayasena, R. S. Suyono, and H. Azwansyah, "Kajian Sistem Antrian Pada Pintu Masuk Gerbang Loret Pengambilan Karcis Masuk Parkir Kendaraan Di Kawasan Singkawang Grand Mall."

[5] I. T. Jordan and E. Tri Mukti, "Kajian Sistem Antrian Pada Ferry Penyeberangan Siantan."

[6] B. Triatmodjo, *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta: Beta Offset, 2010.

[7] D. C. Maspaitella, "Analisis Kebutuhan Kapal Ferry Di Pelabuhan Laut, Provinsi Maluku (Study Kasus Pelabuhan Ferry Hunimua-Waipirit)," vol. 7, no. 2, 2021.

[8] Dita Feby, "Cara Gampang Buat Grafik Regresi Linear di Excel," *dqlab.id*, Jun. 02, 2023.