

# TUGAS AKHIR

## PENJADWALAN KAPAL PENYEBRANGAN KETAPANG-GILIMANUK PADA SAAT KONDISI ARUS MUATAN BIASA DAN PADAT



RSPe  
519.82  
Ant  
P1  

---

2001

Disusun Oleh :

**SANDY FERRY ANTONO**

**NRP. 4198 100 509**

**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2001**

Tgl.	04/04/02
Hal.	4
No. Dik.	21.4362



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN**

Kampus ITS - Sukolilo, Surabaya 60111 Telp. 5947254, 5994251-5 Pes, 1173 - 1176 Fax 5947254

**SURAT KEPUTUSAN TUGAS AKHIR**

**No. : 398 b / K03.4.2/PP/2000**

Nama Mahasiswa : Sandy Ferry Antono  
Nomor Pokok : 4198100509  
Tanggal diberi tugas : 01 September 2000  
Tanggal selesai tugas : 05 Januari 2001  
Dosen Pembimbing : 1. Ir. IGM Santosa  
2.

Uraian / judul tugas akhir yang diberikan :

#STUDI PENJADWALAN KAPAL PENYEBRANGAN KETAPANG – GILIMANUK PADA SAAT KONDISI ARUS MUATAN BIASA DAN PADAT#

**Surabaya, 20 September 2000**

**Jurusan Teknik Perkapalan**

**Ketua,**



**Ir. Iqbalhar Manfaat, MSc., Ph.D.**

**NIP. 131 651 444.**

Tembusan :

1. Yth. Dekan FTK-ITS
2. Yth. Dosen Pembimbing
3. Arsip



## LEMBAR PENGESAHAN

Menyetujui bahwa :

Nama : Sandy Ferry Antono  
NRP : 4198 100 509  
Jurusan : Teknik Perkapalan

Telah menyelesaikan revisi Tugas Akhir dengan judul  
"STUDI PENJADWALAN KAPAL PENYEBRANGAN KETAPANG -  
GILIMANUK PADA SAAT KONDISI ARUS MUATAN BIASA DAN  
PADAT " KP (1701) dan telah mendapatkan persetujuan dari  
dosen pembimbing.

Surabaya, 05 Pebruari 2001

Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing,



A handwritten signature in black ink, appearing to be "I. Santosa".

Ir. IGM. Santosa  
Nip. 130 359 269

Mahasiswa,

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Sandy Ferry Antono".

Sandy Ferry Antono  
Nrp. 4198 100 509



**ABSTRAK**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER (ITS)**

**ABSTRAK**

**FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
JURURSAN TEKNIK PERKAPALAN**

**Sarjana Teknik (S1)  
STUDI PENJADWALAN KAPAL PENYEBERANGAN  
KETAPANG – GILIMANUK PADA SAAT KONDISI ARUS MUATAN  
BIASA DAN PADAT.**

Oleh : SANDY FERRY ANTONO  
Pembimbing : Ir. I.G.M SANTOSA

Sebagian wilayah Indonesia yang terdiri dari pulau besar dan pulau kecil dipisahkan oleh selat-selat yang menghubungkan pulau-pulau tersebut. Selat ini adalah salah satu prasarana yang penting bagi lalu lintas dan perkembangan angkutan laut di negara ini.

Kenyataannya angkutan penyeberangan yang terus meningkat setiap tahunnya, yang menunjukkan pula bahwa lalu lintas antar pulau di pelabuhan penyeberangan itu sudah bertambah ramai. Salah satu penyeberangan yang saat ini masih ramai dilalui adalah penyeberangan Ketapang - Gilimanuk.

Kemacetan dan antrian yang panjang dan memakan waktu yang lama sering terjadi. Hal ini disebabkan karena Pulau Bali adalah merupakan pulau yang sering menjadi pusat perhatian untuk didatangi baik untuk perdagangan maupun pariwisata.

Antrian yang terjadi dipengaruhi oleh padatnya jalur penumpang. Jumlah dermaga dan kapal yang ada pada saat ini masih menyebabkan kapal yang akan merapat ke dermaga harus menunggu sekian lamanya untuk mendapatkan pelayanan. Melihat padatnya pemakai jalur penyeberangan ini, pelabuhan perlu meningkatkan mutu pelayanannya melalui perbaikan atau penambahan sarana-sarana. Disamping itu pula perlu adanya pengaturan jadwal yang tepat dan efisiensi waktu pemberangkatan.

**SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY (ITS)**

**ABSTRACT**

FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING

Degree in Engineering (S1)  
STUDY OF FERRY'S SCHEDULING KETAPANG – GILIMANUK  
AT CROWDED AND NORMALLY CONDITION.

By : SANDY FERRY ANTONO  
Supervisor : Ir. I.G.M SANTOSA

Almost of Indonesia area consist of big island and small island. The islands divided by strains. The strains are important for transportation way and navy developing in this country.

The reality of this condition which people that need water transportation to cross the strains increase year by year, that show transportation between island to island more busy. One of port that always busy is Ketapang – Gilimanuk ports.

Traffic jam and Waiting line often happen that cause Bali is a island that often visited by tourism or trading.

Waiting line and traffic jam influence by crowded of passengers. Total of ports and ships right now still cause ships that landing on port must be wait for along time to get port service. See like that, port necessary to increase quality service with repairing and add tools port. Beside that, necessary to have scheduling and efficiency of departure time.



**KATA PENGANTAR**



## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya ucapkan kehadlirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karuniaNya, sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Saya menyadari masih banyak kekurangan yang harus dibenahi, tetapi ini adalah usaha maksimal yang telah saya lakukan.

Penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana pada Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Banyak pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, Terutama saya mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Yang tercinta Ibuku dan Bapakku (Almarhum), kakakku, Sandy erianto dan adik-adikku,koko dan vivien yang telah memberikan do'a, semangat dan kepercayaan, terutama ibuku yang tak henti-hentinya memberi dorongan semangat untuk segera menyelesaikan kuliah dan tugas akhir ini.
2. Yang terhormat Almarhum Bapak Ir. Andjar Soeharto, , selaku dosen wali
3. Yang terhormat Bapak Ir. I.G.M Santosa, yang telah membimbing dengan penuh keikhlasan dan kesabaran sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
4. Yang terhormat Bapak Ir. Djauhar Manfaat, MSc, PhD selaku Ketua Jurusan Teknik Perkapalan, beserta seluruh staff pengajar Teknik Perkapalan ITS.
5. Linda Erliasari, Zuly Maslakhatin yang memberikan banyak dorongan moral dan semangat.

6. Teman-teman Mojokerto, Wawan, Trojonk, Joko, Nanang, Dadang, Eko, Darmono, Mochamad, Retno, Yuli, Ken Danang, Sudarmono, Dik Ita, Muis, Lucky, Dik Titik, Rozy, Irul, Modin, Nila, Mbak Santi, Dik Ika dan Dik Nila, Anwar, Oni dan semua teman-temanku yang telah menemaniku menempuh hidup ini.
7. Teman-temanku Surabaya, Martono, Huda, Om Ratno, Eko Febri, Eko Yuli, Mono, Maudi, Eka, Mr X, Bung Bondet, Amin, Bambang, Bung Edi, Narto, Hartono, Mbak Titik, Wiwin, Kus, Purwanti, Dwi Purwaningsih, Dodik, Budi, Anjar, Iwan, Ning, dan mere doste Silvi, Kuncung dan teman-teman Kalisari Damen 66a lainnya,

Surabaya. Januari 2001

**Penulis**



**DAFTAR ISI**

## DAFTAR ISI

ABSTRAKSI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR ISTILAH.....	ix
PETA SITUASI PELABUHAN GILIMANUK.....	x
PETA SITUASI PELABUHAN KETAPANG.....	xi
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Kapal-kapal Ferry diselat Bali.....	3
1.3. Kondisi perairan.....	5
1.4. Permasalahan.....	7
1.5. Tujuan.....	8
1.6. Manfaat.....	8
1.7. Batasan Masalah.....	8
1.8. Sistematika Penulisan.....	10
II. DASAR TEORI.....	12
2.1. Model Antrian.....	12
2.1.1 Konsep Dasar Antrian.....	12
2.1.2 Karakteristik Antrian.....	13
2.2. Struktur Antrian.....	15
2.3. Pemilihan dan Pendugaan Pola Distribusi Probabilitas Data.....	18
2.3.1 Pendugaan Distribusi Probabilitas Data.....	18
2.3.2 Pendugaan Parameter Distribusi.....	20
2.3.3 Uji Hipotesa Distribusi Data.....	21
2.4. Sistem.....	23
2.5. Model.....	24
2.5.1 Karakteristik Model Simulasi.....	24
2.5.2 Prinsip- Prinsip Model Simulasi.....	25

2.6. Membangkitkan Bilangan Random.....	29
2.7. Eksperimen Simulasi.....	32
2.8 Analisa Hasil Simulasi.....	32
2.9. Kriteria Pengambilan Keputusan.....	34
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>37</b>
3.1. Kerangka Penelitian.....	37
3.2. Analisa Masalah Model Simulasi.....	41
3.2.1. Analisa sistem Antrian.....	41
3.2.2. Analisa Simulasi Sistem Antrian.....	45
4.1. Analisis Variansi.....	47
<b>IV. DATA DAN ANALISA.....</b>	<b>48</b>
A. Analisa Angkutan Tahunan.....	48
B. Analisa Angkutan Harian.....	71
<b>V. KESIMPULAN.....</b>	<b>73</b>
<b>VI. DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>76</b>
<b>LAMPIRAN</b>	
Pola Lalu Lintas.....	77
Kegiatan Kapal-Kapal Di Pelabuhan Ketapang-Gilimanuk.....	79
Statgraf Distribusi.....	82
Skema Program Antrian.....	99



**DAFTAR GAMBAR**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Antrian.....	16
Gambar 2.2 Struktur Antrian Single Channel Single Phase.....	17
Gambar 2.3 Struktur Antrian Single Channel Multiphase.....	17
Gambar 2.4 Struktur Antrian Multi Channel Single Phase.....	17
Gambar 2.5 Struktur Antrian Multi Channel Multiphase .....	18
Gambar 2.6 Pendekatan Next Event Time Advance.....	28
Gambar 2.7 Grafik distribusi kumulatif Variabel acak x.....	31
Gambar 3.1 Langkah-langkah dalam melakukan simulasi.....	40



**DAFTAR TABEL**



## DAFTAR TABEL

Tabel Angkutan normal rata-rata/hari.....	48
Tabel Realisasi selama angkutan Natal 1998,1999 dan Tahun Baru 2000 .....	49
Tabel Realisasi selama angkutan Lebaran 1999,2000.....	50
Tabel Data kapal yang beroperasi lintas ketapang-gilimanuk saat ini.....	51
Tabel Kesiapan armada menghadapi angk. Natal '99/Tahun Baru 2000 dan angk. Lebaran 2000.....	52
Tabel Kenaikan trip.....	54
Tabel Data Trip Natal 1998/Tahun Baru 1999.....	55
Tabel Data Kendaraan roda 2 Natal 1998/Tahun Baru 1999.....	56
Tabel Data Penumpang Natal 1998/Tahun Baru 1999.....	57
Tabel Data Kendaraan roda 4 Natal 1998/Tahun Baru 1999.....	58
Tabel Data Trip Lebaran 1999.....	63
Tabel Data Kendaraan roda 2 Lebaran 1999.....	64
Tabel Data Penumpang Lebaran 1999.....	65
Tabel Data Kendaraan roda 4 Lebaran 1999.....	66



**DAFTAR ISTILAH**

## DAFTAR ISTILAH

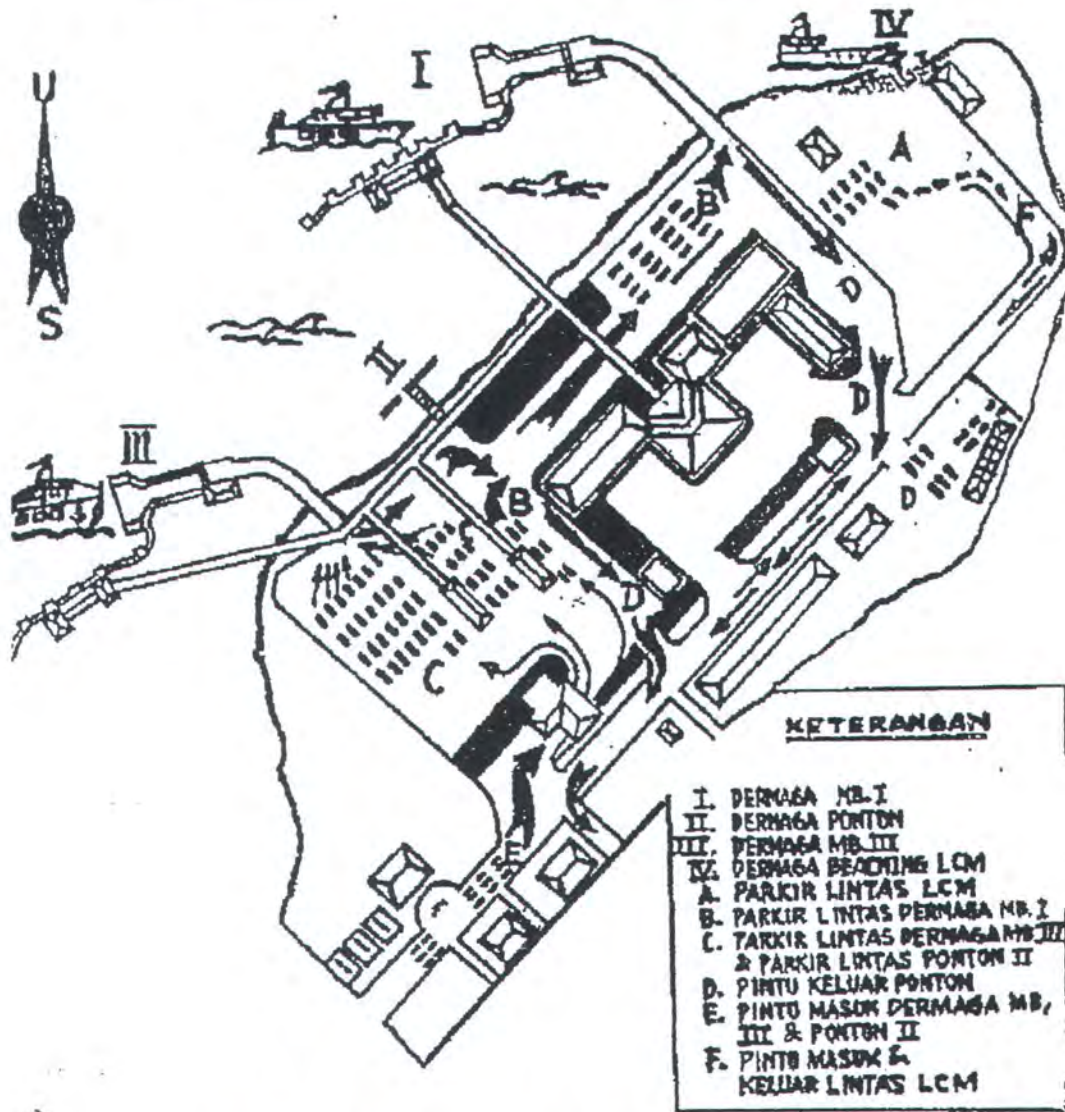
- Load Faktor : Faktor yang digunakan untuk menghitung kesibukan suatu Muatan. Dimana untuk batas ambang sibuk 1 (100 %) dikatakan Over Load.
- Waktu Redo : Lama kapal menunggu antrian di tengah laut.
- Waktu Pelayanan : Lama kapal dilayani oleh pihak dermaga dari waktu sandar Sampai berangkat meninggalkan dermaga.
- w. Antar Kedatangan : Lama kapal pertama digantikan antriannya oleh kapal kedua pada saat kapal menunggu di tengah laut.
- Utilias Dermaga : Angka yang dipergunakan untuk mengetahui kesibukan Dermaga dimana angka 1 adalah batas antara sibuk dan biasa.
- Avarage : Nilai rata-rata
- Median : Nilai tengah
- Standard deviation : Standar penyimpangan suatu data distribusi
- Variance : Data – data yang bervariasi.
- Standard Error : Standar kesalahan dalam melakukan suatu distribusi data.
- Skewness : Kemiringan suatu data distribusi.
- Standard skewness : Standar kemiringan suatu data distribusi.
- Approximate sign. L : Pendekatan signifikan untuk level suatu distribusi.



**PETA SITUASI PELABUHAN  
GILIMANUK**



## PETA SITUASI PELABUHAN GILIMANUK

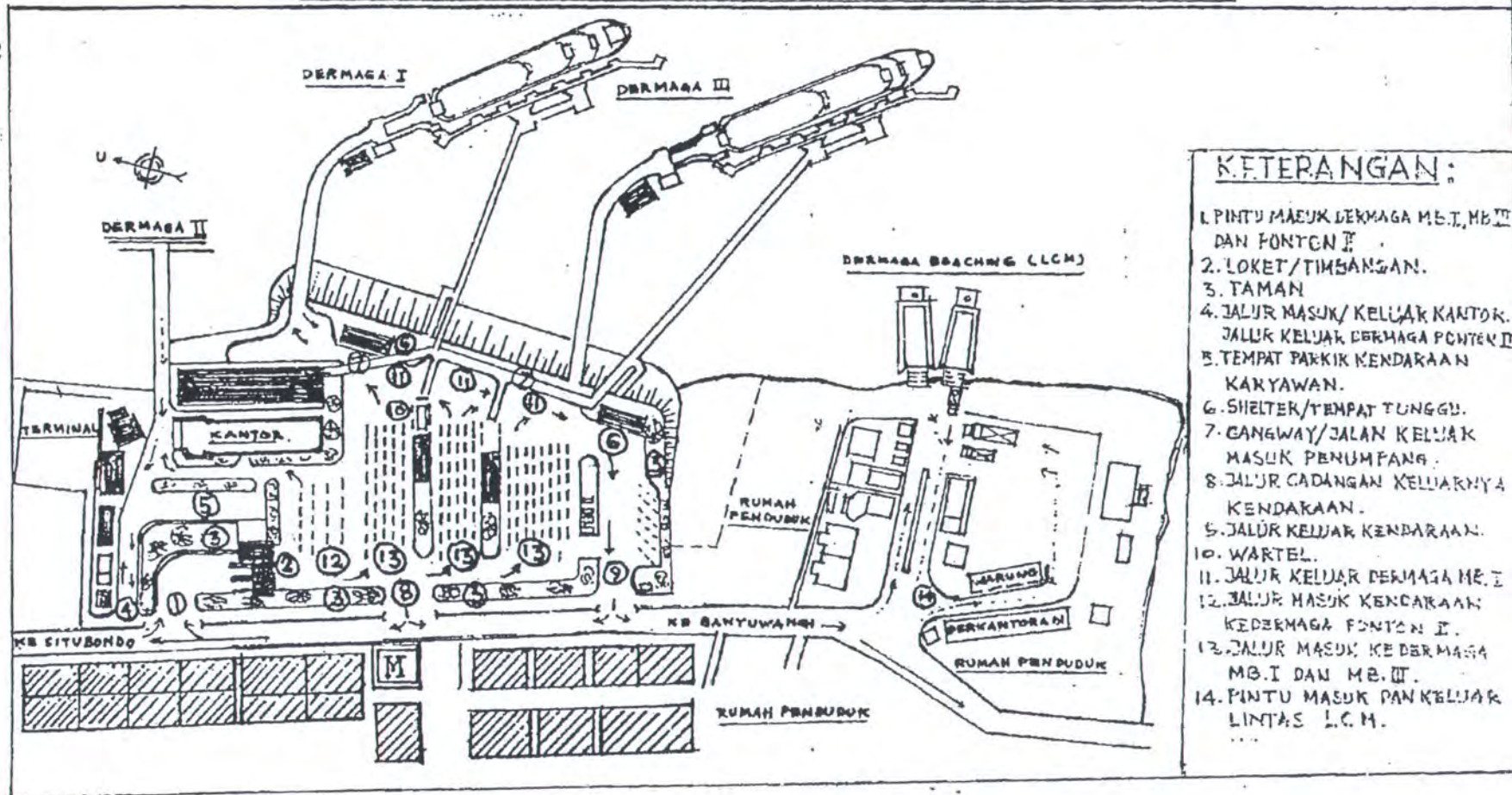


**KAPASITAS PARKIR  
LINTAS MB+LCM: ± 300 KEND. CAMP.**

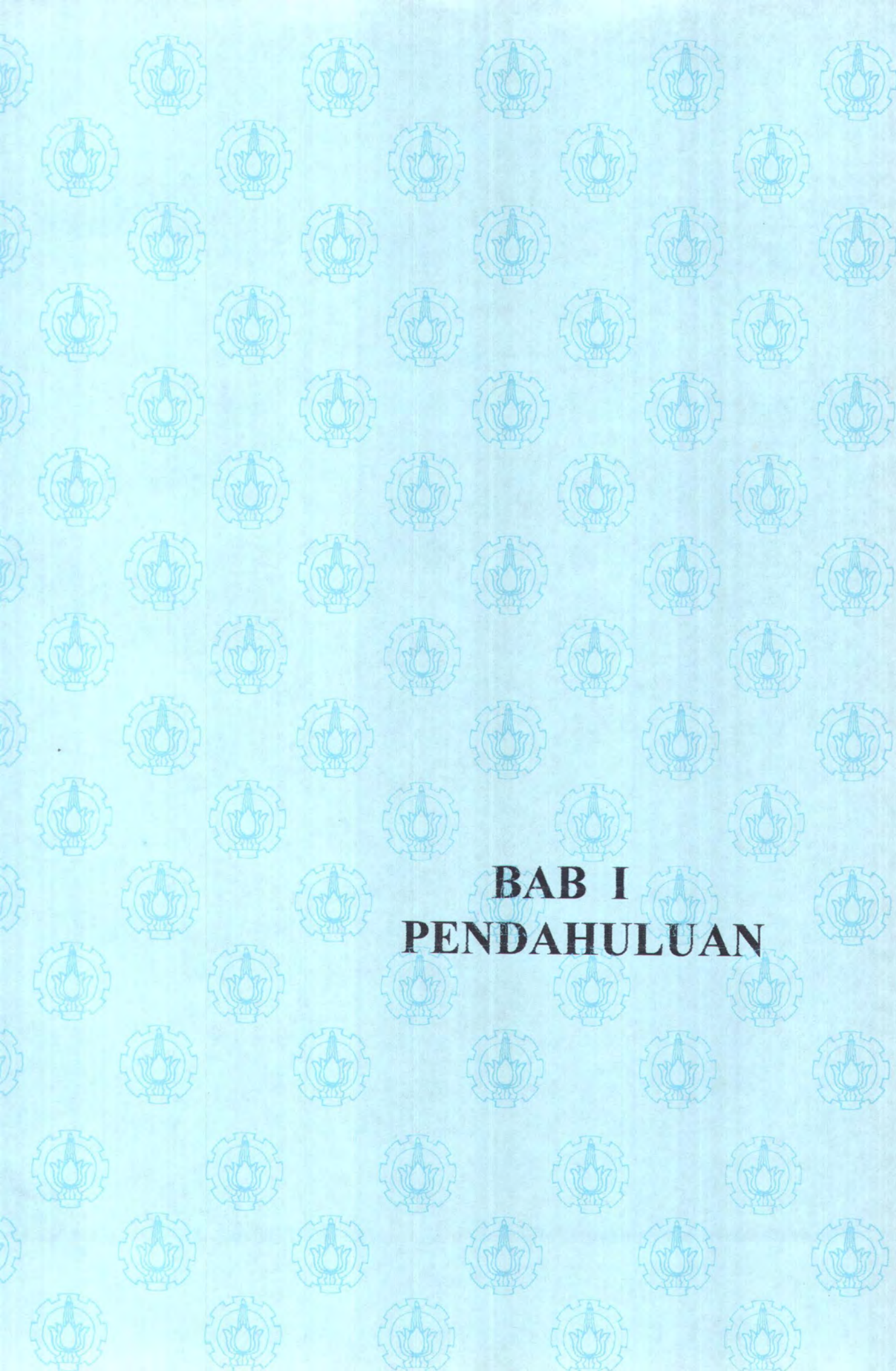


**PETA SITUASI PELABUHAN  
KETAPANG**

# =PETA SITUASI PELABUHAN KETAPANG=



- KETERANGAN:**
1. PINTU MAEUK DERMAGA MB.I, MB.III DAN PONTON I.
  2. LOKET/TIMSANGAN.
  3. TAMAN
  4. JALUR MASUK/ KELUAR KANTOR. JALUR KELUAR DERMAGA PONTON II
  5. TEMPAT PARKIR KENDARAAN KARYAWAN.
  6. SHELTER/TEMPAT TUNGGU.
  7. GANGWAY/JALAN KELUAR MASUK PENUMPANG.
  8. JALUR CADANGAN KELUARNYA KENDARAAN.
  9. JALUR KELUAR KENDARAAN.
  10. WARTEL.
  11. JALUR KELUAR DERMAGA MB.I
  12. JALUR MASUK KENDARAAN KEDERMAGA PONTON I.
  13. JALUR MASUK KEDERMAGA MB.I DAN MB.III.
  14. PINTU MASUK PAN KELUAR LINTAS L.C.M.



**BAB I**  
**PENDAHULUAN**



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Dalam perkembangan perekonomian yang semakin meningkat ini mobilitas masyarakat semakin dinamis dan padat, artinya semakin banyak anggota masyarakat yang bepergian dari satu tempat ke tempat lainnya. Untuk menunjang aktivitas masyarakat tersebut perlu didukung oleh sarana transportasi. Seperti yang sudah diketahui transportasi yang sudah ada di negara ini adalah transportasi darat, transportasi udara dan transportasi laut. Mengingat bahwa negara ini adalah negara kepulauan, menjadikan fungsi perhubungan laut merupakan kunci strategis yang vital. Peran jasa angkutan laut menjadi sangat penting bagi pertumbuhan ekonomi, sosial dan budaya maupun pertahanan yang semakin berkembang. Kondisi seperti itulah yang melahirkan tuntutan terhadap sarana transportasi yang memadai yang dapat memenuhi kebutuhan masyarakat dalam aktivitasnya sehari-hari.

Sebagian wilayah Indonesia yang terdiri dari pulau besar dan pulau kecil dipisahkan oleh selat-selat yang menghubungkan pulau-pulau tersebut. Selat ini adalah salah satu prasarana yang penting bagi lalu lintas dan perkembangan angkutan laut di negara ini.

Kenyataannya angkutan penyeberangan yang terus meningkat setiap tahunnya, yang menunjukkan pula bahwa lalu lintas antar pulau di pelabuhan penyeberangan itu sudah bertambah ramai. Salah satu penyeberangan yang saat ini masih ramai dilalui adalah penyeberangan Ketapang - Gilimanuk.

Kemacetan dan antrian yang panjang dan memakan waktu yang lama sering terjadi. Hal ini disebabkan karena Pulau Bali adalah merupakan pulau yang sering menjadi pusat perhatian untuk didatangi baik untuk perdagangan maupun pariwisata.

Antrian yang terjadi dipengaruhi oleh padatnya jalur penumpang. Pendeknya penyeberangan yang ditempuh dari dermaga asal ke dermaga tujuan sehingga dengan jumlah dermaga dan kapal yang ada pada saat ini menyebabkan kapal yang akan merapat ke dermaga harus menunggu sekian lamanya untuk mendapatkan pelayanan. Melihat padatnya pemakai jalur penyeberangan ini, pelabuhan perlu meningkatkan mutu pelayanannya melalui perbaikan atau penambahan sarana-sarana pelabuhan. Sarana penyeberangan terdiri dari kapal dan dermaga.

Terjadinya antrian tersebut disebabkan pula karena kapal-kapal yang beroperasi secara bergantian menunggu untuk mendapatkan pelayanan dermaga, karena jumlah dermaga yang ada terbatas. Masalah yang perlu dipertimbangkan di pelabuhan ini adalah sarana dermaganya. Karena di dermaga tersebut semua kapal akan bersandar guna melakukan kegiatan bongkar dan muat, sehingga kelancaran kegiatan di dermaga tersebut akan mempengaruhi kelancaran proses penyeberangan. Selama ini yang terjadi adalah antrian penumpang yang panjang terutama pada hari-hari libur dan hari-hari besar di sebabkan karena antrian kapal untuk menunggu mendapat pelayanan dari dermaga atau dengan kata lain penumpang antri untuk mendapatkan pelayanan dermaga, karena terbatasnya jumlah dermaga maka kapal harus menunggu di sekitar pelabuhan.

## **1.2 Kapal-kapal ferry diselat Bali**

Ditinjau dari keadaan geografis Indonesia terdiri dari pulau-pulau ,untuk dapat menghubungkan antar pulau tersebut kita membutuhkan sarana transportasi laut yaitu kapal. Suatu jenis kapal yang menyeberangkan penumpang atau kendaraan, menyeberangi sungai, danau ataupun selat yang biasanya tak melebihi 40 mil biasa disebut kapal ferry . Jadi bisa dikatakan kapal ferry merupakan jembatan ponton yang terapung yang menghubungkan suatu daratan ke daratan lain.

Adapun macam kapal ferry kalau kita tinjau dari jenis muatannya dapat dibedakan menjadi beberapa macam yaitu

a. Passenger ferry

Untuk kapal jenis ini hanya dikhususkan untuk mengangkut penumpang saja.

b. Car ferry

Sejenis dengan ferry penumpang yang merupakan gabungan dengan penyebrangan kendaraan, dimana kendaraan dapat naik turun sendiri (Ro-Ro System).

c. Train ferry

Merupakan gabungan pengangkut penumpang dengan kereta api dimana dilengkapi dengan sarana yang memungkinkan kereta api bisa naik turun sendiri.

d. Ro-Ro

Kapal jenis ini dikhususkan untuk mengangkut kendaraan saja, dalam arti tidak disediakan tempat untuk duduk untuk penumpang. Kapal Ro-Ro tidak disebut kapal ferry sepanjang ia tidak menyeberangkan penumpang sekaligus.

Ditinjau dari cara pemuatannya maka dapat dibedakan sbb :

a) Bow and Stern loading

Yaitu pemuatan dari bagian depan dan belakang, kebanyakan jenis ini mempunyai bentuk double ended atau kapal dapat bersandar pada bagian depan (bow) dan belakang (stern)

b) Bow or Stern Loading

Adalah kapal yang hanya dapat memuat dari depan atau belakang saja. Jelas kapal ini harus mengadakan manuver agar dapat menyesuaikan tempat pemuatannya dengan dermaga.

c) Side Loading

Kapal jenis ini bersandar pada dermaga pada bagian lambung kapal, yaitu bagian kanan atau bagian kiri kapal sehingga cara pemuatannya melalui sisi-sisi lambung kapal.

### **1.3 Kondisi perairan**

Selat bali pada bulan-bulan tertentu mempunyai arus laut, angin serta ombak yang cukup besar. Arus diselat bali disamping mempunyai kecepatan yang cukup besar juga arahnya yang selalu berubah-ubah . Kecepatan arus dapat mencapai 6-7 knot bahkan pernah mencapai 8 knot. Arah arus pada sore hari menuju selatan sedangkan waktu siang hari menuju utara.

Selama musim Timur ( April-Oktober ) angin paling banyak datang dari tenggara dengan kecepatan rata-rata 3-16 knot, tetapi tidak pernah angin dengan kecepatan lebih besar dari 20 knot. Selama musim Barat ( Desember- Maret ) frekwensi angin terbesar tercatat dari Tenggara, dengan variasi dari selatan sampai Tenggara. Pada bulan juli dan Agustus terjadi ombak pantai yang cukup besar diketapang. Dalam keadaan buruk, maka jarak Ketapang-Gilimanuk yang sebenarnya 3,7 mil menjadi lebih jauh mengingat sirkulasi dan jalur-jalur pelayaran yang dilalui. Demikian pula cara-cara bersandar dan berangkat mempunyai variasi berlainan yang terutama tergantung pada arah arus dan arah angin yang selalu berubah-ubah.

Selat bali ini pada bulan-bulan tertentu mempunyai arus laut, angin serta ombak yang cukup besar. Arus di selat bali disamping mempunyai kecepatan yang cukup besar juga arahnya yang selalu berubah-ubah. Kecepatan arus dapat mencapai 6-7 knot, bahkan pernah mencapai 8 knot. Arah arus pada sore hari menuju selatan, sedangkan waktu siang hari menuju utara, Selama musim Timur ( April – Oktober ) angin paling banyak datang dari tenggara dengan kecepatan rata-rata 3-16 knot tetapi tidak pernah angin dengan kecepatan lebih besar dari 20 knot. Selama musim Barat ( Desember – Maret ) frekwensi angin terbesar tercatat dari Tenggara dengan

variasi dari Selatan sampai Tenggara. Pada bulan Juli dan Agustus terjadi ombak pantai yang cukup besar di Ketapang.

Dalam keadaan cuaca buruk, maka jarak Ketapang – Gilimanuk yang sebenarnya 3,7 mil menjadi lebih jauh mengingat sirkulasi dan jalur-jalur pelayaran yang dilalui, demikian pula cara-cara bersandar dan berangkat mempunyai variasi berlainan yang terutama tergantung pada arah arus dan arah angin yang selalu berubah-ubah.

#### **1.4 Permasalahan**

Jumlah antara kapal dan dermaga yang ada di pelabuhan penyeberangan Ketapang - Gilimanuk tidak seimbang apabila terjadi lonjakan penumpang pada saat kondisi arus muatan padat. Apabila pada saat kapal datang sedangkan dermaga yang dituju kapal tersebut kosong maka kapal langsung merapat di dermaga tersebut, tetapi jika pelayanan di dermaga sibuk (dermaga penuh) maka kapal-kapal yang akan menuju dermaga tersebut menunggu untuk mendapatkan jasa pelayanan. Agar fungsi dari penyeberangan ini dapat bekerja secara efisien maka diperlukan suatu sistem yang teratur, permasalahan lamanya kapal merapat, jumlah kapal dapat mempengaruhi kelancaran dalam proses penyeberangan.

Salah satu langkah yang harus dilakukan untuk menanggulangi antrian yang panjang baik antrian penumpang di darat maupun antrian kapal yang ingin merapat adalah memperhitungkan jumlah penumpang tiap angkutan dan kapal yang ingin merapat ke dermaga tidak lagi menunggu untuk mendapatkan pelayanan. Yang menjadi permasalahan dalam penulisan ini berapakah jumlah optimal jumlah kapal yang dibutuhkan agar setiap kapal yang ingin merapat tidak menunggu untuk mendapatkan pelayanan dermaga sehingga penumpang yang di daratpun tidak terlalu lama menunggu.

### **1.5 Tujuan**

Tujuan dalam penulisan ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan rata-rata lama antri kapal.
2. Menentukan rata-rata waktu tunggu kapal dalam sistem.
3. Menentukan rata-rata utilitas dermaga.
4. Menentukan optimal atau tidak jumlah kapal sekarang.

### **1.6 Manfaat**

Dari penelitian ini diharapkan dapat memecahkan permasalahan yang ada yaitu dapat meminimalkan waktu tunggu dan meminimalkan keterlambatan total waktu dan juga agar pihak pengelola pelabuhan bisa memberikan alternatif apakah akan menambah kapal atau tidak.

### **1.7 Batasan Masalah**

Pada analisa ini, sarana dermaga dan lalu lintas kapalnya disebut sebagai sistem yang dianalisa. Sistem tersebut merupakan aliran kerja dimana antara satu komponen yang diamati berkaitan dengan komponen yang lain. Karena kekompleksan kaitan antara komponen-komponen dalam sistem, maka dilakukan simulasi. Dalam melakukan simulasi, pertama kali yang harus dilakukan adalah membuat batasan-batasan terhadap sistem. Pada studi ini diberikan batasan-batasan sebagai berikut :



1. Sistem yang dianalisa dikelompokkan menjadi subsistem-subsistem berdasarkan jenis dermaga yang masing-masing mempunyai baris antrian sendiri, dimana model kapal-kapal yang merapat di dermaga itu berbeda-beda.
2. Kedua sisi dermaga yaitu baik dilihat dari Ketapang maupun dilihat dari Gilimanuk adalah sama.
3. Kondisi kapal dalam keadaan normal.
4. Keadaan arus penumpang dalam keadaan padat dan biasa.

## **1.8 Sistematika Penulisan**

### **BAB I PENDAHULUAN**

Dalam bab ini berisi latar belakang masalah, pokok permasalahan, tujuan penelitian, manfaat penelitian, pembatasan masalah dan sistematika penulisan.

### **BAB II DASAR TEORI**

Dalam bab ini akan diuraikan dan dijelaskan teori-teori yang mendasari atau melandasi penelitian ini, termasuk didalamnya konsep dasar antrian, penentuan distribusi probabilitas dan parameternya, serta teori-teori mengenai simulasi, sistem dan model.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi langkah-langkah yang dilakukan dalam penulisan ini, menganalisa sistem antrian dan simulasi antrian yang terjadi di pelabuhan Ketapang – Gilimanuk.

### **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Dalam bab ini, memperlihatkan hasil pengumpulan data yang berupa data primer dan data sekunder yang kemudian dilanjutkan dengan pengolahan data tersebut sesuai dengan metode yang dibahas pada bab sebelumnya.

## BAB V ANALISIS DAN INTERPRETASI

Dalam bab ini penulis menganalisa proses pemecahan masalah yang sesuai, untuk menentukan suatu kebenaran yang akan disimpulkan sehingga menjadi suatu kesimpulan umum.

## BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan mengenai hal-hal yang dibahas pada bab-bab sebelumnya serta berisi saran yang bersifat membangun dan beberapa kekurangan dari penelitian ini yang semuanya diharapkan dapat dipakai untuk mengembangkan penelitian ini.



**BAB II**  
**DASAR TEORI**

## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1 Model Antrian

Model antrian dapat dikembangkan melalui kombinasi populasi masukan seperti sumber-sumber langganan, mekanisme pelayanan dan karakteristik dari disiplin antrian. Model antrian dapat diklasifikasikan berdasarkan format umum  $(a/b/c);(d/e/f)$ . Dimana a adalah bentuk distribusi kedatangan, b adalah bentuk distribusi waktu pelayanan, c adalah jumlah saluran pelayanan paralel dalam sistem, d adalah disiplin pelayanan, e adalah jumlah maksimal yang diperkenankan berada dalam sistem dan f adalah besarnya populasi masukan.

##### 2.1.1 Konsep Dasar Antrian

Suatu antrian adalah suatu garis tunggu orang, barang-barang, komponen-komponen atau kertas kerja yang memerlukan layanan dari suatu atau lebih pelayan (fasilitas layanan). Studi matematikal dari kejadian atau gejala garis tunggu ini disebut teori antrian. Kejadian garis tunggu timbul disebabkan oleh kebutuhan akan layanan melebihi kemampuan (kapasitas) pelayanan atau fasilitas layanan sehingga customer yang tiba tidak bisa segera mendapatkan layanan disebabkan karena kesibukan pelayanan. Dalam kehidupan sehari-hari kejadian ini sering juga kita jumpai misalnya seperti terjadi pada loket bioskop, loket kereta api, dermaga pelabuhan, tempat praktek dokter dan lain-lain.

Dalam banyak hal, tambahan fasilitas pelayanan dapat diberikan untuk mengurangi antrian atau untuk mencegah timbulnya antrian. Akan tetapi, biaya

karena memberikan pelayanan tambahan akan menimbulkan pengurangan keuntungan mungkin sampai di bawah tingkat yang dapat diterima. Sebaliknya sering timbulnya antrian yang panjang akan mengakibatkan hilangnya langganan atau nasabah.

Jadi masalah yang dihadapi adalah bagaimanana mengusahakan keseimbangan antara biaya tunggu (antrian), terhadap biaya mencegah antrian itu sendiri guna memperoleh untung yang maksimal. Sistem antrian yang terjadi dapat sederhana atau kompleks. Untuk sistem antrian yang sederhana dapat diselesaikan dengan menggunakan rumus-rumus yang ada. Sedangkan untuk sistem antrian yang kompleks akan memerlukan metode simulasi.

### **2.1.2 Karakteristik Antrian**

Karakteristik antrian ditandai dengan adanya 4 buah komponen yaitu

1. Konsep kedatangan
2. Mekanisme pelayanan
3. Disiplin pelayanan
4. Kapasitas sumber input

#### **Konsep Kedatangan**

Spesifikasi dari proses ini berisi suatu gambaran bagaimana individu-individu memasuki suatu sistem. Proses kedatangan mungkin bersifat konstan ataupun acak (random). Dalam proses kedatangan mungkin terjadi para individu yang datang satu per satu atau secara kelompok. Proses lain yang mungkin terjadi adalah apakah ada penolakan atau pembatalan dalam sistem tersebut. Penolakan terjadi bila seseorang menolak memasuki fasilitas pelayanan karena terjadi antrian yang terlalu panjang.

Sedangkan pembatalan terjadi bila seorang individu telah berada dalam sistem antrian meninggalkan antrian dan fasilitas pelayanan karena individu tersebut menunggu terlalu lama.

### **Mekanisme Pelayanan**

Mekanisme pelayanan ini biasanya ditandai dengan adanya waktu pelayanan (service time) yaitu waktu yang diperlukan oleh pelayan (server) untuk melayani pelanggannya. Dalam hal ini waktu pelayanan dapat bersifat deterministik atau random dimana distribusi probabilitasnya telah diketahui dengan pasti.

Besarnya waktu pelayanan tergantung pada jumlah pelayan yang ada. Dalam hal ini mungkin terjadi satu pelanggan dilayani oleh beberapa pelayan yang tergabung dalam satu kelompok kerja (crew). Bila tidak disebutkan maka diasumsikan satu pelanggan dilayani oleh satu pelayan sampai pekerjaan tersebut selesai.

### **Disiplin Pelayanan**

Kebiasaan ataupun kebijakan dimana para pelanggan dipilih dari antrian untuk dilayani disebut disiplin pelayanan. Ada beberapa bentuk disiplin pelayanan yang biasa digunakan dalam praktek :

1. First Come First Served (**FCFS**) atau First In First Out (**FIFO**) artinya konsumen yang lebih dulu datang (sampai) lebih dulu dilayani. Misalnya antri beli tiket Bioskop.
2. Last Come First Served (**LCFS**) atau Last In First Out (**LIFO**) artinya konsumen yang tiba terakhir yang lebih dulu keluar atau dilayani. Misalnya sistem antrian pada lif untuk lantai yang sama.

3. Service In Random Order (**SIRO**) artinya pelayanan didasarkan pada peluang secara random, tidak menjadi soal siapa yang lebih dahulu datang.
4. Priority Service (**PS**) artinya prioritas pelayanan diberikan kepada mereka yang mempunyai prioritas lebih tinggi dibandingkan dengan mereka yang mempunyai prioritas lebih rendah, meskipun yang terakhir ini kemungkinan lebih dahulu datang dalam garis tunggu. Kejadian seperti ini kemungkinan disebabkan oleh beberapa hal, misalnya seseorang yang keadaan penyakitnya lebih parah daripada yang lain dalam suatu tempat praktek dokter. Mungkin juga mendapat prioritas karena kedudukannya lebih tinggi daripada yang lain.

Dalam hal ini jika tidak ada keterangan apa-apa maka diasumsikan disiplin antrian yang digunakan adalah **FIFO**

### **Kapasitas Sumber Input (Populasi)**

Sumber populasi dari suatu sistem antrian dapat terdiri dari orang, barang, komponen dan lain sebagainya yang datang ke suatu sistem untuk dilayani. Sumber populasi dapat merupakan sumber yang terbatas dan sumber yang tidak terbatas. Bila populasi relatif besar sering dianggap bahwa hal ini merupakan besaran yang tidak terbatas. Suatu populasi dinyatakan besar bila populasi tersebut lebih besar dibandingkan dengan kapasitas sistem pelayanan. Demikian sebaliknya dengan sumber populasi yang terbatas.

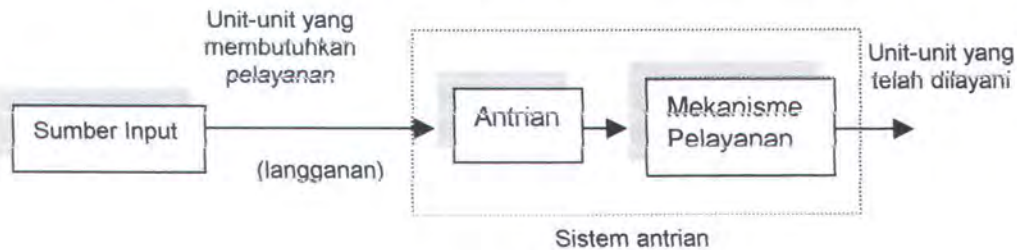
## **2.2 Struktur Antrian**

Berdasarkan sifat proses pelayanan maka fasilitas pelayanan dapat dibedakan dalam susunan saluran (channel) dan phase yang akan membentuk suatu struktur antrian yang berbeda. Yang dimaksud dengan channel adalah banyaknya jalur atau



tempat untuk memasuki fasilitas antrian. Sedangkan yang dimaksud dengan phase adalah banyaknya tempat-tempat pelayanan yang harus dilalui oleh para pelanggan sebelum pelayanan dinyatakan selesai.

Proses yang terjadi pada model antrian dapat digambarkan sebagai berikut:



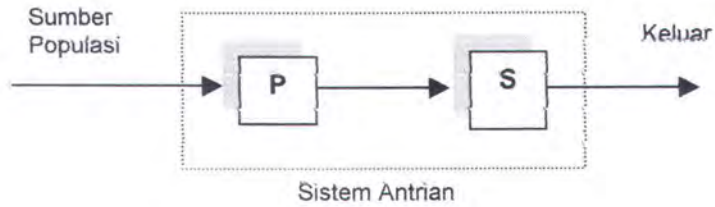
Gambar 2.1. Struktur Antrian

Unit-unit (langganan) yang memerlukan pelayanan yang diturunkan dari suatu sumber input memasuki sistem antrian dan ikut dalam antrian. Dalam waktu-waktu tertentu anggota antrian ini dipilih untuk dilayani. Pemilihan ini didasarkan pada suatu aturan tertentu yang disebut dengan disiplin pelayanan. Pelayanan yang diperlukan dilaksanakan dengan suatu mekanisme pelayanan tertentu. Setelah itu unit-unit (langganan) tersebut meninggalkan sistem antrian.

Model Struktur antrian dasar yang sering terjadi pada seluruh seluruh sistem antrian ada 4 yaitu :

### 1. Single Channel and Single Phase

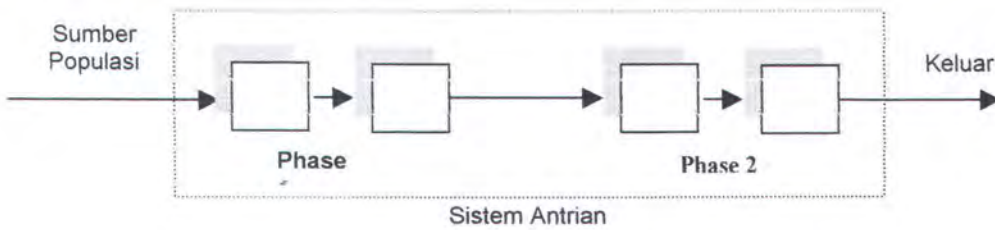
Single Channel berarti hanya ada satu jalur untuk memasuki sistem pelayanan. Sedangkan Single Phase berarti hanya ada satu tempat pelayanan atau sekumpulan tunggal operasi yang dilakukan. Jadi setelah selesai menerima pelayanan, pelanggan keluar dari sistem. Contoh pembelian tiket kereta api yang hanya dilayani oleh satu loket saja.



Gambar 2.2. Struktur Antrian Single Channel Single Phase

### 2. Single Channel Multiphase

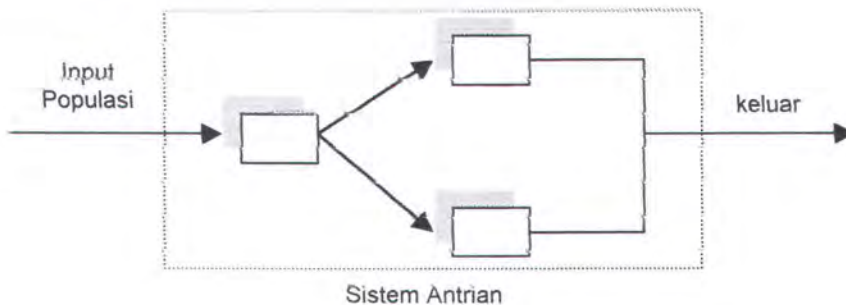
Multiphase ini berarti ada 2 atau lebih pelayanan yang dilaksanakan secara berurutan (dalam phase) sebagai contohnya adalah pada pencucian mobil.



Gambar 2.3. Struktur Antrian Single Channel Multiphase

### 3. Multi Channel Single Phase

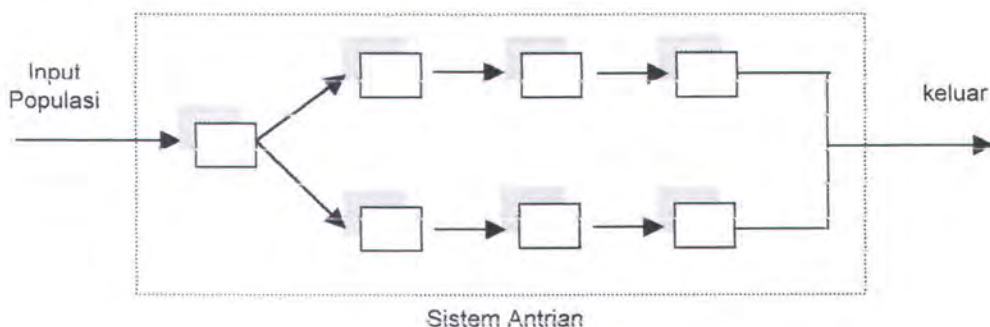
Sistem ini terjadi bila 2 atau lebih fasilitas pelayanan dialiri oleh suatu antrian tunggal. Contoh pada pembelian tiket yang dilayani oleh beberapa loket. Seperti yang terlihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2.4. Struktur Antrian Multi Channel Single Phase

#### 4. Multi Channel and Multi Phase

Dalam hal ini setiap sistem mempunyai beberapa fasilitas pelayanan pada setiap tahap. Contoh di Rumah Sakit yaitu dari pendaftaran, diagnosa, penyembuhan sampai pembayaran.



Gambar 2.5. Struktur Antrian Multi Channel Multiphase

### 2.3 Pemilihan dan Pendugaan Pola Distribusi Probabilitas Data

Untuk dapat menyusun desain simulasi diperlukan input dari sistem yang akan disimulasikan. Input tersebut adalah variabel acak yang mempunyai distribusi probabilitas tertentu. Sebelum proses simulasi dimulai, distribusi probabilitas tersebut harus ditetapkan terlebih dahulu, kemudian parameternya dicari. Pola distribusi probabilitas tersebut dalam simulasi digunakan untuk membangkitkan variabel acak yang digunakan.

#### 2.3.1 Pendugaan Distribusi Probabilitas Data

Pendekatan yang digunakan untuk pendugaan pola distribusi dari data yang terkumpul antara lain dengan menggunakan metode Heuristic Point Statistic yaitu dengan menghitung koefisien variasi dari yang terkumpul. Cara ini merupakan

langkah awal dari suatu pendugaan. Koefisien variasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\delta = \frac{\sqrt{\text{var}(x)}}{E(x)} \quad (2-1)$$

dimana  $\text{var}(x)$  dan  $E(x)$  merupakan variasi dan mean dari data yang telah terkumpul yang akan diestimasi pola distribusinya. Bila dari data yang ada yaitu  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  yang merupakan kumpulan variabel acak maka :

$$\bar{x}(n) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad \text{dan} \quad s^2(n) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}(n))^2}{n-1} \quad (2-2)$$

sehingga estimasi dari  $\delta$  adalah

$$\delta = \frac{\sqrt{s^2(n)}}{\bar{x}(n)} \quad (2-3)$$

Untuk beberapa variabel random kontinyu berlaku sebagai berikut :

- jika  $\delta(n) \approx 1$ , maka dapat dianggap bahwa data berdistribusi Eksponensial
- jika  $\delta(n) < 1$ , maka dapat dianggap bahwa data berdistribusi Weibull atau Gamma dengan parameter  $\alpha < 1$
- jika  $\delta(n) > 1$ , maka dapat dianggap bahwa data berdistribusi Weibull atau Gamma dengan parameter  $\alpha > 1$

Untuk beberapa variabel random diskrit berlaku sebagai berikut :

- jika  $\delta(n) \approx 1$ , maka dapat dianggap bahwa data berdistribusi Poisson
- jika  $\delta(n) < 1$ , maka dapat dianggap bahwa data berdistribusi Binomial
- jika  $\delta(n) > 1$ , maka dapat dianggap bahwa data berdistribusi Binomial Negatif dan Geometrik

Pada penulisan ini penggunaan koefisien variasi hanya akan dipergunakan sebagai langkah awal dalam pendugaan distribusi dan sebagai pembanding dengan distribusi yang benar. Untuk menduga distribusi akan dipergunakan paket program statistik.

### **2.3.2 Pendugaan Parameter Distribusi**

Setelah distribusi dari data telah diketahui langkah selanjutnya adalah menentukan harga parameter dari distribusi yang meliputi :

1. parameter lokasi ( $\gamma$ ) menunjukkan posisi pada sumbu horisontal (absis) dari harga interval distribusi. Pada umumnya  $\gamma$  merupakan titik tengah dari interval (range). Jika  $\gamma$  berubah, maka distribusi hanya akan berubah kekiri atau kekanan saja tanpa ada perubahan yang lain.
2. Parameter skala ( $\beta$ ) menunjukkan skala pengukuran nilai dalam range distribusi bila  $\gamma$  tetap pada 0, perubahan yang terjadi pada  $\beta$  hanya akan menyebar atau memadat tanpa merubah bentuk dasar distribusi.
3. Parameter bentuk ( $\alpha$ ) menunjukkan perbedaan lokasi dan skala dari distribusi.

Untuk menduga parameter distribusi dipergunakan Maximum Likelihood Estimation (MLE). Adapun caranya adalah sebagai berikut : dari data yang terkumpul yaitu  $x_1, x_2, x_3, x_4, \dots, x_n$  merupakan variabel random yang identik dan independen. Fungsi likelihoodnya merupakan fungsi kepadatan terpadu dari variabel acaknya dan didefinisikan sebagai berikut :

$$L(\theta) = \prod_{i=1}^n f_{\theta}(x_i)$$
$$L(\theta) = f_{\theta}(x_1) \cdot f_{\theta}(x_2) \cdot f_{\theta}(x_3) \cdot \dots \cdot f_{\theta}(x_n) \quad (2-4)$$

dimana  $\theta$  adalah parameter dari distribusi.

MLE  $\hat{\theta}$  dari  $\theta$  didefinisikan sebagai nilai dari  $\theta$  yang memaksimumkan  $L(\theta)$  pada seluruh nilai  $\theta$  yang diperbolehkan. Bila  $\theta = (\theta_1, \theta_2)$  maka untuk mendapatkan penduga kemungkinan terbesar dari  $\theta_1$  dan  $\theta_2$  dihitung dengan menyelesaikan persamaan :

$$\frac{\partial \ln(L(\theta))}{\partial \theta_1} = 0 \quad (2-5)$$

$$\frac{\partial \ln(L(\theta))}{\partial \theta_2} = 0 \quad (2-6)$$

### 2.3.3 Uji Hipotesa Distribusi Data (Test Goodness of Fit)

Setelah distribusi data dan parameter distribusi diketahui langkah selanjutnya adalah pengujian hipotesa. Tujuan dari hipotesa ini adalah untuk membuktikan bahwa parameter yang dipilih untuk distribusi tersebut benar.

Ada dua evaluasi teknik yang digunakan untuk menguji hipotesa yaitu uji Kolmogorov-Smirnov dan uji Chi Square. Uji Chi Square ini digunakan untuk data dengan jumlah sampel yang banyak, uji ini mempunyai banyak kesulitan bila digunakan untuk data kontinu, dan uji Chi Square ini tidak dapat digunakan untuk jumlah sampel sembarang. Sedangkan uji Kolmogorov-Smirnov dipergunakan untuk data yang bersifat kontinu. Dalam hal ini data yang diuji harus kontinu dan distribusi dugaupun harus kontinu. Keuntungan uji Kolmogorov-Smirnov ini dibandingkan dengan uji Chi Square adalah tidak ada informasi data yang hilang karena data tidak perlu dikelompokkan dalam melakukan pengujian. Sehingga metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Kolmogorov-Smirnov. Adapun tahap-tahap dalam melakukan uji Kolmogorov-smirnov ini adalah

- ◆ Definisikan fungsi distribusi empirik  $F_n(x)$  dari data  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , sebagai

$$F_n(x) = \frac{i}{n} \text{ dimana } i = 1, 2, \dots, n.$$

- ◆ Jika  $\hat{F}(x)$  adalah distribusi yang dihipotesakan maka selisih antara distribusi empiris dan hipotesis adalah :

$$D_n = \max \left\{ \left| F_n(x) - \hat{F}(x) \right| \right\}$$

$D_n$  dapat dihitung dengan menggunakan :

$$D_n = \max \{ D_n^+, D_n^- \} \quad (2-7)$$

dimana

$$D_n^+ = \max_{1 \leq i \leq n} \left\{ \frac{1}{n} - F(\hat{x}_i) \right\}$$

$$D_n^- = \max_{1 \leq i \leq n} \left\{ F(\hat{x}_i) - \frac{i-1}{n} \right\}$$

- ◆ Pengujian hipotesa dilakukan dengan menentukan hipotesa dugaan dan hipotesa alternatif yaitu :

$$H_0 = \hat{F}(x) \text{ hipotesa dugaan}$$

$$H_1 = \bar{H}_0$$

$H_0$  akan ditolak bila :  $D_n > d_{n,1-\alpha/2}$  dimana  $d_{n,1-\alpha/2}$  dapat dilihat dalam tabel

Kolmogorov-Smirnov. Penentuan distribusi dugaan tersebut dapat dikatakan secara statistik sesuai bila  $H_0$  diterima.

Dalam pengolahan data akan dipakai paket program statistik untuk

mempercepat proses. Pemilihan distribusi berdasarkan tingkat kepercayaan dimana distribusi dengan tingkat kepercayaan yang tinggi itulah yang akan terpilih dan dengan pertimbangan sifat-sifat dari distribusi itu sendiri.

## **2.4 Sistem**

Sebelum mempelajari suatu sistem terlebih dahulu perlu mendefinisikan arti dari sistem. sistem dapat didefinisikan sebagai kumpulan elemen-elemen yang saling berinteraksi untuk mencapai tujuan di dalam lingkungan yang kompleks. Sistem jga dapat didefinisikan sebagai sekumpulan objek-objek yang berbeda yang berinteraksi satu dengan yang lainnya atau sekumpulan entitas (orang atau mesin) yang berinteraksi satu dengan yang lain untuk mencapai sasaran.

Setiap sistem dianggap terdiri dari sejumlah sub-sistem, sedangkan sub-sistem dapat dibagi lagi dalam sejumlah sub-subsistem. Dari definisi diatas maka arti sistem yang sesuai untuk penulisan ini adalah bagian-bagian atau elemen-elemen yang terdiri dari kapal, dermaga dan penumpang (campuran) yang berkelompok dan berinteraksi satu dengan yang lain untuk mencapai tujuan atau sasaran penyeberangan yang lancar dan aman. Jadi dapat dikatakan bahwa sistem terdiri dari elemen-elemen atas sub-sistem yang saling berinteraksi satu dengan yang lainnya dan ada sasaran atau tujuan yang akan dicapai.

Untuk mempelajari suatu sistem kadang-kadang harus dilakukan percobaan terhadap sistem itu sendiri. Tujuan mempelajari sistem itu sendiri sebenarnya untuk memprediksi bagaimana sistem akan dibuat sebelum sistem sendiri itu ada. State dari sistem didefinisikan sebagai sekumpulan variabel-variabel yang diperlukan



untuk menggambarkan kondisi suatu sistem pada suatu waktu tertentu. Berdasarkan statenya dibagi menjadi 2 :

- Sistem diskrit

Sistem yang variabel-variabel state-nya berubah hanya pada waktu-waktu tertentu saja. sebagai contoh untuk antrian disuatu bank dimana variabel-variabel state-nya misalnya jumlah customer dalam bank hanya berubah bila ada customer yang datang atau pergi.

- Sistem kontinu

Sistem yang variabel-variabel state-nya berubah terhadap waktu secara kontinu. Sebagai contoh adalah gerakan pesawat terbang dimana variabel-variabel state-nya misalnya posisi dan kecepatannya berubah secara kontinu terhadap waktu.

## **2.5 Model**

### **2.5.1 Karakteristik Model Simulasi**

Untuk mengenal model simulasi secara lebih jelas, berikut ini ada beberapa karakteristik utama dari model simulasi yang akan menjelaskan sifat-sifat dasar simulasi

#### **1. Statis-Dinamis**

Model simulasi menggambarkan keadaan yang statis dan dinamis, yang dimaksud dengan simulasi statis adalah simulasi yang digunakan untuk mengestimasi parameter yang tidak dipengaruhi oleh waktu. Sedangkan simulasi dinamis adalah simulasi yang digunakan untuk mengestimasi parameter yang dipengaruhi oleh waktu. Keadaan statis misalnya pada masalah perencanaan

lokasi ruangan suatu kantor, sedangkan keadaan dinamis misalnya masalah penkualan produk baru.

## 2. Deterministik-Stokastik

Sebagian besar keadaan yang dihadapi sebenarnya bersifat stokastik (berubah-ubah tidak beraturan). Pada deterministik tidak ada pengaruh efek ketidakpasian pada sistem (input sama maka output sama). Pada stokastik Simulasi pada sistem memiliki efek ketidakpastian (input sama output belum tentu sama).

## 3. Kontinu-Diskrit

Pada model simulasi kontinu variabel-variabelnya akan berubah menurut berubahnya waktu. Model simulasi diskrit, variabel-variabelnya berubah dengan nilai yang terbatas jumlahnya pada suatu waktu. Sifat variabel yang digunakan tergantung pada keadaan sistem yang dimodelkan, tujuan pemodelan dan jenis fasilitas komputasi yang tersedia.

### **2.5.2 Prinsip-Prinsip Model Simulasi**

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan model simulasi yaitu :

#### 1. Identifikasi Subsistem

Dalam menghadapi masalah-masalah yang besar, ada 3 cara pendekatan yang dapat dilakukan dalam melakukan identifikasi sistem yaitu :

##### - Pendekatan aliran

Pendekatan aliran digunakan untuk menganalisa sistem yang bersifat dinamis yang ditentukan oleh aliran fisik atau informasi didalam sistem tersebut.

Dalam hal ini subsistem diletakkan dengan melihat aspek-aspek pada sistem yang dapat menghasilkan perubahan fisik atau informasi.

- Pendekatan fungsi

Pendekatan fungsi dilakukan apabila tidak terdapat aliran elemen yang langsung dapat diamati, tetapi terdapat urutan fungsi-fungsi yang jelas terlihat.

- Pendekatan berubah state

Pendekatan ini digunakan untuk sistem yang mempunyai ketergantungan yang besar diantara subsistem-nya dan tidak ada pengelompokkan khusus yang dapat diamati, sistem akan dianalisa pada selang waktu tertentu dan diperiksa apa yang terjadi.

2. Variabel-variabel Sistem

Variabel-variabel sistem ditentukan setelah subsistem diamati dan ditentukan. Variabel sistem dapat bersifat deterministik atau stokastik. Pada model yang bersifat stokastik akan terdapat variabel yang berasal dari suatu sistem distribusi kemungkinan tertentu.. Variabel ini dapat diperoleh dengan cara membangkitkan bilangan random dan menggunakannya dalam proses penentuan suatu variabel.

3. Pemajuan waktu simulasi

Dalam memajukan waktu simulasi ada 2 prinsip utama yaitu:

*a. Next Event Time Advance*

Pada pendekatan dengan Next Event Time Advance, pada awal simulasi "Simulation Clock" diberi harga nol dan waktu kejadian yang akan datang ditentukan. Simulation clock kemudian dimajukan ke event berikutnya yang lebih awal, disini state dari sistem diperbaharui dengan memperhitungkan suatu event telah terjadi dan waktu terjadinya event berikutnya diperbaharui.

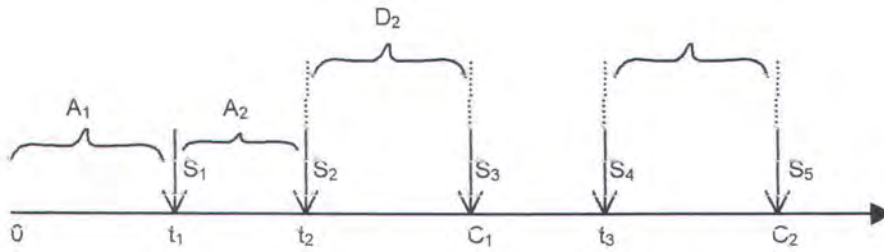
Kemudian simulation clock dimajukan ke waktu terjadinya event yang paling dekat, state dari sistem diperbaharui dan event berikutnya ditentukan, demikian seterusnya, sampai akhirnya dicapai kondisi yang menentukan bahwa simulasi harus dihentikan. Karena semua state hanya berubah pada waktu terjadinya event, periode sistem yang tidak aktif dilompati dengan cara memindahkan simulation clock dari waktu event yang satu ke waktu event yang berikutnya.

*b. Fixed Increment Time Advance*

Pada pendekatan Fixed Increment Time Advance ini simulation clock dimajukan dengan penambahan tetap sebesar  $t$  unit waktu, dimana  $t$  dipilih sebarang, setelah simulation clock berubah sebesar  $t$  bary dilihat apakah ada perubahan kejadian selama terjadi perubahan simulation clock. Bila ada lebih dari satu kejadian dalam interval perubahan, kemudian state dari sistem dan penghitung statistik diperbaharui.

Karena metode pendekatan pertama lebih banyak digunakan pada mayoritas simulasi dan karena yang kedua merupakan kejadian khusus dari yang pertama, maka dalam studi ini pendekatan yang digunakan adalah Next Event Time

Advance. Untuk lebih memperjelas pendekatan ini akan diilustrasikan dalam gambar berikut :



Gambar 2.7. Pendekatan Next Event Time Advance

notasi-notasi yang biasa dipakai adalah :

$t_i$  = waktu kedatangan pelanggan ke-i ( $t_0=0$ )

$A_i$  = waktu antar kedatangan pelanggan ke-i dengan  $A_i = t_i - t_{i-1}$

$S_i$  = waktu pelayan pelanggan ke-i

$D_i$  = delay yang dialami pelanggan ke-i

$C_i$  = waktu pelanggan ke-i selesai dilayani dan pergi, dimana  $C_i = t_i + D_i + S_i$

$s_i$  = waktu kejadian dari event ke-i

Pada saat simulation clock  $s = 0$  pelayan dalam keadaan menganggur, kemudian dilakukan generate waktu antar kedatangan yang pertama  $A_1$ , untuk mendapatkan waktu kedatangan pertama  $t_1$ , simulation clock dimajukan pada kejadian berikutnya, dari  $s_0$  menjadi  $t_1$ ,  $s_1 = t_1$ . Pada saat pelanggan pertama datang, pelayan dalam keadaan menganggur sehingga dapat langsung dilayani dan delay yang dialami oleh pelanggan pertama bernilai nol;  $D_1 = 0$ , dan sekarang pelayan menjadi sibuk.  $C_1$  adalah saat pelanggan pertama keluar akan meninggalkan fasilitas karena pelanggan telah selesai dilayani. Pada waktu kedatangan yang kedua.  $t_2=t_1+ A_2$ . Jika  $t_2 < t_1$  seperti tampak pada gambar, maka simulation clock

dimajukan dari  $s_1$  ke kejadian berikutnya  $s_2 = t_2$ . Bila  $C_1 < t_2$  maka  $s_2 = C_1$ . Karena pada saat  $t_2$  dermaga sedang sibuk, jumlah pelanggan dalam antrian bertambah dari nol menjadi satu dan waktu kedatangan disimpan. Kedatangan yang ketiga dihitung dengan  $t_3 = t_2 + A_3$ . Jika  $C_1 < t_3$ , kemudian simulation clock dimajukan dari  $s_2$  ke waktu terjadinya kejadian berikutnya  $s_3 = C_1$ , dimana pekerjaan pertama telah selesai dilayani dan pekerjaan berikutnya yang berada dalam antrian dapat dilayani dan waktu delay dihitung dengan rumus  $D_2 = C_1 + t_2$  dan waktu selesainya dihitung dengan rumus  $C_2 = C_1 + S_2$ . Jumlah pelanggan dalam antrian berkurang satu. Bila  $t_3 < C_2$ , simulation clock dimajukan dari  $s_3$  menjadi  $s_4 = t_3$  dan seterusnya.

## **2.6 Membangkitkan Bilangan Random**

Dalam simulasi untuk menggambarkan tingkah laku dari faktor-faktor yang tidak terkandali dalam sistem biasanya dipergunakan bilangan random. Faktor-faktor ini dalam sistem nyatanya berfluktuasi tidak dapat diramalkan tetapi secara statistik dapat dijelaskan. Bilangan random merupakan sampel dari variabel random yang berdistribusi uniform pada interval tertentu (biasanya antara 0 dan 1). Semua bilangan yang berada dalam interval tersebut memiliki kemungkinan kemunculan yang sama. Untuk mendapatkan bilangan random dapat digunakan beberapa metode yaitu :

### *1. Metode Kuadrat Tengah*

Tahapan dalam metode ini adalah :

- Pilih sebuah bilangan bulat positif dengan  $n$  digit,  $Z_0$ . ( $n$  : jumlah digit bilangan acak biasanya genap).

- Kuadratkan bilangan ditengah dari bilangan pada tahap-1 dan tambahkan 0 disebelah kiri (bila perlu), untuk membentuk sebuah bilangan dengan  $2n$  digit.
- Ambil  $n$  digit ditengah dari bilangan pada tahap-2. Ini adalah bilangan acak  $Z_1$ .
- Kuadratkan bilangan acak pada tahap-3,  $Z_1$ , dan tanbahkan 0 lagi untuk membentuk sebuah bilangan dengan  $2n$  digit.
- Ulangi tahapan ke-3 dan ke-4 untuk mendapatkan bilangna acak selanjtnya.

Untuk mendapatkan bilangan acak  $U_i$ ,  $0 < U_i < 1$ , maka taruhlah sebuah tanda desimal (titik) didepan setiap  $Z_i$ .

## 2. Metode Kongruensial (Residu).

Metode ini memuat tiga parameter yaitu :  $\lambda$ ,  $\mu$  dan  $P$ . Tahapan untuk menurunkan bilangan ke  $i + 1$  dari bilangan ke  $i$  adalah :

- Gandakan bilangan ke- $i$  dengan
- Tambahkan  $\mu$  pada bilangan hasil tahap-1
- Ambil sisa (residu) atas pembagian oleh  $P$  terhadap bilangan hasil tahap-2 sebagai bilangan ke  $i + 1$ .

Rumus dari metode ini adalah sebagai berikut:

$$Z_{i+1} = [ \lambda Z_i + \mu ] \text{ Modulo } P \quad (2-8)$$

Pada metode ini untuk memulai proses diperlukan sebuah bilangan awal  $Z_0$  yang disebut “seed” (sebuah bibit).

Ada tiga tipe Congruence pseudo-random number generator :

- Aditif : jika  $\lambda = 1$
- Multiplikatif : jika  $\mu = 0$
- Campuran : jika  $\lambda \neq 1$  dan  $\mu \neq 0$ .

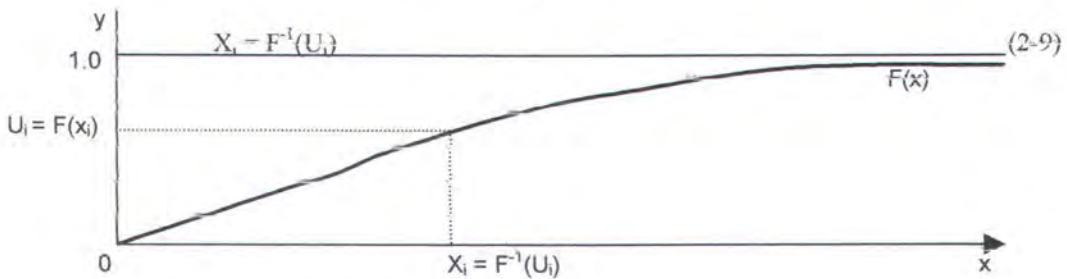
Untuk mengkonversikan bilangan random menjadi variasi random ada beberapa metode yang biasa digunakan yaitu :

### 1. Metode Transformasi Invers

Metode transformasi invers membangkitkan variabel acak melalui invers distribusinya.

*Teorema :*

Jika  $U_i$ ,  $i = 1, 2, 3, 4, \dots$  adalah saling bebas, variabel acak, terdistribusi uniform pada interval 0 s/d 1 dan  $F(x)$  adalah invers fungsi distribusi kumulatif untuk variabel acak  $X$  (gambar 2.7.)



Gambar 2.7. Grafik distribusi kumulatif variabel acak  $x$

Tahapan :

- Generate  $U_i \sim U(0,1)$
- Return  $X \sim F^{-1}(U_i)$



## 2. Metode Rejeksi

Jika fungsi padat probabilitas  $f(x)$  memiliki batas bawah dan batas atas pada range  $a$  sampai dengan  $b$ , dan sebuah batas atas  $c$ , (lihat gambar 5.3) maka untuk membangkitkan variabel acak  $x$  yang memiliki fungsi padat probabilitas  $f(x)$  metode rejeksi memiliki tahapan sebagai berikut :

Tahapan:

- Hitung nilai dua variabel yang berdistribusi uniform dan saling bebas,  $u_1$ ,  $u_2$  dengan  $U(0,1)$ ,
- Hitung  $x_0 = a + U_1 ( b - a )$ ,
- Hitung  $y_0 = c u_2$ ,
- Jika  $y_0 \leq f(x_0)$ , maka  $x_0$  adalah bilangan acak output, jika tidak terpenuhi, maka ulangi tahapan pertama.

### 2.7 Eksperimen Simulasi

Dari eksperimen simulasi akan menghasilkan output berupa statistik sampel yang diinginkan. Statistik sampel yang umum terdapat dalam sistem antrian adalah :

1. rata-rata waktu delay customer
2. rata-rata waktu tunggu customer
3. rata-rata jumlah customer dalam antrian
4. rata-rata pemakaian fasilitas pelayanan (utilitas)

### 2.8 Analisa Hasil Simulasi

Untuk mencapai validasi simulasi yang diinginkan dari model yang telah dibuat, proses simulasi, dijalankan berulang kali. ada 2 tipe untuk mengakhiri proses simulasi, yaitu :

1. *Simulasi tipe terminating*, merupakan cara untuk mengakhiri simulasi bila sistem performansi relatif terhadap interval waktu simulasi  $[0, T]$ , dimana  $T$  adalah waktu dimana event  $i$  terjadi. Jadi simulasi akan berakhir bila event  $E$  pada saat  $T$  terjadi. Event  $E$  harus ditentukan sebelum simulasi dimulai.
2. *Simulasi tipe steady state*, merupakan ukuran sistem performansi yang didefinisikan sebagai panjang simulasi tak terbatas. Agar simulasi mempunyai nilai yang mendekati kenyataan maka panjang simulasi tak terbatas harus dibuat sepanjang mungkin sampai didapat hasil simulasi pada keadaan tertentu atau sudah mencapai steady state.

Untuk mengakhiri proses simulasi akan dipergunakan metode terminating simulation secara sequential. Agar hasil simulasi yang baik diperoleh, diperlukan proses pengulangan beberapa kali. Dalam hal ini digunakan selang kepercayaan untuk nilai yang sebenarnya yang memiliki formula sebagai berikut :

$$\bar{x}(n) \pm t_{n-1, \alpha/2} \sqrt{\frac{S^2(n)}{n}} \quad (2-10)$$

dimana :

$$\mu = \bar{x}(n) = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$
$$\sigma^2 = S^2(n) = \frac{\sum_{i=1}^n [X_i - \bar{x}(n)]^2}{n-1}$$

$t_{n-1, \alpha/2}$  adalah nilai distribusi t dengan derajat kebebasan  $(n-1, \alpha/2)$

Secara umum prosedur sequential ini adalah :

1. Menentukan jumlah pengulangan yang diinginkan
2. Hitung  $\bar{x}(n)$  dan  $\delta(n, \alpha)$  dari  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$

$$\delta(n, \alpha) = t_{(n-1, \alpha/2)} \sqrt{\frac{S^2(n)}{n}}$$

3. Jika  $\frac{\delta(n)}{|\bar{x}(n)|} \leq \gamma$ , maka proses berhenti dengan selang waktu  $\mu$  dengan interval

kepercayaan  $100(1-\alpha)\%$  untuk :

$$\mu = I(\alpha, \gamma) = [\bar{x}(n) - \delta(n, \alpha), \bar{x}(n) + \delta(n, \alpha)]$$

4. Jika kondisi 3 tidak terpenuhi tentukan  $n=n+1$  dan ulangi langkah no. 2

### 2.9 Kriteria Pengambilan Keputusan

Pengambilan keputusan menyangkut antrian berkaitan dengan peningkatan hasil karya sistem melalui penggunaan model keputusan yang sesuai. Model ini dibangun

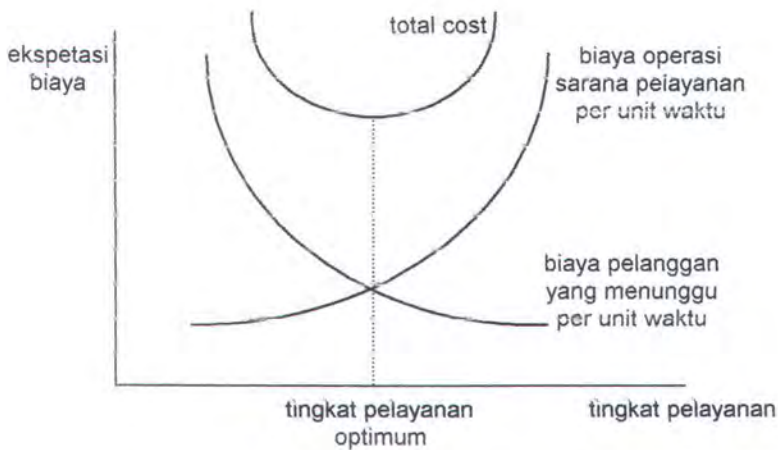
dengan menggunakan sifat operasi yang cocok yang pada akhirnya bisa

menetapkan parameter optimum, parameter yang mencakup laju pelayanan, jumlah pelayan atau panjang antrian maksimum yang diperkenankan. Optimasi parameter dapat dilihat dari bermacam-macam cara tergantung pada keinginan pengambilan keputusan.

#### Metode Ongkos Terkecil

Sesuai dengan tujuan dasar teori antrian yaitu menekan biaya tidak langsung pada individu-individu yang menunggu dan biaya langsung untuk fasilitas pelayanan serendah mungkin.

Hubungan biaya-biaya dapat dilihat pada gambar berikut :



Model-model biaya, seperti gambar diatas pada dasarnya menyeimbangkan kedua jenis biaya yang bertentangan. Kedua biaya tersebut adalah biaya penundaan dan penawaran pelayan. Biaya pertama mencerminkan sudut pandang pelayan, sementara biaya kedua mewakili sudut pandang pelanggan. Dalam hal ini penentuan jumlah dermaga yang optimal, model ongkos yang dikembangkan adalah :

$$T\{C(c)\} = C_1 c + C_2 E_C(nt) \quad (2-11)$$

$C_1$  = onkos tiap pelayan tambahan persatuan waktu.

$C_2$  = onkos tunggu.

$E_C(nt)$  = jumlah rata-rata antrian dalam sistem

$c$  = jumlah dermaga

Perhitungan terhadap karakteristik operasi dari sistem antrian lebih dari satu sama seperti sistem antrian tunggal. Dalam sistem saluran tunggal kita tahu bahwa :

$$E(nt) = \frac{\mu}{\mu - x}$$

karena mekanisme pelayanan memuat dari satu saluran pelayanan dimana tiap saluran mempunyai laju sama dengan  $\mu$ , maka laju pelayanan seluruh mekanisme pelayanan didalam sistem adalah  $\mu$  dikalikan dengan jumlah saluran ( $c$ ). Jadi untuk sistem saluran lebih dari satu kita peroleh :

$$E(nt) = f(b) \left( \frac{\rho}{c - \rho} \right) \quad \rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

$f(b)$  adalah peluang masa sibuk untuk saluran lebih dari satu. Jumlah  $c$  optimum akan diperoleh dengan substitusi langsung harga-harga  $C$  secara berturut-turut samapi harga  $T\{C(c)\}$  minimum ditentukan. Untuk membuat prosedur perhitungan lebih efisien, harus ditentukan syarat perlu untuk harga minimum fungsi yang diketahui. Syarat perlu itu adalah :

$$T\{C(c-1)\} \geq TC(c) \text{ dan}$$

$$T\{C(c+1)\} \geq TC(c)$$

dari sini dapat dilihat bahwa :

$$C_1/C_2 \leq E_{C-1}(nt) - E_C(nt) \text{ dan}$$

$$C_1/C_2 \geq E_C(nt) - E_{C+1}(nt)$$

sehingga dapat ditulis sebagai berikut :

$$E_C(nt) - E_{C+1}(nt) \leq C_1/C_2 \leq E_{C-1}(nt) - E_C(nt) \quad (2-12)$$

dimana harga  $C_1/C_2$  memberikan petunjuk kearah pemilihan harga  $c$  optimum dimulai.



**BAB III**  
**METODOLOGI PENELITIAN**

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian adalah langkah-langkah yang dilakukan untuk memecahkan suatu masalah, melalui proses pengumpulan data dan pengolahan data. Agar memperoleh ketepatan penelitian dan hasil penelitian yang sesuai dengan tujuan yang ditetapkan, maka perlu dibuat metodologi penelitian.

#### **3.1 Kerangka Penelitian**

Adapun langkah-langkah yang dilakukan untuk menentukan jumlah optimum dermaga Ketapang - Gilimanuk dapat dijelaskan pada gambar 3.1.

##### **1. Latar belakang masalah**

Semakin meningkatnya pengguna jasa penyeberangan Ketapang - Gilimanuk yang tidak sebanding dengan jumlah sarana yang ada dipelabuhan tersebut khususnya dermaga, membuat penyeberangan di pelabuhan Ketapang - Gilimanuk mengalami kemacetan dan waktu tunggu yang lama.

##### **2. Studi Literatur**

Pada tahap ini dipelajari literatur-literatur yang mendasari penelitian ini. Teori-teori yang menunjang penulisan ini meliputi model dan karakteristik antrian, simulasi antrian dan teori-teori statistik.

##### **3. Identifikasi variabel penelitian**

Sistem yang disimulasikan adalah sistem penyeberangan. Identifikasi perlu dilakukan untuk memudahkan dalam pembuatan model simulasi. Adapun penelitian yang dilakukan menyangkut waktu antar kedatangan kapal ke

dermaga, lamanya waktu pelayanan, serta jumlah kendaraan atau penumpang yang menggunakan jasa penyeberangan.

4. Pemodelan

Model ini dibuat dengan meniru perilaku dan karakteristik dari sistem. Interaksi dari tiap-tiap komponen sistem disusun berdasarkan urutan logika model yang dijabarkan dalam bentuk Activity Cycle Diagram yaitu diagram yang menggambarkan interaksi-interaksi dari entity-entity yang ada. Entity adalah elemen dari sistem yang disimulasikan dan dapat diidentifikasi serta diproses secara individual.

5. Pengumpulan data

Data yang diperlukan diambil dari sistem yang diamati, dalam hal ini penyeberangan Ketapang - Gilimanuk. Dalam model ini data-data yang dikumpulkan meliputi data primer dan data sekunder. Data-data yang dikumpulkan meliputi data waktu antar kedatangan, data waktu pelayanan dan kapasitas penumpang yang dapat ditampung oleh masing-masing kapal. Data-data dipergunakan untuk prosedur operasional dan penentuan distribusi probabilitas untuk variabel random yang akan digunakan dalam pembuatan program.

6. Analisa Statistik

Setelah memperoleh data ditentukan distribusi dan parameter dari masing-masing data. Didalam simulasi untuk menggambarkan tingkah laku dari faktor-faktor yang tidak terkendali dalam sistem maka perlu untuk menggenerate bilangan random.



7. Pemilihan dan pendugaan pola distribusi data

Setelah semua data terkumpul maka dicari pola distribusi probabilitas terbaik sebagai input dari simulasi. Mula-mula dilakukan pendugaan distribusi dengan menggunakan metode Heuristic Point Statistik. Untuk langkah selanjutnya adalah menentukan parameter dari distribusi data. Kemudian setelah distribusi dan parameter dari data telah diketahui dilakukan uji hipotesa. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui dan membuktikan bahwa distribusi yang dipilih sudah benar.

8. Pemakaian program

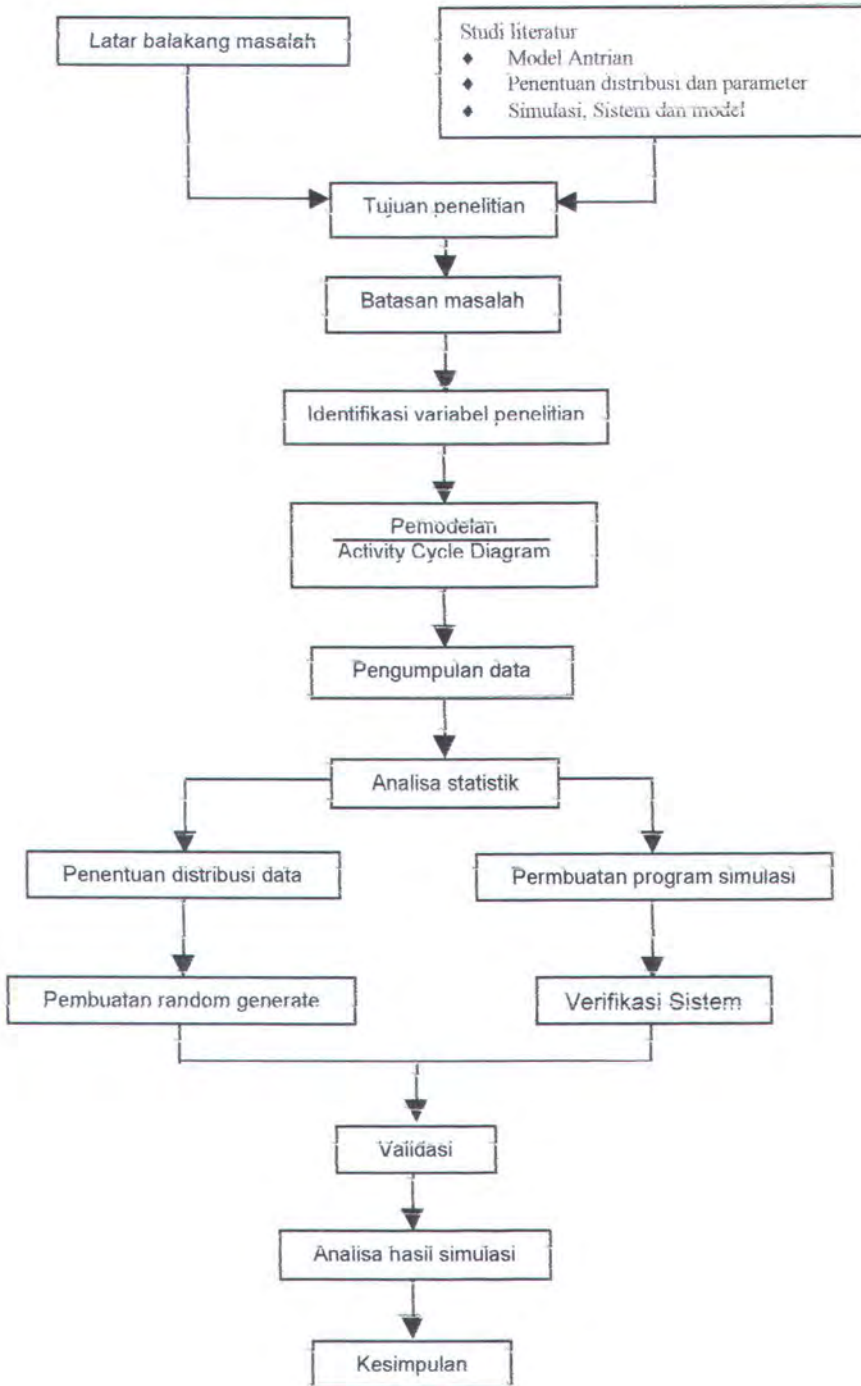
Langkah selanjutnya adalah membuat flow chart dari program komputer, kemudian berdasarkan flow chart tersebut dibuat program simulasi menggunakan bahasa Pascal dimana program ini sudah dibuat sehingga tinggal memasukkan input variable.

9. Verifikasi

Setelah program selesai maka dilakukan verifikasi untuk mengetahui apakah model telah mewakili keadaan yang sebenarnya. Dengan kata lain apakah distribusi probabilitas yang dihasilkan sesuai dengan distribusi probabilitas yang sebenarnya.

10. Validasi

Setelah verifikasi maka parameter-parameter dari program dimasukkan sesuai dengan distribusi probabilitasnya langkah selanjutnya adalah validasi dari program untuk mengetahui apakah mean dari variabel random yang dihasilkan sesuai dengan mean dari data-data sebenarnya.



Gambar 3.1. Langkah-Langkah Dalam Melakukan Simulasi

#### 11. Analisa hasil simulasi

Agar hasil simulasi dapat dianalisa dengan baik, mula-mula harus ditentukan terlebih dahulu jumlah pengulangan yang harus dilakukan sebelum program simulasi dijalankan. Kemudian dilakukan analisa hasil simulasi dan pengoptimasian jumlah dermaga berdasarkan keputusan yang menggunakan model minimum cost.

#### 12. Kesimpulan

Pada tahap ini ditarik suatu kesimpulan berdasarkan analisa hasil. Nantinya akan dapat ditarik suatu kesimpulan apakah perlu penambahan dermaga atau tidak. Jika harus menambah dermaga berapa dermaga optimal yang dihasilkan.

#### 13. Dokumentasi dan presentasi

Tahap akhir dari penelitian ini adalah penulisan laporan dan presentasi.

### **3.2 Analisa Masalah Model Simulasi**

#### **3.2.1 Analisa Sistem Antrian**

Kapal-kapal yang memasuki dermaga di pelabuhan Ketapang - Gilimanuk dapat dianggap membentuk suatu proses antrian. Tiga jenis dermaga yang dimiliki pelabuhan tersebut mengakibatkan tiga jenis baris antrian. Sistem mempunyai komponen-komponen yang sering disebut dengan state. Komponen-komponen sistem yang dimiliki dermaga-dermaga tersebut adalah :

##### 1. State kedatangan :

Kedatangan kapal memasuki wilayah pelabuhan.

2. Mekanisme pelayanan, terdiri dari :
  - Banyaknya pelayanan, yaitu kapasitas masing-masing dermaga yang dituju.
  - Banyaknya baris antrian, ada tiga baris antrian yang digunakan sebagai tempat kapal-kapal menunggu giliran untuk bersandar di dermaga, bila dermaga yang dituju dalam keadaan sibuk atau penuh.
3. Disiplin antrian, yaitu berdisiplin FCFS, karena kapal yang datang lebih awal akan dilayani lebih dahulu.

Setiap kapal yang memasuki sistem dan mendapatkan dermaga yang dituju kapal tersebut dalam keadaan kosong, maka kapal langsung mendapat dermaga tersebut. Sebaliknya bila seluruh pelayanan di dermaga sibuk (penuh) dalam artian dermaga sedang melayani kapal yang membongkar dan memuat penumpang, maka kapal tersebut akan menunggu di rede untuk mendapatkan pelayanan. Kemudian kapal yang di dermaga akan lepas sandar setelah kegiatan bongkar muat selesai dan meninggalkan pelabuhan. Selanjutnya kapal yang berada dalam antrian (jika ada) yang datang lebih awal akan merapat di dermaga tersebut.

Sistem antrian di dermaga pelabuhan Ketapang - Gilimanuk tersebut akan disimulasikan dan diestimasi rata-rata waktu delay kapal, rata-rata waktu tunggu kapal, rata-rata jumlah kapal dalam antrian, dan rata-rata pemakaian dermaga.

Pengukuran-pengukuran tersebut diestimasi sebagai berikut:

1. Rata-rata waktu delay kapal ( $D_i$ )

Lama kapal  $i$  dalam suatu antrian sampai kapal itu dilayani. Bila ada  $n$  kapal selama eksperimen simulasi berlangsung maka rata-rata delaynya adalah :

$$\hat{D}(n) = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n} \quad (3-1)$$

2. Rata-rata waktu tunggu kapal (  $W_i$  )

Lamanya kapal 1 dalam sistem mulai kapal datang sampai selesai dilayani selama proses simulasi berlangsung waktu tunggu kapal dikumpulkan

$$W_i = D_i + S_i$$

yang mana  $D_i$  = lama kapal 1 dalam antrian

$$S_i = \text{lama kapal 1 dilayani}$$

Bila ada  $n$  kapal selama proses simulasi berlangsung maka rata-rata waktu tunggunya :

$$\hat{W}(n) = \frac{\sum_{i=1}^n W_i}{n} \quad (3-2)$$

3. Rata-rata jumlah kapal dalam antrian

Jumlah kapal dalam antrian artinya banyaknya kapal yang menunggu sebelum dilayani. Bila simulasi berlangsung selama 1 satuan waktu, maka rata-rata jumlah kapal dalam antrian adalah :

$$\hat{Q}(n) = \frac{\int_0^1 Q(t) dt}{1} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{1} \quad (3-3)$$

$\hat{Q}(n)$  = rata-rata jumlah kapal dalam antrian

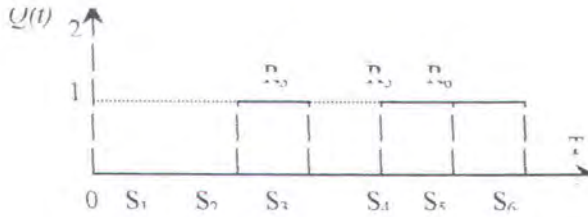
$Q(t)$  = jumlah kapal dalam antrian pada waktu  $t$  (  $0 \leq t \leq 1$  )

$R_i$  = luasan segiempat dibawah  $Q(t)$  antara  $S_{i-1}$  dan  $S_i$

$S_i$  adalah saat terjadinya event ke  $i$

$m$  = banyaknya kejadian yang terjadi selama proses simulasi berlangsung  $[0, 1]$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



keterangan : customer dalam antrian selama  $t$  dapat dilihat dalam gambar, dimana

luasan segiempat dibawah  $Q(t)$  yaitu :

$$\int_0^t Q(t) dt = \sum_{i=1}^m \tilde{R}_i = \tilde{R}_3 + \tilde{R}_5 + \tilde{R}_6$$

#### 4. Rata-rata pemakaian dermaga

Untuk menghitung rata-rata pemakaian dermaga diperlukan data-data mengenai ada tidaknya kapal yang dilayani yang akan di-update pada saat kapal telah selesai dilayani dan pada saat kapal mulai dilayani. Bila proses simulasi berlangsung selama 1 satuan waktu, maka rata-rata pemakaian fasilitas pelayanan (dermaga) :

$$\hat{\rho}(n) = \frac{\int_0^1 \rho(t) dt}{1} = \frac{\sum_{i=1}^m R_i}{1} \quad (3-4)$$

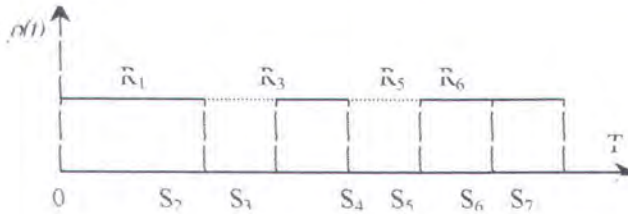
dimana  $\hat{\rho}(n)$  = rata-rata pemakaian dermaga

$$\rho(t) = \begin{cases} 1 & \text{bila dermaga sibuk} \\ 0 & \text{bila dermaga tidak sibuk} \end{cases}$$

$R_i$  = luasan segiempat dibawah antara  $S_{i-1}$  dan  $S_i$  ( $S_i$  adalah saat terjadinya event ke- $i$ )

$m$  = banyaknya kejadian yang terjadi selama proses simulasi berlangsung  $[0, T]$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



keterangan : luasan segiempat dibawah  $\rho(t)$  yaitu :

$$\int_0^T \rho(t) dt = \sum_{i=1}^m R_i = R_1 + R_3 + R_5 + R_6$$

### 3.2.2 Analisa Simulasi Sistem Antrian

Dalam studi ini dipelajari sistem antrian pada dermaga pelabuhan Ketapang - Gilimanuk. Masing-masing komponen yang membentuk sistem antrian tersebut adalah mempunyai hubungan yang kompleks serta prosesnya merupakan proses stokastik. Sehingga teknik simulasi merupakan metode yang tepat untuk diterapkan dalam menganalisa sistem antrian tersebut. Karena pendekatan eksperimen pada sistem yang sebenarnya memerlukan biaya dan waktu yang banyak.

Komponen-komponen antrian yang ada pada sistem penyeberangan Surabaya-Kamal berubah pada waktu-waktu tertentu, sehingga antrian tersebut merupakan sistem yang diskrit. Waktu antara masing-masing komponen adalah saling berkait sehingga sistem tersebut merupakan sistem yang dinamik. Komponen-komponen sistem juga merupakan variabel-variabel acak sehingga sistemnya disebut sistem stokastik. Karena sistem yang dipelajari merupakan

sistem yang diskrit, dinamik dan stokastik maka model simulasinya adalah simulasi diskrit event.

Untuk menjalani simulasi diperlukan input dari luar berupa parameter distribusi dari komponen-komponen sistem. Simulasi sistem antrian di dermaga Ketapang - Gilimanuk mempunyai komponen-komponen sistem input berupa waktu antar kedatangan kapal, lama waktu kapal sandar di dermaga dan kapasitas masing-masing dermaga. Distribusi dan parameter distribusi dari komponen-komponen input tersebut ditentukan berdasarkan data-data yang diperoleh dari hasil pengamatan. Program simulasi dikerjakan dengan bahasa pemrograman Pascal, kemudian dengan menjalankan program tersebut berarti melakukan eksperimen terhadap sistem, eksperimen tersebut menghasilkan data output yang akan dianalisa.



#### **4.1 Analisis Variansi**

Sebelum pembuatan model, perlu dilakukan analisa terhadap jenis dan waktu pelayanan dari masing-masing kapal. Analisa ini dilakukan untuk mengetahui secara pasti apakah rata-rata waktu pelayanan dari masing-masing kapal sama secara signifikan. Dalam eksperimen ini hanya terdapat satu faktor yang nilainya berubah-ubah, sehingga eksperimen ini dapat dikatakan sebagai eksperimen faktor tunggal. Dimana faktor yang berpengaruh adalah waktu pelayanan masing-masing kapal, yang nantinya akan dapat dilihat apakah distribusi waktu pelayanan kapal berbeda antara jenis kapal satu dengan kapal yang lainnya atau sama secara signifikan.

- Hasil anova untuk data antar kedatangan dan lama pelayanan adalah :



**BAB IV**  
**DATA DAN ANALISA**

## BAB IV

### Data dan Analisa

#### A. Analisa Angkutan Tahunan

1. Angkutan normal rata-rata / hari ( diambil dari bulan-bulan normal ).

Pada periode tahun 1998 - 1999

JENIS	DARI KETAPANG	DARI GILIMANUK
Penumpang	6.915 orang	7.378 orang
Kend. Roda 2	264 unit	257 unit
Kend. Roda 4	1.565 unit	1.510 unit

Pada periode tahun 1999 – 2000

JENIS	DARI KETAPANG	DARI GILIMANUK
Penumpang	8.237 orang	8.813 orang
Kend. Roda 2	311 unit	337 unit
Kend. Roda 4	1.600 unit	1.565 unit

2. Jumlah realisasi selama Angkutan Natal 1998 dan Tahun Baru 1999 serta Angkutan Natal 1999 dan Tahun Baru 2000 dengan perkiraan selama angkutan Natal 2000 dan Tahun Baru 2001, estimasi terjadi peningkatan 10 % sbb :

Jenis	Realisasi Angk. Natal '98 dan Tahun Baru '99 (18 hari)		Realisasi Angk. Natal '99 dan Tahun Baru 2000 (18 hari)		Perkiraan Angk. Natal 2000 dan Tahun Baru 2000 (18 hari) (kenaikan 10 %)	
	Ketapang	Gilimanuk	Ketapang	Gilimanuk	Ketapang	Gilimanuk
Penumpang	118.349	127.887	137.126	140.513	150.817	219.807
Kend. Rd. 2	4.278	4.870	4.545	11.581	4.999	12.739
Kend. Rd. 4	26.906	27.190	32.495	33.640	35.744	37.004

Jenis	Realisasi Angk. Terpadat Natal dan Tahun Baru '99 (18 hari)		Realisasi Angk. Terpadat Natal dan Tahun Baru 2000 (18 hari)	
	Ketapang	Gilimanuk	Ketapang	Gilimanuk
Penumpang	8.831 (H+2)	12.058 (H+6)	12.850 (H+5)	26.279 (H+6)
Kend. Rd. 2	636 (H-5)	387 (H-7)	312 (H-6)	2.158 (H+10)
Kend. Rd. 4	1.889 (H+4)	2.116 (H+9)	2.607 (H+5)	2.991 (H+9)

3. Jumlah realisasi Angkutan Lebaran Th. 1999 dan Angkutan Lebaran Th. 2000 perkiraan Lebaran Tahun 2001 dengan estimasi akan terjadi peningkatan 10 % sebagai berikut :

Jenis	Realisasi Angk. Lebaran '99 ( 16 hari )		Realisasi Angk. Lebaran 2000 ( 16 hari )		Perkiraan Angk. Lebaran 2001 ( 16 hari ) ( kenaikan 10 % )	
	Ketapang	Gilimanuk	Ketapang	Gilimanuk	Ketapang	Gilimanuk
Penumpang	197.742	216.637	236.507	300.906	249.213	331.085
Kend. Rd. 2	10.178	13.777	11.502	16.797	12.741	18.477
Kend. Rd. 4	30.304	30.302	31.004	39.127	34.104	43.018

Jenis	Realisasi Angk. terpadat Lebaran '99 ( 16 hari )		Realisasi Angk. Terpadat Lebaran 2000 ( 16 hari )	
	Ketapang	Gilimanuk	Ketapang	Gilimanuk
Penumpang	21.201 (H+4)	26.565 (H+6)	21.847 (H+1)	26.227 (H-8)
Kend. Rd. 2	1.579 (H+4)	2.483 (H-6)	1.763 (H+7)	2.195 (H-3)
Kend. Rd. 4	2.911 (H-6)	2.934 (H+3)	2.947 (H+2)	2.991 (H-4)

**DATA KAPAL  
YANG BEROPERASI LINTAS KETAPANG – GILIMANUK  
SAAT INI**

NO	Nama Kapal	Kapasitas Muat/trip Dari satu sisi		Kapasitas Muat/hari (8 Trip) Dari satu sisi		Keterangan
		PNP	Kend. Camp	PNP	Kend. Camp.	
	<b><u>I</u></b> <b><u>Dermaga MB / Ponton</u></b>					
1	Kmp. Gajah Mada	256	20	2.084	160	PT. ASDP (Persero)
2	Kmp. Prathita	400	26	3.200	208	Sda
3	Kmp. Bakahuni	331	21	2.648	168	Sda
4	Kmp. Gilimanuk I	236	26	1.888	208	PT. Jemla Ferry
5	Kmp. Gilimanuk II	394	25	3.152	200	Sda
6	Kmp. Edha	265	26	2.120	208	PT. L S N
7	Kmp. Trisila Bhakti I	310	30	2.480	240	PT. Trisila Laut
8	Kmp. Nusa Makmur	233	25	1.864	200	PT. Putera Master
9	Kmp. Nusa Dua	208	25	1.664	200	Sda
10	Kmp. Rajawali Nst. Kmp. Marina	260	25	2.080	200	PT. Jemnatan M
11	Pratama	281	32	2.248	256	Sda
12	Kmp. Renny II Kmp. Dewana	374	26	2.992	208	Sda
13	Dharma	356	22	2.848	176	PT. D L U
	<b>Jumlah I</b>	<b>3.904</b>	<b>329</b>	<b>31.232</b>	<b>2.632</b>	
	<b><u>II.</u></b> <b><u>DERMAGA LCM</u></b>					
14	Kmp. Pertiwi Nst. Kmp. Dharma	247	20	1.976	160	PT. Jembatan M
	Badra	150	13	1.200	104	PT. D L U
	LCT. Arjuna	0	8	0	64	PT. L S N
	LCT. Bhaita Caturtya	0	16	0	128	PT. Bhaita
	<b>Jumlah II</b>	<b>397</b>	<b>57</b>	<b>3.176</b>	<b>456</b>	
	<b>Jumlah I + II</b>	<b>4.301</b>	<b>386</b>	<b>34.408</b>	<b>3.088</b>	

**KESIAPAN ARMADA  
MENGHADAPI ANGK. NATAL '99/TAHUN BARU 2000 DAN  
ANGK. LEBARAN 2000  
LINTAS KETAPANG - GILIMANUK**

NO	Nama Kapal	Kapasitas Muat/trip Dari satu sisi		Kapasitas Muat/hari (8 Trip) Dari satu sisi		Keterangan
		PNP	Kend. Camp	PNP	Kend. Camp.	
	<b><u>Der maga MB / Ponton</u></b>					
1	Kmp. Gajah Mada	256	23	2.304	207	PT. ASDP (Persero)
2	Kmp. Prathita	400	30	3.600	270	Sda
3	Kmp. Bakahuni	331	22	2.979	198	Sda
4	Kmp. Gilimanuk I	236	30	2.124	270	PT. Jemla Ferry
5	Kmp. Gilimanuk II	394	28	3.546	252	Sda
6	Kmp. Edha	265	32	2.385	288	PT. L S N
7	Kmp. Trisila Bhakti I	310	36	2.790	324	PT. Trisila Laut
8	Kmp. Nusa Makmur	233	32	2.097	288	PT. Putera Master
9	Kmp. Nusa Dua	208	32	1.872	288	Sda
10	Kmp. Rajawali Nst.	260	26	2.340	234	PT. Jemnatan M
	<b>Jumlah I</b>	<b>2.893</b>	<b>291</b>	<b>26.037</b>	<b>2.619</b>	
	<b><u>DERMAGA LCM</u></b>					
	Kmp. C.M. Bakti	266	14	2.394	126	PT. Jembatan M
	Kmp. Pertiwi Nst. Kmp. Dharma Badra	247	25	2.223	225	Sda
	LCT. Arjuna	150	13	1.350	117	PT. D L U
	LCT. Bhaita	0	8	0	72	PT. L S N
	Caturtya	0	16	0	144	PT. Bhaita
	<b>Jumlah II</b>	<b>663</b>	<b>76</b>	<b>5.967</b>	<b>684</b>	
	<b>Jumlah I + II</b>	<b>3.556</b>	<b>367</b>	<b>32.004</b>	<b>3.303</b>	

Catatan :

1. Sistem pengoperasian :

- MB/Ponton : dari 13 kapal dioperasikan 11 kapal ( 2 kapal ) diistirahatkan secara bergantian.
- LCM : 4 kapal dioperasikan semua.

A. LINTAS MB DAN PONTON :

- 2 Dermaga MB :  
Beroperasi 8 kapal dengan frekwensi 9 trip/kpl/hari.
- 1 Dermaga Ponton :  
Beroperasi 2 kapal dengan frekwensi 9 trip/kpl/hari.

B. LINTAS LCM

- Terdapat 2 ( Dua ) dermaga plengsengan  
Siap beroperasi 5 Buah Kapal terdiri dari 3 roro dan 2 Lct.  
Dengan frekwensi 9 trip/Kapal/ Hari.

□ Dengan alternatif I ( 9 Trip )

Kapasitas angkut : Pemumpang = 32.004 orang, Kendaraan= 3.303 unit.

□ Dengan alternatif II ( 10 Trip )

Kapasitas angkut : Penumpang = 35.560 orang, Kendaraan= 3.670 unit.

□ Dengan alternatif III ( 11 Trip )

Kapasitas angkut : Pemumpang = 39.116 orang, Kendaraan= 4.037 unit.

Keterangan :

- ✓ Khususnya untuk penumpang diberikan dispensasi 30 % diatas kapasitas yang tersedia ( Kapsitas yang ada ditambah 30 % )
- ✓ Apabila kapasitas angkut yang tersedia belum memadai trip kapal ditingkatkan dari 9 trip/kapal/hari menjadi 10 trip/kapal/hari dan dapat ditingkatkan pula 11 trip/kapal/hari ( dengan komposisi 7 kapal di dermaga MB, 3 kapal di dermaga Ponton dan 5 Kapal di dermaga LCM ).



Dengan demikian ada 3 (tiga) alternatif peningkatan trip :

Alternatif	Jlh. Trip	Dermaga			Jumlah
		MB	Ponton	LCM	
I	9	63 Trip	27 Trip	45 Trip	115 trip
II	10	70 Trip	30 Trip	50 Trip	150 Trip
III	11	77 Trip	33 Trip	55 Trip	165 Trip

**DATA TRIP**

ANGKUTAN NATAL TH. 1988 / TAHUN BARU 1999

PELABUHAN PENYEBERANGAN KETAPANG – GILIMANUK

DARI TANGGAL 18 DESEMBER 1988 S/D 04 JANUARI 1999

HARI	TANGGAL	TRIP DARI		JUMLAH
		KETAPANG	GILIMANUK	
H - 7	18 DESEMBER 1988	101	101	202
H - 6	19 DESEMBER 1988	102	102	204
H - 5	20 DESEMBER 1988	104	95	199
H - 4	21 DESEMBER 1988	100	103	203
H - 3	22 DESEMBER 1988	104	106	210
H - 2	23 DESEMBER 1988	104	94	198
H - 1	24 DESEMBER 1988	105	106	211
<b>H</b>	25 DESEMBER 1988	104	105	209
H + 1	26 DESEMBER 1988	99	91	190
H + 2	27 DESEMBER 1988	111	105	216
H + 3	28 DESEMBER 1988	95	98	193
H + 4	29 DESEMBER 1988	112	102	214
H + 5	30 DESEMBER 1988	104	108	212
H + 6	31 DESEMBER 1988	104	103	207
H + 7	01 JANUARI 1999	99	94	193
H + 8	02 JANUARI 1999	103	101	204
H + 9	03 JANUARI 1999	106	115	221
H + 10	04 JANUARI 1999	95	93	188
JUMLAH		118.349	127.887	246.236

**DATA KEND. RD. 2**

ANGKUTAN NATAL TH. 1988 / TAHUN BARU 1999  
PELABUHAN PENYEBERANGAN KETAPANG – GILIMANUK  
DARI TANGGAL 18 DESEMBER 1988 S/D 04 JANUARI 1999

HARI	TANGGAL	KEND. RD. 2		JUMLAH
		NAIK	TURUN	
H - 7	18 DESEMBER 1988	237	387	624
H - 6	19 DESEMBER 1988	251	332	583
H - 5	20 DESEMBER 1988	348	243	591
H - 4	21 DESEMBER 1988	328	220	548
H - 3	22 DESEMBER 1988	251	231	482
H - 2	23 DESEMBER 1988	265	220	485
H - 1	24 DESEMBER 1988	175	228	403
H	25 DESEMBER 1988	198	235	433
H + 1	26 DESEMBER 1988	204	243	447
H + 2	27 DESEMBER 1988	251	233	484
H + 3	28 DESEMBER 1988	208	228	436
H + 4	29 DESEMBER 1988	193	226	419
H + 5	30 DESEMBER 1988	248	290	538
H + 6	31 DESEMBER 1988	202	331	533
H + 7	01 JANUARI 1999	202	341	543
H + 8	02 JANUARI 1999	221	296	517
H + 9	03 JANUARI 1999	252	313	565
H + 10	04 JANUARI 1999	244	273	517
JUMLAH		4.278	4.870	9.148

**DATA PENUMPANG**

ANGKUTAN NATAL TH. 1988 / TAHUN BARU 1999  
PELABUHAN PENYEBERANGAN KETAPANG – GILIMANUK  
DARI TANGGAL 18 DESEMBER 1988 S/D 04 JANUARI 1999

HARI	TANGGAL	PENUMPANG		JUMLAH
		NAIK	TURUN	
H - 7	18 DESEMBER 1998	5.673	7.900	13.573
H - 6	19 DESEMBER 1998	5.292	6.181	11.473
H - 5	20 DESEMBER 1998	6.905	5.072	11.977
H - 4	21 DESEMBER 1998	7.190	5.742	12.932
H - 3	22 DESEMBER 1998	6.161	5.325	11.486
H - 2	23 DESEMBER 1998	7.100	5.602	12.702
H - 1	24 DESEMBER 1998	7.374	6.233	13.607
H	25 DESEMBER 1998	7.552	6.492	14.044
H + 1	26 DESEMBER 1998	7.918	5.757	13.675
H + 2	27 DESEMBER 1998	8.831	7.198	16.029
H + 3	28 DESEMBER 1998	8.204	6.279	14.483
H + 4	29 DESEMBER 1998	7.111	6.260	13.371
H + 5	30 DESEMBER 1998	7.208	7.038	14.246
H + 6	31 DESEMBER 1998	6.762	6.373	13.135
H + 7	01 JANUARI 1999	5.018	10.920	15.938
H + 8	02 JANUARI 1999	4.200	10.693	14.893
H + 9	03 JANUARI 1999	5.385	12.058	17.443
H + 10	04 JANUARI 1999	4.465	6.764	11.229
JUMLAH		118.349	127.887	246.236

**DATA KEND. RD. 4**

ANGKUTAN NATAL TH. 1988 / TAHUN BARU 1999

PELABUHAN PENYEBERANGAN KETAPANG – GILIMANUK

DARI TANGGAL 18 DESEMBER 1988 S/D 04 JANUARI 1999

HARI	TANGGAL	KEND. RD.4		JUMLAH
		NAIK	TURUN	
H - 7	18 DESEMBER 1998	1.547	1.620	3.167
H - 6	19 DESEMBER 1998	1.377	1.367	2.744
H - 5	20 DESEMBER 1998	1.460	1.120	2.580
H - 4	21 DESEMBER 1998	1.300	1.225	2.525
H - 3	22 DESEMBER 1998	1.580	1.413	2.993
H - 2	23 DESEMBER 1998	1.576	1.448	3.024
H - 1	24 DESEMBER 1998	1.702	1.533	3.235
<b>H</b>	25 DESEMBER 1998	1.757	1.348	3.105
H + 1	26 DESEMBER 1998	1.582	1.225	2.807
H + 2	27 DESEMBER 1998	1.848	1.658	3.506
H + 3	28 DESEMBER 1998	1.621	1.448	3.069
H + 4	29 DESEMBER 1998	1.889	1.498	3.387
H + 5	30 DESEMBER 1998	1.726	1.698	3.424
H + 6	31 DESEMBER 1998	1.626	1.497	3.123
H + 7	01 JANUARI 1999	1.114	1.706	2.820
H + 8	02 JANUARI 1999	985.000	2.021	3.006
H + 9	03 JANUARI 1999	1.132	2.116	3.248
H + 10	04 JANUARI 1999	1.084	1.249	2.333
JUMLAH		26.906	27.190	54.096

**LOAD FAKTOR**  
**PENUMPANG NATAL 1999/TAHUN BARU 2000**  
**DARI KETAPANG**

A. Kapasitas angkut Pnp/hari : 32.004 orang

1. Angkutan Normal rata-rata perhari '98/'99 = 6.915 orang

Angkutan Normal rata-rata perhari '99/2000 = 8.237 orang

$$\text{Load Faktor} = \frac{6.915}{32.004} \times 100 \% = 21.61 \% ('98/'99)$$

$$\text{Load Faktor} = \frac{8.237}{32.004} \times 100 \% = 25.74 \% ('99/00)$$

2. Angk. Terpadat pada Natal '98/Th. Baru '99 = 8.831 orang

Angk. Terpadat pada Natal '99/Th. Baru 2000 = 12.850 orang

$$\text{Load Faktor} = \frac{8.831}{32.004} \times 100 \% = 27.59 \%$$

$$\text{Load Faktor} = \frac{12.850}{32.004} \times 100 \% = 40.15 \%$$

3. Estimasi angkutan terpadat pada Natal 2000 (diperkirakan)

Terjadi kenaikan 10 % dari tahun 99/00 = 14.135 orang

$$\text{Load Faktor} = \frac{14.135}{32.004} \times 100 \% = 44.17 \%$$

Kesimpulan :

Kapasitas angkut yang tersedia masih memadai dari kebutuhan yang direncanakan.

**LOAD FAKTOR**  
PENUMPANG NATAL 1999/TAHUN BARU 2000  
DARI GILIMANUK

A. Kapasitas angkut Pnp/hari : 32.004 orang

1. Angkutan Normal rata-rata perhari '98/'99 = 7.378 orang

Angkutan Normal rata-rata perhari '99/2000 = 8.813 orang

$$\text{Load Faktor} = \frac{7.378}{32.004} \times 100 \% = 23.05 \% ('98/'99)$$

$$\text{Load Faktor} = \frac{8.813}{32.004} \times 100 \% = 27.54 \% ('99/00)$$

2. Angk. Terpadat pada Natal '98/Th. Baru '99 = 12.058 orang

Angk. Terpadat pada Natal '99/Th. Baru 2000 = 26.279 orang

$$\text{Load Faktor} = \frac{12.058}{32.004} \times 100 \% = 37.68 \%$$

$$\text{Load Faktor} = \frac{26.279}{32.004} \times 100 \% = 82.11 \%$$

3. Estimasi angkutan terpadat pada Natal 2000 (diperkirakan)

Terjadi kenaikan 10 % dari tahun 99/00 = 28.907 orang

$$\text{Load Faktor} = \frac{28.907}{32.004} \times 100 \% = 90.32 \%$$

Kesimpulan :

Kapasitas angkut yang tersedia masih memadai dari kebutuhan yang direncanakan.

**LOAD FAKTOR**  
**RODA 4 NATAL 1999/TAHUN BARU 2000**  
**DARI KETAPANG**

A. Kapasitas angkut roda 4 : 3.303 unit

1. Angkutan Normal rata-rata perhari '98/'99 = 1.565 unit

Angkutan Normal rata-rata perhari '99/2000 = 1600 unit

$$\text{Load Faktor} = \frac{1.565}{3.303} \times 100 \% = 47.38 \% ('98/'99)$$

$$\text{Load Faktor} = \frac{1600}{3.303} \times 100 \% = 48.44 \% ('99/00)$$

2. Angk. Terpadat pada Natal '98/Th. Baru '99 = 1.889 unit

Angk. Terpadat pada Natal '99/Th. Baru 2000 = 2.607 unit

$$\text{Load Faktor} = \frac{1.889}{3.303} \times 100 \% = 57.19 \%$$

$$\text{Load Faktor} = \frac{2.607}{3.303} \times 100 \% = 78.93 \%$$

3. Estimasi angkutan terpadat pada Natal 2000 (diperkirakan)

Terjadi kenaikan 10 % dari tahun 99/00 = 2.868 unit

$$\text{Load Faktor} = \frac{2.868}{3.303} \times 100 \% = 86.83 \%$$

Kesimpulan :

Kapasitas angkut yang tersedia masih memadai dari kebutuhan yang direncanakan.



**LOAD FAKTOR**  
**RODA 4 NATAL 1999/TAHUN BARU 2000**  
**DARI GILIMANUK**

A. Kapasitas angkut roda 4 : 3.303 unit

1. Angkutan Normal rata-rata perhari '98/'99 = 1.510 unit

Angkutan Normal rata-rata perhari '99/2000 = 1565 unit

$$\text{Load Faktor} = \frac{1.510}{3.303} \times 100 \% = 45.72 \% ('98/'99)$$

$$\text{Load Faktor} = \frac{1565}{3.303} \times 100 \% = 47.38 \% ('99/00)$$

2. Angk. Terpadat pada Natal '98/Th. Baru '99 = 2.116 unit

Angk. Terpadat pada Natal '99/Th. Baru 2000 = 2.991 unit

$$\text{Load Faktor} = \frac{2.116}{3.303} \times 100 \% = 64.06 \%$$

$$\text{Load Faktor} = \frac{2.991}{3.303} \times 100 \% = 90.55 \%$$

3. Estimasi angkutan terpadat pada Natal 2000 (diperkirakan)

Terjadi kenaikan 10 % dari tahun 99/00 = 3.290 unit

$$\text{Load Faktor} = \frac{3.290}{3.303} \times 100 \% = 99.61 \%$$

Kesimpulan :

Kapasitas angkut yang tersedia masih memadai dari kebutuhan yang direncanakan.

**DATA TRIP**  
**ANGKUTAN LEBARAN 1999**  
**PELABUHAN PENYEBERANGAN KETAPANG – GILIMANUK**

HARI	TANGGAL	TRIP DARRI		JUMLAH
		KETAPANG	GILIMANUK	
H - 7	12 JANUARI 1999	99	107	206
H - 6	13 JANUARI 1999	104	98	202
H - 5	14 JANUARI 1999	106	111	217
H - 4	15 JANUARI 1999	112	110	222
H - 3	16 JANUARI 1999	114	110	224
H - 2	17 JANUARI 1999	119	115	234
H - 1	18 JANUARI 1999	98	96	194
H	19 JANUARI 1999	81	80	161
H	20 JANUARI 1999	84	87	171
H + 1	21 JANUARI 1999	86	78	164
H + 2	22 JANUARI 1999	88	82	170
H + 3	23 JANUARI 1999	106	105	211
H + 4	24 JANUARI 1999	106	108	214
H + 5	25 JANUARI 1999	100	93	193
H + 6	26 JANUARI 1999	104	104	208
H + 7	27 JANUARI 1999	107	105	212
JUMLAH		1.614	1.589	3.203

**DATA KEND. RD. 2**  
**ANGKUTAN LEBARAN 1999**  
**PELABUHAN PENYEBERANGAN KETAPANG – GILIMANUK**

HARI	TANGGAL	KEND. RD. 2		JUMLAH
		NAIK	TURUN	
H - 7	12 JANUARI 1999	4.198	9.040	13.238
H - 6	13 JANUARI 1999	4.355	11.021	15.376
H - 5	14 JANUARI 1999	5.101	14.585	19.686
H - 4	15 JANUARI 1999	5.714	16.083	21.797
H - 3	16 JANUARI 1999	9.594	23.924	33.518
H - 2	17 JANUARI 1999	14.462	26.565	41.027
H - 1	18 JANUARI 1999	11.997	14.663	26.660
H	19 JANUARI 1999	10.156	8.002	18.158
H	20 JANUARI 1999	11.959	10.045	22.004
H + 1	21 JANUARI 1999	16.486	10.643	27.129
H + 2	22 JANUARI 1999	15.454	12.142	27.596
H + 3	23 JANUARI 1999	18.260	17.162	35.422
H + 4	24 JANUARI 1999	21.201	14.933	36.134
H + 5	25 JANUARI 1999	18.112	10.847	28.959
H + 6	26 JANUARI 1999	14.410	8.336	22.746
H + 7	27 JANUARI 1999	16.283	8.646	24.929
JUMLAH		197.742	216.637	414.379



**DATA KEND. RD. 4**  
**ANGKUTAN LEBARAN 1999**  
**PELABUHAN PENYEBERANGAN KETAPANG – GILIMANUK**

HARI	TANGGAL	KEND. RD. 4		JUMLAH
		NAIK	TURUN	
H - 7	12 JANUARI 1999	1.498	1.648	3.146
H - 6	13 JANUARI 1999	1.560	1.519	3.079
H - 5	14 JANUARI 1999	1.525	2.077	3.602
H - 4	15 JANUARI 1999	1.733	2.141	3.874
H - 3	16 JANUARI 1999	2.328	2.596	4.924
H - 2	17 JANUARI 1999	2.911	2.928	5.839
H - 1	18 JANUARI 1999	2.153	1.509	3.662
H	19 JANUARI 1999	1.667	975	2.642
H	20 JANUARI 1999	1.685	1.364	3.049
H + 1	21 JANUARI 1999	1.778	1.534	3.312
H + 2	22 JANUARI 1999	1.693	1.932	3.625
H + 3	23 JANUARI 1999	1.941	2.934	4.875
H + 4	24 JANUARI 1999	2.060	2.471	4.531
H + 5	25 JANUARI 1999	1.749	1.609	3.358
H + 6	26 JANUARI 1999	1.820	1.424	3.244
H + 7	27 JANUARI 1999	1.903	1.641	3.544
JUMLAH		30.004	30.302	60.306

## LOAD FAKTOR PENUMPANG LEBARAN TAHUN 1999 DARI KETAPANG

A. Kapasitas angkut Pnp/hari : 32.004 orang

1. Angkutan Normal rata-rata perhari '98/'99 = 6.915 orang

Angkutan Normal rata-rata perhari '99/2000 = 8.237 orang

$$\text{Load Faktor} = \frac{6.915}{32.004} \times 100 \% = 21.61 \% ('98/'99)$$

$$\text{Load Faktor} = \frac{8.237}{32.004} \times 100 \% = 25.74 \% ('99/00)$$

2. Angk. Terpadat pada Lebaran '99 = 21.201 orang

Angk. Terpadat pada Lebaran 2000 = 21.847 orang

$$\text{Load Faktor} = \frac{21.201}{32.004} \times 100 \% = 66.25 \%$$

$$\text{Load Faktor} = \frac{21.847}{32.004} \times 100 \% = 68.26 \%$$

3. Estimasi angkutan terpadat pada Lebaran 2000 (diperkirakan)

Terjadi kenaikan 10 % dari tahun 99/00 = 24.032 orang

$$\text{Load Faktor} = \frac{24.032}{32.004} \times 100 \% = 75.09 \%$$

Kesimpulan :

Kapasitas angkut yang tersedia masih memadai dari kebutuhan yang direncanakan.

**LOAD FAKTOR  
ANGK. RD.4 LEBARAN TAHUN 1999  
DARI KETAPANG**

A. Kapasitas angkut roda 4 : 3.303 unit

1. Angkutan Normal rata-rata perhari '98/'99 = 1.565 unit

Angkutan Normal rata-rata perhari '99/2000 = 1600 unit

$$\text{Load Faktor} = \frac{1.565}{3.303} \times 100 \% = 47.38 \% ('98/'99)$$

$$\text{Load Faktor} = \frac{1600}{3.303} \times 100 \% = 48.44 \% ('99/00)$$

2. Angk. Terpadat pada Natal '98/Th. Baru '99 = 2.911 unit

Angk. Terpadat pada Natal '99/Th. Baru 2000 = 2.947 unit

$$\text{Load Faktor} = \frac{1.889}{3.303} \times 100 \% = 57.19 \%$$

$$\text{Load Faktor} = \frac{2.607}{3.303} \times 100 \% = 78.93 \%$$

3. Estimasi angkutan terpadat pada Lebaran 2000 (diperkirakan)

Terjadi kenaikan 10 % dari tahun 99/00 = 2.868 unit

$$\text{Load Faktor} = \frac{2.868}{3.303} \times 100 \% = 86.83 \%$$

Kesimpulan :

Kapasitas angkut yang tersedia masih memadai dari kebutuhan yang direncanakan.

**LOAD FAKTOR  
ANGK. RD. 4 LEBARAN TAHUN 1999  
DARI GILIMANUK**

A. Kapasitas angkut roda 4 : 3.303 unit

1. Angkutan Normal rata-rata perhari '98/'99 = 1.510 unit

Angkutan Normal rata-rata perhari '99/2000 = 1565 unit

$$\text{Load Faktor} = \frac{1.510}{3.303} \times 100 \% = 45.72 \% ('98/'99)$$

$$\text{Load Faktor} = \frac{1565}{3.303} \times 100 \% = 47.38 \% ('99/00)$$

4. Angk. Terpadat pada Natal '98/Th. Baru '99 = 2.116 unit

Angk. Terpadat pada Natal '99/Th. Baru 2000 = 2.991 unit

$$\text{Load Faktor} = \frac{2.116}{3.303} \times 100 \% = 64.06 \%$$

$$\text{Load Faktor} = \frac{2.991}{3.303} \times 100 \% = 90.55 \%$$

5. Estimasi angkutan terpadat pada Lebaran 2000 (diperkirakan)

Terjadi kenaikan 10 % dari tahun 99/00 = 3.290 unit

$$\text{Load Faktor} = \frac{3.290}{3.303} \times 100 \% = 99.61 \%$$

Kesimpulan :

Kapasitas angkut yang tersedia masih memadai dari kebutuhan yang direncanakan.



**LOAD FAKTOR  
PENUMPANG LEBARAN TAHUN 1999  
DARI GILIMANUK**

A. Kapasitas angkut Pnp/hari : 32.004 orang

1. Angkutan Normal rata-rata perhari '98/'99 = 7.378 orang

Angkutan Normal rata-rata perhari '99/2000 = 8.813 orang

$$\text{Load Faktor} = \frac{7.378}{32.004} \times 100 \% = 23.05 \% ('98/'99)$$

$$\text{Load Faktor} = \frac{8.813}{32.004} \times 100 \% = 27.54 \% ('99/00)$$

2. Angk. Terpadat pada Lebaran '99 = 21.201 orang

Angk. Terpadat pada Lebaran 2000 = 21.847 orang

$$\text{Load Faktor} = \frac{21.201}{32.004} \times 100 \% = 66.25 \%$$

$$\text{Load Faktor} = \frac{21.847}{32.004} \times 100 \% = 68.26 \%$$

3. Estimasi angkutan terpadat pada Lebaran 2000 (diperkirakan)

Terjadi kenaikan 10 % dari tahun 99/00 = 24.032 orang

$$\text{Load Faktor} = \frac{24.032}{32.004} \times 100 \% = 75.09 \%$$

Kesimpulan :

Kapasitas angkut yang tersedia masih memadai dari kebutuhan yang direncanakan.

## **B. Analisa Angkutan Harian**

Analisa angkutan harian ini meliputi pembagian waktu kesibukan penyebrangan dan pengamatan hari dari senin sampai minggu, hal ini dilakukan untuk lebih memahami distribusi beban yang lebih spesifik.

Pembagian waktu dilakukan untuk lebih dapat mencari pendekatan penyimpulan kepadatan dan utilitas dermaga, dimana pembagian waktu sbb:

- Pukul 04:00 – 07:00 WIB. Dimana pagi hari terjadi kesibukan pemberangkatan suatu aktivitas, misalnya: Pegawai berangkat ke kantor, anak sekolah berangkat ke sekolah, pedagang mulai melakukan aktivitas perdagangan, wisatawan menuju lokasi pariwisata, dll.
- Pukul 13:00 – 15:00 WIB. Dimana pada siang hari terjadi kesibukan kembali dari suatu aktivitas harian, misalnya: Pegawai pulang ke kantor, anak pulang dari sekolah, wisatawan menuju lokasi pariwisata, dll.
- Pukul 16:00 – 18:00 WIB. Dimana pada sore hari terjadi kesibukan kembali dari suatu aktivitas harian dan penyebrangan angkutan perdagangan dan pariwisata.
- Pukul 21:00 – 01.00 WIB. Dimana terjadi kesibukan angkutan perdagangan dan pariwisata.

Untuk aktivitas hari, hari tersibuk pada hari selasa malam dimana pada hari senin banyak kapal-kapal LCM yang berhenti operasi sehingga kepadatan tercurah pada hari selasa malam. Pada malam hari banyak terjadi penyebrangan angkutan perdagangan yaitu kendaraan yang membawa muatan untuk diperjual belikan di daerah yang akan dituju. Pada hari sabtu dan minggu arus penumpang juga cukup banyak, hal ini diperkirakan dikarena banyak aktivitas sabtu dan minggu yang libur sehingga orang-orang cenderung keluar untuk menyelesaikan aktivitas diluar aktivitas pekerjaannya. Pembagian hari sbb :

- Hari Sabtu – Minggu
- Hari Senin – Selasa
- Hari Rabu – Jum'at

Untuk aktivitas dapat dilihat pada lampiran Data kegiatan kapal-kapal jalur penyebrangan Ketapang-Gilimanuk.

**BAB V**  
**KESIMPULAN**



## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

Dalam simulasi antrian jalur penyeberangan ketapang gilimanuk dapat disimpulkan sbb :

- untuk faktor kepadatan hari biasa load faktor berkisar antara 23 % - 47 % hal ini menunjukkan bahwa untuk hari-hari biasa kepadatan muatan masih dalam keadaan normal dan masih bisa mencukupi kebutuhan akan penyeberangan.
- Untuk faktor kepadatan hari terpadat load faktor berkisar antara 60% - 90 % hal ini menunjukkan bahwa untuk hari – hari terpadat, kepadatan muatan mendekati ambang batas maximum yaitu mendekati angka 100% (over load) dan hal ini masih bisa mencukupi kebutuhan akan penyeberangan.
- Untuk faktor kepadatan perkiraan untuk tahun mendatang dimana kenaikan ditambah 10% untuk hari terpadat, load faktor berkisar antara 75% - 99 % hal ini menunjukkan bahwa untuk hari-hari terpadat, kepadataan muatan hampir mendekati ambang batas maximum yaitu mendekati angka 100% (over load) dan hal ini masih bisa mencukupi kebuttuhan akan penyeberangan.

Dalam management penyebrangan hal-hal yang menyebabkan sibuk adalah pelayanan dermaga sehingga perlu diatur lama waktu pelayanan sehingga distribusi antrian berjalan dengan lancar, tetapi setelah dilakukan penghitungan waktu tunggu, waktu pelayanan dan waktu antri kapal didapat sesuatu hal yang sulit diprediksi secara menyeluruh, secara umum dapat disimpulkan untuk kepadatan harian, waktu pelayanan akan cepat bila kepadatan bertambah sehingga sirkulasi antrian akan bergerak cepat bila kepadatan bertambah, hal ini dikarenakan waktu bongkar muat tidak menunggu muatan yang baru datang.

- Pada waktu pagi hari jam 04:00 – 06:00 WIB utilitas dermaga berkisar antara 0,95 ini masih bisa dikatakan dermaga mendekati sibuk ( dibawah 1 ). Hal ini karena dimulainya aktivitas sehari-hari.
- Pada waktu siang hari jam 11:00 – 14:00 WIB utilitas dermaga berkisar antara 0,99 – 1 ini sudah dapat dikatakan dermaga sibuk karena aktivitas yang sedang terjadi.
- Pada waktu sore hari jam 16:00 – 18:00 WIB utilitas dermaga berkisar antara 0,98 – 1 ini bisa dikatakan dermaga sibuk karena aktivitas yang akan berakhir.
- Pada waktu malam hari jam 21:00 – 01:00 WIB utilitas dermaga berkisar antara 0,84 – 0,85 ini sudah dapat dikatakan dermaga mendekati sibuk sehingga arus pulang dan arus perdagangan sering terjadi dalam waktu ini puncak arus perdagangan sering terjadi dalam kisaran jam 01:00 WIB .

- Untuk hari-hari tersibuk pada hari Selasa malam hal ini dikarenakan pada hari Senin banyak kapal yang istirahat terutama kapal LCM. Kemudian disusul hari Sabtu dan Minggu. Untuk hari-hari biasa arus berjalan normal kecuali kalau ada hari-hari besar.



**BAB VI**  
**DAFTAR PUSTAKA**



## **BAB VI**

### **DAFTAR PUSTAKA**

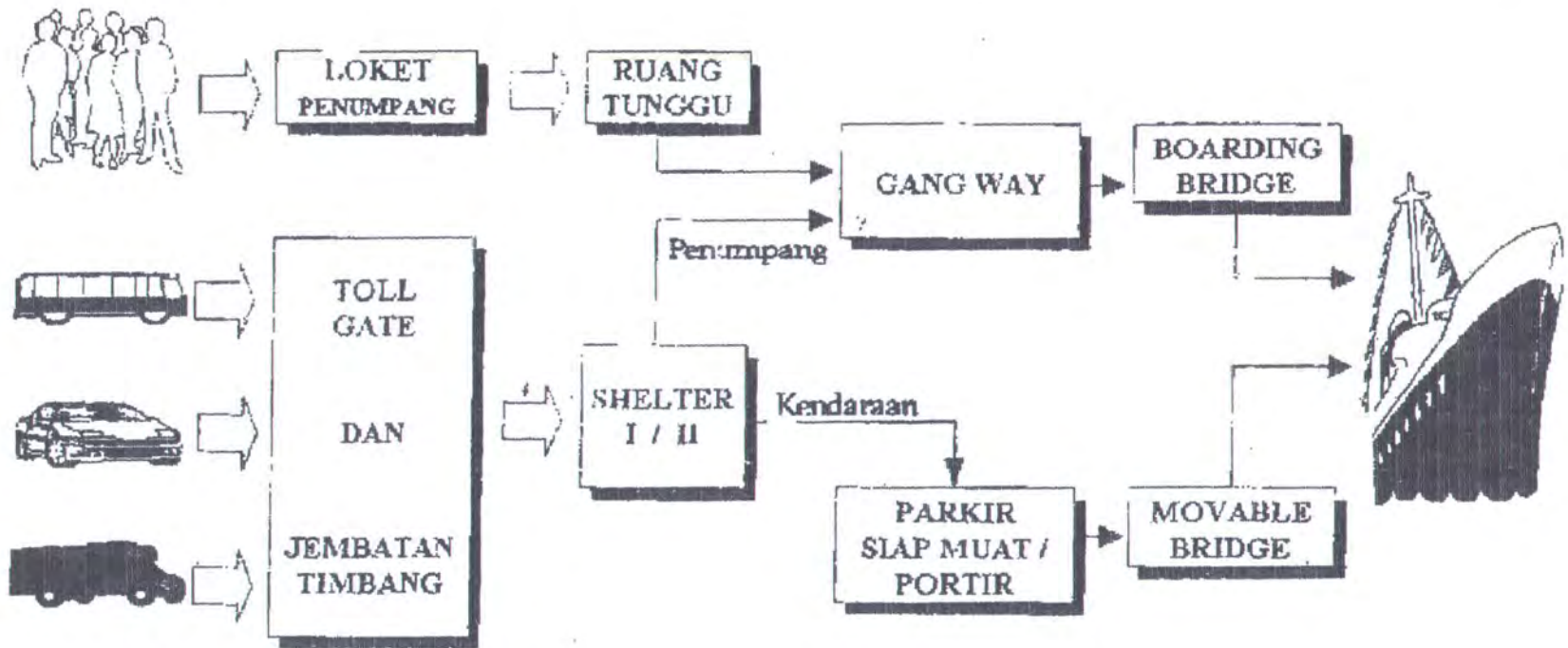
1. Conover, W. J, 1971, Practical Non Parametric Statistik, John Wiley and Son, Inc
2. Law, Averiiil M, W David Kelton, 1982, Simulation Modeling and Analysis  
Mc Graw Hill Book Co, New York
3. Taha, Hamdy A, 1982, Operations Research An Introduction, 3th Edition,  
Mac Millan Publishing Co, New York



**LAMPIRAN**

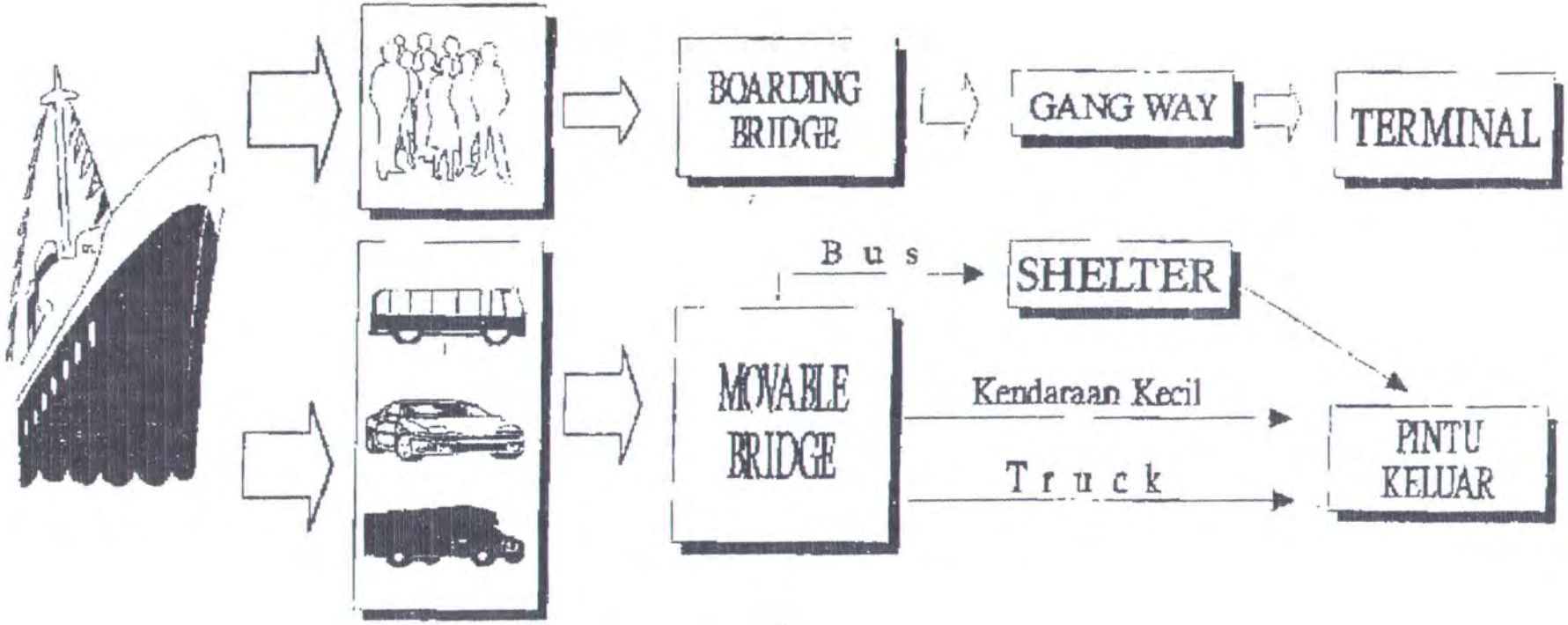
# POLA LALU LINTAS

## ANGKUTAN PENUMPANG DAN KENDARAAN NAIK KE KAPAL DI PELABUHAN PENYEBERANGAN KETAPANG DAN GILIMANUK



# POLA LALU LINTAS

ANGKUTAN PENUMPANG DAN KENDARAAN TURUN DARI KAPAL  
DI PELABUHAN PENYEBERANGAN KETAPANG DAN GILIMANUK



**DATA KEGIATAN KAPAL-KAPAL DI PELABUAHAN KETAPANG - GILIMANUK  
DERMAGA III - DERMAGA I - DERMAGA II (NOPEMBER TH. 2000)**

No	DERMAGA III					
	rede			lm.red	akd	pel
hari/tgl/bln/th : Minggu/5/November/2000						
1	04:30			15	38	41
2				13	40	37
3	05:43			16	26	42
4	11:30			24	22	38
5				18	32	26
6				15	40	32
7				27	35	28
8				24	22	35
9				17	35	29
10				21	25	28
11	15:02			15	31	38
12						
13	16:20			23	25	24
14				25	32	27
15				26	22	32
16				18	24	26
17				17	31	32
18				28	26	28
19				12	24	27
20				22	17	27
21				17	16	39
22				15	25	28
23				25	32	32
24				10	25	30
25				23	24	37
26	1:02			15	15	30

DERMAGA I					
rede			lm.rede	akd	pel
hari/tgl/bln/th : Minggu/5/November/2000					
05:02			12	30	40
			15	29	38
06:05			22	35	35
11:20			15	32	37
			18	25	33
			23	32	32
			18	40	34
			24	23	35
			15	26	29
			23	33	28
			20	25	38
14:37			17	45	37
16:20			15	27	32
			14	33	30
			11	22	37
			20	29	30
			23	29	31
			22	30	27
			16	42	39
			18	15	28
			25	20	32
			10	23	27
			23	24	32
			15	30	31
			12	18	27
24:58			10	29	28

DERMAGA II					
rede			lm.red	akd	pel
hari/tgl/bln/th : Minggu/5/November/2000					
05:45			12	28	43
			13	35	39
06:40			15	42	41
11:15			24	25	28
			23	26	32
			16	30	36
			14	30	32
			22	32	42
			21	33	32
			15	30	35
14:52			14	37	36
16:17			9	35	26
			7	32	29
			4	29	27
			8	26	30
			10	28	35
			20	33	26
			12	23	28
			10	22	27
			8	34	32
			11	25	38
			14	22	32
			15	15	29
			17	8	25
1:05			13	15	27

**DATA KEGIATAN KAPAL-KAPAL DI PELABUAHAN KETAPANG - GILIMANUK  
DERMAGA III - DERMAGA I - DERMAGA II (NOPEMBER TH. 2000)**

No	DERMAGA III				
	rede		lm.red	akd	pel
hari/tgl/bln/th : Selasa/7/November/2000					
1	04:32		18	35	42
2			20	38	39
3	05:43		22	35	35
4	11:30		15	33	30
5			17	42	32
6			11	29	38
7			14	30	26
8			22	35	32
9			25	30	28
10			20	38	38
11	15:10		15	25	27
12					
13	16:25		13	36	26
14			15	23	27
15			16	30	24
16			15	28	23
17			22	27	29
18			23	34	31
19			9	23	27
20			14	32	32
21			20	24	31
22			22	17	27
23			11	14	28
24			14	12	32
25			15	23	29
26	1:13		14	22	32

DERMAGA I					
rede			lm.rede	akd	pel
hari/tgl/bln/th : Selasa/7/November/2000					
05:14			13	35	43
			14	30	29
06:25			20	36	36
11:23			18	35	36
			12	27	32
			15	32	32
			23	40	34
			24	23	35
			27	26	29
			15	33	28
			22	25	38
14:37			21	45	37
16:25			17	26	37
			14	33	30
			11	22	28
			20	23	24
			23	28	27
			22	30	32
			25	32	26
			26	40	32
			18	16	28
			17	25	27
			28	32	35
			12	25	33
			22	24	27
24:49			17	15	29

DERMAGA II					
rede			lm.red	akd	pel
hari/tgl/bln/th : Selasa/7/November/2000					
05:25			16	38	44
			15	32	38
06:35			17	45	42
11:20			25	30	38
			23	26	32
			16	30	36
			14	30	32
			22	32	42
			21	33	32
			15	30	35
14:54			14	37	36
16:20			10	37	27
			7	32	29
			4	29	27
			8	26	30
			10	28	35
			20	33	26
			12	23	28
			10	22	27
			8	34	32
			11	25	38
			14	22	32
			15	15	29
			17	8	25
24:58			13	15	27

**DATA KEGIATAN KAPAL-KAPAL DI PELABUAHAN KETAPANG - GILIMANUK  
DERMAGA III - DERMAGA I - DERMAGA II (NOPEMBER TH. 2000)**

No	DERMAGA III					
	rede			lm.red	akd	pel
hari/tgl/bln/th :Senin/6/November/2000						
1	04:59			17	37	43
2				22	40	38
3	05:43			23	42	43
4	11:35			16	25	33
5				18	31	34
6				12	35	38
7				15	42	26
8				23	24	32
9				24	30	28
10				22	34	38
11	15:03			17	27	27
12						
13	16:30			10	36	26
14				13	25	29
15				17	32	25
16				14	27	22
17				20	29	30
18				22	32	32
19				11	24	39
20				14	17	28
21				15	14	32
22				14	12	30
23				13	23	37
24				16	22	30
25				17	18	31
26	1:25			13	16	27

DERMAGA I						
rede			lm.rede	akd	pel	
hari/tgl/bln/th : Senin/6/November/2000						
05:15			13	34	42	
			14	32	39	
06:15			24	36	35	
11:30			16	30	36	
			17	27	35	
			22	33	33	
			16	42	37	
			27	29	36	
			15	30	27	
			22	35	28	
			21	30	39	
14:25			18	44	36	
17:02			16	29	34	
			15	34	29	
			13	23	37	
			23	28	28	
			25	30	30	
			26	32	35	
			18	40	27	
			17	16	31	
			28	25	27	
			12	32	28	
			22	25	32	
			17	24	29	
			13	15	28	
01:58			13	21	29	

DERMAGA II						
rede			lm.red	akd	pel	
hari/tgl/bln/th :Senin/6/November/2000						
05:25			28	30	44	
			15	36	41	
06:30			17	44	42	
11:27			26	27	27	
			24	26	33	
			18	29	37	
			15	30	36	
			27	35	38	
			24	25	26	
			17	31	32	
14:53			20	35	28	
16:20			25	30	25	
			20	32	22	
			17	40	30	
			15	16	32	
			11	25	39	
			20	32	28	
			12	22	32	
			25	24	27	
			20	31	32	
			19	26	31	
			17	24	27	
			16	17	28	
			12	10	32	
1:15			9	13	29	

Variable: PABPEL.paqiplyn

```

-----
Sample size      100
Average          40.48
Median           41
Mode             42
Geometric mean   40.33
Variance         12.2521
Standard deviation 3.5003
Standard error   0.35003
Minimum          34
Maximum          48
Range            14
Lower quartile   38
Upper quartile   43
Interquartile range 5
Skewness         0.0865885
Standardized skewness 0.353496
Kurtosis         -0.798865
Standardized kurtosis -1.63068
Coeff. of variation 8.64699

```

## Distribution Fitting

Data vector: PABPEL.paqiplyn

Distributions available:

(1) Bernoulli	(7) Beta	(13) Lognormal
(2) Binomial	(8) Chi-square	(14) Normal
(3) Discrete uniform	(9) Erlang	(15) Student's t
(4) Geometric	(10) Exponential	(16) Triangular
(5) Negative binomial	(11) F	(17) Uniform
(6) Poisson	(12) Gamma	(18) Weibull

Distribution number: 12

Shape (alpha): 134.868

Scale (beta): 3.33173

```

+-----+
| Histogram |
| Chi-square test |
| K-S test |
| Tail areas |
| Critical values |
+-----+

```

Estimated KOLMOGOROV statistic DPLUS = 0.0873062

Estimated KOLMOGOROV statistic DMINUS = 0.117022

Estimated overall statistic DN = 0.117022

Approximate significance level = 0.129259



## Distribution Fitting

-----  
 Data vector: PAGIPEL.pagi1lyn

Distributions available:

(1) Bernoulli	(7) Beta	(13) Lognormal
(2) Binomial	(8) Chi-square	(14) Normal
(3) Discrete uniform	(9) Erlang	(15) Student's t
(4) Geometric	(10) Exponential	(16) Triangular
(5) Negative binomial	(11) F	(17) Uniform
(6) Poisson	(12) Gamma	(18) Weibull

Distribution number: 18

Shape (alpha): 12.5551

Scale (beta): 42.0898

```

+-----+
| Histogram |
| Chi-square test |
| K-S test |
| Tail areas |
| Critical values |
+-----+

```

Estimated KOLMOGOROV statistic DPLUS = 0.0977431  
 Estimated KOLMOGOROV statistic DMINUS = 0.0839667  
 Estimated overall statistic DN = 0.0977431  
 Approximate significance level = 0.294982

Variable: PAGAIAKD.paqi

```

-----
Sample size      100
Average         38.61
Median          39
Mode            42
Geometric mean  38.3197
Variance        21.4928
Standard deviation 4.63604
Standard error  0.463604
Minimum         26
Maximum         47
Range           21
Lower quartile  35
Upper quartile  42
Interquartile range 7
Skewness        -0.460272
Standardized skewness -1.87905
Kurtosis         -0.391834
Standardized kurtosis -0.799827
Coeff. of variation 12.0073

```

## Distribution Fitting

Data vector: PAGAIAKD.paqi

Distributions available:

```

(1) Bernoulli      (7) Beta          (13) Lognormal
(2) Binomial       (8) Chi-square   (14) Normal
(3) Discrete uniform (9) Erlang       (15) Student's t
(4) Geometric      (10) Exponential (16) Triangular
(5) Negative binomial (11) F           (17) Uniform
(6) Poisson        (12) Gamma       (18) Weibull

```

Distribution number: 12

Shape (alpha): 66.4323

Scale (beta): 1.7206

```

+-----+
| Histogram |
| Chi-square test |
| K-S test  |
| Tail areas |
| Critical values |
+-----+

```

Estimated KOLMOGOROV statistic DPLUS = 0.0731923

Estimated KOLMOGOROV statistic DMINUS = 0.129234

Estimated overall statistic DN = 0.129234

Approximate significance level = 0.0708495

## Distribution Fitting

-----  
 Data vector: PAKIARD.paki

Distributions available:

(1) Bernoulli	(7) Beta	(13) Lognormal
(2) Binomial	(8) Chi-square	(14) Normal
(3) Discrete uniform	(9) Erlang	(15) Student's t
(4) Geometric	(10) Exponential	(16) Triangular
(5) Negative binomial	(11) F	(17) Uniform
(6) Poisson	(12) Gamma	(18) Weibull

Distribution number: 18

Shape (alpha): 10.1081

Scale (beta): 40.601

```

+-----+
| Histogram |
| Chi-square test |
| K-S test |
| Tail areas |
| Critical values |
+-----+

```

Estimated KOLMOGOROV statistic DPLUS = 0.0892319

Estimated KOLMOGOROV statistic DMINUS = 0.115458

Estimated overall statistic DN = 0.115458

Approximate significance level = 0.138999

Variable: SIANGAKD.SIANG

```
-----
Sample size      100
Average          31.06
Median           30.5
Mode             30
Geometric mean   30.5932
Variance         30.0772
Standard deviation 5.48427
Standard error   0.548427
Minimum          22
Maximum          45
Range            23
Lower quartile   26
Upper quartile   35
Interquartile range 9
Skewness         0.501513
Standardized skewness 2.04742
Kurtosis         -0.110564
Standardized kurtosis -0.225687
Coeff. of variation 17.657
```

## Distribution Fitting

Data vector: SIANGAKD.SIANG

Distributions available:

(1) Bernoulli	(7) Beta	(13) Lognormal
(2) Binomial	(8) Chi-square	(14) Normal
(3) Discrete uniform	(9) Erlang	(15) Student's t
(4) Geometric	(10) Exponential	(16) Triangular
(5) Negative binomial	(11) F	(17) Uniform
(6) Poisson	(12) Gamma	(18) Weibull

Distribution number: 12

Shape (alpha): 33.1897

Scale (beta): 1.06857

```
-----+
| Histogram |
| Chi-square test |
| K-S test |
| Tail areas |
| Critical values |
|-----+
```

Estimated KOLMOGOROV statistic DPLUS = 0.0954228

Estimated KOLMOGOROV statistic DMINUS = 0.10401

Estimated overall statistic DN = 0.10401

Approximate significance level = 0.229473

## Distribution Fitting

-----  
 Data vector: SIANGAKD.SIANG

Distributions available:

(1) Bernoulli	(7) Beta	(13) Lognormal
(2) Binomial	(8) Chi-square	(14) Normal
(3) Discrete uniform	(9) Erlang	(15) Student's t
(4) Geometric	(10) Exponential	(16) Triangular
(5) Negative binomial	(11) F	(17) Uniform
(6) Poisson	(12) Gamma	(18) Weibull

Distribution number: 18

Shape (alpha): 5.87072

Scale (beta): 33.3922

```

+-----+
|
| Histogram
| Chi-square test
| K-S test
| Tail areas
| Critical values
|
+-----+

```

Estimated KOLMOGOROV statistic DPLUS = 0.123376  
 Estimated KOLMOGOROV statistic DMINUS = 0.087081  
 Estimated overall statistic DN = 0.123376  
 Approximate significance level = 0.0952467

Variable: SIANGPLY.siang

```

-----
Sample size      100
Average         34.01
Median          35
Mode            32
Geometric mean  33.7475
Variance        17.5454
Standard deviation  4.18872
Standard error   0.418872
Minimum         26
Maximum         43
Range           17
Lower quartile  32
Upper quartile  37
Interquartile range  5
Skewness        -0.172099
Standardized skewness -0.702592
Kurtosis         -0.6772
Standardized kurtosis -1.38233
Coeff. of variation  12.3161

```

## Distribution Fitting

Data vector: SIANGPLY.siang

Distributions available:

```

(1) Bernoulli      (7) Beta          (13) Lognormal
(2) Binomial       (8) Chi-square    (14) Normal
(3) Discrete uniform (9) Erlang        (15) Student's t
(4) Geometric      (10) Exponential (16) Triangular
(5) Negative binomial (11) F            (17) Uniform
(6) Poisson        (12) Gamma        (18) Weibull

```

Distribution number: 12

Shape (alpha): 64.7082

Scale (beta): 1.90262

```

+-----+
|      |
| Histogram |
| Chi-square test |
| K-S test |
| Tail areas |
| Critical values |
|      |
+-----+

```

Estimated KOLMOGOROV statistic DPLUS = 0.0896251

Estimated KOLMOGOROV statistic DMINUS = 0.127675

Estimated overall statistic DN = 0.127675

Approximate significance level = 0.0767569

## Distribution Fitting

-----  
 Data vector: SIANGPLY.siano

Distributions available:

(1) Bernoulli	(7) Beta	(13) Lognormal
(2) Binomial	(8) Chi-square	(14) Normal
(3) Discrete uniform	(9) Erlang	(15) Student's t
(4) Geometric	(10) Exponential	(16) Triangular
(5) Negative binomial	(11) F	(17) Uniform
(6) Poisson	(12) Gamma	(18) Weibull

Distribution number: 18

Shape (alpha): 9.28266

Scale (beta): 35.8366

```

+-----+
| Histogram |
| Chi-square test |
| K-S test |
| Tail areas |
| Critical values |
+-----+

```

Estimated KOLMOGOROV statistic DPLUS = 0.0950058

Estimated KOLMOGOROV statistic DMINUS = 0.0749942

Estimated overall statistic DN = 0.0950058

Approximate significance level = 0.327414

Variable: SOREAKDG.score

```

-----
Sample size      100
Average         29.02
Median          29
Mode            32
Geometric mean  28.5583
Variance        27.0097
Standard deviation  5.19709
Standard error   0.519709
Minimum         15
Maximum         42
Range           27
Lower quartile  25
Upper quartile  32
Interquartile range  7
Skewness        0.307336
Standardized skewness  1.25469
Kurtosis        -0.0806405
Standardized kurtosis -0.164607
Coeff. of variation  17.9086

```

## Distribution Fitting

Data vector: SOREAKDG.score

Distributions available:

```

(1) Bernoulli      (7) Beta          (13) Lognormal
(2) Binomial       (8) Chi-square    (14) Normal
(3) Discrete uniform (9) Erlang        (15) Student's t
(4) Geometric      (10) Exponential (16) Triangular
(5) Negative binomial (11) F            (17) Uniform
(6) Poisson        (12) Gamma        (18) Weibull

```

Distribution number: 12

Shape (alpha): 31.3459

Scale (beta): 1.08015

```

-----+-----
|
| Histogram
| Chi-square test
| K-S test
| Tail areas
| Critical values
|
|-----+-----

```

```

Estimated KOLMOGOROV statistic DPLUS = 0.0746584
Estimated KOLMOGOROV statistic DMINUS = 0.0808691
Estimated overall statistic DN = 0.0808691
Approximate significance level = 0.530069

```



-----  
Data vector: SDREAKDG.sore

Distributions available:

(1) Bernoulli	(7) Beta	(13) Lognormal
(2) Binomial	(8) Chi-square	(14) Normal
(3) Discrete uniform	(9) Erlang	(15) Student's t
(4) Geometric	(10) Exponential	(16) Triangular
(5) Negative binomial	(11) F	(17) Uniform
(6) Poisson	(12) Gamma	(18) Weibull

Distribution number: 18

Shape (alpha): 5.92141

Scale (beta): 31.2066

```
+-----+  
| Histogram |  
| Chi-square test |  
| K-S test |  
| Tail areas |  
| Critical values |  
+-----+
```

Estimated KOLMOGOROV statistic DPLUS = 0.0833972

Estimated KOLMOGOROV statistic DMINUS = 0.108543

Estimated overall statistic DN = 0.108543

Approximate significance level = 0.189372

Variable: SOREPLY.sore

```
-----
Sample size      100
Average          30.65
Median           30
Mode             27
Geometric mean   30.3015
Variance         22.1894
Standard deviation 4.71056
Standard error    0.471056
Minimum          22
Maximum          42
Range            20
Lower quartile   27
Upper quartile   34
Interquartile range 7
Skewness         0.497771
Standardized skewness 2.03214
Kurtosis         -0.371697
Standardized kurtosis -0.758724
Coeff. of variation 15.3689
```

## Distribution Fitting

Data vector: SOREPLY.sore

Distributions available:

(1) Bernoulli	(7) Beta	(13) Lognormal
(2) Binomial	(8) Chi-square	(14) Normal
(3) Discrete uniform	(9) Erlang	(15) Student's t
(4) Geometric	(10) Exponential	(16) Triangular
(5) Negative binomial	(11) F	(17) Uniform
(6) Poisson	(12) Gamma	(18) Weibull

Distribution number: 12

Shape (alpha): 43.8949

Scale (beta): 1.43213

```
+-----+
|
| Histogram
| Chi-square test
| K-S test
| Tail areas
| Critical values
|
+-----+
```

Estimated KOLMOGOROV statistic DPLUS = 0.0977648

Estimated KOLMOGOROV statistic DMINUS = 0.0662419

Estimated overall statistic DN = 0.0977648

Approximate significance level = 0.294734

## Distribution Fitting

-----  
 Data vector: SDREPLY.sore

Distributions available:

(1) Bernoulli	(7) Beta	(13) Lognormal
(2) Binomial	(8) Chi-square	(14) Normal
(3) Discrete uniform	(9) Erlang	(15) Student's t
(4) Geometric	(10) Exponential	(16) Triangular
(5) Negative binomial	(11) F	(17) Uniform
(6) Poisson	(12) Gamma	(18) Weibull

Distribution number: 18

Shape (alpha): 6.74735

Scale (beta): 32.7125

```

+-----+
|       |
| Histogram |
| Chi-square test |
| K-S test |
| Tail areas |
| Critical values |
|       |
+-----+
  
```

Estimated KOLMOGOROV statistic DPLUS = 0.152348

Estimated KOLMOGOROV statistic DMINUS = 0.101304

Estimated overall statistic DN = 0.152348

Approximate significance level = 0.0192773

## Distribution Fitting

-----  
 Data vector: MALAMAKD.malam

Distributions available:

(1) Bernoulli	(7) Beta	(13) Lognormal
(2) Binomial	(8) Chi-square	(14) Normal
(3) Discrete uniform	(9) Erlang	(15) Student's t
(4) Geometric	(10) Exponential	(16) Triangular
(5) Negative binomial	(11) F	(17) Uniform
(6) Poisson	(12) Gamma	(18) Weibull

Distribution number: 18

Shape (alpha): 3.61613

Scale (beta): 23.0673

```

+-----+
|
| Histogram
| Chi-square test
| K-S test
| Tail areas
| Critical values
|
+-----+

```

Estimated KOLMOGOROV statistic DPLUS = 0.122448

Estimated KOLMOGOROV statistic DMINUS = 0.149394

Estimated overall statistic DN = 0.149394

Approximate significance level = 0.214394

## Distribution Fitting

-----  
 Data vector: MALAMPLY.malam

Distributions available:

(1) Bernoulli	(7) Beta	(13) Lognormal
(2) Binomial	(8) Chi-square	(14) Normal
(3) Discrete uniform	(9) Erlang	(15) Student's t
(4) Geometric	(10) Exponential	(16) Triangular
(5) Negative binomial	(11) F	(17) Uniform
(6) Poisson	(12) Gamma	(18) Weibull

Distribution number: 18

Shape (alpha): 9.65417

Scale (beta): 30.143

```

+-----+
| Histogram |
| Chi-square test |
| K-S test |
| Tail areas |
| Critical values |
+-----+

```

Estimated KOLMOGOROV statistic DPLUS = 0.112214  
 Estimated KOLMOGOROV statistic DMINUS = 0.091525  
 Estimated overall statistic DN = 0.112214  
 Approximate significance level = 0.554794

## hasil sim

=====

no	rata-rata w.delayanan	rata-rata w.delay	rata-rata w.antri	rata-rata w.a.kedatangan	utilitas
1	54.93	4.79	58.70	26.50	0.95
2	54.93	4.79	58.70	26.50	0.95
3	54.93	4.79	58.70	26.50	0.95
4	54.93	4.79	58.70	26.50	0.95
5	54.93	4.79	58.70	26.50	0.95
6	54.93	4.79	58.70	26.50	0.95
7	54.93	4.79	58.70	26.50	0.95
8	54.93	4.79	58.70	26.50	0.95
9	55.16	9.01	59.95	27.08	0.94
10	55.16	9.01	59.95	27.08	0.94
11	55.16	9.01	59.95	27.08	0.94
12	55.16	9.01	59.95	27.08	0.94
13	55.16	9.01	59.95	27.08	0.94
14	55.16	9.01	59.95	27.08	0.94
15	55.16	9.01	59.95	27.08	0.94

periode sibuk (fb) =

hasil sim

=====

no	rata-rata w.pelayanan	rata-rata w.delay	rata-rata w.antri	rata-rata w.a.kedatangan	utilitas
1	49.61	50.84	95.02	23.11	1.00
2	49.61	50.84	95.02	23.11	1.00
3	49.61	50.84	95.02	23.11	1.00
4	49.04	55.01	94.17	23.03	1.00
5	49.04	55.01	94.17	23.03	1.00
6	49.04	55.01	94.17	23.03	1.00
7	49.04	55.01	94.17	23.03	1.00
8	49.04	55.01	94.17	23.03	1.00
9	49.04	55.01	94.17	23.03	1.00
10	49.05	52.52	93.53	22.56	0.99
11	49.05	52.52	93.53	22.56	0.99
12	49.05	52.52	93.53	22.56	0.99
13	49.05	52.52	93.53	22.56	0.99
14	49.05	52.52	93.53	22.56	0.99
15	49.05	52.52	93.53	22.56	0.99

periode sibuk (fb) =

hasil sim

=====

no	rata-rata w.pelayanan	rata-rata w.delay	rata-rata w.antri	rata-rata w.a.kedatangan	utilitas
1	64.35	36.86	91.04	29.83	0.99
2	64.35	36.86	91.04	29.83	0.99
3	60.49	23.71	85.27	27.81	0.99
4	60.49	23.71	85.27	27.81	0.99
5	60.49	23.71	85.27	27.81	0.99
6	60.49	23.71	85.27	27.81	0.99
7	62.81	25.08	89.02	28.80	1.00
8	62.81	25.08	89.02	28.80	1.00
9	62.81	25.08	89.02	28.80	1.00
10	62.81	25.08	89.02	28.80	1.00
11	64.85	29.19	91.12	29.67	0.99
12	64.85	29.19	91.12	29.67	0.99
13	64.85	29.19	91.12	29.67	0.99
14	64.85	29.19	91.12	29.67	0.99
15	62.18	38.34	87.32	28.46	0.98

periode sibuk (fb) =

# Tugas Akhir

PROG. SIM  
LINTASAN LCM

jumlah kapal ferry : 4 kapal  
jumlah dermaga : 2  
lama simulasi : 24 jam  
replikasi : 15

## hasil sim

=====

no	rata-rata w.pelayanan	rata-rata w.delay	rata-rata w.antri	rata-rata w.a.kedatangan	utilitas
1	40.71	15.08	45.82	22.94	0.85
2	40.71	15.08	45.82	22.94	0.85
3	40.71	15.08	45.82	22.94	0.85
4	40.71	15.08	45.82	22.94	0.85
5	40.71	15.08	45.82	22.94	0.85
6	40.71	15.08	45.82	22.94	0.85
7	39.56	20.66	44.82	22.16	0.84
8	39.56	20.66	44.82	22.16	0.84
9	39.56	20.66	44.82	22.16	0.84
10	39.56	20.66	44.82	22.16	0.84
11	39.56	20.66	44.82	22.16	0.84
12	39.56	20.66	44.82	22.16	0.84
13	41.00	0.00	46.99	22.64	0.85
14	41.00	0.00	46.99	22.64	0.85
15	41.00	0.00	46.99	22.64	0.85

periode sibuk (fb) =



```

program antrian;
uses crt;
var o,i,j,k,l,m,n,jalan,awal,replik,kapal,der,no,panantri,antri,waktu1,waktu,
    waktuantri,ayan,waktulayan,cost,wa_datang,antar,lama,min,minder,labuh,
    laut,tunggutotal,akhir,utilitas,intens,datangserver,pergiserver,
    waktutunggu,intensitas,fb,ekspetasi,layantotal,sitas : real;

    datang,pergi,layan,kosong,waktudatang,waktupergi,

    waktusibuk : array[1..10] of real;

    coba : char;

function Expo(mean:real) : real;
var u,c : real;
begin
    u:=random;
    c:=ln(abs(u));
    Expo:=-mean*c;
end;

function Gamma(alfa,beta:real) : real;
var selesai : boolean;
    a,b,u,p,y,q,teta,d,u1,u2,v,w,z : real;
begin
    if alfa<1 then
        begin
            b:=1+alfa/exp(1);
            repeat
                selesai:=false;
                u:=random;
                p:=b*u;
                if p>1 then
                    begin
                        y:=-ln((b-p)/alfa);
                        u:=random;
                        if exp((alfa-1)*ln(y)) >= u then
                            begin
                                gamma:=beta*y;
                                selesai:=true;
                            end
                    end
            repeat
        end
    end;
end;

```

```

        end
    else
        begin
            y:=exp(ln(p)/alfa);
            u:=random;
            if exp(-y) >= u then
                begin
                    gamma:=beta*y;
                    selesai:=true;
                end
            end
        until selesai;
    end
else
    if (alfa>0.99999999) and (alfa<1.0000001) then
        begin
            y:=Expo(1);
            gamma:=beta*y;
        end
    else
        begin
            a:=1/sqrt(2*alfa-1);
            b:=alfa-ln(4);
            q:=alfa+1/a;
            teta:=4.5;
            d:=1+ln(teta);
            repeat
                selesai:=false;
                u1:=random;
                u2:=random;
                v:=a*ln(u1/(1-u1));
                y:=alfa*exp(v);
                z:=sqr(u1)*u2;
                w:=b+q*v-y;
                if (w+d-teta*z >=0) then
                    begin
                        gamma:=beta*y;
                        selesai:=true;
                    end
                else
                    if w>ln(z) then
                        begin
                            gamma:=beta*y;
                            selesai:=true;
                        end
                    end
                until selesai;
            end
        end
    end
end

```

```

end;

function Weibull(alfa,beta : real) : real;
var u,z : real;
begin
  z:=Expo(beta);          {-ln(u);}
  weibull:=beta*exp(ln(z)/alfa); {beta*exp(ln(z)/alfa);}
end;

function layanan : real;
var al,be : real;
begin
  al:=32.5289;
  be:=0.655344;
  layanan:=gamma(al,be);
end;

function layar : real;
var fa,ta : real;
begin
  fa:=5.16967;
  ta:=1.95497;
  layar:=weibull(fa,ta);
end;

procedure inisialisasi(i,der:integer);
begin
  for i := 1 to 8 do
  begin
    datang[i]:=0;
    pergi[i]:=0;
  end;
  for i:=1 to der do
  begin
    layan[i]:=0;
    waktusibuk[i]:=0;
    waktudatang[i]:=0;
    waktupergi[i]:=0;
  end;
  panantri:=0;waktutunggu:=0;antri:=0;tunggutotal:=0;
  utilitas:=0;wa_datang:=0;antar:=0;awal:=0;min:=0;
  minder:=9999999;jalan:=0;kapal:=0;waktu1:=999999999;
  waktu:=999999999;no:=1;waktulayan:=0;
end;

procedure proses1(i,der,k,jalan:integer);
begin

```

```

for i:=1 to 8 do
begin
  if i<=der then
  begin
    labuh:=pergi[i];
    pergi[i]:=pergi[i]+layanan;
    ayan:=pergi[i]-labuh;
    waktusibuk[i]:=waktusibuk[i]+pergi[i]-labuh;
    datang[i]:=pergi[i]+layar;
    laut:=datang[i]-pergi[i];
    waktupergi[i]:=pergi[i];
  end;
  if (i>der) then
  begin
    for k:=1 to der do
    if waktupergi[k]<waktul then
    begin
      waktul:=waktupergi[k];
      pergiserver:=waktul;
      jalan:=k;
    end;
    waktul:=999999999;
    labuh:=pergiserver;
    pergi[i]:=pergiserver+layanan;
    waktusibuk[jalan]:=waktusibuk[jalan]+pergi[i]-labuh;
    datang[i]:=pergi[i]+layar;
    laut:=datang[i]-pergi[i];
    waktupergi[jalan]:=pergi[i];
  end;
  kapal:=kapal+1;
  waktu:=999999999;
end;
end;

procedure proses2(i,j,der,k,m,jalan:integer);
begin
  for i:=1 to 8 do
  if datang[i]<waktul then
  begin
    waktul:=datang[i];
    datangserver:=waktul;
    m:=i;
  end;
  waktul:=999999999;
  for j:=1 to 8 do
  if (datang[j]<waktul) and (j<>m) then
    waktul:=datang[j];

```

```

procedure perhitungan;
begin
  for i:=1 to der do
  begin
    waktuantri:=waktuantri+laman[i];
    utilitas:=utilitas+waktusibuk[i];
  end;
  wa_datang:=wa_datang/kapal;
  waktulayan:=utilitas/kapal;
  waktuantri:=tunggutotal+utilitas;
  utilitas:=(utilitas/pergi[m])/der;
  waktuantri:=waktuantri/kapal;
  tunggutotal:=tunggutotal/kapal;
  intens:=wa_datang/waktulayan;
  ekspetasi:=fb*(intens/(der-intens));
end;

```

```

procedure masukan;
begin
  gotoxy(11,1);write('_____');
  gotoxy(11,2);write('PROG. SIM');
  gotoxy(11,3);write('LINTASAN LCM');
  gotoxy(11,4);write('_____');
  gotoxy(11,5);write('jml kapal lcm = 8 kapal');
  gotoxy(11,6);write('jumlah dermaga : ');
  gotoxy(11,7);write('lama simulasi : ');
  gotoxy(11,8);write('replikasi :');
  gotoxy(11,9);write('_____');
  gotoxy(36,6);readln(der);
  gotoxy(42,7);write('jam');
  gotoxy(36,7);readln(lama);
  gotoxy(36,8);readln(replik);
  lama:=lama*60;
  clrscr;
end;

```

```

procedure tampilan;
begin
  gotoxy(30,1);write('hasil sim');
  gotoxy(2,2);write('=====');
  gotoxy(3,3);write('no');
  gotoxy(8,3);write('rata-rata');
  gotoxy(21,3);write('rata-rata');
  gotoxy(33,3);write('rata-rata');
  gotoxy(46,3);write('rata-rata');
  gotoxy(59,3);write('utilitas');

```

```

    antar:=waktul-datang[m];
    waktul:=999999999;
    for k:=1 to der do
    if waktupergi[k]<waktul then
    begin
        waktul:=waktupergi[k];
        pergiserver:=waktul;
        n:=k;
    end;
    waktul:=999999999;
    wa_datang:=wa_datang+antar;
end;

procedure proses3;
begin
    repeat
    proses2;
    if datangserver<pergiserver then
    begin
        labuh:=pergiserver;
        waktutunggu:=pergiserver-datangserver;
        pergi[m]:=pergiserver+layanan;
        layan[m]:=layan[m]+ayan;
        waktusibuk[n]:=waktusibuk[n]+pergi[m]-labuh;
        datang[m]:=pergi[m]+layar;
        laut:=datang[m]-pergi[m];
        waktupergi[n]:=layan[m]+ayan;
    end
    else
    if datangserver>=pergiserver then
    begin
        waktutunggu:=0;
        kosong[n]:=kosong[n]+(datangserver-pergiserver);
        labuh:=datangserver;
        pergi[m]:=datangserver+layanan;
        ayan:=pergi[m]-labuh;
        layan[n]:=layan[n]+ayan;
        waktusibuk[n]:=waktusibuk[n]+pergi[m]-labuh;
        datang[m]:=pergi[m]-labuh;
        laut:=datang[m]-pergi[m];
        waktupergi[n]:=pergi[m];
    end;
    kapal:=kapal+1;
    tunggutotal:=tunggutotal+waktutunggu;
    until pergi >=lama;
end;

```

```

gotoxy(8,4);write('w.pelayanan');
gotoxy(21,4);write('w.delay');
gotoxy(33,4);write('w.antri');
gotoxy(43,4);write('w.a.kedatangan');
end;

```

```

procedure keluaran;
begin
gotoxy(4,5+o);write(o);
gotoxy(9,5+o);write(waktulayan:5:2);
gotoxy(22,5+o);write(waktutunggu:5:2);
gotoxy(34,5+o);write(waktuantri:5:2);
gotoxy(47,5+o);write(wa_datang:5:2);
gotoxy(60,5+o);write(utilitas:5:2);
end;

```

```

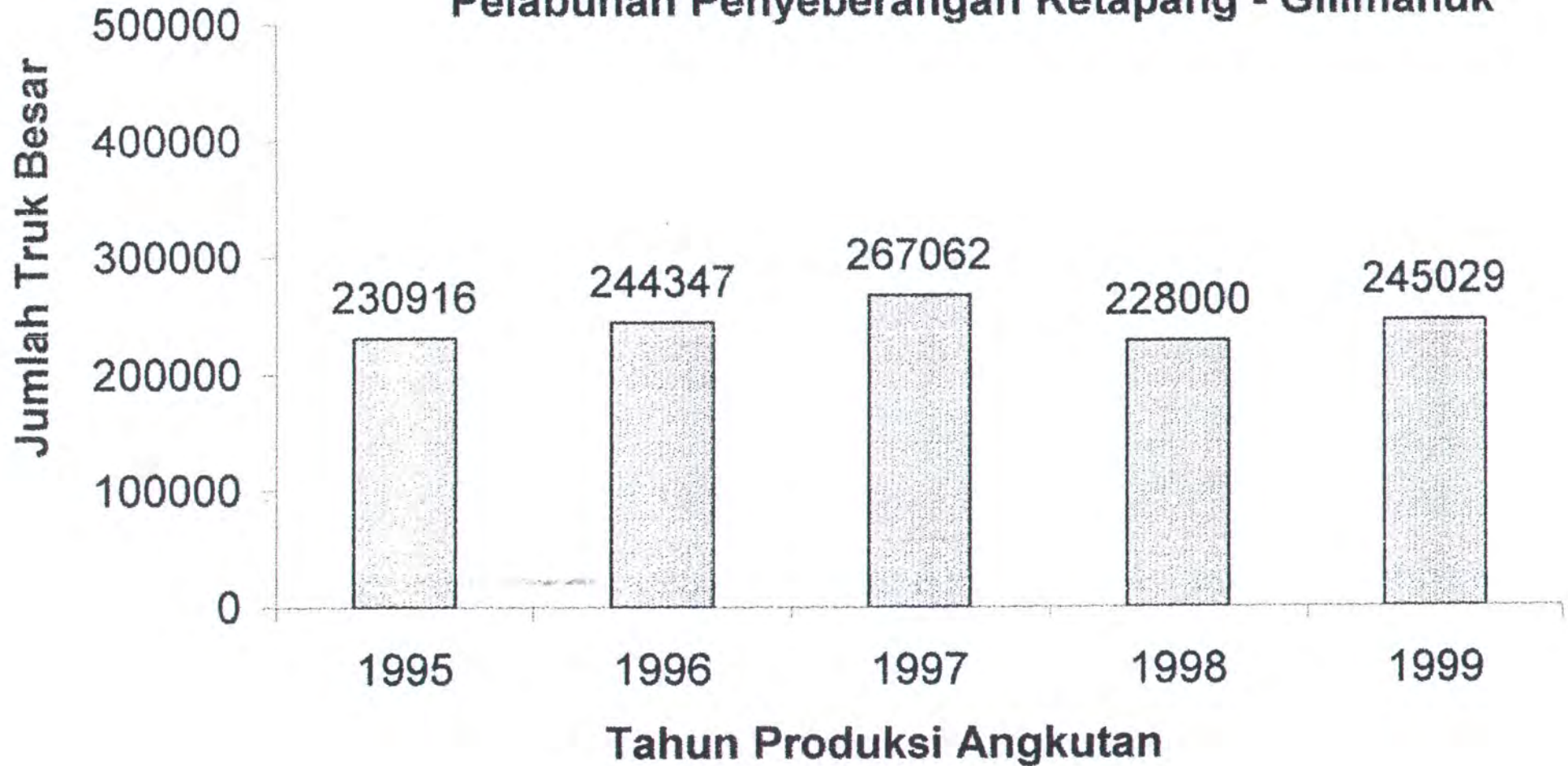
begin
repeat
clrscr;
masukan;
o:=0;
repeat
randomize;
o:=o+1;
inisialisasi;
tampilan;
proses1;
proses2;
proses3;
perhitungan;
tampilan;
keluaran;
sitas:=sitas+intens;
until o=replik;
if der=1 then
begin
intensitas:=sitas/replik;
gotoxy(45,6+o);write('intensitas = ',intensitas:5:2);
gotoxy(45,7+o);write('periode sibuk (fb) = ');
gotoxy(69,7+o);read(fb);
ekspetasi:=fb*(intensitas/(der-intensitas));
gotoxy(45,8+o);write('ekspetasi = ',ekspetasi:5:2);
end;
if (der < 1) then
begin
gotoxy(45,7+o);write('periode sibuk (fb) = ');
gotoxy(69,7+o);read(fb);

```

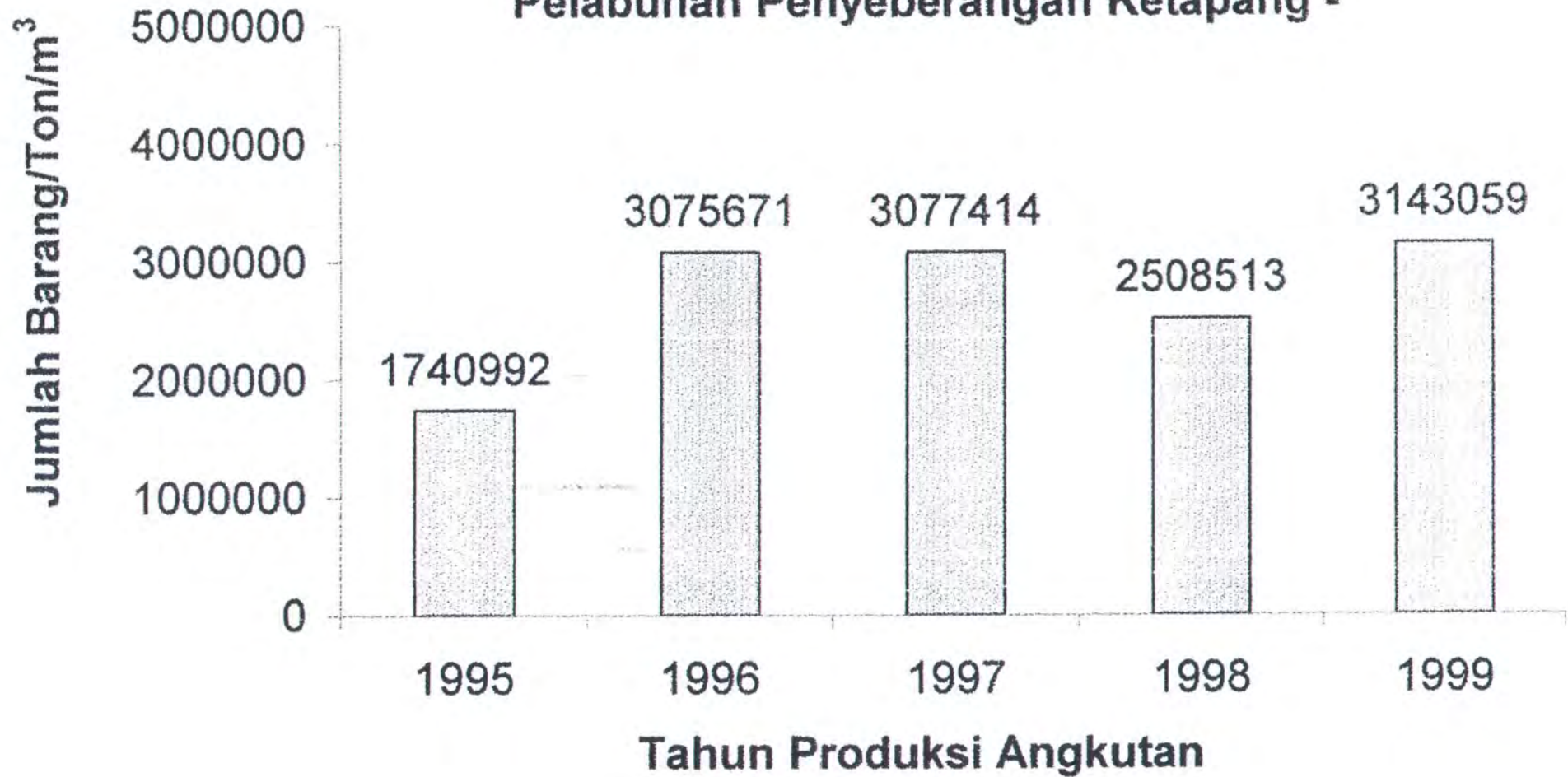
```
if fb <> 0 then
begin
    ekspetasi:=fb*(intensitas/(der-intensitas));
    gotoxy(45,8+o);write('ekspetasi = ',ekspetasi:5:2);
end;
end;
readln;
writeln;
write('ulang (y/t) ? '); readln(coba);
until (coba='T') or (coba='t');
end.
```



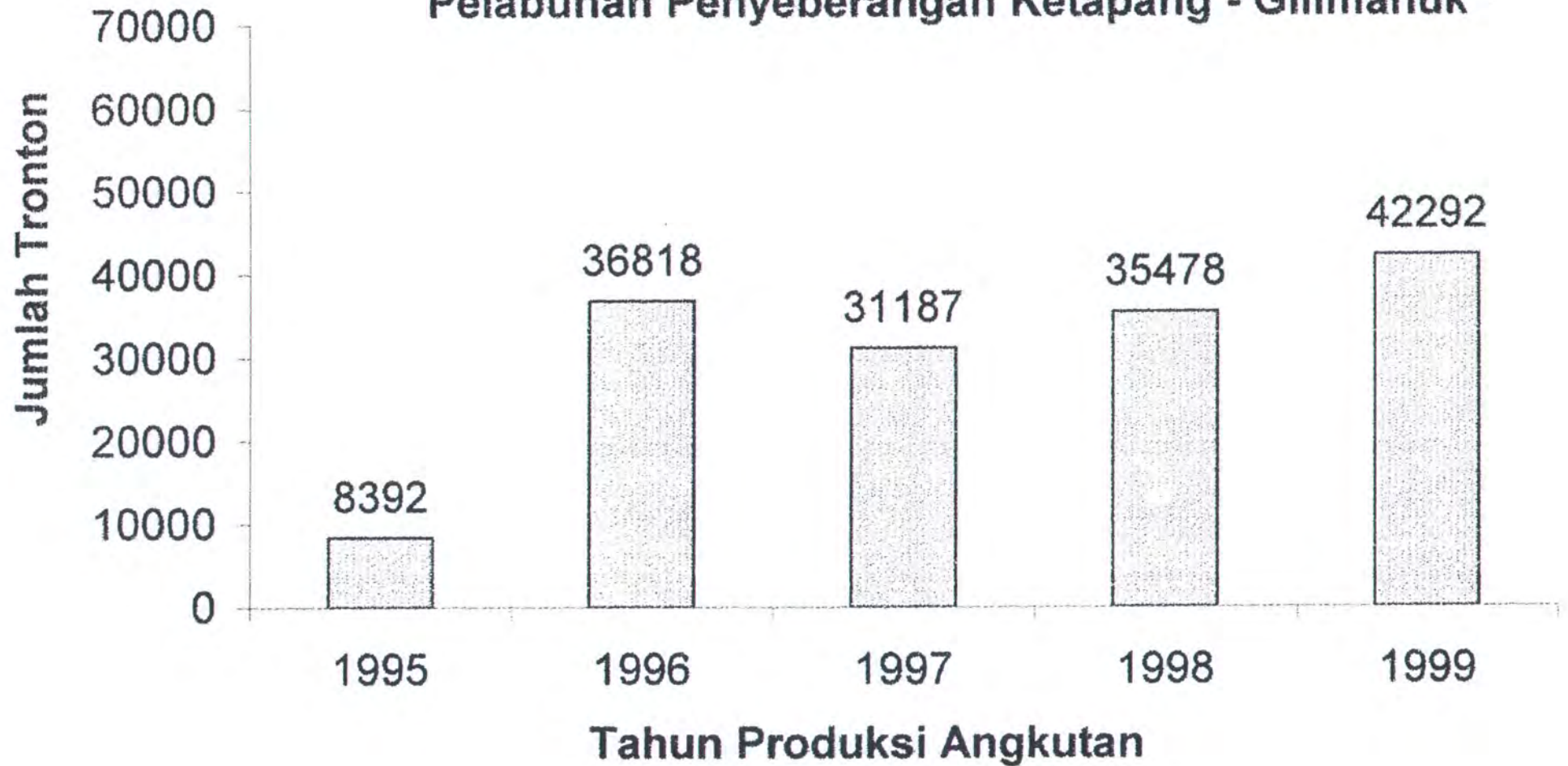
**DATA PRODUKSI ANGKUTAN**  
**Tahun 1995 S/D 1999**  
**Pelabuhan Penyeberangan Ketapang - Gilimanuk**



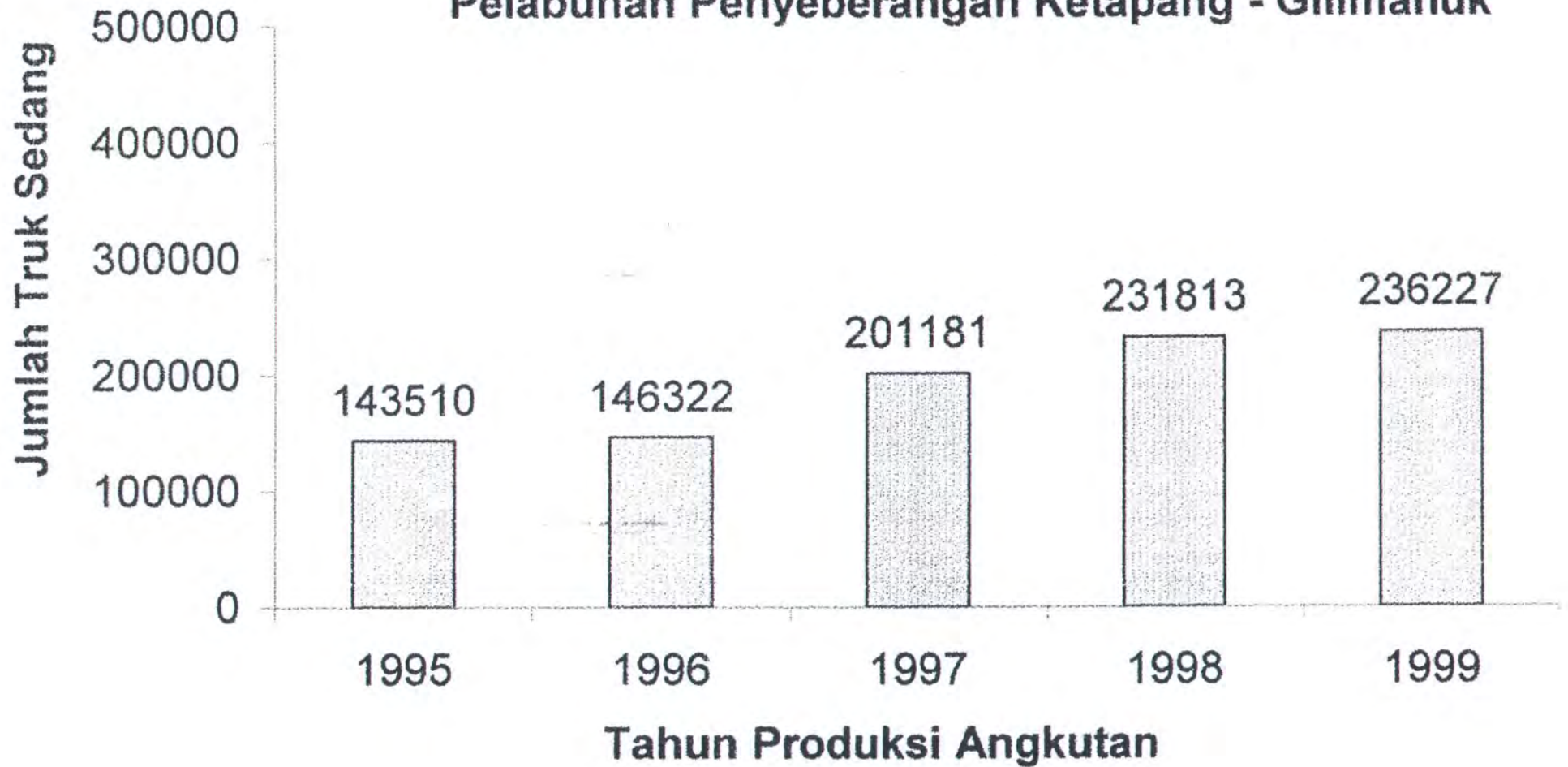
**DATA PRODUKSI ANGKUTAN**  
**Tahun 1995 S/D**  
**Pelabuhan Penyeberangan Ketapang -**



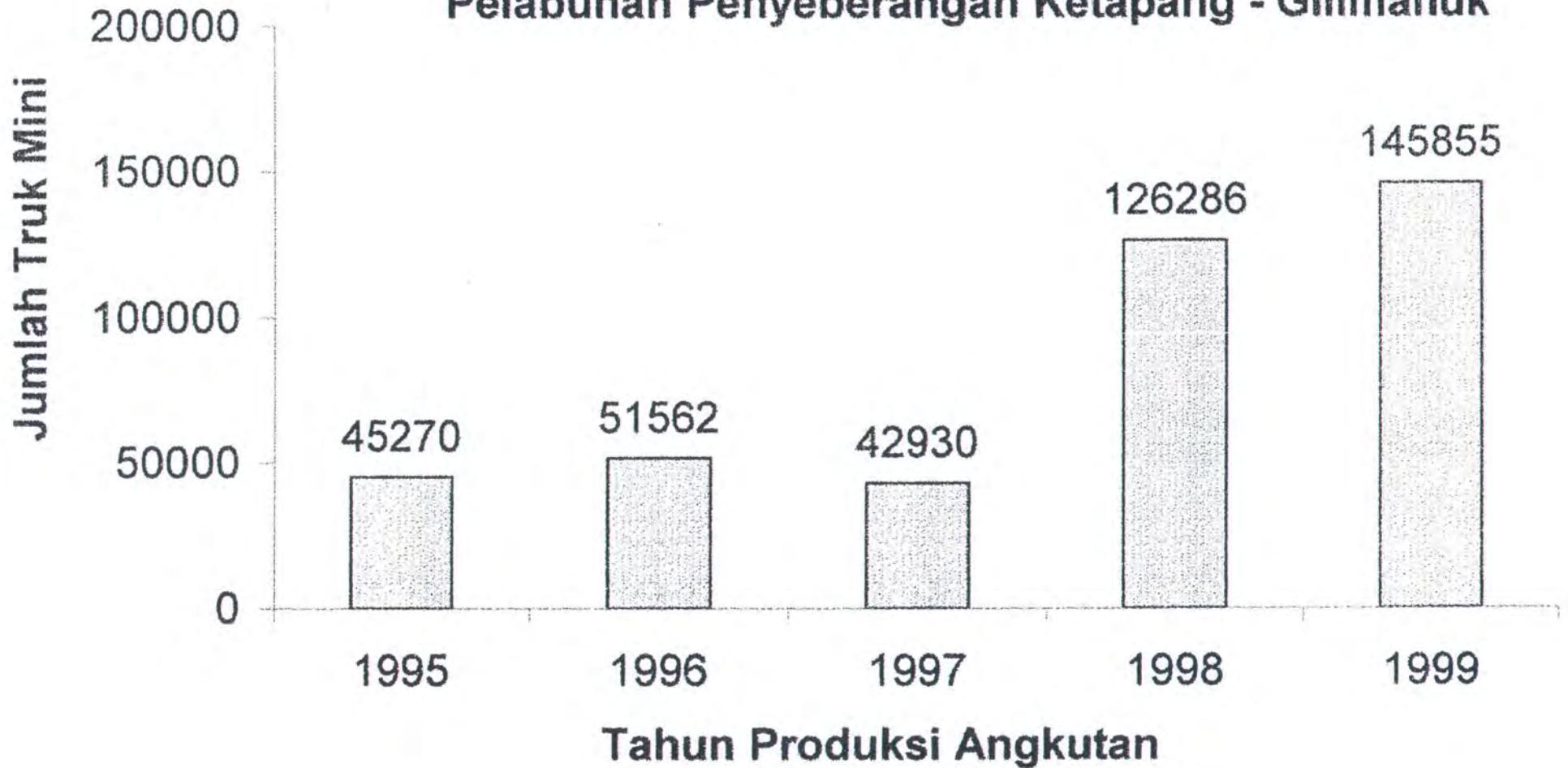
**DATA PRODUKSI ANGKUTAN**  
**Tahun 1995 S/D 1999**  
**Pelabuhan Penyeberangan Ketapang - Gilimanuk**



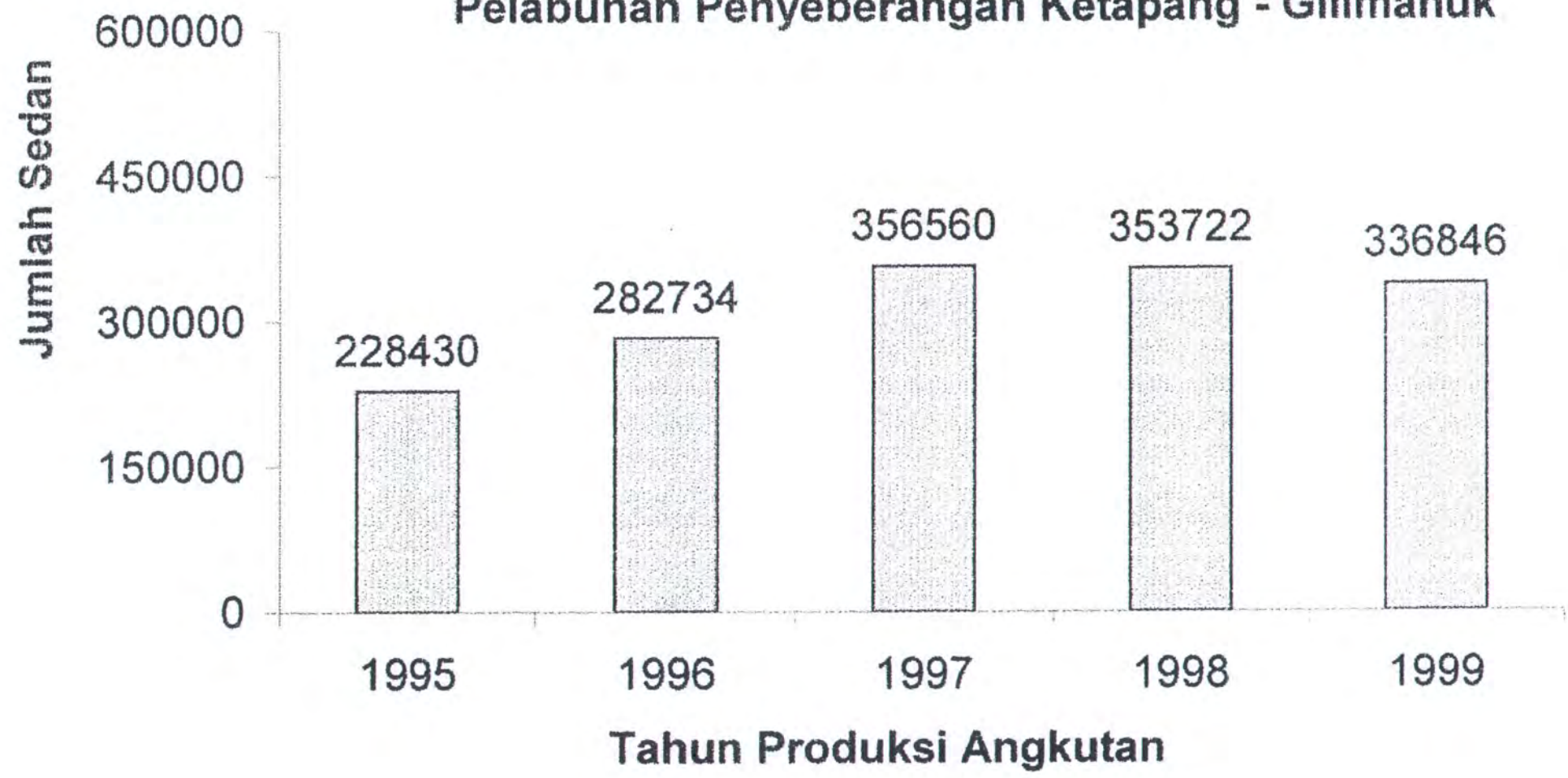
**DATA PRODUKSI ANGKUTAN**  
**Tahun 1995 S/D 1999**  
**Pelabuhan Penyeberangan Ketapang - Gilimanuk**



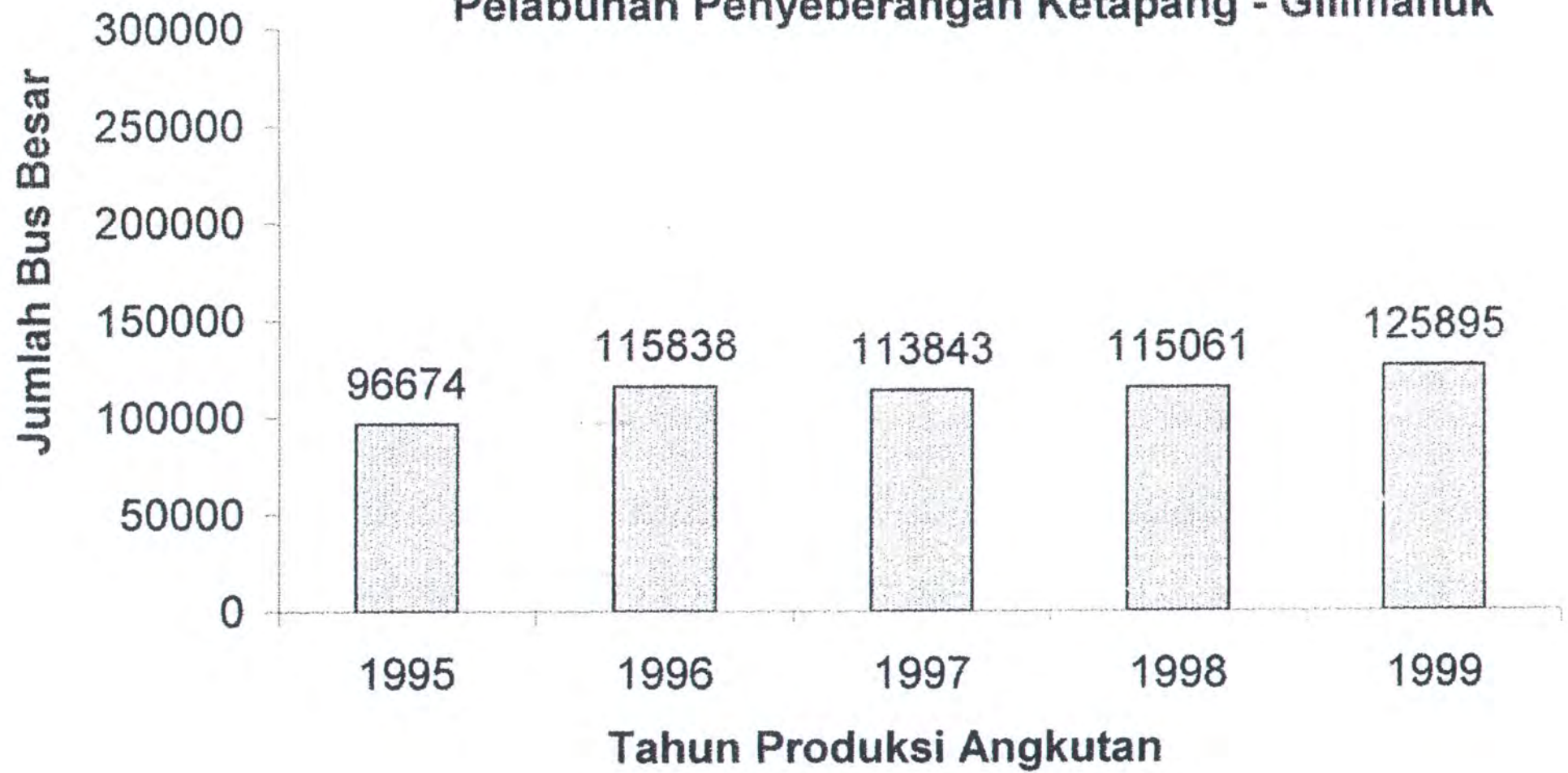
**DATA PRODUKSI ANGKUTAN**  
**Tahun 1995 S/D 1999**  
**Pelabuhan Penyeberangan Ketapang - Gilimanuk**



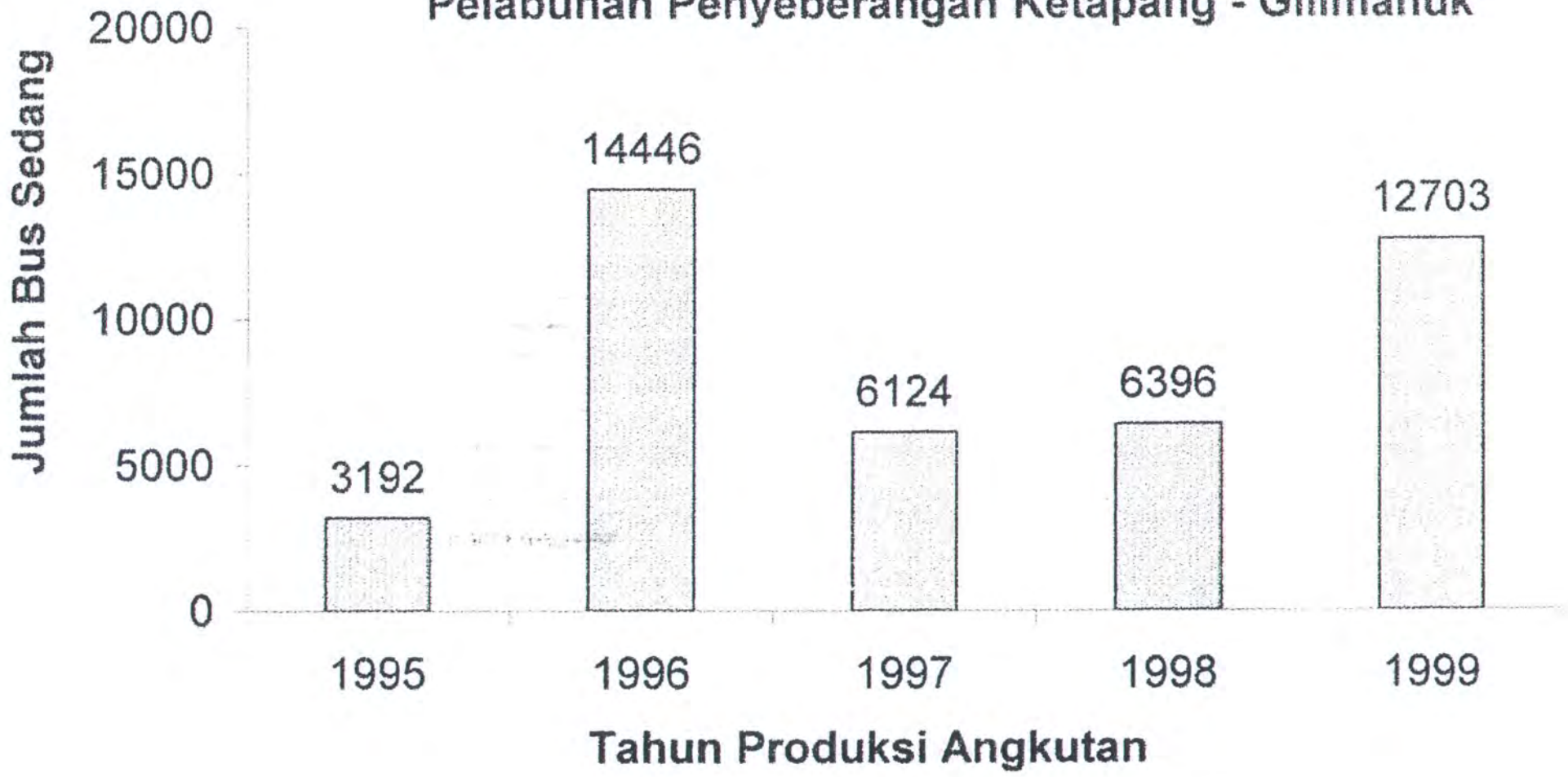
**DATA PRODUKSI ANGKUTAN**  
**Tahun 1995 S/D 1999**  
**Pelabuhan Penyeberangan Ketapang - Gilimanuk**



### DATA PRODUKSI ANGKUTAN Tahun 1995 S/D 1999 Pelabuhan Penyeberangan Ketapang - Gilimanuk

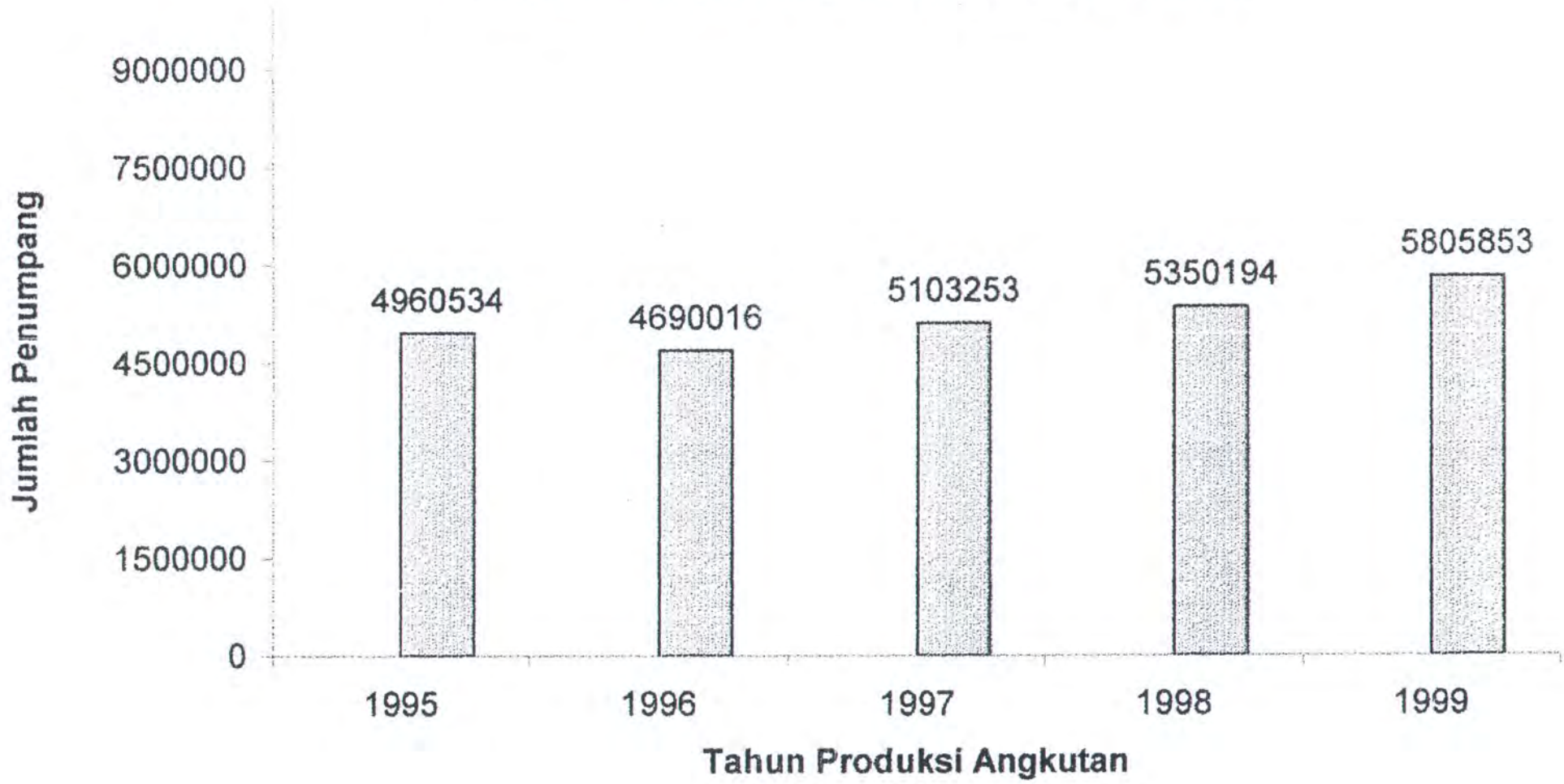


### DATA PRODUKSI ANGKUTAN Tahun 1995 S/D 1999 Pelabuhan Penyeberangan Ketapang - Gilimanuk





**DATA PRODUKSI ANGKUTAN**  
**Tahun 1995 S/D 1999**  
**Pelabuhan Penyeberangan Ketapang - Gilimanuk**



**DATA PRODUKSI ANGKUTAN**  
**Tahun 1995 S/D 1999**  
**Pelabuhan Penyeberangan Ketapang - Gilimanuk**

