



ANALISA OPTIMASI DERMAGA DI PELABUHAN SAMARINDA DENGAN PENDEKATAN MODEL ANTRIAN UNTUK MENGANTISIPASI KENAIKAN PERMINTAAN

Darma Aviva

(Staf Pengajar Jurusan Jurusan Maritim Politeknik Negeri Samarinda)

Abstrak

Pelabuhan Samarinda merupakan Salah satu Pelabuhan terpenting di Kalimantan Timur yang menjadi Urat Nadi Perkembangan Perekonomian Provinsi Kalimantan Timur, utamanya Kota Samarinda sebagai Ibukota Provinsi. Seiring dengan pertumbuhan penduduk dan peningkatan taraf perekonomian kota Samarinda, semakin meningkat pula permintaan akan barang-barang kebutuhan dari luar dan permintaan untuk memasarkan barang-barang kebutuhan ke luar Kalimantan Timur. Hal ini menuntut ketersediaan Pelabuhan dengan segala fasilitas dan pelayanannya sebagai pintu gerbang utama ke luar dan masuknya barang, yang tentu saja akan meningkat pada tahun-tahun rencana. Dalam hal ini akan dibahas khusus ketersediaan Fasilitas Dermaga pada pelabuhan Samarinda untuk mengantisipasi kenaikan permintaan pada tahun-tahun rencana.

Alat analisa yang digunakan untuk memecahkan permasalahan di atas adalah Model Antrian, dengan terlebih dahulu memperhatikan distribusi pola kedatangan kapal dan distribusi pola pelayanan dermaga pelabuhan. Dan Fasilitas Dermaga yang paling optimal dari sisi biaya akan ditentukan dengan menerapkan Model Total Biaya yang paling Minimal. Sementara untuk memperkirakan tingkat kedatangan kapal pada tahun-tahun rencana, akan digunakan Model Regresi Linier Sederhana dengan memperhatikan dua Variabel utama yang sangat mempengaruhi, yaitu Variabel Jumlah penduduk & variable PDRB Prov. Kaltim.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut, bahwa agar Pelabuhan Samarinda dengan Fasilitas Dermaganya dapat melayani peningkatan kebutuhan akan bongkar muat barang, maka dibutuhkan penambahan panjang dan luas dermaga dari yang sudah ada saat ini pada tahun-tahun rencana adalah sepanjang 189 m dengan luas 3024 m² untuk tahun 2008 s/d 2009, sepanjang 252 m dengan luas 4032 m² untuk tahun 2010 s/d 2011, serta sepanjang 315 m dengan luas 5040 m² untuk tahun 2012 s/d 2013. Disarankan juga kepada PT. PELINDO IV Cabang Pelabuhan Samarinda agar lebih meningkatkan usaha-usaha dalam perawatan dan fasilitas dermaga pelabuhan yang dimiliki, sehingga umur teknis dari peralatan dan fasilitas tersebut agar diperpanjang dan dengan demikian dapat mencegah pemborosan investasi.

Kata kunci : *Optimasi, Antrian, Biaya, Dermaga.*

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara kepulauan, di mana bila dilihat dari kondisi geografisnya terdiri dari beberapa pulau, besar maupun kecil. Dalam hal ini sub sektor perhubungan laut sangat besar artinya bagi sistem transportasi barang dan penumpang baik untuk antar pulau maupun untuk pelayaran internasional. Sub sektor perhubungan

laut ini ini mempunyai pertana yang sangat penting dalam menunjang pembangunan pada kondisi geografis Indonesia yang terdiri dari pulau-pulau tersebut, apalagi bila dilihat dari perkembangan perdagangan di Indonesia dan di tingkat globalisasi, terutama sektor non migas sebagai penghasil Devisa Negara, maka diperlukan adanya dukungan penyediaan prasarana transportasi laut yang mutlak diperlukan tersebut adalah Pelabuhan

dengan segala fasilitas dan peralatannya, karena bila dilihat arus barang antar pulau di Indonesia saat ini sebagian besar masih diangkut dengan kapal dan hanya sebagian kecil saja yang diangkut dengan menggunakan pesawat udara.

Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 11 tahun 1983 tentang Pembinaan Kepelabuhan, Bab I pasal 1 ayat (a) disebutkan bahwa pelabuhan adalah tempat berlabuh dan atau tempat bertambatnya kapal laut serta kendaraan air lainnya, menaikkan dan menurunkan penumpang, bongkar muat barang dan hewan serta merupakan daerah lingkungan kerja kegiatan ekonomi ini, peranan pelabuhan Samarinda dalam menunjang perekonomian di Kalimantan Timur adalah:

- Sebagai terminal dan pintu gerbang arus barang, penumpang dan ternak dari dan ke Kalimantan Timur.
- Sebagai penunjang dan pemicu pertumbuhan perekonomian di Kalimantan Timur.

Berkaitan dengan hal itu, perlu kiranya dilakukan penelitian optimasi terhadap fasilitas dan peralatan bongkar muat di Pelabuhan Samarinda, terutama terhadap volume atau jumlah kapasitasnya agar dapat mengantisipasi volume permintaan yang cenderung semakin meningkat. Hal ini dimaksudkan untuk mengefisienkan penggunaan biaya operasi dan dapat menekan sedini mungkin biaya investasi untuk penambahan fasilitas dan peralatan bongkar muat di Pelabuhan Samarinda pada tahun yang direncanakan.

Bertitik tolak dari keinginan mengoptimalkan penggunaan peralatan dan fasilitas untuk menangani proses bongkar muat barang di pelabuhan Samarinda, maka kiranya diperlukan suatu penelitian yang dapat memberikan suatu masukan dalam optimasi penggunaan fasilitas dan peralatan bongkar muat di pelabuhan tersebut. Hal ini dirasakan bermanfaat karena dapat mengevaluasi ketersediaan sarana bongkar muat yang ada sekarang serta dapat digunakan sebagai dasar perencanaan pengadaannya di masa yang akan datang.

Pelabuhan Samarinda sebagai pelabuhan sungai, di tahun-tahun mendatang diperkirakan arus barang yang melalui pelabuhan lonjakan yang cukup pesat. Hal ini tentu saja menuntut kesiapan dari pihak pelabuhan untuk mengantisipasi lonjakan tersebut, terutama ketersediaan peralatan dan fasilitas bongkar muatnya. Dari sini akan timbul permasalahan dalam hal penyediaannya.

Semua pihak akan selalu berusaha menghindari dari biaya sejauh maksud tujuannya masih dapat dicapai. Demikian juga halnya di mana pihak pelabuhan menginginkan jumlah peralatan dan fasilitas yang sedikit sehingga

terhindar dari biaya investasi yang besar dan percuma, sejauh masih dapat mengantisipasi kenaikan permintaan arus barang dalam arti tidak kehilangan konsumennya yang merupakan sumber pendapatannya. Sebaliknya pihak konsumen yang dalam hal ini adalah pihak pemilik kapal dan pihak pemilik barang menginginkan jumlah peralatan dan fasilitas pelabuhan yang banyak, sehingga biaya tunggu barang dan kapal yang diderita oleh konsumen dapat dihindari atau minimal dikurangi. Kedua belah pihak melihat permasalahan ini dari kacamata masing-masing, sehingga perlu dicarikan kompromi diantaranya.

Jadi permasalahan utamanya adalah bagaimana mengoptimalkan fasilitas dermaga yang dimiliki pelabuhan dan berapa jumlahnya yang optimal, jika memang harus ditambah untuk mengantisipasi kenaikan permintaan, sehingga kedua belah pihak tidak terlalu dirugikan dalam hal pemborosan investasi dan biaya tinggi. Kemudian jika dilakukan penambahan, kapan waktu yang tepat untuk melakukannya.

Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengevaluasi ketersediaan dermaga untuk menangani arus barang yang cenderung meningkat untuk optimalisasi di tahun-tahun rencana serta meneliti kemungkinan penambahan fasilitas dermaga di Pelabuhan Samarinda dengan kriteria total biaya minimum (keseimbangan dua biaya), guna menjaga kelancaran penanganan bongkar muat barang sesuai lonjakan permintaan arus barang pada tahun yang direncanakan tersebut. Sehingga pihak pelabuhan dapat menekan sedini mungkin biaya investasi yang percuma untuk penambahan fasilitas dermaga di tahun-tahun rencana dan tidak kehilangan konsumennya karena biaya menunggu yang terlalu tinggi yang disebabkan oleh kurangnya fasilitas dermaga yang harus menanganinya.

METODE PENELITIAN

Tahapan yang dilakukan pada pemecahan masalah dalam penelitian ini pada dasarnya terbagi dalam beberapa tahapan, yaitu tahapan peramalan arus barang pada tahun 2010 sampai tahun 2015 yang dilakukan dengan pendekatan data masa lalu (historis), kemudian dengan menggunakan hasil ramalan arus barang ini akan diramalkan jumlah kunjungan kapal yang ditimbulkannya, di samping itu juga dilakukan tahapan pengujian terhadap pola kedatangan kapal maupun barang serta pola pelayanan dermaga guna menentukan jenis model antrian yang akan dipakai.

Kemudian dilaksanakan analisa optimasi yang nanti akan dilakukan secara independen. Analisa secara independen dilakukan dengan menganggap bahwa dermaga sebagai fasilitas yang saling berdiri sendiri. Untuk analisa secara independen ini digunakan *Model Antrian analitis*

yang sudah dipilih berdasarkan hasil pengujian sebelumnya. Dari analisa optimasi secara independen ini akan diperoleh jumlah unit yang menunggu di dalam sistem yang nantinya berfungsi sebagai salah satu variabel masukan pada Model Biaya Total Minimum.

Berdasarkan hasil perhitungan biaya tunggu dan biaya pelayanan pelabuhan, yang juga merupakan bahan masukan untuk kriteria total biaya minimum dari model antrian, maka dapat ditentukan jumlah dermaga yang optimal pada setiap tahun yang diramalkan, yaitu tahun 2010-2015.

a. Sistem Pelabuhan

Pelabuhan laut adalah daerah tempat berlabuh dan atau tempaut bertambatnya kapal laut/kendaraan air lainnya untuk menaikkan dan menurunkan penumpang, bongkar muat barang dan hewan serta merupakan daerah lingkungan kerja kegiatan ekonomi. Juga bisa dikatakan bahwa pelabuhan merupakan salah satu simpul yang mempunyai arti penting karna merupakan daerah persinggungan antarsistem perhubungan darat dengan sistem perhubungan laut yang selain berfungsi sebagai tempat perpindahan juga berfungsi sebagai indikator pertumbuhan industri di daerah sekitarnya. Dengan adanya pelabuhan, maka daerah sekitarnya diharapkan dapat berkembang menjadi pusat-pusat pertumbuhan yang potensial.

Sistem pelabuhan terdiri dari dua elemen utama, yaitu elemen sarana kapal dan elemen prasarana (fasilitas pelabuhan). Antara prasarana dan sarana pelabuhan memiliki kaitan yang erat di mana perkembangan teknologi angkutan laut/sungai sedapat mungkin diimbangi dengan perkembangan teknologi prasarana pelabuhan.

Fasilitas pelabuhan secara garis besar dapat dibedakan atas dua bagian, yaitu:

1. Infrastruktur, adalah suatu fasilitas dasar yang diperuntukkan bagi kapal-kapal seperti alur pelayaran berikut alat bantu navigasinya, breakwater, dermaga dan sebagainya.
2. Suprastruktur adalah, suatu fasilitas yang disediakan di atas permukaan tanah pelabuhan yang diperuntukkan bagi barang dan angkutan darat seperti gudang, lapangan penumpukan serta peralatan bongkar muat.

Pada dasarnya kegiatan pelabuhan menyangkut pelayanan kapal dan pelayanan arus barang melalui pelabuhan, yang terdiri atas arus masuk dari kapal ke pelabuhan dan diteruskan ke gudang penerima, serta arus ke luar dari gudang pengirim melalui pelabuhan untuk diangkut ke kapal. Dalam kaitannya dengan pelayanan ini aktivitas pelabuhan dapat dibagi atas tiga kelompok pelayanan yaitu:

1. Pelayanan jalan masuk kapal ke pelabuhan.
2. Pelayanan barang di pelabuhan.
3. Pelayanan barang ke penerima barang.

Masing-masing ketiga kelompok pelayanan tersebut dilengkapi dengan fasilitas dan peralatan penunjangnya.

Secara lebih rinci perpindahan arus barang dari angkutan laut ke angkutan darat, dengan sistem angkutan alat konvensional adalah sebagai berikut :

1. Barang diangkut oleh kapal sampai merapat di dermaga pelabuhan, kemudian oleh pekerja di kapal, barang diletakkan di krane.
2. Dengan menggunakan krane ini, barang dipindahkan dari kapal ke apron dermaga. Di apron, sebelum diangkat oleh forklift, barang diletakkan oleh pekerja di atas pallet (suatu alat bantu untuk mempermudah pengangkutan)
3. Dengan menggunakan forklift, barang diangkut dan di bawa ke gudang transit, dan diletakkan pada tempat yang sudah disediakan untuk menunggu angkutan darat.
4. Setelah angkutan darat siap di depan pintu gudang, oleh pekerja barang dipindahkan dari gudang ke angkutan darat.
5. Setelah barang dipindahkan ke angkutan darat, angkutan darat akan meninggalkan pelabuhan menuju tempat barang itu dialamatkan.

Proses angkutan untuk pemasukan barang dari darat (proses pemuatan barang), pada prinsipnya adalah sama seperti di atas, hanya mekanisme operasi yang terjadi adalah sebaliknya. Untuk di Pelabuhan Samarinda, siklus operasi ini hanya berlaku untuk barang umum (general cargo) antar pulau melalui dermaga konvensional. Sedangkan untuk barang khusus seperti cairan, curah dan sebagainya siklus operasinya lebih sederhana.

Aktivitas pelabuhan sangat dipengaruhi oleh volume, frekuensi dan macam barang serta jumlah dan tipe kapal yang dibutuhkan untuk mengangkut barang.

Jumlah dan jenis komoditi yang bergerak melalui pelabuhan terdiri dari berbagai macam. Keanekaragaman barang tersebut dapat digolongkan ke dalam :

1. Barang curah cair (liquid bulk cargo), misalnya minyak mentah, minyak kelapa sawit dan lain-lain.
2. Barang curah kering (dry bulk cargo), misalnya bijih besi, tepung, semen dan lain-lain.
3. Barang umum konvensional (conventional general cargo), yaitu barang potongan yang dibungkus dan dimuat atau dibongkar dengan cara penanganan yang konvensional.

4. Barang peti kemas (container cargo) yaitu barang yang ditempatkan dalam suatu tempat pengepakan yang dimuat atau dibongkar dengan khusus (peti kemas).

Penggolongan macam barang tersebut mempunyai konsekuensi terhadap cara penegapakan, alat yang digunakan untuk menangani barang yang ada di pelabuhan, serta spesifikasi kapal yang akan mengangkutnya.

Sedangkan arus barang di pelabuhan dapat digolongkan berdasarkan asal/tujuan barang tersebut, yaitu barang-barang ekspor maupun barang-barang impor dan arus barang antar pulau.

FUNGSI

Pelabuhan Samarinda yang terletak di tepi Sungai Mahakam dengan jarak 60 km dari ambang luar Muara Pegah dengan wilayah dan kawasan pelabuhan sepanjang tepian Mahakam, mempunyai fungsi sebagai tempat pelayanan lalu lintas penumpang dan lalu lintas barang. Untuk lalu lintas penumpang antar pulau di Pelabuhan Samarinda, mengalami kenaikan yang cukup besar. Hal ini disebabkan karena masuknya salah satu kapal penumpang PELNI ke Pelabuhan Samarinda setiap dua minggu sekali dan beberapa kapal penumpang milik swasta, yang secara bergantian melayani arus penumpang.

Sedangkan untuk lalu lintas barang, pelabuhan Samarinda sebagai pelabuhan sungai kelas I dirasakan sangat penting artinya bagi daerah Kalimantan Timur, karena Propinsi Kalimantan Timur memiliki potensi dan hasil produksi yang cukup menonjol, diantaranya:

- Minyak dan gas bumi
- Hasil hutan berupa kayu dan rotan
- Hasil perkebunan berupa kelapa sawit

Jadi Pelabuhan Samarinda sangat besar peranannya dalam menunjang perekonomian di Kalimantan Timur, yaitu:

SUMBER MASUKAN

Sumber masukan dari suatu sistem antrian dapat terdiri dari suatu populasi orang, barang, kapal, komponen atau yang lainnya yang datang pada sistem untuk dilayani. Bila populasi relatif besar sering dianggap bahwa hal itu merupakan besaran yang tak terbatas. Anggapan ini adalah hampir umum karena perumusan sumber masukan yang tak terbatas lebih sederhana daripada sumber yang terbatas. Suatu populasi dinyatakan besar bila populasi tersebut besar dibanding dengan kapasitas sistem pelayanan.

POLA KEDATANGAN

Cara di mana individu-individu dari populasi memasuki sistem disebut "pola kedatangan" (arrival pattern). Individu-individu

mungkin datang dengan *tingkat kedatangan* (arrival rate) yang konstan ataupun acak/random (yaitu berapa banyak individu-individu per periode waktu).

Distribusi probabilitas Poisson adalah salah satu dari pola-pola kedatangan yang paling sering (umum) bila kedatangan-kedatangan secara random. Hal ini terjadi karena distribusi Poisson menggambarkan jumlah kedatangan per unit waktu bila sejumlah besar variabel-variabel random mempengaruhi tingkat kedatangan. Jadi asumsi yang biasa dipakai terhadap unit-unit yang memerlukan pelayanan adalah *mengikuti distribusi Poisson*. Hal ini adalah suatu kasus di mana kedatangan pada sistem antrian terjadi secara random dengan tingkat rata-rata tertentu. Bila pola kedatangan unit-unit mengikuti suatu distribusi Poisson, maka *waktu antar kedatangannya* atau *intertarrival time* (yaitu waktu antar kedatangan tiap unit) adalah random dan mengikuti suatu *distribusi eksponensial*.

ANTRIAN

Antrian didefinisikan sebagai jumlah satuan kedatangan maksimum yang diperbolehkan, di mana satuan-satuan tersebut tertampung. Antrian dapat dikelompokkan ke dalam antrian terbatas dan tak terbatas. Pengelompokan ini didasarkan atas jumlah unit yang mengikuti antrian, apakah berasal dari sumber input yang terbatas atau tak terbatas.

DISIPLIN PELAYANAN

Disiplin pelayanan adalah aturan di mana pelanggan dilayani. Terdapat beberapa disiplin antrian, di antaranya adalah:

1. Prioritas pertama yang dilayani untuk yang pertama datang (FCFS= First come first serve)
2. Prioritas yang dilayani untuk yang terakhir datang (LCFS)= last come first serve)
3. Pelayanan random (SIRO= serve in random order)
4. Disiplin pelayanan umum (GD= General service disiplin)

MEKANISME PELAYANAN

Mekanisme pelayanan dapat terdiri atas satu atau beberapa fasilitas pelayanan, masing-masing terdiri dari satu atau lebih stasiun pelayanan yang paralel atau seri. Waktu yang dibutuhkan sejak saat dimulai pelayanan sampai selesainya pelayanan disebut waktu pelayanan. Waktu ini mungkin konstan, tetapi juga sering acak (*random*). Ada beberapa distribusi waktu pelayanan yang sering digunakan, yaitu distribusi Erlang, Eksponensial dan Poisson.

Berdasarkan ke-3 sifat-sifat ini dan kombinasi daripadanya membentuk bermacam-macam bentuk sistem antrian, diantaranya:

1. Antrian tunggal, pelayanan tunggal
2. Antrian tunggal, pelayanan ganda sejajar
3. Antrian tunggal, pelayanan ganda dalam seri
4. Antrian banyak, pelayanan banyak

NOTASI DAN HUBUNGAN DASAR DALAM MODEL ANTRIAN

Notasi model antrian yang umum digunakan adalah sebagai berikut:

$$(a/b/c):(d/e/f)$$

di mana:

- a : distribusi kedatangan atau antar kedatangan,
- b : distribusi kepergian atau distribusi waktu pelayanan,
- c : jumlah saluran pelayanan paralel dalam sistem,
- d : disiplin pelayanan,
- e : jumlah pemakai jasa maksimum dalam sistem yang diperbolehkan (dalam antrian + dalam pelayanan),
- f : sumber input.

Kode-kode a, b, dan d yang sudah umum dipakai adalah sebagai berikut:

- M : kedatangan atau kepergian berdistribusi Poisson (Markovian) atau distribusi waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan adalah eksponensial,
- D : waktu antar kedatangan atau pelayanan tetap,
- E_k : distribusi waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan mengikuti distribusi Erlang, dengan parameter k,
- GI : distribusi kedatangan atau antar kedatangan bebas (general independen),
- G : distribusi kepergian umum (general).

Simbol buat d:

- FCFS: datang paling awal dilayani paling awal
- LCFS: datang paling akhir dilayani paling awal
- SIRO: dilayani menurut urutan acak,
- GD: disiplin pelayanan umum.

Simbol c digantikan dengan angka tertentu, sedang e dan f menunjukkan terbatas atau tidak terbatas .

Sehubungan dengan model antrian, ada beberapa simbol yang sering digunakan, yaitu :

- n : keadaan sistem atau jumlah pemakai jasa dalam sistem antrian
- $N(t)$: jumlah pemakai jasa dalam sistem antrian pada saat t di mana $t \geq 0$.

$P_n(t)$: kemungkinan ada n pemakai jasa dalam sistem antrian pada saat t, jika pada saat $t=0$, keadaan sistem diketahui.

λ_n : jumlah kedatangan pemakai jasa per satuan waktu rata-rata, jika dalam sistem pelayanan ada n pemakai jasa

μ_n : kecepatan pelayanan rata-rata, jika dalam sistem ada n pemakai jasa.

Jika λ_n konstan untuk seluruh n, biasanya dituliskan λ , dan jika kecepatan pelayanan μ_n adalah konstan untuk setiap periode sibuk untuk semua n, maka μ_n ditulis dengan μ . Dengan demikian dapatlah ditetapkan bahwa $1/\lambda$ adalah waktu antar kedatangan yang diharapkan, dan $1/\mu$ adalah waktu pelayanan pelayanan yang diharapkan. Jika c adalah jumlah sarana pelayanan atau fasilitas pelayanan yang paralel, maka $\rho = \lambda/c\mu$ adalah faktor utilisasi dari fasilitas pelayanan.

Pada waktu sistem antrian baru mulai bekerja, jumlah pemakai jasa dalam sistem akan sangat dipengaruhi oleh keadaan awal dan waktu yang dilalui. Dalam keadaan ini antrian disebut dalam kondisi transient (keadaan yang bersifat sementara). Setelah beberapa waktu dilalui, keadaan sistem menjadi tidak tergantung lagi pada kondisi awal dan waktu yang dilaluinya. Pada saat ini sistem mencapai kondisi yang mapan (steady state).

Dalam kondisi steady state, tersdapat hubungan-hubungan dasar yang umum dalam model antrian, adalah sebagai berikut:

$$E(nt) : \lambda E(tt)$$

$$E(nw) : \lambda E(tw)$$

Sekarang diasumsikan bahwa waktu pelayanan rata-rata adalah konstan untuk semua $n \geq 1$ sehingga cukup ditulis dengan $1/\mu$, maka

$$E(nw) : E(tt) - 1/\mu$$

Jika kedua sisi persamaan di atas dikalikan dengan λ maka diperoleh:

$$E(nw) = E(nt) - \rho$$

$E(tw)$ dan $E(nw)$ dapat juga diperoleh dari P_n , yaitu:

$$E(nt) = \sum_{n=0}^{\infty} nP_n$$

$$E(nw) = \sum_{n=0}^{\infty} (n - c)P_n$$

Di mana

P_n : kemungkinan ada n pemakai jasa dalam sistem antrian,

$E(nt)$: jumlah pemakai jasa dalam sistem antrian yang diharapkan (dalam antrian + dalam pelayanan),

- $E(nw)$: panjang antrian yang diharapkan (jumlah pemakai jasa dalam antrian),
 $E(tt)$: waktu menunggu dalam sistem yang diharapkan,
 $E(tw)$: waktu menunggu dalam antrian yang diharapkan.

Pengujian Distribusi Kedatangan dan Waktu Pelayanan

Pada umumnya "*Chi-square test*" dan "*Kolmogorof Smirnov Goodness Of Fit Test*" cukup baik digunakan untuk menguji hipotesa tentang sekumpulan data tertentu yang berasal dari suatu distribusi khusus. Akan tetapi dalam penelitian ini metode yang digunakan untuk menguji hanyalah metode Kolmogorof Smirnov Test (K-S test). Caranya adalah dengan menggambarkan distribusi sampel data untuk kemudian dibandingkan dengan pola distribusi yang sudah dikenal secara teoritis, seperti distribusi Poisson, eksponensial, erlang dan sebagainya dengan hipotesa. Melalui perbandingan ini akan diketahui distribusi yang mendekati pola distribusi tersebut.

Misalkan $F_0(X)$ = suatu fungsi distribusi frekuensi kumulatif yang sepenuhnya ditentukan, yakni distribusi kumulatif teoritis di bawah H_0 . Artinya untuk harga N yang sembarang besarnya, harga $F_0(X)$ adalah proporsi kasus yang diharapkan mempunyai skor yang sama atau kurang daripada X .

Misalkan $S_N(X)$ = distribusi frekuensi kumulatif yang diobservasi dari suatu sampel random dengan N observasi. Di mana X adalah sembarang ekor yang mungkin, $S_N(X) = k/N$, di mana k sama dengan banyak observasi yang sama atau kurang dari X .

Di bawah hipotesis-nol bahwa sampel itu telah ditarik dari distribusi teoritis tertentu, maka diharapkan bahwa untuk setiap harga X , $S_N(X)$ harus jelas mendekati $F_0(X)$. Artinya, di bawah h_0 kita akan mengharapkan selisih antara $S_N(X)$ dan $F_0(X)$ adalah kecil, dan ada dalam batas-batas kesalahan random. Tes Kolmogorov-Smirnov memusatkan perhatian pada penyimpangan (deviasi) terbesar. Harga $F_0(X) - S_N(X)$ terbesar dinamakan deviasi maksimum.

Prosedur K-S test selengkapnya adalah sebagai berikut:

Hipotesis:

- H_0 : $S_N(X) = F_0(X)$
 H_0 : $S_N(X) \neq F_0(X)$
 H_0 ditolak bila : $D_n > D_n^*$

Dengan nilai statistik D_n adalah sebagai berikut :

$$D_n = \text{selisih terbesar} | F_0(X) - S_N(X) |$$

Di mana:

- $F_0(X)$ = Fungsi distribusi statistik teoritis
 $S_N(X)$ = Fungsi distribusi kumulatif yang diperoleh dari observasi
 D_n^* = Nilainya diperoleh dari tabel sebagai fungsi jumlah observasi dan tingkat kepercayaan yang digunakan.

Distribusi frekuensi statistik teoritis yang digunakan dalam pengujian dalam rangka penemuan model antrian adalah untuk menguji asumsi bahwa kedatangan barang maupu kapal terdistribusi secara Poisson, sedangkan waktu pelayanan bongkar muat, gudang, maupun dermaga adalah distribusi Eksponensial.

DISTRIBUSI POISSON

Distribusi Poisson adalah distribusi probabilitas yang menyatakan banyaknya sukses yang terjadi dalam suatu selang waktu atau daerah tertentu. Banyaknya sukses X dalam suatu percobaan Poisson disebut suatu variabel acak Poisson.

Distribusi Poisson mempunyai sifat-sifat berikut:

1. Banyaknya sukses terjadi dalam suatu selang waktu akan daerah tertentu tidak terpengaruh oleh apa yang terjadi pada selang waktu atau daerah lain yang terpilih.
2. Peluang terjadinya suatu sukses (tunggal) dalam selang waktu yang sangat pendek atau dalam daerah kecilsebanding dengan panjang selang waktu atau besarnya daerah dan tidak tergantung pada banyaknya sukses yang terjadi di luar selang waktu atau daerah tersebut.
3. Peluang terjadinya lebih dari satu sukses dalam selang waktu yang pendek atau daerah yang sempit tersebut dapat diabaikan.

Rumusan dari distribusi Poisson dengan parameter rata-rata λ mempunyai persamaan sebagai berikut:

$$f(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}$$

di mana:

- x = 0,1,2,3,...
 λ = rata-rata kedatangan per satuan waktu ($\lambda > 0$)
 e = 2.718

DISTRIBUSI EKSPONENSIAL

Variabel acak kontinyu X berdistribusi eksponensial, dengan parameter μ , bila fungsi padatnya diberikan oleh :

$$f(x) = \mu e^{-x\mu}, x > 0$$

Apabila t adalah sebanyak variabel acak untuk memperlihatkan lamanya waktu melayani tiap satuan atau langganan, maka g(t) = fungsi kepadatan panjang waktu t untuk melayani tiap langganan, di mana t ≥ 0 dan g(t) merupakan distribusi waktu pelayanan berbentuk eksponensial. Dengan kata lain kemungkinan pelayanan selesai pada satu satuan yang dilayani pada waktu t untuk distribusi eksponensial adalah :

$$g(t) = \mu e^{-\mu t}, \text{ untuk } t \geq 0$$

di mana: $1/\mu$ = rata-rata waktu pelayanan ($\mu > 0$)

Apabila asumsi di atas dipenuhi setelah pengujian dilaksanakan, maka jenis model antrian yang akan digunakan adalah jenis model antrian dengan tingkat kedatangan berdistribusi Poisson dan waktu pelayanan terdistribusi secara eksponensial.

Model Biaya Minimum

Dikenal dua macam model biaya total minimum dalam rangka optimalisasi di sini, yaitu :

1. Mengoptimalkan Nilai Pelayanan

Formula biaya total minimum adalah sebagai berikut:

$$TC(\mu) = C_1 \cdot \mu + C_2 \cdot E(nt)$$

Di mana:

C_1 = biaya setiap peningkatan nilai pelayanan per satuan

C_2 = biaya menunggu tiap pelanggan per satuan waktu

μ = kecepatan pelayanan

$TC(\mu)$ = biaya total minimum

Kondisi optimum dicapai dengan mengubah-ubah nilai pelayanan (μ), sedang jumlah pelayanan tetap, sampai diperoleh biaya total (TC) yang paling minimum.

2. Mengoptimalkan Jumlah Fasilitas Pelayanan

Formula biaya total minimum adalah sebagai berikut:

$$TC(c) = C_1 \cdot c + C_2 \cdot E(nc)$$

Di mana:

C_1 = biaya pelayanan per satuan per fasilitas pelayanan

C_2 = biaya menunggu tiap pelanggan per satuan waktu

c = jumlah fasilitas pelayanan

$TC(c)$ = biaya total minimum untuk jumlah fasilitas pelayanan c.

Kondisi optimum dicapai dengan mengubah-ubah jumlah fasilitas pelayanan (c), sampai diperoleh biaya total (TC) yang paling minimum.

Konsep Biaya Total

Biaya di pelabuhan terdiri dari biaya pelabuhan dan biaya waktu tunggu di pelabuhan. Ditinjau dari aspek finansial, hal ini dapat diuraikan sbb. :

BIAYA PELABUHAN

Biaya pelabuhan terdiri dari biaya tetap dan biaya variabel.

- a. Biaya tetap terdiri dari biaya modal untuk pengadaan:
 - 1) apron dermaga
 - 2) gudang
 - 3) pengerukan
 - 4) peralatan penanganan barang (krane, forklift, dan lain-lain)
 - 5) bantuan teknik dan lain-lain
- b. Biaya variabel (tergantung arus barang) terdiri dari :
 - 1) biaya buruh
 - 2) biaya staf
 - 3) biaya perawatan dan lain-lain

BIAYA WAKTU TUNGGU DI PELABUHAN

Biaya waktu tunggu di pelabuhan terdiri dari biaya barang dan biaya kapal.

1. Biaya barang bisa berupa

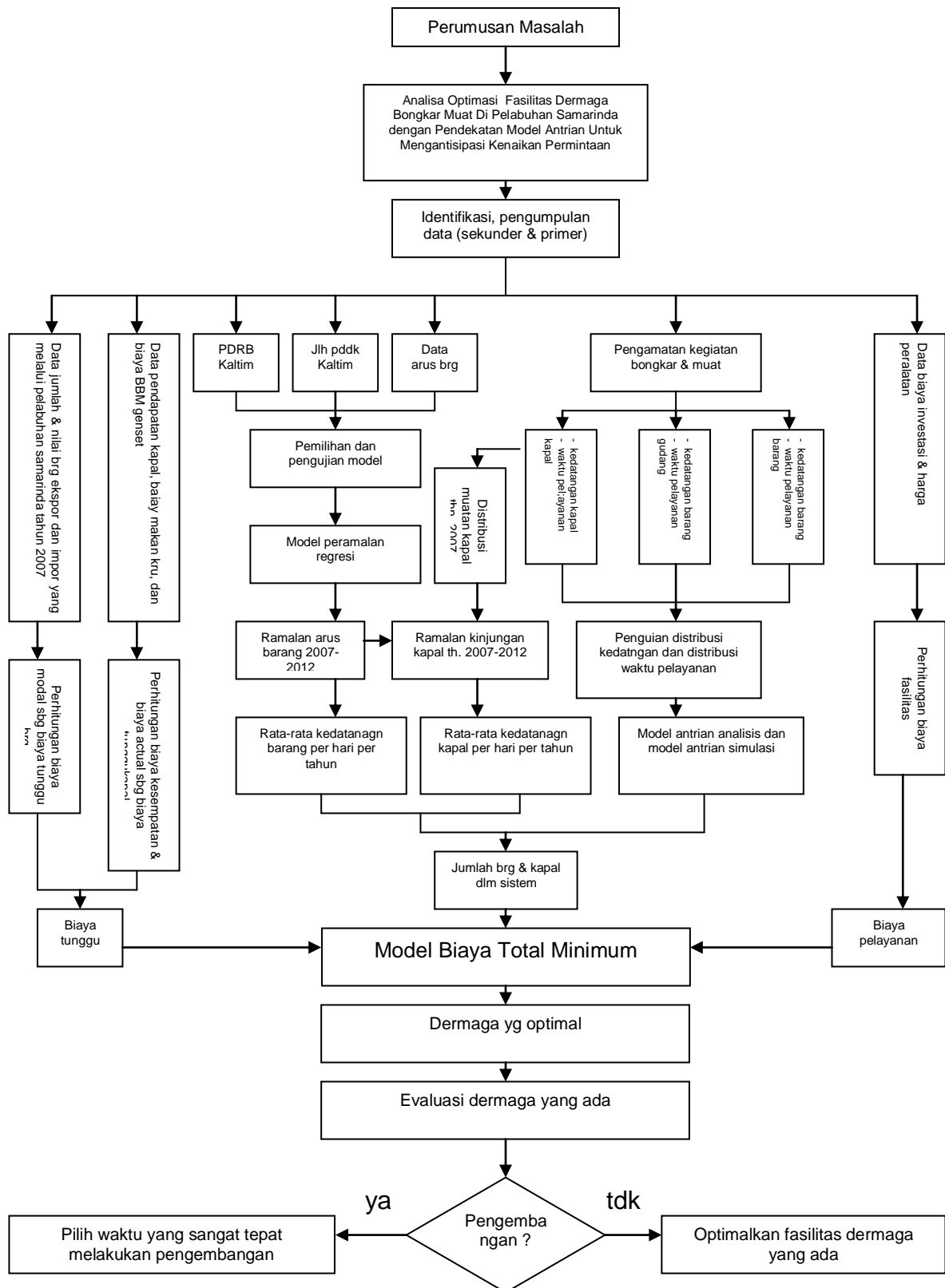
1. Biaya kehabisan persediaan perusahaan penerimaan barang
2. Biaya asuransi
3. Biaya bunga modal yang tertanam dalam barang
4. Biaya kerusakan barang
5. Biaya kewajiban pelabuhan (biaya gudang dan lain-lain)

2. Biaya kapal

Biaya kapal didekati dengan biaya kesempatan kapal (opportunity cost) dan biaya tambahan karena kapal menunggu (actual cost). Biaya kesempatan (opportunity cost) adalah jumlah uang yang dapat dicapai, bila dipekerjakan suatu faktor produksi dalam penggunaan alternatif yang terbaik. Atau bisa dikatakan bahwa biaya kesempatan kapal adalah jumlah pendapatan yang hilang jika kapal harus menunggu karena sibuknya aktivitas di pelabuhan, baik itu aktivitas bongkar muat, penuhnya dermagakarena banyaknya kapal yang bertambat maupun karena kapasitas gudang yang tidak mencukupi, yang kesemuanya dapat mengakibatkan kapal berlabuh lebih lama. Sedangkan biaya tambahan adalah biaya-biaya yang harus dikeluarkan karena kapal menunggu,

diantaranya biaya untuk makan dan air tawar untuk kru kapal serta biaya bahan bakar untuk genset (pembangkit).

Gambaran secara umum mengenai tahap-tahap pemecahan masalah dapat dilihat pada gambar berikut:



PEMBAHASAN

Pada bagian ini, analisa akan dilakukan sesuai dengan metodologi serta disesuaikan dengan tersedianya data dan informasi. Adapun analisa akan dibagi ke dalam beberapa bagian yang merupakan urutan-urutannya, yaitu sebagai berikut:

1. Peramalan arus barang pada periode 2008 sampai 2012, kemudian juga meramalkan arus kunjungan kapal yang ditimbulkannya untuk periode tahun yang sama.
2. Pengujian dan pemilihan model antrian yang akan digunakan untuk analisa optimasi.
3. Analisa perhitungan biaya tunggu yang terdiri dari biaya tunggu barang dan biaya tunggu kapal serta perhitungan biaya pelayanan, yang berupa biaya karena penyediaan/pemabahan fasilitas dermaga.
4. Analisa optimasi yang dilakukan untuk mengoptimalkan fasilitas dermaga selama periode tahun rencana, yaitu dari tahun 2008 sampai tahun 2012 dengan model biaya total minimum, sehingga diperoleh kuantitas yang optimum.
5. Analisa evaluasi untuk menentukan waktu yang tepat melakukan pengembangan, jika memang dibutuhkan pengembangan.

PERAMALAN ARUS BARANG

Untuk meramalkan arus barang general cargo antar pulau yang akan dibongkar dan muat di Pelabuhan Samarinda digunakan Model Regresi. Sebagai variabel bebannya atau variabel prediktornya adalah jumlah penduduk dan PDRB Propinsi Kalimantan Timur.

Dari hasil perhitungan diperoleh model Peramalannya adalah sebagai berikut:

$$Y = 210501.969 + 0.00323X_2^2$$

Di mana:

Y = ramalan arus barang GC (total bongkar dan muat) antar pulau (dalam ton)

X₂ = PDRB Propinsi Kalimantan Timur

Karena PDRB digunakan sebagai variabel bebas dalam meramalkan arus barang, maka PDRB perlu diramalkan terlebih dahulu.

Untuk meramalkan PDRB digunakan regresi linier sederhana dengan waktu sebagai variabel bebasnya. Berdasarkan hasil perhitungan pada lampiran 8, dengan menggunakan paket program komputer Microstat, didapatkan fungsi untuk meramalkan PDRB, yaitu sebagai berikut:

$$Y = 1688.543 + 682.977 X$$

Y = ramalan PDRB (dalam Rp. Miliar)

X = waktu
(2008 = 1, 2009 = 2, ..., 2013 = 8)

Kemudian dengan menggunakan persamaan ini, dapat diramalkan nilai PDRB untuk tahun 2008 sampai tahun 2013, seperti tertera pada tabel di bawah ini:

RAMALAN PDRB DARI TAHUN 2008 – 2013

Tahun	PDRB (dalam milyar Rp)
2008	7853.3364
2009	8518.3135
2010	9201.2906
2011	9884.2677
2012	10567.2448
2013	11250.2219

Kemudian dari data pada tabel ini dan dengan menggunakan model regresi kuadratik yang sudah dipilih diatas, dapat diramalkan arus barang GC (bongkar dan muat) antar pulau dari tahun 2008 sampai tahun 2013, seperti tertera pada tabel berikut:

RAMALAN ARUS BARANG TAHUN 2008 SAMPAI TAHUN 2013

Tahun	PDRB (dalam miliar Rp)	Arus barang GC Antar pulau (ton)	Arus/kedatangan barang per hari (ton)
2008	7853.3364	408799.7327	1119.99
2009	8518.3135	444876.1466	1218.83
2010	9201.2906	483965.8773	1325.93
2011	9884.2677	526068.9249	1441.28
2012	10567.2448	571185.2894	1564.89
2013	11250.2219	619314.9707	1396.76

RAMALAN KUNJUNGAN KAPAL GC ANTAR PULAU

Bila ramalan arus barang telah diketahui, maka akan dapat diketahui banyaknya kunjungan kapal yang akan ditimbulkan oleh arus barang tersebut. Jadi perkiraan jumlah kunjungan kapal dapat dilakukan berdasarkan perkiraan arus barang yang melalui pelabuhan. Dalam hal ini dapat dilakukan bila ukuran barang per kapal (shiploads) diketahui.

Dalam penelitian ini untuk mengetahui kunjungan kapal didekati dengan pendekatan melalui konversi dari ramalan arus barang ke jumlah kunjungan kapal dengan memperkirakan muatan setiap kapal, melalui data muatan per kapal pada tahun 2006 pada lampiran 2.

Dari data pada lampiran 2, jika dibuatkan tabel distribusi muatannya, maka diperoleh distribusi muatan kapal general cargo nusantara pada tahun 2006 adalah sebagai berikut:

DISTRIBUSI MUATAN KAPAL GC NUSANTARA PADA THUN 2006

Gol.	Ukuran Kapal (DWT)	Jumlah Kunjungan Kapal (unit)	% kapal	Jumlah bongkar & Muat (ton)	% muatan	Rata-rata Muatan per Kapal (ton/kpl)
I.	350-1000	60	0.500	22588	0.322	376.5
II.	1000-1650	33	0.275	22670	0.323	687
III.	1650-2300	5	0.042	3987	0.057	797.4
IV.	2300-2950	13	0.108	10977	0.156	844.4
V.	2950-3600	2	0.017	2164	0.031	1082
VI.	3600-4250	2	0.017	2445	0.035	1147.6
VII.	4250-4900	1	0.008	899	0.013	899
VIII.	4900-5550	1	0.008	998	0.014	998
IX.	5550-6200	3	0.025	3410	0.048	1137
Total		120	1.000	70138	1.000	

di mana :

$$PM = 0.322$$

$$RAB = 408799.73$$

$$RM = 376.5 \text{ ton/kapal}$$

Maka :

$$JKK = \frac{0.322 \times 408799.73 \text{ (ton)}}{376.5 \text{ (ton/kapal)}}$$

$$JKK = 350 \text{ kapal}$$

Demikian seterusnya, dengan cara yang sama untuk golongan ukuran kapal lainnya pada tahun 2008 – 2013, diperoleh hasil pada tabel berikut:

Dalam hal ini diasumsikan bahwa persentase muatan untuk setiap golongan ukuran kapal dan muatan rata-rata per kapal untuk setiap golongan ukuran kapal selama periode tahun 2008 – 2013 relatif sama dengan keadaan tahun 2006.

Jadi untuk menghitung kunjungan kapal GC antar pulau pada tahun 2006 golongan ukuran kapal I adalah sebagai berikut:

$$JKK = \frac{PM \times RAB}{RM}$$

RAMALAN KUNJUNGAN KAPAL GC NUSANTARA PERIODE TAHUN 2008 – 2013

Tahun	Golongan ukuran kapal									Jumlah Kunjungan kapal setahun	Rata-rata kapal per hari
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
2008	350	192	29	76	12	13	6	6	17	670	1.916
2009	380	209	32	82	13	14	6	6	19	761	2.086
2010	414	228	35	89	14	15	7	7	20	828	2.269
2011	450	247	38	97	15	16	8	7	22	900	2.467
2012	489	269	41	106	16	17	8	8	24	978	2.678
2013	530	291	44	114	18	19	9	9	26	1060	2.904

UJI DISTRIBUSI KEDATANGAN DAN DISTRIBUSI WAKTU PELAYANAN

Berdasarkan perhitungan Uji Distribusi, maka diperoleh hasil sebagaimana tercantum pada tabel berikut :

HASIL UJI DISTRIBUSI KEDATANGAN DAN WAKTU PELAYANAN

No	Distribusi Yang diuji	D _{hitung}	D _{tabel}	Hasil
1.	Kedatangan kapal	0.0726	0.1755	Mengikuti distribusi Poisson
2.	Kedatangan barang bongkar	0.0546	0.1755	Mengikuti distribusi Poisson
3.	Kedatangan barang muat	0.0541	0.1755	Mengikuti distribusi Poisson
4.	Waktu pelayanan dermaga	0.0156	0.124	Mengikuti distribusi eksponensial
5.	Waktu pelayanan bongkar muat	0.0480	0.136	Mengikuti distribusi eksponensial
6.	Waktu pelayanan gudang	0.0526	0.1755	Mengikuti distribusi eksponensial

Dari analisa pengujian distribusi ini baik kedatangannya maupun waktu pelayanannya, dapat disimpulkan bahwa model antrian yang sesuai untuk analisa adalah "Model Antrian dengan Kedatangan berdistribusi Poisson dan Waktu Pelayanannya berdistribusi Eksponensial".

PERHITUNGAN BIAYA TUNGGU DI PELABUHAN

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh Biaya Tunggu dan iaya Pelayanan sebagai berikut :

- Biaya tunggu :
- Biaya tunggu barang = Rp 1401,-/ton/hari
- Biaya tunggu kapal = Rp. 3415712,-/kapal/ hari
- Biaya pelayanan ;
- Biaya pelayanan forklift, untuk bongkar maupun muat = Rp 31872,-/forklift/hari
- Biaya pelayanan gudang untuk barang masuk dari darat (bongkar) = Rp. 187363,-/gudang/ hari
- Biaya pelayanan gudang untuk barang masuk dari laut (muat) = Rp. 86160,-/gudang/ hari
- Biaya pelayanan dermaga = Rp 778522,-/dermaga/ hari

ANALISA SECARA TERPISAH UNTUK OPTIMASI PERIODE TAHUN 2008 – 2013

Dalam optimalisasi ini digunakan model antrian analitis dengan kedatangan berdistribusi Poisson dan waktu pelayanan berdistribusi Eksponensial dengan sumber tidak terbatas, serta pelayanan tunggal atau pelayanan ganda. Modelnya adalah (M/M/C):(FCFS/∞/∞).

OPTIMASI DERMAGA

Data-data masukan yang dibutuhkan untuk analisa optimasi dermaga, dapat diringkas sebagai berikut:

- a. Sebagai n=1=dermaga sepanjang 63 m.
- b. Jumlah rata-rata kedatangan kapal per hari setiap tahunnya dapat diperoleh dari tabel sebelumnya.
- c. Tingkat pelayanan dermaga/kapal per hari (μ) merupakan harga rata-rata konstan selama periode tahun 1995-2000. dari lampiran 2 diperoleh tingkat pelayanan rata-rata (μ) = 2 kapal/hari untuk dermaga sepanjang 269 m. Jadi untuk dermaga sepanjang 63 m, tingkat pelayanan rata-rata (μ) = 0.5 kapal/hari.
- d. Biaya tunggu dan biaya pelayanan, diperoleh dari tabel sebelumnya.

Khusus untuk biaya tunggu, karena biaya tunggu terdiri dari biaya tunggu barang dan biaya tunggu kapal, maka perhitungannya adalah sebagai berikut:

Dari hasil ramalan arus barang dan kunjungan kapal pada tabel-tabel sebelumnya akan diperoleh rata-rata muatan kapal selama periode tahun 2008-2013 adalah sebesar 584.286 ton/kapal.

Maka biaya tunggu (C₂) = BTB + BTK

C₂ = Rp 3415712,-/kapal/hari + [Rp 1401,- /ton/hari x 584.286 ton/kapal]

C₂ = Rp 3961148,-/kapal/hari

Untuk lebih jelasnya data-data yang akan diproses terangkum dalam tabel sebagaimana terlihat berikut:

DATA MASUKAN UNTUK OPTIMASI DERMAGA

Tahun	λ (kpl/hari)	μ (kpl/hari)	Biaya tunggu (Rp/kpl/hari)	Biaya pelayanan (Rp/dermaga/hari)
2008	1.916	0.50	3961148	778522
2009	2.086	0.50	3961148	778522
2010	2.269	0.50	3961148	778522
2011	2.467	0.50	3961148	778522
2012	2.678	0.50	3961148	778522
2013	2.904	0.50	3961148	778522

Karena $\lambda > \mu$ pada tahun 2008 sampai tahun 2013, maka $\rho > 1$, sehingga model yang sesuai digunakan untuk analisa optimasi dermaga dari tahun 2008 sampai 2013 adalah model antrian analitis (M/M/C):(FCFS/ ∞/∞).

Untuk model ini, data-data masukannya akan diproses dengan formula-formula sebagai berikut:

$$P_0 = \frac{1}{\left(\sum_{n=0}^{c-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} \right) + \frac{(\lambda/\mu)^c}{C!(1-\lambda/\mu C)}}$$

$$E(nw) = \frac{(\lambda/\mu)^c \lambda}{\mu(C)(C!)[1 - (\lambda/\mu)^c]}$$

$$E(nt) = E(nw) + (\lambda/\mu)$$

Untuk perhitungan pada tahun 2008 adalah sebagai berikut:

$\lambda = 1.916$ kapal/hari

$\mu = 0.5$ kapal/hari

penelusuran harga C (jumlah unit dermaga) yang paling optimal, yang memberikan Total biaya (TC) minimal dimulai dari C paling kecil, yaitu harga C untuk $\rho = 1$.

Hasil perhitungannya adalah sebagai berikut :

Tahun	Panjang dermaga optimal yang dibutuhkan	Total biaya paling minimum (Rp./hari)
2008	441	21190000
2009	441	22930000
2010	504	24780000
2011	504	26793000
2012	567	28904000
2013	567	31248000

Karena saat ini pihak pelabuhan sudah memiliki dermaga sepanjang 269 m atau seluas $269 \times 16 = 4304 \text{ m}^2$, maka :

1. Tahun 2008 dan 2009 dibutuhkan penambahan dermaga sepanjang $3 \times 63 = 189 \text{ m}$ atau seluas $189 \times 16 = 3024 \text{ m}^2$.

2. Tahun 2010 dan 2011 dibutuhkan penambahan dermaga sepanjang $4 \times 63 = 252 \text{ m}$ atau seluas $252 \times 16 = 4032 \text{ m}^2$.
3. Tahun 2012 dan 2013 dibutuhkan penambahan dermaga sepanjang $5 \times 63 = 315 \text{ m}$ atau seluas $315 \times 16 = 5040 \text{ m}^2$.

KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah dilakukan analisa, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut hasil optimasi dermaga untuk mengantisipasi permintaan arus kapal dari tahun 2008 – 2013 terangkum pada tabel berikut:

Tahun	Hasil optimasi		Kondisi saat ini Tahun 2007		Kekurangan	
	Dalam Panjang (m)	Dalam Luas (m)	Dalam Panjang (m)	Dalam Luas (m)	Dalam Panjang (m)	Dalam Luas (m)
2008	441	7056	269	4304	189	3024
2009	441	7056	269	4304	189	3024
2010	504	8064	269	4304	252	4032
2011	504	8064	269	4304	252	4032
2012	567	9072	269	4304	315	5040
2013	567	9072	269	4304	315	5040

Dengan saran-saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut

1. Disarankan agar kesimpulan di atas dapat digunakan oleh PT. PELINDO IV Cabang Pelabuhan Samarinda dalam merencanakan kebutuhan dermaga nusantara, sampai tahun 2013 dengan perlu dilakukan peninjauan kembali terhadap asumsi-asumsi serta parameter-parameter yang digunakan pada tiap tahunnya. Perencanaan terhadap perawatan dan fasilitas-fasilitas di sini perlu dilakukan karena merupakan salah satu upaya untuk mengurangi waktu tunggu di pelabuhan, yang pada akhirnya mengurangi resiko kehilangan konsumen yang merupakan sumber pendapatan.
2. Disarankan juga kepada PT. PELINDO IV Cabang Pelabuhan Samarinda agar lebih meningkatkan usaha-usaha dalam perawatan dan fasilitas dermaga pelabuhan yang dimiliki, sehingga umur teknis dari peralatan dan

fasilitas tersebut agar diperpanjang dan dengan demikian dapat mencegah pemborosan investasi.

3. Waktu tunggu di Pelabuhan dapat dikurangi dengan menambah peralatan bongkar muat dan fasilitas pelabuhan berdasarkan hasil optimal. Namun karena adanya keterbatasan dana untuk menambah peralatan bongkar muat dan fasilitas pelabuhan berdasarkan hasil optimal ini, maka salah satu upaya mengurangi waktu tunggu, di samping menambah peralatan dan fasilitas, dapat dilakukan dengan menambah jam aktifitas bongkar muat di Pelabuhan Samarinda yang selama ini dalam sehariannya berlangsung selama 7 jam. Aktifitas bongkar dan muat di Pelabuhan Samarinda bisa ditambah menjadi 21 jam dalam sehari semalam terdiri dari 3 shift, dengan masing-masing 1 shift adalah 7 jam kerja dan 1 jam istirahat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alonzo De F, Quinn, *Design and Construction Of Port And Marine Structures*, Mc Graw-Hill Book Company, 1972.
- Assauri, Sofjan, *Teknik dan Metode Peramalan*, LPFE UI, Jakarta, 1984.
- De Raes A., *The Function of Sea Por*. Westvllame Economics Studio Bereau, Belgium, 1982.
- Emmon, Hemilton, *Storm Personal Version 2.0 (Quantitative Modellingfor Decission Support)*, Holden Day, Inc, Oakland, 1989.
- Falkanger, *Sea Transport Cost*, Workshop on Corporation Among Ship Owners in Indonesia, 1981.
- Goss R.O. and McMann, *The Cost of Ship Time:Advance in Marine Economic*, CambridgeUniversity Press, 1977.
- Hiller, Frederics S., *Introduction to Stochastic Models in Operation Research*, Mc Grew-Hill Publishing Company, New York, 1990.
- Hiller and Lieberman, *Introduction to Operation Research*, Holden-Day, Inc., Oakland, 1980.
- Jan Owen Jansson and Dan Shneerson, *Port Economic (Series in Transportation Studies)*, MIT Press, 1982.
- Kadariah, *Evaluasi Proyek Analisa Ekonomi*, LPFE UI, Jakarta, 1988.
- Larson, Richard C., *Urban Operation Research*, Prentice -Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1981.
- Law, Averill M., *Simulation Modelling and Analysis*, Mc Graw-Hill, Inc., Arizona, 1991.
- Lipsky, Lester R., *Quiueing Theory : A Linier Algebraic Approach*, Macmillian Publishing Company, New York, 1992.
- Luisterman, *Port Performance Indicators*, Westvlaams Ekonomisch Studie Bureau, Belgium, 1982.
- Morlok, Edward K., *Introduction to Transportation Engeneering and Planning*, terjemahan Ir. Johan Kelana Putra Hainim, Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi, Erlangga, Jakarta, 1988.
- M.T. Mardianto, Nurhayati, *Penelitian Operasional : Teori dan Latihan*, Dharma Patria, Bandung, 1986.
- Mustafa, Zainal, *Panduan Microstat Untuk Mengolah data Statistik*, Andi Offset, Yogyakarta, 1990.
- Park P.E., William R., *Cost Engeneering Analysis*, John Willeyand Sons, Inc., 1973.
- PT. PELINDO IV Cabang Samarinda, *Data dan Informasi Pembangunan Pelabuhan Samarinda*, Samarinda, 2004.
- Sabirin, S., *Beberapa Aspek Pengelolaan Pelabuhan di Indonesia*, Jakarta, 1989.
- Salim, Abbas A., Drs., *Manajemen Transportasi*, Raja Grafindo Perkasa, Jakarta, 1993.
- Siagian, P., *Penelitian Operasional Teori dan Praktek*, LPFE UI, Jakarta, 1987.
- Siegel, Sydney, *Statistik Non Parametrik*, Gramedia, Jakarta, 1994.
- Simarmata, Dj. A., *Operation Research : Sebuah Pengantar*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1991.
- Subagjo, Pangestu, MBA., *Dasar-Dasar Operation Research*, LPFE UGM, Yogyakarta, 1987.
- Sudjana, M.A., M.Sc., Prof., Dr., *Metode Statistika*, Tarsito, Bandung, 1986.
- Sudjana, M.A., M.Sc., Prof., Dr., *Teknik Analisis Regresi dan Korelasi*, Tarsito, Bandung, 1992.
- Taha, Hamdy A., *Operation Research an Introduction*, McMillian International, London, 1987.
- Tobing, LML., *Ekonomi Teknik*, Rakan Offset, Jakarta, 1991.