

ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP PRODUKTIVITAS BONGKAR MUAT KONTAINER DI DERMAGA BERLIAN SURABAYA (STUDI KASUS PT. PELAYARAN MERATUS)

Hendra Gunawan¹⁾, Suhartono²⁾, dan Martinus Edy Sianto³⁾
E-mail: wm_ti2004@yahoo.com, suhartono@statistika.its.ac.id, marvel@mail.wima.ac.id

ABSTRAK

Dalam melakukan aktivitas pengiriman barang, perusahaan pelayaran menggunakan kontainer sebagai alternatif agar barang tersebut terlindungi dengan baik. PT. Pelayaran Meratus merupakan salah satu perusahaan pelayaran yang melakukan aktivitas pengiriman barang dengan menggunakan kontainer. Pengiriman dengan menggunakan kontainer dilakukan di dermaga petikemas. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan suatu model kuantitatif yang dapat digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang memberikan pengaruh secara signifikan terhadap produktivitas bongkar muat. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan adalah metode regresi linier berganda dengan dummy variable. Jumlah sampel yang digunakan untuk analisis ini adalah seluruh kapal petikemas milik PT Pelayaran Meratus yang sandar di Dermaga Berlian Surabaya selama 12 (dua belas) bulan, yang dimulai dari bulan Januari 2006 sampai dengan bulan Desember 2006. Respon yang digunakan adalah data realisasi dengan satuan jumlah kontainer per jam. Prediktor awal yang diduga memiliki pengaruh terhadap produktivitas adalah jumlah gank/kelompok buruh pelabuhan, alat bongkar muat, ratio full empty, total berat kontainer, dan waktu proses bongkar muat. Dilakukan 4 tahap untuk analisis model regresi yang telah diperoleh. Uji serentak (menggunakan P-value), uji individu (uji t), uji Glejser dan uji residual serta model akhir terbaik yang diperoleh. Diperoleh kesimpulan bahwa faktor berat merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap semua kapal.

Kata kunci: produktivitas, proses bongkar muat, regresi linier berganda, *dummy variable*

PENDAHULUAN

Pelayaran merupakan salah satu industri jasa yang berkembang saat ini, di mana bidang usahanya yaitu pengiriman barang. Perusahaan pelayaran sekarang ini lebih banyak menggunakan kontainer atau peti kemas dalam jasa pengirimannya. Penggunaan kontainer tersebut berguna untuk menampung barang yang lebih banyak dan lebih mudah serta barang yang dikemas tidak mengalami kehancuran.

Pengiriman dengan menggunakan kontainer lebih mudah prosesnya karena segala sesuatu prosedurnya diatur oleh perusahaan jasa pelayaran, sedangkan pengirim hanya perlu memberi keterangan lengkap mengenai tujuan dari barang tersebut. Perusahaan jasa pelayaran dapat melayani banyak konsumen sekaligus, karena para pengirim memakai kontainer yang notabene berukuran besar dan dapat menampung banyak barang.

PT. Pelayaran Meratus adalah salah satu perusahaan yang bergerak di bidang jasa pengiriman barang melalui kontainer. Saat ini, PT. Pelayaran Meratus memiliki permasalahan yang menyangkut produktivitas proses bongkar dan proses muat kontainer di Dermaga Berlian Surabaya. Selama ini dalam menentukan

produktivitas bongkar muat, perusahaan masih menggunakan perkiraan subyektif. Penetapan standar produktivitas perlu dilakukan sebagai bantuan dan ‘patokan’ dalam penjadwalan kapal yang akan melakukan proses bongkar muat, sehingga proses tersebut dapat berjalan lancar dan juga meminimasi biaya.

Definisi dari proses “bongkar” yaitu proses saat menurunkan kontainer dari kapal, sedangkan proses “muat” yaitu proses saat menaikkan kontainer ke dalam kapal. Yang dimaksud dengan produktivitas pada proses bongkar dan muat adalah kecepatan perusahaan bongkar muat dalam memindahkan kontainer dari *vessel* menuju trailer dan sebaliknya dengan menggunakan satuan kontainer per jam.

Dalam proses “bongkar muat” kontainer itu sendiri terdapat banyak faktor yang berpengaruh terhadap kecepatan bongkar muat. Pada penelitian kali ini yang dilakukan di Dermaga Berlian Surabaya diduga faktor-faktor yang berpengaruh meliputi jumlah buruh pelabuhan atau *gank*, *ratio full empty*, berat kontainer, alat pengangkut yang dipakai dan waktu mulai proses bongkar muat. Secara umum dalam penetapan standar produktivitas kontainer yang dipengaruhi oleh beberapa faktor,

¹⁾ Mahasiswa di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Industri Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

²⁾ Staf Pengajar di Fakultas MIPA Jurusan Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

³⁾ Staf Pengajar di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Industri Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

membutuhkan bantuan model matematis yang akan menjelaskan pengaruh dari tiap faktor yang ada.

Pada penelitian sebelumnya tentang proses 'bongkar muat' yang dilakukan Tanaya (2007), menggunakan tiga faktor yang diduga berpengaruh yaitu *ratio*, berat dan waktu. Diperoleh hasil bahwa faktor *ratio* dan berat memiliki pengaruh terbesar, sedangkan waktu mulai proses bongkar muat tidak mempunyai pengaruh yang signifikan. Pada penelitian tersebut yang dilakukan di Terminal Petikemas Surabaya tidak terdapat faktor *gank* dan alat pengangkut, karena di Terminal Petikemas Surabaya hanya terdapat 1 jenis *gank* dan 1 jenis alat pengangkut.

Oleh karena itu, penelitian ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan Tanaya (2007), di mana pada penelitian kali ini menggunakan lima faktor yang diduga berpengaruh yaitu jumlah buruh pelabuhan atau *gank*, *ratio full empty*, berat kontainer, alat pengangkut yang dipakai dan waktu mulai proses bongkar muat. Faktor-faktor tersebut dipakai untuk mendapatkan suatu model yang dapat digunakan untuk mengetahui standar produktivitas dari tiap kapal dan juga untuk mengetahui faktor-faktor mana yang berpengaruh signifikan terhadap produktivitas bongkar muat.

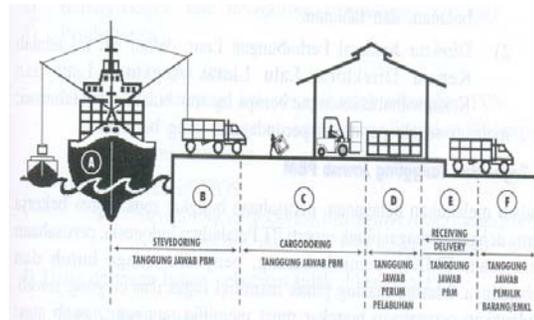
Dalam penelitian ini digunakan metode regresi linier untuk mengetahui faktor yang memiliki pengaruh signifikan. Metode regresi linier merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk menganalisa dan mengetahui hubungan dari beberapa faktor^[1]. Selain itu, metode regresi linier ini dapat memberikan gambaran dan sejauh mana pengaruh faktor-faktor yang tidak terkontrol, memberikan ramalan atau prakiraan dan membangun model^[2].

TINJAUAN PUSTAKA

Operasi bongkar muat

Menurut Suyono (2003), pada kegiatan bongkar muat meliputi banyak bagian dalam suatu proses bongkar ataupun muat. Jasa bongkar muat di pelabuhan dilakukan oleh pihak Perusahaan Bongkar Muat (PBM). Perusahaan bongkar muat (PBM) adalah badan hukum Indonesia yang khusus didirikan untuk menyelenggarakan dan mengusahakan kegiatan bongkar muat dari dan ke kapal^[3].

Kegiatan bongkar muat (*stevedoring*, *cargodoring* dan *receiving/delivery*) di pelabuhan dilakukan dengan menggunakan bantuan tenaga kerja bongkar muat (TKBM) dan peralatan bongkar muat. Pada Dermaga Berlian Surabaya alat bongkar muat yang digunakan yaitu *Ship Crane (PC)* dan *Shore Crane (SC)*. Kegiatan dan wewenang pada proses bongkar muat disajikan pada Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Kegiatan dan wewenang pada proses bongkar muat

Stevedoring

Stevedoring adalah jasa bongkar/muat dari/ke kapal, dari/ke dermaga, tongkang, gudang, truk atau lapangan dengan menggunakan derek kapal atau alat bantu pemuatan yang lain. Orang yang bertugas mengurus bongkar muat kapal disebut *stevedore*^[4]. *Stevedore* yang bertugas di atas kapal disebut *stevedore* kapal, sedangkan yang bertugas di darat disebut *quay supervisor*. Dalam melaksanakan tugasnya *stevedore* harus bekerja sama dengan berbagai pihak seperti PT Pelabuhan Indonesia, EMKL, *forwarder*, TKBM, dan yang lain. Seorang *stevedore* umumnya adalah orang yang bertugas di atas kapal dan berdinias sebagai perwira atau orang yang bisa menangani buruh karena *stevedore* akan mengkoordinir pekerjaan dan buruh TKBM melalui mandor atau kepala regu kerja (KRK). Dalam bekerja, *stevedore* dibantu oleh *foreman*. Koordinasi kegiatan *stevedoring* di atas kapal dengan di darat dilakukan oleh seorang *chief stevedore* atau operator terminal.

Cargodoring

Cargodoring adalah pekerjaan melepaskan barang dari tali/jala-jala di dermaga dan mengangkut barang tersebut dari dermaga ke gudang/lapangan penumpukan selanjutnya

menyusun di barang gudang/lapangan penumpukan atau sebaliknya.

Receiving

Receiving adalah pekerjaan memindahkan barang dari tempat penumpukan di gudang/lapangan penumpukan dan menyerahkan barang sampai tersusun di atas kendaraan di pintu gerbang/lapangan penumpukan.

Gank

Gank adalah kelompok buruh pelabuhan yang membantu dalam proses bongkar muat. *Gank* yang ada di pelabuhan dalam satu kelompok terdapat 16 orang, di mana pembagian tugas bagi para anggota *gank* sudah diatur oleh perusahaan bongkar muat yang mengontrak mereka. Sebanyak 10 orang berada di atas *vessel*, dan sisanya berada di bawah untuk mengoperasikan alat angkut atau *crane* dan lainnya mengontrol jalannya kontainer agar tidak jatuh. Dalam pelaksanaannya tidak semua proses bongkar muat dapat dilakukan dengan menggunakan 1 *gank* saja, namun bisa juga menggunakan 2 *gank* sekaligus. Jika proses bongkar muat menggunakan 2 *gank* maka *crane* yang digunakan juga berjumlah 2, sesuai dengan jumlah *gank*.

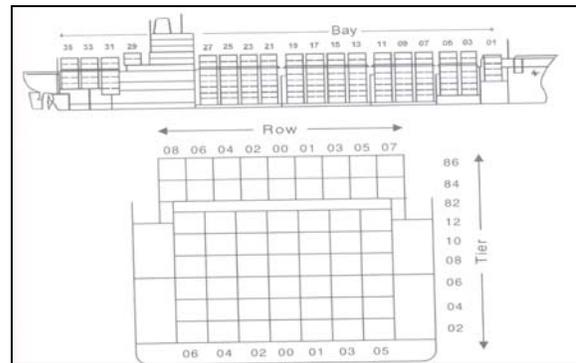
Alat bongkar muat

Dalam melakukan proses bongkar muat kontainer, diperlukan bantuan sebuah alat bantu untuk mengangkat dan menurunkan kontainer. Alat bantu tersebut dioperasikan oleh seorang buruh yang khusus untuk mengangkat atau menurunkan kontainer. Di Dermaga Berlian Surabaya terdapat dua jenis alat bantu bongkar muat yaitu *Ship Crane* dan *Shore Crane*. Kapasitas angkut untuk *Ship Crane* dan *Shore Crane* sendiri bervariasi disesuaikan dengan muatan yang akan dibongkar atau dimuat.

Ratio full empty

Ratio full empty merupakan sebuah angka prosentase yang menunjukkan proporsi jumlah kontainer yang terisi dengan kontainer yang tidak terisi. Misalkan, dalam sebuah kapal ditunjukkan *ratio full empty* sebesar 60%, maka dapat diartikan bahwa 60% dari kontainer terisi dan barang sisanya (40%) adalah kontainer yang kosong. *Ratio full empty* sangat diperlukan untuk mengetahui seberapa banyak kontainer yang diangkut. Dalam sebuah kapal, terdapat

koordinat lantai kapal yang digunakan untuk menempatkan kontainer. Koordinat yang digunakan adalah *Bay*, *Row* dan *Tier*. *Bay* merupakan panjang dari keseluruhan *vessel* yang dapat digunakan. *Row* merupakan lebar dari lantai *vessel* yang dapat digunakan. *Tier* merupakan ketinggian yang dimiliki oleh *vessel*. Panjangnya *Tier* berguna untuk menyusun tumpukan kontainer. Pada Gambar 2 dijelaskan letak *Bay*, *Row* dan *Tier* di dalam sebuah kapal.



Gambar 2. Letak *Bay*, *Row* dan *Tier*

Besarnya *ratio full empty* dapat diperoleh sebelum melakukan proses bongkar muat, yaitu dengan melihat dokumen pelayaran yang ada. Pada dokumen tersebut nantinya akan tercantum jumlah kontainer yang terisi dan jumlah kontainer yang kosong yang akan diangkat oleh suatu kapal, sehingga sebelum operasi bongkar muat dapat diperoleh prosentase perbandingan jumlah kontainer yang terisi dengan kontainer yang kosong.

Berat total kontainer

Berat total kontainer termasuk salah satu faktor yang berpengaruh terhadap proses bongkar muat. Berat kontainer sangat menentukan dalam melakukan proses bongkar muat, apabila makin berat suatu kontainer, maka waktu yang diperlukan untuk melakukan proses bongkar atau proses muat juga akan semakin lama. Semakin lama waktu yang diperlukan untuk memindahkan kontainer, maka dapat dipastikan target produktivitas yang telah ditentukan oleh perusahaan pelayaran tidak dapat dipenuhi dan itu juga akan menambah biaya operasional. Berat total kontainer merupakan penjumlahan dari berat barang yang ada dengan berat kontainer kosong. Satuan yang digunakan dalam mengukur total berat kontainer yaitu ratus ton atau lebih sering dikenal tonase.

Ukuran kontainer

Ukuran kontainer yang ada saat ini yaitu ukuran 20 feet, 40 feet hingga 45 feet. Untuk kontainer ukuran panjang 20 feet dengan ukuran lebar dan tinggi sepanjang 8 feet memiliki berat kosong sebesar 2,3 ton. Untuk kontainer ukuran panjang 40 dan 45 feet dengan ukuran lebar dan tinggi sepanjang 8 feet memiliki berat kosong mencapai 4 ton. Kapasitas yang dapat ditampung untuk kontainer berukuran 20 feet mencapai 25 ton, sedangkan untuk kontainer berukuran 40 dan 45 feet dapat menampung barang dengan berat 30 ton. Penggunaan ukuran kontainer yang berbeda biasanya didasarkan pada dimensi barang yang akan diangkut.

Waktu proses bongkar muat

Waktu proses bongkar muat dapat mempengaruhi produktivitas. Faktor ini berpengaruh karena proses bongkar muat terbagi menjadi 3 shift. Berikut ini pembagian untuk setiap shiftnya: shift I mulai pukul 00.00-08.00, shift II mulai pukul 08.00-16.00, dan shift III mulai pukul 16.00-24.00 WIB.

Waktu proses bongkar muat dapat saja terjadi pada pagi, siang, malam dan dini hari. Perbedaan waktu ketika mulai bekerja dapat saja mempengaruhi. Contohnya bila proses mulai pada siang hari maka pekerja akan merasa lelah, karena panas matahari. Hal ini berbeda ketika proses bongkar dimulai pada malam atau sore hari, sebab kondisi udara malam sejuk dan tidak banyak gangguan seperti debu dan suara mesin dapat mempercepat proses bongkar muat. Dengan demikian proses bongkar pada malam dan dini hari memiliki kecenderungan produktivitas yang lebih tinggi daripada proses bongkar yang dimulai pada siang hari.

Regresi linier dengan variabel *dummy*

Pada bagian ini akan ditunjukkan pengenalan variabel kualitatif, yang seringkali disebut *variabel dummy*, dan membuat model regresi linier yang fleksibel yaitu mampu menangani banyak masalah menarik yang dijumpai dalam studi empiris.

Dalam analisis regresi seringkali terjadi bahwa variabel tak bebas dipengaruhi, tidak hanya oleh variabel yang dapat segera dinyatakan secara kualitatif pada skala yang didefinisikan dengan baik (misalnya: harga, dan pendapatan), tetapi juga dengan variabel yang pada dasarnya

bersifat kualitatif (misalnya: jenis kelamin, dan agama)^[5].

Variabel yang menjelaskan seperti itu biasanya menunjukkan adanya atau tidak adanya “kualitas” atau ciri-ciri, seperti laki-laki atau perempuan, hitam atau putih. Satu metode untuk “membuatnya kuantitatif” dari atribut seperti itu adalah dengan membentuk variabel buatan yang mengambil nilai 0 atau 1. Variabel yang mengambil nilai seperti 0 dan 1 disebut variabel *dummy* (*dummy variables*).

Variabel *dummy* dapat digunakan dalam model regresi semudah variabel kuantitatif. Pada kenyataannya, suatu model regresi mungkin berisi variabel yang menjelaskan secara eksklusif variabel *dummy*, atau pada dasarnya kualitatif. Model tersebut disebut model analisis varians. Sebagai contoh, ditunjukkan model berikut:

$$Y_i = \alpha + \beta D_i + \mu_i \quad (1)$$

Seperti model regresi dalam persamaan (1) di atas mempunyai variabel *dummy* D (semua variabel *dummy* digambarkan dengan huruf D). Model yang diungkapkan dalam persamaan (1) memungkinkan seseorang untuk mengetahui apakah jenis kelamin dapat menyebabkan perbedaan gaji, dengan mengasumsikan tentu saja, bahwa semua variabel yang lain seperti umur, gelar, dan tahun pengalaman dijaga konstan. Dengan mengasumsikan bahwa semua variabel yang lainnya konstan, dari model (1) dapat diperoleh bahwa:

rata-rata gaji pengajar perguruan tinggi wanita dapat diungkapkan dengan model:

$$E(Y_i | D_i = 0) = \alpha \quad (2)$$

dan rata-rata gaji pengajar perguruan tinggi pria dapat diungkapkan dengan model:

$$E(Y_i | D_i = 1) = \alpha + \beta \quad (3)$$

dengan unsur intersep α memberikan gaji rata-rata pengajar perguruan tinggi wanita dan koefisien kemiringan β menyatakan berapa besarnya gaji rata-rata pengajar perguruan tinggi pria berbeda dari gaji rata-rata rekan wanitanya, $\alpha + \beta$ mencerminkan rata-rata gaji pengajar perguruan tinggi pria.

Regresi bertatar

Metode eliminasi langkah mundur mulai dengan regresi terbesar dengan menggunakan semua peubah, dan secara bertahap mengurangi

banyaknya peubah di dalam persamaan sampai suatu keputusan dicapai untuk menggunakan persamaan yang diperoleh. Prosedur seleksi bertatar ini berusaha mencapai kesimpulan yang serupa, namun dengan cara menempuh cara yang berlawanan, yaitu menyusupkan peubah satu demi satu sampai diperoleh persamaan regresi yang memuaskan.

Prosedur dasarnya adalah sebagai berikut:

- Pertama-tama, dipilih X yang paling berkorelasi dengan Y (misalkan X_1) dan kemudian dihitung persamaan regresi linier orde pertama $\hat{Y} = f(X_1)$. Diuji apakah peubah ini nyata. Kalau tidak nyata, pengujian dihentikan dan dipilih model $Y = \bar{Y}$ sebagai model terbaik. Jika peubah itu nyata, dicari peubah peramal kedua untuk dimasukkan ke persamaan regresi;
- Diperiksa koefisien korelasi parsial semua peubah peramal yang berada diluar regresi pada tahap ini, yaitu $X_j, j \neq 1$, dengan Y ; dengan kata lain, Y dan X_j keduanya dikoreksi melalui hubungan garis lurus dengan X_1 ;
- Peubah X_j yang mempunyai koefisien korelasi parsial tertinggi dengan Y yang sekarang dipilih, misalkan ini adalah X_2 , dan selanjutnya persamaan regresi kedua $Y = f(X_1, X_2)$ dihitung;
- Sekarang persamaan regresi itu diuji, peningkatan nilai R^2 diperhatikan, dan nilai F parsial untuk kedua peubah yang ada dalam persamaan diuji;
- Nilai F parsial yang terendah kemudian dibandingkan dengan nilai F tabel, dan peubah peramal yang bersangkutan dipertahankan atau dikeluarkan dari persamaan tergantung pada uji ini nyata atau tidak.

Pengujian “peubah peramal dalam persamaan regresi yang paling kecil kontribusinya” dilakukan di setiap tahapan *stepwise regression*.

Uji Glejser

Dalam uji Glejser setelah didapatkan residual λ_i dari regresi, Glejser menyarankan untuk meregresi nilai absolut dari λ_i , $|\lambda_i|$,

terhadap variabel X yang diperkirakan mempunyai hubungan yang erat dengan σ_i^2 . Dalam percobaannya, Glejser menggunakan bentuk fungsional berikut :

$$|\lambda_i| = \beta_1 X_i + \nu_i \quad (4)$$

dengan ν_i adalah unsur kesalahan. Glejser telah menemukan bahwa untuk sampel besar model yang pertama dari keempat model tadi memberikan hasil yang pada umumnya memuaskan dalam mendeteksi heteroskedastisitas. Teknik Glejser bisa digunakan dalam sampel kecil sebagai alat kualitatif untuk mempelajari sesuatu tentang heteroskedastisitas^[6].

Pencilan

Suatu sisaan yang merupakan pencilan adalah yang nilai mutlaknya jauh lebih besar daripada sisaan lainnya dan bisa jadi terletak pada tiga atau empat simpangan baku atau lebih jauh lagi dari rata-rata sisaannya. *Outlier* merupakan suatu keganjilan dan menandakan suatu titik data yang sama sekali tidak tipikal dibandingkan dengan data lainnya. Oleh karenanya suatu *outlier* patut diperiksa secara seksama, untuk mengetahui apakah terdapat sesuatu dibalik keganjilan tersebut^[7].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh pada setiap kapal dan menentukan standar peroduktivitas untuk setiap kapal dengan model regresi linier.

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diambil langsung dari PT. Pelayaran Meratus. Data sekunder yang dipergunakan merupakan data tahun 2006 mulai bulan Januari hingga Desember.

Untuk variabel *input*-nya (variabel bebas) yang digunakan adalah:

- Variabel *gank*/kelompok buruh (X_1);
- Variabel alat bongkar muat (X_2);
- Variabel *ratio full empty* (X_3);
- Variabel berat kontainer (X_4);
- Variabel waktu proses bongkar muat (X_5).

Variabel *gank*/kelompok buruh pelabuhan yang dinotasikan dengan (X_1) terdiri dari 2 jenis yaitu menggunakan 1 *gank* atau 2 *gank*, sedangkan variabel alat bongkar muat (X_2) yang digunakan dalam proses bongkar muat

terdiri dari *Shore Crane (SC)* dan *Ship Crane (PC)*. Variabel (X_3) *ratio full empty* merupakan jumlah kontainer yang dibongkar muat dibandingkan dengan kapasitas total dalam kapal tersebut. Untuk variabel berat kontainer yaitu berat kontainer rata-rata yang dibongkar muat, dinotasikan dengan (X_4) mempunyai satuan yaitu *tonase* atau ratus ton. Variabel waktu proses bongkar muat (X_5) merupakan lama waktu proses bongkar muat, yaitu saat pertama kali dilakukan bongkar dan sampai pada proses muat. Sedangkan untuk variabel respon atau (Y) yaitu adalah realisasi bongkar muat.

Berikut ini adalah tahapan yang dilakukan dalam melakukan penelitian antara lain:

- Mempelajari bisnis proses yaitu melalui data sekunder dan wawancara maupun dari studi literatur.
- Penetapan variabel penelitian yang dipilih setelah melakukan studi literatur dari berbagai sumber kepustakaan, artikel, jurnal-jurnal, dan teori yang berhubungan dengan permasalahan yang dihadapi.
- Pengumpulan data.
- Analisis data dengan cara menghilangkan data yang tidak valid serta dilakukan konversi data agar satuan yang digunakan sama.
- Pengolahan data dengan menggunakan regresi linier variabel *dummy*, dengan memasukkan faktor-faktor yang ada.
- Menghilangkan data yang *outlier*, kemudian dilakukan pengolahan data kembali dengan regresi linier, sehingga didapat model regresi terbaik.
- Melihat faktor-faktor apa saja yang berpengaruh dari hasil regresi linier.
- Pengolahan data kembali dengan regresi bertatar untuk benar-benar mendapatkan faktor yang paling berpengaruh.
- Analisis data menggunakan uji serentak, uji individu, uji Glejser dan uji residual.
- Penetapan standar produktivitas tiap kapal yaitu dengan model regresi terbaik.
- Validasi kesesuaian model menggunakan sampel Kapal Caraka Jaya III-8 dengan data bongkar dan muat.
- Kesimpulan dan saran.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data

Pengolahan data dilakukan dengan maksud mencari model terbaik untuk kapal Caraka Jaya yang dilakukan dengan metode regresi linier secara sistematis menggunakan tahap-tahap seperti di bawah ini.

Tahap 1

Output regresi linier untuk Kapal Caraka disajikan pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Output regresi linier untuk Kapal Caraka Jaya pada tahap 1

The regression equation is					
Realisasi = 19,7 + 7,63 Gank + 6,14 Alat - 0,0213 Ratio - 1,19 Berat - 1,89 Waktu					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	19,69	13,96	1,41	0,186	
Gank	7,633	2,773	2,75	0,019	
Alat	6,135	5,597	1,10	0,296	
Ratio	-0,02126	0,09297	-0,23	0,823	
Berat	-1,1869	0,4116	-2,88	0,015	
Waktu	-1,886	4,985	-0,38	0,712	
S = 4,683 R-Sq = 53,4% R-Sq(adj) = 32,2%					
Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	5	276,51	55,30	2,52	0,093
Residual Error	11	241,23	21,93		
Total	16	517,74			

Dari Tabel 1 di atas terlihat bahwa tidak ada data yang *outlier* dan hasil di atas yang merupakan model terbaik untuk kapal Caraka Jaya. Dari tabel di atas dapat dilihat juga bahwa nilai R^2 dari model tersebut 53,4% di mana model tersebut mempunyai tingkat akurasi yang cukup tinggi, yang dapat menggambarkan data yang dimodelkan. Sedangkan untuk faktornya dapat kita lihat pada Tabel 2 di bawah ini dengan menggunakan metode *Stepwise Regression*, dapat dilihat bahwa faktor *gank* dan berat kontainer mempunyai pengaruh yang signifikan berpengaruh terhadap model yang ada, sama seperti pada regresi linier tahapan pertama.

Tabel 2. Output regresi *Stepwise* untuk Kapal Caraka Jaya

Stepwise Regression: Realisasi versus Gank, Alat, Ratio, Berat, Waktu		
Alpha-to-Enter: 0,15 Alpha-to-Remove: 0,15		
Step	1	2
Constant	28,77	23,53
Berat	-0,76	-1,14
T-Value	-1,81	-3,03
P-Value	0,090	0,009
Gank		7,0
T-Value		2,72
P-Value		0,017
S	5,32	4,46
R-Sq	17,96	46,27
R-Sq(adj)	12,49	38,60
C-p	6,4	1,7

Pada Tabel 2 regresi *Stepwise* di atas tidak berbeda dengan regresi linier pada tahap pertama di mana faktor berat kontainer dan waktu adalah faktor yang memberikan pengaruh yang signifikan karena *P-Value* yang dihasilkan lebih kecil daripada nilai alpha (α).

Analisis data

Di bawah ini adalah hasil ANOVA untuk uji serentak dari pemodelan regresi linier tahap akhir untuk kapal Caraka Jaya sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil ANOVA Uji F untuk kapal Caraka Jaya

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	5	276,51	55,3	2,52	0,093
Residual	11	241,53	21,93		
Total	16	517,74			

Uji hipotesis untuk uji serentak adalah:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_i \neq 0 \text{ (i = 1, 2, 3, 4, 5)}$$

$$\alpha = 10\%$$

Hasil statistik uji *F* dari Tabel 3 adalah 2,52, sedangkan nilai dari F_{tabel} , yaitu $F_{(5,11,0.1)}$ adalah 2,45, maka hasilnya adalah tolak H_0 , karena $F_{hit} > F_{tabel}$.

Berikut ini hasil uji individu untuk setiap faktor berdasarkan pemodelan regresi tahap akhir untuk kapal Caraka Jaya sebagaimana disajikan pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Hasil Uji *t* untuk kapal Caraka Jaya

Predictor	Coef	SE Coef	t	P
Constant				
Gank (X_1)	19,69	13,96	1,41	0,186
Alat (X_2)	7,633	2,773	2,75	0,019
Ratio (X_3)	6,135	5,597	1,1	0,296
Berat (X_4)	-0,02126	0,09297	-0,23	0,823
Waktu (X_5)	-1,1869	0,4116	-2,88	0,015
	-1,186	4,985	-0,38	0,712

Uji hipotesis untuk prediktor:

$$H_0 : \beta_i = 0$$

$$H_1 : \beta_i \neq 0$$

$$\alpha = 10\%$$

$$T_{Tabel} = T_{(0.05; 11)} = \pm 2,201$$

Berdasarkan Tabel 4 terlihat bahwa faktor *gank* memiliki pengaruh secara statistik terhadap model persamaan regresi, di mana nilai *T* yang dihasilkan yaitu 2,75 > dari T_{Tabel} yaitu $T_{(0.05; 11)} = \pm 2,201$ berarti kesimpulannya adalah gagal tolak H_0 .

Selanjutnya untuk evaluasi kelayakan model dilakukan uji *normality* dan uji Glejser.

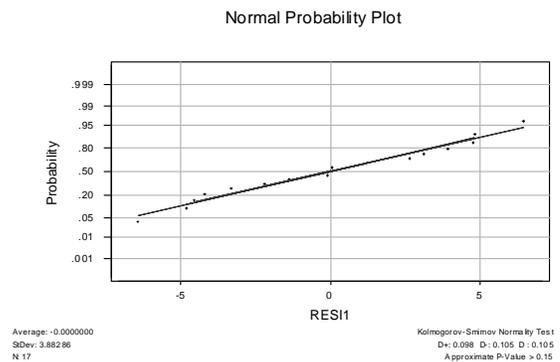
Uji distribusi normal

Uji Hipotesis untuk *residual*:

$$H_0 : \text{Residual berdistribusi normal}$$

$$H_1 : \text{Residual tidak berdistribusi normal}$$

Plot residual kapal Caraka Jaya disajikan pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Plot residual kapal Caraka Jaya

Dari *output* di atas diketahui bahwa *P-Value* untuk uji Kolmogorov Smirnov lebih besar daripada 0,150. Karena nilai ini lebih besar daripada α (0,05), maka dapat disimpulkan

gagal tolak H_0 , yang berarti residual sudah memenuhi syarat distribusi normal.

Uji Glejser

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_i \neq 0 \text{ (} i = 1, 2 \text{)}$$

Hasil uji Glejser variabel X dan residual kapal Caraka Jaya disajikan pada Tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 5. Uji Glejser variabel X dan residual kapal Caraka Jaya

	Coef	SE Coef	T	P
Gank	-0,000	5,965	-0,00	1,000
Berat	0,0000	2,385	0,00	1,000

Dari hasil uji Glejser di atas dapat dilihat nilai P yang dihasilkan adalah 1.000 yang berarti gagal tolak H_0 , dimana variabel β_1 pada faktor gank (X_1) dan variabel β_2 pada faktor berat (X_2) tidak memberikan pengaruh pada persamaan $|\lambda_i| = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2$ atau sama dengan nol (0), dari penjelasan diatas dapat diambil kesimpulan bahwa residualnya identik.

Setelah dilakukan tiga uji di atas, tahap selanjutnya dalam analisis ini adalah pemodelan persamaan regresi yang terbaik untuk kapal Caraka Jaya seperti di bawah ini:

$$\hat{Y} = 19,7 + 7,63X_1 + 6,14X_2 - 0,0213X_3 - 1,19X_4 - 1,89X_5 \quad (5)$$

Dari hasil analisis didapatkan hanya faktor berat dan gank saja yang memberikan pengaruh bagi pembentukan model yang ada sehingga model yang diperoleh memiliki nilai R^2 sebesar 53,4%. Dari angka tersebut diketahui bahwa sebesar 53,4% model dapat menggambarkan data yang dimodelkan.

Validasi kesesuaian model

Model yang telah diperoleh dan dianalisis divalidasi dengan data terbaru. Validasi digunakan untuk mengetahui apakah model persamaan yang telah diperoleh sesuai dengan kondisi saat ini. Seperti yang telah dijelaskan pada bagian metode penelitian, pada validasi ini akan digunakan satu kapal yaitu Caraka Jaya III-8. Di bawah ini adalah data per jam bongkar dan keterangan yang lain tentang faktor-faktor yang

diduga berpengaruh dari kapal Caraka Jaya III-8 sebagaimana disajikan pada Tabel 6 berikut:

Tabel 6. Data bongkar kapal Caraka Jaya III-8

Jam	Palka 1	Palka 2	Jumlah Kontainer
18.00-19.00	9	11	20
19.00-20.00	12	12	24
20.00-21.00	11	14	25
21.00-22.00	10	14	24
22.00-22.30	5	6	11

Faktor-faktor yang diduga berpengaruh adalah:

- Jumlah gank yang digunakan yaitu 2 gank;
- Ratio full empty 86%;
- Berat kontainer yang dibongkar sekitar 15 ton;
- Bongkar muat dilaksanakan pada waktu malam (0);
- Alat angkut yang digunakan yaitu Ship Crane (1).

Untuk validasi data bongkar kapal Caraka Jaya III-8, pertama-tama akan dilakukan perhitungan rata-rata bongkar seperti di bawah ini:

$$\bar{X}_B = \frac{20 + 24 + 25 + 24}{4} = 23,25 \text{ kontainer/jam}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan validasi dari model dengan memasukkan data validasi dari kapal Caraka Jaya III-8 ke dalam persamaan model regresi yang sudah ada. Hasilnya adalah:

$$\text{Realisasi} = 19,7 + 7,63 X_1 + 6,14 X_2 - 0,021 X_3 - 1,19 X_4 - 1,89 X_5$$

$$\text{Realisasi} = 19,7 + 7,63(2) + 6,14(1) - 0,0213(0,86) - 1,19(15) - 1,89(0) = 23,23 \text{ kontainer/jam}$$

Dari hasil perhitungan validasi kapal Caraka Jaya III-8 di atas dapat dilihat bahwa hasil dari rata-rata bongkar adalah 23,25 kontainer/jam, hampir sama dengan perhitungan persamaan model regresi yaitu 23,23 kontainer/jam. Di dalam kasus ini, model persamaan regresi yang ada dapat menggambarkan keadaan yang sebenarnya dalam proses bongkar kontainer kapal Caraka Jaya III-8.

Selain proses bongkar di atas, validasi juga dilakukan pada proses muat dengan tahapan

yang sama. Berikut ini adalah data dari proses muat serta keterangan untuk faktor-faktor yang diduga berpengaruh kapal Caraka Jaya III-8 sebagaimana disajikan pada Tabel 7 berikut:

Tabel 7. Data muat kapal Caraka Jaya III-8

Jam	Palka 1	Palka 2	Jumlah Kontainer
22.30-23.00	4	3	7
23.00-24.00	5	4	9
24.00-01.00	9	9	18
01.00-02.00	9	9	18
02.00-03.00	9	8	17
03.00-04.00	9	9	18
04.00-05.00	9	8	17

Faktor-faktor yang diduga berpengaruh adalah:

- Jumlah *gank* yang digunakan yaitu 2 *gank*;
- *Ratio full empty* 94%;
- Berat kontainer yang dimuat sekitar 20 ton;
- Bongkar muat dilaksanakan pada waktu malam (0);
- Alat angkut yang digunakan yaitu *Ship Crane* (1).

Dalam validasi proses muat ini, pertama kali dilakukan perhitungan rata-rata dari proses muat ini, sama seperti pada proses bongkar sebelumnya sebagai berikut:

$$\bar{X}_B = \frac{18+18+18+17+17}{5} = 17,6$$

kontainer/jam

Selanjutnya perhitungan rata-rata muat di atas akan dicocokkan dengan perhitungan dari persamaan model regresi yang ada untuk kapal Caraka Jaya. Berikut ini adalah perhitungan persamaan model regresi proses muat dari kapal Caraka Jaya III-8:

$$\begin{aligned} \text{Realisasi} &= 19,7 + 7,63 X_1 + 6,14 X_2 - 0,0213 X_3 \\ &\quad - 1,19 X_4 - 1,89 X_5 \\ \text{Realisasi} &= 19,7 + 7,63(2) + 6,14(1) - 0,0213(0,94) \\ &\quad - 1,19(20) - 1,89(0) \\ &= 17,27 \text{ kontainer/jam} \end{aligned}$$

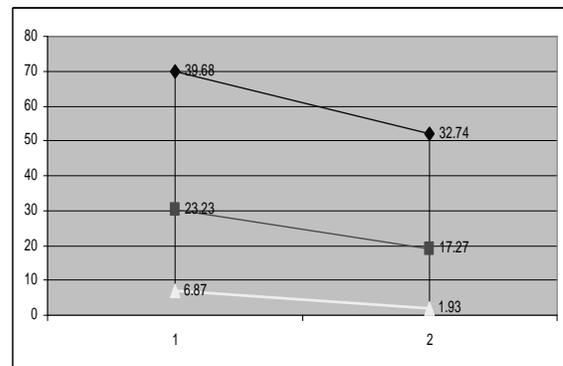
Dari perhitungan di atas, hasil dari rata-rata muat yaitu 17,6 kontainer/jam hampir sama dengan hasil dari persamaan model regresi yaitu 17,27 kontainer/jam. Untuk proses muat ini hasilnya tidak jauh berbeda dengan proses bongkar, di mana dari perbandingan rata-rata

bongkar dengan model regresi yang ada didapatkan hasil yang hampir sama.

Dalam bagian ini akan ditampilkan juga validasi untuk kapal Caraka Jaya dengan menggunakan batas atas dan batas bawah (95% *Confidence Interval*), di mana data realisasi akan dicocokkan dengan batas atas dan batas bawah yang ada untuk melihat apakah realisasi tersebut memenuhi persyaratan yang ada dan tidak ke luar batas. Validasi proses bongkar dan muat menggunakan 95% *Confidence Interval* disajikan pada Tabel 8 dan diplot pada Gambar 4 sebagai berikut:

Tabel 8. Validasi proses bongkar dan muat (95% *Confidence Interval*)

	Realisasi	Fits	SE Fits	95% CI
Proses bongkar	23,23	23,27	7,45	6,87-39,68
Proses muat	17,27	17,34	7,00	1,93-32,74



Gambar 4. Plot validasi proses bongkar muat dengan 95% *Confidence Interval*

Dari Tabel 8 dan Gambar 4 di atas dapat dilihat bahwa hasil validasi yang dilakukan hampir sama dengan model regresi yang ada, hanya terdapat sedikit kesalahan dari hasil keduanya. Berarti dapat disimpulkan bahwa model regresi yang ada dapat menggambarkan keadaan sebenarnya pada saat proses bongkar muat, khususnya mengenai realisasi proses bongkar muat.

Selain Tabel 8 yang menjelaskan tentang 95% *Confidence Interval* pada proses bongkar dan muat, pada bagian ini juga akan ditampilkan validasi untuk keseluruhan kapal Caraka Jaya menggunakan 95% *Confidence Interval*, sebagaimana disajikan pada Tabel 9 berikut.

Tabel 9. Data validasi kapal Caraka Jaya menggunakan 95% Confidence Interval

Realisasi	Gank	Alat	Ratio	Berat	Waktu	Prediksi	Keterangan
18,13	2	PC	71,2	2041	0,18	10,29-19,75	Memenuhi
17,05	1	PC	98,57	1559	0,31	6,31-18,25	Memenuhi
10,05	1	PC	72,6	1230	0,45	10,40-22,54	Memenuhi
18,38	2	PC	74,24	2009	0,64	10,24-18,69	Memenuhi
32,32	2	PC	80,11	983	0,12	19,26-35,74	Memenuhi
12,47	2	SC	96,73	1709	0,08	2,16-22,78	Memenuhi
23,62	2	PC	79,04	1262	0,46	17,86-29,28	Memenuhi
12,63	2	PC	75,68	1819	0,57	13,34-20,31	Tidak Memenuhi
13,15	1	PC	94,14	1577	0,42	6,48-17,42	Memenuhi
12,64	2	PC	96,25	1721	0,76	11,12-23,26	Memenuhi
14,16	2	PC	71,2	2002	0,15	10,76-20,31	Memenuhi
20,62	2	PC	74,57	1990	0,91	7,93-20,42	Tidak memenuhi
11,59	2	PC	62,01	1998	0,61	10,12-19,71	Memenuhi
10,91	2	PC	96,99	1954	0,07	8,30-23,12	Memenuhi
15,93	2	PC	48,94	1993	0,2	9,60-22,45	Memenuhi
10,63	1	PC	68,63	1570	0,29	7,65-17,99	Memenuhi
13,67	1	PC	68,29	1741	0,17	5,43-16,63	Memenuhi

Dari Tabel 9 di atas dapat dilihat bahwa realisasi yang ada hampir semuanya tidak ke luar batas dan dapat dikatakan bahwa model regresi yang ada untuk kapal Caraka Jaya ini dapat digunakan untuk menghitung realisasi kapal Caraka Jaya yang lain ke depannya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang diperoleh setelah dilakukan analisis dan validasi model adalah:

1. Secara umum ada perbedaan faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas bongkar muat kontainer pada kapal-kapal yang menjadi objek penelitian. Secara lengkap faktor-faktor yang mempengaruhi proses bongkar muat pada tiap-tiap kapal disajikan pada Tabel 10 berikut:

Tabel 10. Faktor yang berpengaruh pada tiap kapal yg diamati

Kapal	Faktor yang signifikan berpengaruh
Caraka Jaya	Gank, berat
Mahakan River	berat
Mentaya River	Gank, alat pengangkut, ratio
Musi River	Berat, waktu
Meulaboh	Berat
Mulia Express	Tidak ada

2. Model persamaan produktivitas untuk setiap kapal, di mana kapal Musi River memiliki nilai R^2 tertinggi yaitu 79,5 % dan juga

mempunyai 2 prediktor yang signifikan yaitu berat dan waktu;

3. Untuk validasi model kapal Caraka Jaya III-8 dengan menggunakan 95% Confidence Interval menunjukkan bahwa data realisasi yang ada sesuai dengan model regresi, di mana hampir semua data realisasi tidak ada yang keluar batas;
4. Untuk penetapan standar produktivitas tiap-tiap kapal akan dilakukan dengan cara memasukkan data ke dalam model regresi terbaik yang ada, berikut ini adalah model regresi terbaik untuk tiap kapal:
 - a. Kapal Caraka Jaya

$$\hat{Y} = 19,7 + 7,63X_1 + 6,14X_2 - 0,0213X_3 - 1,19X_4 - 1,89X_5$$
 - b. Kapal Mahakam River

$$\hat{Y} = 16,8 + 2,42X_1 + 1,43X_2 - 0,0714X_3 - 0,095X_4 + 1,87X_5$$
 - c. Kapal Melia Express

$$\hat{Y} = 14,7 + 2,08X_1 - 2,55X_2 - 0,106X_3 - 0,039X_4 + 8,2X_5$$
 - d. Kapal Mentaya River

$$\hat{Y} = 3,98 + 0,59X_2 + 0,0417X_3 - 0,049X_4 + 4,14X_5$$
 - e. Kapal Meulaboh

$$\hat{Y} = -10,6 + 0,40X_1 + 2,01X_2 + 0,0708X_3 + 0,250X_4 + 17,5X_5$$
 - f. Kapal Musi River

$$\hat{Y} = 32,1 + 0,71X_1 + 0,53X_2 - 0,148X_3 + 0,018X_4 - 18,0X_5$$
5. Hasil rata-rata bongkar muat jika dibandingkan dengan model yang ada hasilnya tidak jauh berbeda sebagaimana disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Perbandingan hasil validasi dengan model regresi

	Rata-rata bongkar muat	Model regresi
Proses bongkar	23,25	23,23
Proses muat	17,6	17,27

Saran

Saran yang dapat disampaikan untuk penelitian selanjutnya adalah cara pengambilan data yang memperhatikan faktor-faktor lain. Faktor-faktor lain yang diduga memiliki pengaruh terhadap lamanya waktu produktivitas bongkar muat seperti waktu tunggu trailer, cuaca hujan, dan lain-lainnya.

$$\hat{Y} = 19.7 + 7.63X$$

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bhattacharya, G. K. dan Johnson, R. A., *Statistical Concepts and Methods.*, hlm.175-178, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1977
- [2] Lungan, R., *Aplikasi Statistika dan Hitung Peluang*, hlm. 308, 332, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta, 2006
- [3] Suyono, R. P., *SHIPPING : Pengangkutan Intermodal Ekspor Impor Melalui Laut*, hlm. 54-56, Penerbit PPM, Jakarta, 2003
- [4] Anonim, "Stevedore", <http://en.wikipedia.org/wiki/Stevedore>, diakses 1 Pebruari 2008
- [5] Draper, N.H. dan Smith, H., *Analisis Regresi Terapan*, Edisi Kedua, hlm. 174, 286-288 Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1992
- [6] Haris, A., *Modul responsi TE-3231, Metode Perhitungan Cadangan*, hlm. 8, Fakultas Ilmu Kebumian dan Teknologi Mineral, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 2005
- [7] Anonim, "Outlier", <http://en.wikipedia.org/Outlier>, diakses 1 Pebruari 2008