

EVALUASI KINERJA SISTEM DISTRIBUSI PERUSAHAAN BATUBARA DENGAN ADANYA PENAMBAHAN COAL TERMINAL

SRI GUNANI PARTIWI¹, I.K. GUNARTA², MOHAMMAD HIDAYATULLAH³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya

E-mail: srigunani@ie.its.ac.id; hidayatullah.ieits@gmail.com

ABSTRAK

Perusahaan 'X' berencana untuk membangun terminal batubara baru sebagai strategi untuk mengambil alih infrastruktur dan meningkatkan tingkat layanan untuk pelanggan. Ide ini dipicu oleh proyeksi permintaan lokal masa depan karena proyek mega (10.000 megawatt) dan kemampuan keuangan perusahaan juga menjadi latar belakang pengembangan terminal batubara baru. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kinerja sistem distribusi dengan pembangunan pelabuhan baru dan persediaan. Ukuran kinerja adalah kehandalan, biaya, tanggap, dan fleksibilitas dari sistem distribusi. Metode utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah pemodelan sistem dan simulasi. Langkah pertama untuk melakukan penelitian ini adalah mengembangkan model distribusi sistem yang ada dan model baru (dengan pelabuhan dan stockpile). Menjalankan model simulasi yang dilakukan dengan merancang dua skenario, yaitu menggunakan permintaan tetap produk dari PLTU dan meningkatnya permintaan produk doe untuk pengembangan pembangkit listrik baru. Hasil dari pengukuran simulasi dan kinerja untuk kedua model menunjukkan distribusi yang pendirian terminal batubara baru bagi perusahaan akan berpengaruh positif terhadap kinerja sistem distribusinya.

Kata kunci: distribusi batubara, kinerja distribusi, distribusi pemodelan sistem

ABSTRACT

The company 'X' plans to build a new coal terminal as the strategy to take over the infrastructure and improve the service level for the customers. This idea was triggered by the projection of future local demand due to the mega project (10,000 MegaWatt) and the financial capability of the company are also became the background of developing the new coal terminal. The objective of this research is to analyze the performance of distribution system with the development of new port and stockpile. The performance measure are reliability, cost, responsiveness, and flexibility of the distribution system. The main methods used in this research are system modelling and simulation. The first step for doing this research is developing existing distribution system model and the new model (with port and stockpile). Running the simulation of that model was done by designing the two scenario, i.e. using the fixed demand of product from PLTU and increasing of demand of products doe to the development of new power plant. The results from simulation and performance measurement for both distribution model show that the founding of new coal terminal for the company will affect positively to the performance of its distribution system.

Key words: coal distribution, distribution performance, distribution system modeling

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi sumber energi batubara yang cukup tinggi dengan potensi batubara 19.3 milyar ton dan banyak perusahaan batubara. Perusahaan-perusahaan tersebut beroperasi untuk memenuhi kebutuhan *demand* dalam dan luar negeri. *Demand* di dalam negeri terhadap batubara yang paling besar adalah sektor listrik yaitu dipergunakan untuk pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). *Demand* batubara di dalam negeri diproyeksikan akan mengalami peningkatan. Hal ini terkait dengan adanya mega proyek PLTU 10.000 Megawat. Pada *Blueprint* Pengelolaan Energi Nasional 2006-2030 yang diatur dalam Peraturan Presiden Nomor

5 Tahun 2006 disebutkan bahwa pemerintah menargetkan pada tahun 2025 ketergantungan Negara Indonesia terhadap minyak sudah berkurang. Dari pengalihan tersebut, batubara menduduki porsi terbesar dalam pemanfaatan energi nantinya (ESDM, 2006)

Pemerintah mengeluarkan beberapa kebijakan baru di antaranya tentang *Domestic Market Obligation* (DMO). Aturan ini ditentukan besaran jumlah batubara yang harus dipasok oleh Badan Usaha Penambangan Batubara (BUPB) ke dalam negeri. Besarnya DMO ini ditetapkan oleh Dirjen Mineral dan Batubara dalam periode tertentu dengan berdasar kepada pergerakan *demand*

dalam negeri. Perusahaan melihat hal ini sebagai suatu peluang dan juga ancaman. Peluang yang ada adalah adanya peningkatan *demand* dalam negeri, sementara ancamannya adalah banyaknya kompetitor yang semula fokus pada pasar luar negeri, akan mulai fokus bermain di pasar dalam negeri. Keadaan ini membuat pihak manajemen berpikiran untuk melakukan suatu strategi baru dengan cara melakukan penguasaan infrastruktur berupa pendirian *coal* terminal yang memiliki lokasi berdekatan konsumen utama. Namun demikian, perusahaan masih belum tahu secara pasti apakah rencana ini dapat meningkatkan performansi sistem distribusi perusahaan atau tidak. Oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi tentang efektivitas dari aspek performansi sistem distribusinya.

Penelitian bertujuan untuk mengevaluasi model sistem distribusi batubara *existing* yang dimiliki perusahaan, menganalisis model sistem distribusi perusahaan dengan adanya pembangunan *coal* terminal yang baru dan mengukur performansi model sistem distribusi batubara yang baru. Hasil penelitian ini dapat memberikan sejumlah manfaat di antaranya perusahaan dapat mengetahui gambaran performansi sistem distribusi apabila pendirian *coal* terminal baru direalisasikan dan dapat menjadi dasar bagi perusahaan untuk melakukan eksekusi terhadap rencana pendirian *coal* terminal baru.

METODE

Pada bagian ini diuraikan metode yang digunakan dalam penelitian secara rinci. Secara umum terdapat tujuh tahapan yaitu tahap identifikasi permasalahan, tahap pengumpulan dan pengolahan data, tahap pembuatan model (*modelling*), tahap *running* model, tahap analisis, tahap komparasi serta tahap kesimpulan dan saran. Data yang dikumpulkan di dalam penelitian ini meliputi: *structural data*, *operational data* dan *numerical data*. Sedangkan pengolahan yang dilakukan adalah melakukan fitting distribusi terhadap data tertentu dan melakukan pembobotan kriteria performansi. Selanjutnya ada dua tahap utama dalam pemodelan yaitu pemodelan itu sendiri dan simulasi atas beberapa skenario yang telah ditentukan serta analisis performansi.

Tahap pemodelan dan simulasi

Pada tahap ini dilakukan pembangunan model yang dapat merepresentasikan sistem distribusi *existing* dan sistem rencana *distribution systems* dengan adanya penambahan *coal* terminal (dermaga dan *stockpile*). Pada kedua model ini akan diberlakukan 2 skenario yaitu skenario kenaikan *demand* dan skenario *demand* tetap. Model yang

telah terbentuk nantinya, baik itu model *existing* maupun model rencana, akan dilakukan verifikasi dan validasi. Pada tahap simulasi dilakukan *running* simulasi terhadap model simulasi yang telah dibuat. Dari hasil *running* ini akan dapat diidentifikasi perilaku dari masing-masing sistem.

Tahap Analisis

Analisis dilakukan terhadap hasil *running* simulasi dan juga analisis performansi dari masing-masing model. Analisis yang akan dilakukan terhadap hasil *running* simulasi meliputi: 1) Capacity total yang dapat dipenuhi oleh sistem *existing* rencana; 2) Rata-rata waktu tunggu dari *entity* yang ada; 3) Rata-rata jumlah *entity* yang ada di dalam antrian dalam waktu tertentu; 4) Utilitas dari mesin atau peralatan yang digunakan; 5) Frekuensi pengangkutan yang ada di dalam sistem *existing*. Sedangkan analisis performansi dari masing-masing model meliputi analisis *Cost*, *Flexibility*, *Reliability*, *Responsiveness*, dengan menggunakan data hasil simulasi model dan juga data *quantitative* hasil pengumpulan data dan perhitungan. Komparasi performansi dari kedua model sistem yang ada akan memberikan informasi manakah di antara dari kedua sistem yang ada yang memiliki performansi lebih baik. Komparasi yang dilakukan adalah komparasi antara performansi secara keseluruhan dari masing-masing model sistem dan skenario yang ada.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perusahaan mendistribusikan batubara hasil produksinya di Sumatera Selatan ke pelanggan utama mereka di dalam negeri yaitu PLTU Suralaya (Propinsi Banten) dengan menggunakan kapal yang berasal dari dua titik menuju Pelabuhan Suralaya. Kapal yang berasal dari titik pertama adalah jenis kapal Tongkang, sedangkan dari Pelabuhan kedua terdapat 4 jenis kapal, yaitu kapal Tongkang, kapal Panamax, kapal Saraswati dan kapal Adhiguna Tarahan. Terdapat 3 pelabuhan yang diamati antara lain Pelabuhan Muat Tarahan, Pelabuhan Muat Kertapati, dan Pelabuhan Bongkar Suralaya. Pelabuhan Muat Tarahan terletak di 420 km dari lokasi pertambangan Tanjung Enim. Pelabuhan ini biasa digunakan untuk muat batubara dengan tongkang, kapal *handysize* (kapal Tarahan dan Saraswati) dan kapal Panamax. Pelabuhan ini memiliki *stockpile* dengan kapasitas 560.000 MT dan kecepatan muat 3000 ton per jam. Pelabuhan Kertapati merupakan pelabuhan muat yang dikhususkan untuk tongkang. Pelabuhan ini dan digunakan untuk pemuatan batubara dengan tujuan domestik dan ekspor. Pelabuhan ini memiliki *stockpile* dengan

kapasitas 40.000 MT dan kecepatan muat 2500 ton per jam. Sementara itu pelabuhan Suralaya merupakan pelabuhan bongkar yang terletak di daerah dioperasikan sepenuhnya oleh PLTU Suralaya. Pelabuhan ini memiliki 4 dermaga yang memiliki peruntukan tersendiri. Dermaga tersebut antara lain dermaga 1, dermaga 2, SPOJ (Semi Permanent Oil Jetty) dan SPJ (Semi Permanent Jetty).

Dua jenis kapal yang melakukan proses bongkar di dermaga 1, yaitu Kapal Tarahan dan Saraswati. Kedua kapal ini mengangkut batubara yang berasal dari perusahaan. Kedua kapal ini memiliki *self Unloader* dengan kecepatan bongkar 1600 ton/jam. Dermaga 2 diperuntukkan bagi semua *supplier* PLTU Suralaya. Dermaga ini biasanya digunakan untuk bongkar kapal besar sekelas panamax dan juga tongkang. Kecepatan bongkar di dermaga ini adalah 1600 ton per jam untuk Panamax (menggunakan 2 *grab*) dan 800 ton per jam untuk tongkang (menggunakan 2 *grab*).

Dermaga SPOJ (*Semi Permanent Oil Jetty*) menggunakan *floating crane* (2 *grab*) dengan kecepatan bongkar 1500 ton/jam, dan hanya diperuntukkan untuk bongkar tongkang. Sedangkan dermaga SPJ (*Semi Permanent Jetty*), digunakan untuk bongkar tongkang dengan menggunakan *excavator* dan *dumb truck*. *Dumb truck* yang biasanya digunakan adalah sebanyak 10–14 unit. Kecepatan bongkar dari alat bongkar di *jetty* ini adalah 300 ton/jam. *Jetty* ini juga hanya diperuntukkan untuk tongkang. Dermaga Salira merupakan *coal terminal* yang direncanakan akan berdiri. Dermaga ini rencananya akan memiliki kecepatan bongkar 350 ton per jam dan memiliki *stockpile* dengan kapasitas 135.000 ton.

Terdapat 2 komponen biaya yang digunakan untuk menghitung total *cost* di dalam penelitian ini yaitu *cost of transportation* dan *cost of port service*. Komponen biaya transportasi ini terdiri dari 2 yaitu tarif dasar dan biaya tambahan. Tarif dasar transportasi ini menggambarkan tentang besaran biaya yang harus dikeluarkan per tonase per mil. Sedangkan biaya tambahan yang ada merupakan biaya yang dikenakan oleh pemilik kapal kepada *shipper* (penyewa) sebagai akibat pemakaian kapal melebihi batas waktu perjanjian (biaya *demorage*). Besarnya biaya tambahan yang dikenakan adalah sebesar Rp. 5000,00 per ton. Komponen *cost of port service* akan dikenakan kepada kapal sejak pertama kapal berada di wilayah perairan suatu pelabuhan. Biaya ini tersusun atas biaya rambu, biaya labuh, biaya pandu, biaya tunda, biaya tambat, biaya bongkar biaya dermaga dan biaya keagenan.

Elemen Sistem

Komponen sistem yang perlu diidentifikasi adalah *entity* yang akan diamati, karakteristik dari tiap-tiap *entity* yang diamati (atribut), informasi yang ada di dalam sistem dan mempengaruhi sistem, aktivitas yang ada di dalam sistem, resource yang terlibat di dalam sistem, data-data yang perlu diinputkan ke dalam sistem dan control (bagaimana sistem tersebut berjalan).

Entity

Entity yang diamati adalah kapal yang digunakan oleh perusahaan untuk memasok batu baranya ke PLTU Suralaya. Seperti yang telah disampaikan pada penjelasan sebelumnya bahwa kapal yang digunakan oleh perusahaan terdapat 4 jenis, yaitu Tongkang, kapal Saraswati, kapal Tarahan, dan kapal Panamax. Selain 4 *entity* tersebut, ada *entity* lain yang ada di dalam sistem yang akan ikut disimulasikan. Hal ini diperlukan karena *entity* lain tersebut sangat mempengaruhi performansi sistem. *Entity* tersebut ada 2 jenis yaitu kapal *supplier* lain dengan jenis tongkang dan kapal *supplier* lain dengan jenis panamax.

Entity tarahan memiliki truster sehingga tidak membutuhkan tunda untuk sandar maupun lepas sandar. Selain itu, *entity* ini juga memiliki *self Unloader* sehingga tidak membutuhkan alat bongkar pada saat tiba di pelabuhan bongkar. Kapal ini dapat mengangkut batubara 10.000–15.000 ton. *Entity* saraswati juga memiliki *self Unloader* seperti halnya kapal tarahan sehingga juga tidak membutuhkan alat *Unloader*, akan tetapi *entity* ini tidak memiliki truster sehingga masih membutuhkan tunda untuk proses sandar dan lepas sandar. Kapasitas angkut kapal ini lebih besar daripada Tarahan yaitu 20.000–30.000 ton. *Entity* tongkang tidak memiliki *self Unloader* dan juga truster seperti halnya Tarahan atau Saraswati. Muatan kapal ini pun lebih kecil apabila dibandingkan dengan Tarahan, Saraswati, ataupun Panamax. Kapal ini memiliki daya angkut sampai dengan 13.000 ton. *Entity* panamax merupakan *entity* yang paling besar dibandingkan dengan *entity* yang lain yang ada di dalam sistem. *Entity* ini memiliki ukuran yang sangat besar dan memiliki kapasitas angkut ± 60.000 ton. *Entity* tongkang *supplier* lain memiliki karakteristik yang sama dengan tongkang perusahaan, hanya saja kepemilikan dari *entity* ini adalah bukan milik perusahaan. *Entity* panamax *supplier* lain juga hampir memiliki karakteristik yang hampir sama dengan karakteristik panamax perusahaan.

Resource

Resource yang ada di dalam sistem dan yang akan digunakan di dalam model simulasi antara lain *resource berth*, *Unloader*, *conveyor transfer*, dan kapal tunda. *Resource berth* yang digunakan ada 4 yaitu *berth D1*, *berth D2* (dermaga 2), *berth SPOJ*, dan *berth SPJ*. Kapal tunda yang dapat digunakan di dalam sistem real terdapat 7 kapal. *Unloader* yang ada di dalam sistem dan nantinya juga digunakan dalam model simulasi yaitu: *Unloader D1* dengan kecepatan bongkar 1600 ton per jam; *Unloader D2* dengan kecepatan bongkar 1600 ton per jam untuk Panamax dan 800 ton per jam untuk tongkang; *Unloader SPOJ* dengan kecepatan bongkar 1500 ton per jam; *excavator* dan *dumb truck* dengan kecepatan bongkar 300 ton per jam; dan *unloader* dermaga rencana (Salira) memiliki kecepatan bongkar 350 ton per jam.

Activity

Ada beberapa aktivitas yang ada di dalam sistem amatan. Aktivitas tersebut antara lain: proses pandu atau tunda untuk sandar ataupun lepas sandar, di mana tunda harus menjemput atau menuju kepada *entity* yang memanggil, kemudian tunda melakukan gerakan aktif yaitu mengarahkan dan mendorong *entity* agar dapat bermanuver, sedangkan *entity* yang terlibat bersifat pasif. Aktivitas lain yang ada di dalam sistem yaitu aktivitas perpindahan material yang diangkut oleh kapal ke *stockpile*.

Control

Ada beberapa aturan-aturan yang ada di dalam sistem *real* yang juga akan digunakan di dalam model simulasi, aturan-aturan tersebut antara lain: Kapal yang bisa dan hanya boleh sandar dan melakukan aktivitas sandar dan bongkar di dermaga 1 adalah kapal Adhiguna Tarahan dan Kapal Saraswati milik perusahaan batubara 'XYZ'. Kapal tongkang dari semua *supplier* PLTU dapat melakukan proses bongkar di semua dermaga PLTU Suralaya kecuali dermaga 1. Urutan prioritas untuk dermaga yang dapat digunakan oleh tongkang adalah SPOJ, SPJ, kemudian Dermaga 2. Panamax hanya bisa melakukan bongkar di dermaga 2. Kapal pandu dalam melakukan tugasnya, lebih memprioritaskan antrian kapal yang akan melakukan lepas sandar.

Beberapa data di-*input*-kan ke dalam model simulasi. Data tersebut antara lain data waktu antar kedatangan kapal, data waktu proses, dan data muatan kapal, dengan detail sebagai berikut: 1) Data waktu antar kedatangan: data waktu antar kedatangan dari semua *entity* yang akan masuk ke dalam sistem; 2) Data muatan kapal: data muatan dibedakan menjadi 6 sesuai dengan *entity* yang

akan diamati di dalam model. Sebelum dimasukkan ke dalam model, data muatan kapal yang ada, juga dilakukan uji distribusi terlebih dahulu; 3) Data waktu proses antara lain: Waktu proses kapal merapat dengan atau tanpa menggunakan pandu, dengan lama proses berdistribusi TRIA(60,70,90). Waktu proses kapal lepas sandar dengan atau tanpa menggunakan pandu, dengan lama proses berdistribusi TRIA(60,70,90). Waktu proses pandu memenuhi *order* kapal yang sedang antri untuk pandu dengan lama proses berdistribusi UNIF(50,60). Waktu proses *unloading* dari beberapa waktu proses yang disebutkan di atas, waktu proses *unloading* tidak dimasukkan ke dalam model yang ada karena di dalam model simulasi nantinya waktu proses *unloading* akan di-*run* sendiri oleh model dengan menggunakan pendekatan jumlah muatan dibagi kecepatan bongkar per jam dari *unloader* yang ada.

Model Konseptual

Entity didefinisikan memasuki sistem ketika *entity* yang diamati yaitu kapal yang berasal dari perusahaan XYZ dan *entity* yang berasal dari *supplier* lain memasuki sistem pelabuhan dengan waktu kedatangan tertentu. Pada awal *entity* memasuki sistem, sebelum dapat melakukan proses sandar, *entity* akan antri terlebih dahulu pada antrian "menunggu dermaga yang dituju *available*" dan "antrian untuk menunggu kapal pandu *available*". Jika dermaga dan kapal pandu *available*, maka *entity* akan melakukan proses sandar menuju dermaga tempat *entity* tersebut akan melakukan bongkar, yaitu dermaga1 atau dermaga2 atau SPOJ atau SPJ. Setelah *entity* sandar, apabila *stockpile* belum *available*, maka *entity* akan antri untuk menunggu *stockpile available*. Setelah *stockpile available*, maka *entity* akan melakukan proses bongkar (*unloading*). Setelah selesai bongkar, masing-masing *entity* di tiap-tiap dermaga akan antri untuk menunggu kapal pandu *available* untuk lepas sandar. Apabila kapal pandu *available*, maka *entity* akan proses lepas sandar dan keluar dari pelabuhan.

Model Konseptual Rencana

Model konseptual rencana ini adalah model yang mengakomodasi rencana pembangunan *coal* terminal baru oleh perusahaan. Keberadaan dermaga baru ini akan memberikan alternatif pergerakan bagi *entity* yang ada di dalam sistem *existing*. Perubahan pergerakan *entity* yang ada, dapat dimungkinkan menyebabkan adanya perubahan performansi sistem, yaitu adanya pengurangan waktu tunggu dan total *time* kapal berada di dalam wilayah pelabuhan. Perbedaan yang ada di dalam sistem rencana dengan

sistem *existing* adalah adanya dermaga salira (*coal terminal baru*) yang dapat menjadi *alternative* dermaga yang dapat di tuju oleh *entity* tongkang baik itu tongkang perusahaan maupun tongkang dari *supplier* lain.

Kapal tongkang yang berlabuh di daerah labuh Suralaya terlebih dahulu akan melihat *availability* SPOJ, jika tidak *available*, maka tongkang akan melihat *availability* SPJ, jika SPJ juga tidak *available*, maka tongkang akan melihat dermaga 2, jika dermaga 2 juga tidak *available* maka tongkang akan melihat apakah waktu tunggu kapal untuk menuju dermaga yang dituju (dermaga di Suralaya) ditambah waktu proses kapal yang bersangkutan hingga kapal tersebut keluar dari sistem akan memakan waktu kurang dari 24 jam, jika ia maka kapal akan menunggu di dalam waktu antrian terkecil, jika tidak kapal akan melihat kondisi apakah *coal terminal baru* (dermaga Salira) *available* atau tidak. Apabila dermaga Salira *available*, maka tongkang akan bergerak menuju pelabuhan Salira. Jika dermaga salira tidak *available* maka kapal juga akan melihat apakah waktu tunggu ditambah waktu proses kapal yang bersangkutan pada dermaga Salira lebih dari 24 jam, jika iya maka kapal akan melihat kondisi dermaga di Suralaya kembali, apakah total time yang dibutuhkan kapal yang akan sandar akan membutuhkan lebih dari 48 jam, jika iya maka kapal tersebut akan komparasi kembali dengan waktu total jika kapal sandar di dermaga Salira. Begitulah proses *looping* yang ada.

Jika waktu total kapal berada di daerah Suralaya lebih kecil (dalam kelipatan 24 jam) dari pada dermaga Salira, maka kapal akan tetap bongkar di dermaga Suralaya. Jika tidak maka kapal akan bergerak untuk bongkar di dermaga Salira. Yang menjadi konstrain apakah tongkang akan bergerak dari dermaga Suralaya menuju dermaga Salira adalah jika waktu total time selama berada di dermaga salira lebih rendah dari 24 jam dan kelipatannya, pada dermaga Suralaya. Aturan ini dibuat karena pada saat tongkang menuju dermaga Salira, maka kapal tersebut akan dikenai biaya tambahan yaitu biaya transfer batubara menuju PLTU dan biaya *stockpile* (apabila batubara yang bongkar di Salira menggunakan jasa *stockpile*).

Model Simulasi Arena

Model arena untuk model rencana ini merupakan pengembangan dari model arena sistem *existing*. Dalam model rencana ini, pada sub *logic* sistem pergerakan *entity* kapal, dilakukan penambahan *resource*. *Resource* yang dimaksud adalah *coal terminal baru*. Dengan adanya *coal terminal baru*,

tentu saja akan berpengaruh terhadap sub *logic system* itu sendiri maupun sub *logic* model yang lain. Pada model ini, tongkang yang akan sandar, akan melakukan *scanning* tambahan terhadap dermaga yang akan dituju untuk sandar. Tambahan proses ini adalah melihat kondisi dermaga Salira.

Pada proses di dalam dermaga salira ini, alur proses yang ada sedikit berbeda dengan alur proses dermaga yang lain. Di dermaga ini juga memiliki *stockpile* tersendiri. Namun, di dalam model ini, *stockpile* tersebut akan beroperasi apabila *stockpile* Suralaya sedang *overload*. Karena di dalam model rencana ini terdapat 2 *stockpile*, maka di dalam model ini ditambahkan 1 lagi *system control stockpile*. Di dalam model rencana ini, pada sub *logic* sistem kapal pandu juga ditambahkan 1 *job* dan *route* baru buat kapal pandu, yaitu melayani kapal yang mau sandar ke dermaga Salira, ataupun yang mau lepas sandar dari Salira.

Proses Simulasi

Sistem yang disimulasikan di dalam penelitian ini merupakan model *non-terminating*. Penentuan bahwa sistem yang akan dimodelkan adalah bersifat *non-terminating* karena tujuan melakukan simulasi sistem *existing* adalah untuk mengetahui lama waktu dan jumlah antrian yang ada di dalam sistem *existing*, selain itu juga, hal yang ingin diketahui adalah seberapa banyak batubara yang dapat dipasok ke PLTU dengan kondisi sistem yang sudah *steady state*. Untuk model *non-terminating*, berarti harus ditentukan terlebih dahulu berapa lama waktu *warming up* yang dibutuhkan oleh model simulasi untuk mencapai kondisi *steady state*.

Perhitungan Jumlah Replikasi, Warming up, Verifikasi dan Validasi

Dari perhitungan replikasi yang ada, diperoleh jumlah replikasi yang dibutuhkan yaitu sebanyak 8 replikasi dan *warming up* periode yang dibutuhkan adalah sebesar 2016 jam. Dengan menggunakan jumlah replikasi dan waktu *warming up* yang dibutuhkan, kemudian dilakukan proses verifikasi dan validasi model. Dari proses ini diketahui bahwa model yang ada sudah *verify* dan *valid*.

Output Simulasi Software Arena5

Pada model simulasi *existing* dan model simulasi rencana diberlakukan 2 skenario yaitu skenario *demand* tetap dan skenario *demand* meningkat. Setelah masing-masing model dengan skenario yang ada di *running* di dalam *software* arena, didapatkan hasil simulasi yang meliputi (1) *entity* masuk dan

keluar sistem, (2) waktu *entity* di dalam pelabuhan, (3) waktu tunggu *entity* dan waktu pengiriman, masing-masing hasil dapat ditunjukkan pada Tabel 1 sampai dengan Tabel 4.

Komparasi antara hasil *running* model *existing demand* tetap dengan model *existing demand* meningkat, komparasi antara hasil *running* model rencana *demand* tetap dengan model rencana *demand* meningkat, komparasi antara hasil *running* model *existing demand* tetap dengan model rencana *demand* tetap, komparasi antara hasil *running* model *existing demand* meningkat dengan model rencana *demand* meningkat.

Tabel 1 menunjukkan *entity* masuk dan keluar sistem yang terdapat dua model yaitu model eksisting dan model rencana, di mana antara dua model tersebut dapat terjadi *demand* tetap atau *demand* meningkat. Tabel 2 menunjukkan waktu *entity* di dalam pelabuhan pada model eksisting dan model rencana. Tabel 3 menunjukkan waktu tunggu *entity demand* tetap atau *demand* meningkat yang terjadi pada model eksisting dan model rencana. Tabel 4 menunjukkan waktu pengiriman pada model eksisting *demand* tetap atau *demand* meningkat dan model rencana *demand* tetap atau *demand* meningkat.

Tabel 4. Waktu Pengiriman

Tabel 1. *Entity* Masuk dan Keluar Sistem

<i>Entity</i>	Model Eksisting				Model Rencana			
	<i>Number in Max</i>		<i>Number in Min</i>		<i>Number in Max</i>		<i>Number in Min</i>	
	<i>Entity</i>	Nilai	<i>Entity</i>	Nilai	<i>Entity</i>	Nilai	<i>Entity</i>	Nilai
<i>Demand</i> tetap	Tarahan	129	Panamax XYZ	18	Tarahan	131	Panamax XYZ	22
<i>Demand</i> meningkat	Tarahan	128	Panamax XYZ	21	Tarahan	130	Panamax XYZ	22

Tabel 2. Waktu *Entity* di Dalam Pelabuhan

<i>Entity</i>	Model Eksisting				Model Rencana			
	<i>Total Time Max</i>		<i>Total Time Min</i>		<i>Total Time Max</i>		<i>Total Time Min</i>	
	<i>Entity</i>	Nilai	<i>Entity</i>	Nilai	<i>Entity</i>	Nilai	<i>Entity</i>	Nilai
<i>Demand</i> tetap	Panamax XYZ	36.6	Tarahan	10.46	Panamax XYZ	38	Tarahan	11
<i>Demand</i> meningkat	Panamax XYZ	91	Tarahan	11.19	Panamax XYZ	63.5	Tarahan	11

Tabel 3. Waktu Tunggu *Entity*

<i>Entity</i>	Model Eksisting				Model Rencana			
	<i>Waiting Time Max</i>		<i>Waiting Time Min</i>		<i>Waiting Time Max</i>		<i>Waiting Time Min</i>	
	<i>Entity</i>	Nilai	<i>Entity</i>	Nilai	<i>Entity</i>	Nilai	<i>Entity</i>	Nilai
<i>Demand</i> tetap	Panamax XYZ	17.54	Tarahan	2.169	Panamax XYZ	17	Tarahan	2
<i>Demand</i> meningkat	Panamax XYZ	71.9	Tarahan	2.9	Panamax XYZ	43.9	Tarahan	2.83

Model	<i>Lead time</i>
Model eksisting <i>demand</i> tetap	320
Model eksisting <i>demand</i> meningkat	320
Model rencana <i>demand</i> tetap	338
Model rencana <i>demand</i> meningkat	313

Penilaian Performansi Sistem Distribusi

Terdapat 4 indikator performansi yang akan digunakan antara lain: *cost*, *responsiveness*, *reliability*, dan *flexibility*. Dari kriteria performansi-performansi yang akan diukur tersebut, terlebih dahulu dilakukan pembobotan dengan cara *brainstorming* dengan pihak manajemen. Dari hasil *brainstorming* tersebut di peroleh nilai bobot untuk *criteria cost* (30%), *responsiveness* (20%), *reliability* (20%) dan *flexibility* (30%). Sebelum dikalikan dengan dengan bobot-bobot masing kriteria, nilai yang diperoleh di tiap indikator dilakukan normalisasi sehingga nilai yang diperoleh setara. Tabel 5 dan Tabel 6 menunjukkan hasil perhitungan standarisasi yang dilakukan.

Tabel 5 menunjukkan normalisasi *scenario demand* tetap pada sistem eksisting dan sistem rencana yang nilainya diperoleh dari beberapa *criteria* yaitu *cost*, *responsiveness*, *reliability*, dan *flexibility*. Tabel 6 menunjukkan normalisasi *scenario demand* meningkat pada sistem eksisting dan sistem rencana

yang nilainya diperoleh dari beberapa kriteria yaitu *cost*, *responsiveness*, *reliability*, dan *flexibility*. Setelah dilakukan normalisasi, hasil dari standarisasi tersebut kemudian dikalikan hasil pembobotan yang ada dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8 berikut. Tabel 7 di atas menunjukkan hasil akhir skenario *demand* tetap yang menghasilkan nilai akhir sistem eksisting sebesar 90 dan sistem rencana sebesar 100. Tabel 8 di atas menunjukkan hasil akhir skenario *demand* tetap yang menghasilkan nilai akhir sistem eksisting sebesar 90 dan sistem rencana sebesar 100.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengolahan data serta informasi sistem distribusi perusahaan dengan adanya penambahan terminal batubara (*coal terminal*) maka dapat dianalisis beberapa aspek penting yang secara sistematis dituliskan pada bagian ini. Analisis akan difokuskan pada hasil simulasi model dan pengukuran performansi sistem distribusi yang dilakukan baik pada model *existing* maupun model rencana.

Tabel 5. Normalisasi Skenario *Demand* Tetap

	<i>Demand Tetap</i>	Sistem Eksisting	Sistem Rencana	Normalisasi Eksisting	Normalisasi Rencana
<i>Cost</i>	Biaya transportasi	30.787	28.355	92	100
	<i>Cost of Port Service</i>	16.622	15.409	93	100
<i>Responsiveness</i>	<i>Lead time</i> pemenuhan <i>order</i>	320	320	100	100
<i>Reliability</i>	Persentase ketepatan jumlah pengiriman sesuai dengan <i>order</i>	100	100	100	100
<i>Flexibility</i>	Perubahan <i>order</i> yang dapat ditangani	60	80	75	100

Tabel 6. Normalisasi Skenario *Demand* Meningkat

	<i>Demand Tetap</i>	Sistem Eksisting	Sistem Rencana	Normalisasi Eksisting	Normalisasi Rencana
<i>Cost</i>	Biaya transportasi	33,940	32,110	95	100
	<i>Cost of Port Service</i>	16.508	16.448	100	100
<i>Responsiveness</i>	<i>Lead time</i> pemenuhan <i>order</i>	338	313	93	100
<i>Reliability</i>	Persentase ketepatan jumlah pengiriman sesuai dengan <i>order</i>	100	100	100	100
<i>Flexibility</i>	Perubahan <i>order</i> yang dapat ditangani	60	80	75	100

Tabel 7. Hasil Akhir Skenario *Demand* Tetap

	<i>Demand Tetap</i>	Normalisasi Eksisting	Normalisasi Rencana	Bobot Parameter	Sistem Eksisting	Sistem Rencana	Bobot Utama	Sistem Eksisting	Sistem Rencana
<i>Cost</i>	Biaya transportasi	92	100	50%	46	50	30%	28	30
	<i>Cost of Port Service</i>	93	100	50%	46	50	20%	20	20
<i>Responsiveness</i>	<i>Lead time</i> pemenuhan <i>order</i>	100	100	100%	100	100	20%	20	20
<i>Reliability</i>	Persentase ketepatan jumlah pengiriman sesuai dengan <i>order</i>	100	100	100%	100	100	20%	20	20
<i>Flexibility</i>	Perubahan <i>order</i> yang dapat ditangani	75	100	100%	75	100	30%	23	30
Total								90	100

Tabel 8. Hasil Akhir Skenario *Demand* Meningkatkan

<i>Demand Tetap</i>		Normalisasi Eksisting	Normalisasi Rencana	Bobot Parameter	Sistem Eksisting	Sistem Rencana	Bobot Utama	Sistem Eksisting	Sistem Rencana
<i>Cost</i>	Biaya transportasi	95	100	50%	47	50	30%	29	30
	<i>Cost of Port Service</i>	100	100	50%	50	50			
<i>Responsiveness</i>	<i>Lead time</i> pemenuhan <i>order</i>	93	100	100%	93	100	20%	18.51	20
<i>Reliability</i>	Persentase ketepatan jumlah pengiriman sesuai dengan <i>order</i>	100	100	100%	100	100	20%	20	20
<i>Flexibility</i>	Perubahan <i>order</i> yang dapat ditangani	75	100	100%	75	100	30%	23	30
							Total	90	100

Hasil Eksekusi Model pada Sistem *Existing Demand Tetap*

Dari hasil *running* model arena sistem *existing* model tetap, diketahui bahwa *lead time* rata-rata pengiriman batubara ke PLTU Suralaya tiap tahunnya adalah sebesar 320 hari. Sedangkan rentang pemenuhan *order* yang ditetapkan adalah sebesar 365 atau 1 tahun. Hal ini menandakan bahwa performansi pemenuhan *order* perusahaan sudah cukup baik. Untuk memenuhi *lead time* pengiriman dan total tonase *order* sebesar 6.100.000 pertahun kepada PLTU Suralaya tersebut, perusahaan menggunakan 4 jenis kapal, yaitu panamax, kapal Saraswati, kapal Tarahan, dan kapal tongkang. Total waktu rata-rata tiap-tiap kapal selama berada di pelabuhan bervariasi. Total waktu yang paling besar adalah kapal panamax. Besarnya total waktu yang dibutuhkan kapal ini dapat disebabkan oleh besarnya muatan yang diangkut. Besarnya muatan ini tidak diimbangi oleh kecepatan bongkar ada di dermaga 2, di mana kecepatan alat bongkar yang ada hanya 1600 ton per jam. Dengan total muatan yang dapat mencapai 60.000 ton, waktu yang dibutuhkan kapal jenis ini akan lebih lama dibandingkan dengan kapal jenis lainnya yang masuk ke pelabuhan Suralaya.

Untuk kapal Tarahan dan Saraswati, total waktu yang dimiliki dapat dilihat sebanding dengan muatan yang dibawa. Hal ini dikarenakan dermaga 1 yang dituju hanya diperuntukkan untuk kedua kapal ini. Di antara kapal yang digunakan oleh perusahaan, yang memiliki *total time* yang tidak bisa dikatakan sebanding adalah total waktu kapal tongkang. Dari hasil *running* diketahui bahwa total kapal tongkang

yang masuk ke Suralaya adalah sebanyak 428 kapal.

Dari hasil *running* juga diketahui juga bahwa waktu tunggu terbesar *entity* di dalam sistem adalah kapal panamax yaitu dengan waktu rata-rata 17.54 jam. Kapal panamax memiliki waktu antrian paling lama karena kapal yang dapat disinggahi oleh panamax, juga dapat digunakan oleh tongkang. Sedangkan untuk kapal Tarahan dan Saraswati, juga memiliki waktu antrian walaupun dermaga yang dituju adalah *dedicated* untuk mereka. Hal ini dikarenakan waktu kedatangan antara kedua *entity* tersebut yang beriringan sehingga harus saling tunggu untuk bongkar. Selain itu, untuk kapal Saraswati juga harus menunggu kapal pandu untuk sandar di dermaga 1. Oleh karena itu, waktu antrian kapal Saraswati lebih besar bila dibandingkan dengan kapal Tarahan.

Untuk analisis utilitas *resource* yang ada, dengan banyaknya *entity* yang masuk ke dalam sistem, ternyata belum membuat utilitas *resource* yang ada di pelabuhan Suralaya menjadi tinggi, dari hasil simulasi diketahui bahwa utilitas *resource* yang paling tinggi adalah dermaga 2 yaitu sebesar 0,47%. Hal ini menandakan bahwa *resource* di pelabuhan suralaya masih mampu *handle* adanya penambahan jumlah kapal yang masuk ke dalam sistem.

Hasil Eksekusi Model pada Sistem *Existing Demand Meningkatkan*

Dari hasil *running* simulasi menunjukkan bahwa dengan adanya peningkatan *demand*, ternyata berpengaruh terhadap total waktu kapal dari

perusahaan berada di dalam pelabuhan. Perubahan yang terjadi pun cukup signifikan. Kapal tongkang yang pada sistem *existing demand* tetap, memiliki waktu antrian 16 jam, dalam sistem *existing* dengan *demand* tetap ini, menjadi 83 jam. Hal ini disebabkan karena semakin banyaknya tongkang yang masuk ke pelabuhan. Waktu antrian pun bertambah cukup signifikan, untuk kapal tongkang, yang pada awalnya memiliki waktu antrian sebesar 7 jam, menjadi 83 jam.

Namun ternyata, adanya waktu antrian yang cukup tinggi, tidak membuat perusahaan melanggar perjanjian dengan melebihi batas waktu pengiriman *order*. Dari hasil *running* simulasi diketahui bahwa *lead time* pemenuhan *order* di dalam sistem dengan kenaikan *demand* ini adalah sebesar 338 hari. Sedangkan apabila dilihat dari utilitas penggunaan *resource* di pelabuhan, kenaikan *demand* ini membuat utilitas *resource* SPOJ menjadi 1 dan utilitas dermaga 2 menjadi 0.9.

Hasil Eksekusi Model pada Sistem Rencana Demand Tetap

Dari hasil *running* simulasi diketahui bahwa, *lead time* pemenuhan *order* oleh perusahaan adalah sebesar 320 hari. *Output* ini tidak berbeda dengan hasil simulasi model *existing demand* tetap. Hal ini dikarenakan di dalam model rencana, untuk keadaan *demand* yang tetap, total pengiriman yang dapat dilakukan oleh perusahaan selama 1 tahun, secara uji statistik tidak berbeda signifikan dengan total pengiriman yang mampu dilakukan perusahaan pada model *existing*. Untuk waktu tunggu panamax dan tongkang, dari hasil uji komparasi yang dilakukan, tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Hal ini dikarenakan utilitas dari dermaga yang berada di pelabuhan Suralaya yang masih rendah, dan belum adanya kapal yang berpindah ke dermaga rencana (dermaga Salira).

Dari hasil simulasi diketahui bahwa kapal panamax milik perusahaan memiliki total time dan waktu tunggu terbesar. Akan tetapi kapal tersebut tidak dapat melakukan perpindahan ke dermaga baru karena spesifikasi dari dermaga baru hanya untuk kapal tongkang. Sedangkan untuk kapal tongkang, dari hasil simulasi diketahui bahwa tidak ada kapal tongkang yang bergerak ke arah dermaga baru. Hal ini dikarenakan kedatangan tongkang *supplier* lain masih belum begitu berpengaruh signifikan terhadap total waktu kapal tongkang perusahaan.

Untuk utilitas *resource*, dari hasil *running* diketahui bahwa utilitas *resource* yang ada masih rendah. Hal ini dikarenakan frekuensi kedatangan kapal dengan kondisi *demand* tetap masih rendah

apabila dibandingkan dengan kemampuan *resource* yang ada untuk melayani. Utilitas *resource* pada sistem ini, dari hasil uji komparasi tidak berbeda signifikan dengan kondisi sistem *existing* dengan *demand* tetap.

Hasil Eksekusi Model pada Sistem Rencana Demand Meningkat

Dari hasil *running* diketahui bahwa rencana penambahan dermaga baru dengan adanya peningkatan *demand* akan menjadi efektif. Hal ini dapat dilihat dari waktu antrian tongkang pada skenario *demand* meningkat di sistem *existing* 83 jam menjadi 33 jam. Hal ini akan cukup berpengaruh terhadap *cost* distribusi yang ada, karena semakin lama kapal berada di dermaga, maka biaya tambahan yang harus dibayarkan *shipper* kepada pemilik kapal akan cukup besar pula. Dengan adanya dermaga baru ini, kemungkinan bahwa perusahaan harus membayar *cost* yang lebih tinggi akan semakin kecil.

Pada kapal panamax, waktu tunggu dalam sistem semakin kecil yaitu dari waktu tunggu rata-rata 122 jam (pada model sistem *existing demand* meningkat) menjadi 44 jam (pada model sistem rencana dengan *demand* meningkat). Hal ini dikarenakan kapal tongkang yang pada awalnya menggunakan dermaga 2 untuk bongkar, beralih ke dermaga Salira sehingga antrian kapal untuk bongkar di dermaga 2 semakin kecil. Untuk utilitas *resource* yang ada, dengan adanya penambahan *coal* terminal yang baru ini, utilitas *resource* yang ada masih cukup tinggi, dengan nilai utilitas tertinggi 0,99 yaitu SPOJ.

Analisis Performansi Model Sistem Existing

Hasil *running* model sistem *existing* di dalam penelitian ini ada 2 yaitu hasil *running* dengan menggunakan skenario *demand* tetap dan skenario *demand* meningkat. Dari hasil *running* simulasi untuk *demand* tetap dapat diketahui bahwa total pengiriman rata-rata yang dilakukan oleh perusahaan per tahun adalah sebesar 6.831.480 ton. Dari hasil uji komparasi, angka ini tidak berbeda signifikan dengan total pengiriman perusahaan pada skenario *demand* meningkat. Jumlah ini sudah melampaui kapasitas minimum yang harus dikirim perusahaan ke PLTU. Hal ini menunjukkan bahwa dari segi pemenuhan *order* ke konsumen, tidak ada permasalahan. Hal ini dikarenakan *lead time* pengiriman yaitu 320 hari (*demand* tetap) dan 338 hari (*demand* meningkat) yang jauh kecil bila dibandingkan dengan permintaan yaitu 365, cukup memungkinkan untuk mengirimkan total pasokan batubara yang hampir sama (dengan

schedule pengiriman sama). Dalam hal pasokan total batubara ke PLTU Suralaya, dengan total pasokan batubara sebesar 14.760.000 ton, kebutuhan PLTU rata-rata sebesar 14.400.000 (untuk *demand* tetap) akan terpenuhi sehingga tidak akan ada gangguan produksi listrik yang disebabkan karena kekurangan pasokan.

Dalam hal biaya transportasi, rata-rata biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan XYZ adalah sebesar 210.322.854.880 rupiah (*demand* tetap) dan 230.687.299.336 rupiah (*demand* meningkat). Dari total biaya transportasi tersebut, maka rata-rata biaya per tonase untuk skenario *demand* tetap adalah sebesar 30.787 rupiah dan 33.940 rupiah untuk *demand* meningkat. Adanya kenaikan biaya per tonase ini dikarenakan total waktu yang dibutuhkan kapal panamax dan kapal tongkang untuk skenario *demand* meningkat lebih tinggi dibandingkan dengan waktu total pada skenario *demand* tetap. Kapal panamax memiliki total waktu yang paling lama apabila dibandingkan dengan kapal yang lain. Hal ini dikarenakan besar muatan yang diangkut sehingga membutuhkan waktu bongkar yang cukup lama yaitu rata-rata sebesar 28 jam dan juga waktu tunggu kapal panamax yang cukup besar yaitu rata-rata sebesar 17 jam. Waktu total terbesar kedua adalah kapal Saraswati, kemudian tongkang dan yang terakhir adalah kapal panamax, yaitu masing-masing sebesar 20,75 jam, 17,2 jam dan yang terakhir adalah 10,356 jam. Total *time* kapal Tarahan dan Saraswati menggambarkan waktu *unloading* ditambah dengan waktu tunggu pandu dan proses sandar kapal. Hal ini dikarenakan tidak ada antrian kapal di dermaga 1 karena dermaga ini hanya dapat digunakan oleh kapal Tarahan dan kapal Saraswati. Kapal yang memiliki waktu antrian terbesar kedua adalah kapal tongkang yaitu sebesar 8 jam dengan waktu tunggu maksimum sebesar 38 jam.

Keadaan sistem yang demikian, apabila dilihat dari indikator biaya, dengan *cost of port service* (*demand* tetap) 113,552 milyar rupiah dan untuk *demand* meningkat 112,201 milyar ton, maka total biaya yang dikeluarkan perusahaan di dalam sistem distribusi *existing* ini adalah sebesar 323,875 milyar per tahun dengan biaya rata-rata per tonase sebesar 47.409 rupiah (*demand* tetap) dan 342,889 milyar per tahun dengan biaya rata-rata per tonase sebesar 50.447 rupiah (*demand* meningkat). Sedangkan untuk indikator *responsiveness*, *lead time* total pengiriman rata-rata perusahaan adalah sebesar 320 hari untuk skenario *demand* tetap dan 338 hari untuk skenario *demand* meningkat. Kedua *Lead time* ini masih sesuai dengan *order* dari PLTU yaitu rentang waktu pengiriman yaitu 1 tahun (365 hari).

Untuk indikator *flexibility*, nilai yang dimiliki adalah sama yaitu sebesar 60.

Analisis Performansi Model

Dari hasil simulasi model rencana dengan 2 skenario yang ada diketahui bahwa nilai akhir performansi yang diperoleh adalah 100. Hal ini dikarenakan dari 4 indikator yang ada, model sistem rencana ini memiliki nilai tertinggi pada kriteria *flexibility*. Secara analisis kualitatif, dengan adanya pendirian *coal* terminal ini maka *flexibility* perusahaan akan meningkat. Ini disebabkan karena mereka memiliki gudang yang terletak sangat berdekatan dengan konsumen sehingga apabila ada *order spot* yang muncul maka perusahaan akan dapat meng-cover-nya. Selain itu, untuk kriteria *cost* dan *responsiveness*, sistem ini memperoleh nilai 100. Hal ini dikarenakan waktu tunggu dan waktu total kapal perusahaan, khususnya kapal tongkang dan kapal panamax, lebih rendah bila dibandingkan dengan sistem *existing*. Selain itu, total biaya per tonase di dalam model ini adalah 43.763 rupiah (*demand* tetap) dan 48.558 rupiah (*demand* meningkat). Angka ini masih lebih kecil apabila dibandingkan dengan model *existing* pada skenario yang sama.

Dari hasil komparasi performansi sistem yang ada diketahui model yang memiliki performansi sistem yang paling tinggi adalah dengan adanya penambahan dermaga baru. Hal ini dapat dilihat hasil pengukuran di mana untuk skenario *demand* tetap, rencana penambahan *demand* memiliki performansi yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan sistem *existing* saat ini, begitu juga pada skenario dengan penambahan *demand*. Keberadaan dermaga baru akan sangat memengaruhi performansi perusahaan. Hal ini dikarenakan, dengan adanya penambahan *demand*, akan sangat dimungkinkan perusahaan harus membayar biaya tambahan yang cukup besar kepada pemilik kapal.

Apabila dilihat dari hasil pengukuran performansi, model sistem *existing* memiliki nilai 90 untuk kedua skenario yang ada, sedangkan model sistem rencana memiliki nilai 100. Seperti yang telah diulas pada analisis sebelumnya bahwa hal ini dikarenakan model eksiting memiliki keunggulan mutlak pada kriteria *flexibility*. Dan dari pengukuran terhadap kriteria lainnya, juga diperoleh hasil bahwa untuk *reliability* model rencana memiliki nilai yang lebih besar apabila dibandingkan dengan model *existing*. Hal ini dikarenakan *lead time* pengiriman pada model rencana lebih kecil dibandingkan dengan model *existing*. Tentang nilai yang sama pada masing-masing model untuk kedua skenario, hal ini dikarenakan kenaikan angka pada tiap-tiap

parameter adalah berbanding sama sehingga hasil penilaian akhir pun sama untuk masing-masing skenario.

SIMPULAN

Kondisi sistem distribusi *existing* sudah cukup memberikan *service level* yang baik. Hal ini dapat dilihat dari kemampuan pemenuhan pasokan per tahun terhadap PLTU. Jika terjadi kenaikan *demand* PLTU, maka kondisi sistem distribusi perusahaan akan terganggu karena waktu tunggu kapal akan menjadi sangat tinggi sehingga menyebabkan naiknya biaya tambahan yang harus ditanggung oleh perusahaan *supplier*.

Evaluasi sistem distribusi perusahaan didasarkan pada empat kinerja distribusi yaitu *cost*, *responsiveness*, *reliability* dan *flexibility*. Penambahan *coal* terminal terbukti mampu meningkatkan kinerja sistem distribusi baik pada saat *demand* tetap maupun *demand* meningkat. Pada skenario *demand* tetap, peningkatan kinerja pada indikator *cost*, dan *flexibilitas* berturut-turut 2% dan 7%, sementara pada skenario *demand* meningkat di PLTU Suralaya, kinerja membaik pada *cost* (1%), *responsiveness* (1,5%) dan *flexibilitas* (7%). Apabila dilihat dari total *cost* distribusi, pembangunan *coal* terminal baru dengan kondisi *demand* tetap, tidak akan memberikan pengaruh yang signifikan kepada perusahaan. Pembangunan *coal* terminal yang baru, dapat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perusahaan apabila ada kenaikan *demand* di PLTU Suralaya. Pembangunan *coal* terminal baru akan memberikan pengaruh positif terhadap perusahaan karena secara umum akan meningkatkan kemampuan *flexibility* dari perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhi, B. I.W., 2007. Implementasi Model Source Capacitated Location Problem dalam Perancangan Jaringan Distribusi (Studi Kasus PT. Philips Indonesia). Laporan Penelitian Tesis. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya
- Anonim, 2009. Pendapatan PT BA naik 75 persen. <http://bisniskeuangan.kompas.com/read/xml/2009/03/12>.
- Anonim, 2009. Harga minyak dunia akan terus naik, <http://hariansib.com/2008/06/26/harga-minyak-dunia-akan-terus-naik>.
- Anonim, 2009. <http://www.detikfinance.com/read/2009/02/23/140513/1089063/4/penjualan-batubara-nasional-2009-ditargetkan-280-juta-ton>.
- Anonim, 2009. Statistik batubara Indonesia.pdf. 2<http://www.esdm.go.id/download>.
- Anonim, 2009. Publikasi Departemen ESDM tanggal 05/29/2008. Blue Print Pengelolaan Energi Nasional (PEN), <http://www.esdm.go.id/publikasi/lainlain.html>.
- Anonim, 2009. Publikasi World Coal Institute bulan Mei 2005. The Coal Resource A Comprehensive Overview Coal, http://www.worldcoal.org/assets_cm/files/PDF/thecoalresource.pdf.
- Raharjo, I. B., 2006. Artikel Iptek Bidang Energi dan Sumber Daya Alam; Mengenal Batubara 1. Dalam situs beritaiptek.com: [http://beritaiptek.com/2006/02/09/Mengenal-Batubara-\(1\)/shtml](http://beritaiptek.com/2006/02/09/Mengenal-Batubara-(1)/shtml).
- Arwanto, A., 2007. Penentuan kombinasi dan jumlah kapal distribusi Bahan Bakar Minyak (BBM) yang optimal dengan menggunakan metode simulasi, Laporan Penelitian Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Ballou, R. H., 2004. Business Logistics/Supply chain Management, 5th Edition, Pearson Prentice Hall, New Jersey.
- Barney, J. B., 1997. Gaining and Sustaining Competitive Advantage, Addison-Wesley Pub. Co. Massachusetts.
- Borshev, A., and Filippov, A., 2006. From System Dynamics and Discrete Event to Practical Agent Based Modelling: Reasons, Techniques, Tools, Paper of St.Petersburg Technical University & XJ Technologies, Rusia.
- Chopra, S., 2001. Designing The Distribution Network in a Supply chain, Kellogg School of Management, Northwestern University.
- Grant, R. M., 1995. Contemporary Strategy Analysis Concepts, Techniques, Applications, 2nd Edition, Blackwell Pub. Cambridge, Massachusetts.
- Hidayati, N., 2008. Analisis Rantai Nilai Untuk Mengetahui Pola Peningkatan Daya Saing Klaster Industri Berbasis Logam Di Jawa Timur Dengan Pendekatan Sistem Dinamik, Laporan Penelitian Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Murtono, A., 2009. Studi komparasi moda angkutan Batubara dengan preferensi khusus Cuaca Indonesia: Studi Kasus Angkutan Kalimantan – Jawa, Laporan Penelitian Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Pidd, M., 2004. System Modelling Theory and Practice, John Wiley & Sons, Ltd. England.
- Rue, L. W. dan Holland, P. G., 1986. Strategic Management: Concepts And Experiences, The McGraw-Hill, New York.
- Safrita, N., 2007. Pemodelan Sistem Distribusi dengan Pendekatan Sistem Dinamik (Studi kasus: PT Trisulapack Indah), Laporan Penelitian Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Sunarijanto, dkk., 2008. Batubara, Panduan Bisnis PT BA, Tbk., PT Tambang Bukit Asam (Persero), Tbk, Jakarta.
- Suranto, 2004. Manajemen Operasional Angkutan Laut dan Pelabuhan, Gramedia, Jakarta.
- Triatmojo, B., 2008. Pelabuhan, Cetakan ke-8, Beta Offset, Yogyakarta.
- UU No 4 Tahun 2008. tentang MINERBA