

Analisa Waste pada Perusahaan Pelayaran : Studi Kasus

Fendi Pramono¹

Abstract: This research was conducted a voyage company in Surabaya. The aim of this research is to find the waste in shipping service' processes, i.e. waiting time, loading and unloading. The ships are departure from Tanjung Perak Port. The Current condition showed that there are many waste such as big waiting time, low productivity on terminal, and delay the ship departure. We used value stream mapping to analysis those processes. As the result, we suggest to the company for using software, change work system unloading, and merge some activities, so that the unnecessary non-value added work can be reduced.

Keywords: Value Stream Mapping, Waste, Voyage

Pendahuluan

Perusahaan berpusat pada kantor di Jalan Perak Barat no 9-11 ini memulai bisnisnya tahun 1986. Perusahaan berawal bergerak di bidang pengangkutan barang ke luar pulau. Tahun 1996 perusahaan berkembang menjadi pengangkutan *cargo* secara massal atau *break-bulk*. Aktivitas yang terdapat di perusahaan meliputi memasukan barang dari *client* ke dalam *cargo*, mengangkut *cargo* ke pelabuhan, mengangkut *cargo* ke dalam kapal, serta mengirim *cargo* ke destinasi tujuan. Sekarang perusahaan memiliki memiliki fasilitas armada kapal sendiri dan sudah memiliki 16 cabang dan 4 kantor yang tersebar di Indonesia. Visi perusahaan yaitu menjadi pelayaran terbaik yang menggerakkan ekonomi. Misi yaitu memberikan solusi transportasi dengan jaringan terluas didukung sumber daya berkualitas untuk kepuasan pelanggan.

Permasalahan utama yang ada di perusahaan yaitu sering terlambatnya kapal untuk tambat. Menurut Kementerian Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Laut bab III pasal 3 ayat 1 tentang indikator kinerja pelayanan operasional standar dari *waiting time* pada masing-masing terminal di tanjung perak adalah 2 jam, *approach time* adalah 3 jam. Standar perbandingan antara *effective time* dan *berth time* adalah minimal 70%. Menyiapkan dokumen untuk keberangkatan kapal memiliki target maksimal pengerjaan 2 jam.

Menurut pengamatan secara langsung di lapangan *waiting time* kapal bisa mencapai 24 jam, untuk *approach time* dan perbandingan *effective time* dan *berth time* sudah tidak ada masalah yaitu rata-rata 3 jam dan diatas 70%. Penyiapan dokumen untuk keberangkatan kapal memiliki rata-rata waktu lebih dari 2 jam. Permasalahan di atas menyebabkan *departure time* atau keberangkatan kapal itu sendiri menjadi terlambat

Metode Penelitian

Pelabuhan

Pelabuhan adalah daerah perairan yang terlindung terhadap gelombang, yang dilengkapi dengan fasilitas terminal laut, meliputi dermaga dimana kapal dapat bertambat untuk bongkar muat barang, *crane* merupakan alat untuk bongkar muat barang, gudang laut dan tempat untuk menyimpan barang dalam waktu relatif lama selama menunggu dikirim ke tempat berikutnya[1]. Pelabuhan merupakan pintu gerbang untuk masuk ke suatu wilayah atau negara dan sebagai prasana penghubung antar daerah, antar pulau atau bahkan negara, benua dan bangsa, sehingga pelabuhan harus dipertanggungjawabkan secara sosial ekonomis maupun teknis (Triadmodjo, 2010).

Value Stream Mapping (VSM)

Value stream mapping atau VSM adalah *tool* grafik dalam *lean manufacturing* yang membantu melihat *flow* material dan informasi saat produk berjalan

¹ Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: fendipramono94@gmail.com

melalui keseluruhan bisnis yang menciptakan *value* dari *raw material* sampai *customer*[2]. VSM dikembangkan oleh perusahaan *Toyota* (Rother dan Shook, 1990). Tujuan dari VSM sendiri adalah meningkatkan performa dari suatu sistem. Kunci dari VSM adalah fokus pada aliran proses untuk menemukan *waste* dalam suatu sistem dan menghindari jebakan dari hanya menemukan *local optimum* pada satu kondisi.

VSM dapat membantu mencapai *lean*. *Lean* dapat diartikan sebagai menghilangkan segala macam *waste* yang terdapat pada proses yang ada. Proses dapat dikatakan lebih *lean* dari proses sebelumnya jika proses tersebut dapat berjalan normal dengan kondisi seperti menggunakan material yang lebih sedikit, membutuhkan investasi yang lebih kecil, menggunakan inventori yang lebih kecil, menggunakan tempat yang lebih sedikit, menggunakan pekerja lebih sedikit.

Simulasi

Simulasi adalah suatu teknik meniru operasi-operasi yang terjadi dalam suatu sistem dengan bantuan perangkat komputer dan dilandasi dengan asumsi tertentu sehingga sistem tersebut dapat dipelajari secara ilmiah[3]. Simulasi merupakan alat yang tepat untuk melakukan eksperimen untuk mencari solusi terbaik untuk komponen pada suatu sistem. Sistem merupakan kumpulan objek yang berinteraksi dan bekerja sama untuk mencapai tujuan tertentu. Contoh dari simulasi adalah simulasi rencana pembuatan pelabuhan, simulasi antrian dalam bank, simulasi proses produksi

Hasil dan Pembahasan

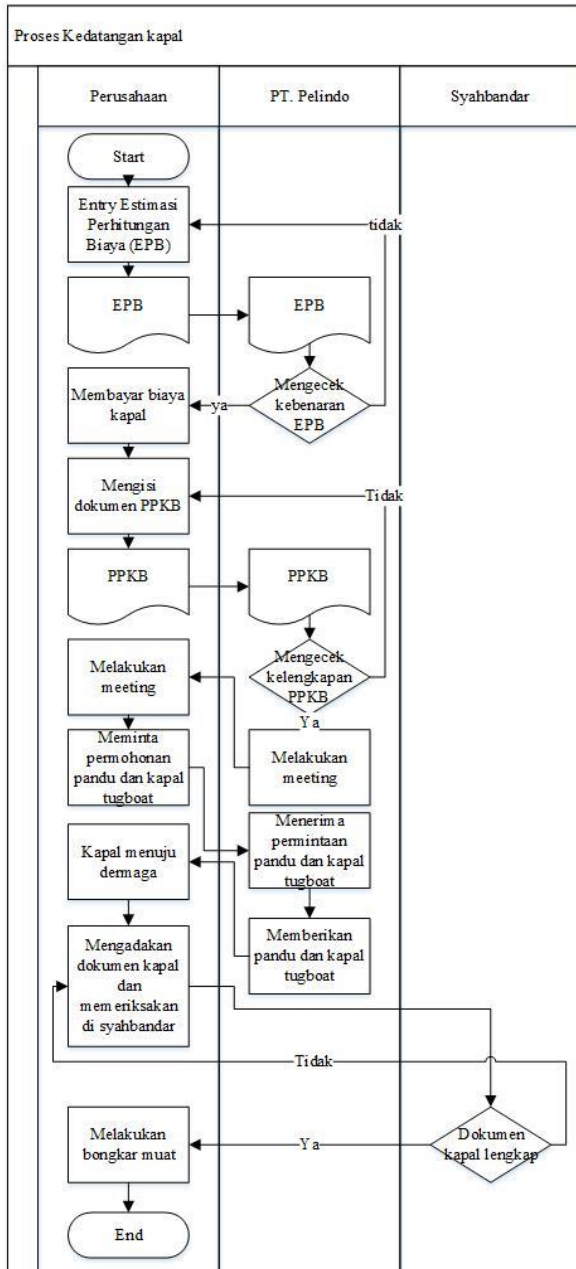
Flow Process Pelayanan Kapal

Secara umum kegiatan pelayanan kapal dibagi menjadi 3 yaitu aktivitas menyiapkan tambatan agar kapal dapat bersandar, aktivitas bongkar muat dan aktivitas memberangkatkan kapal. Aktivitas pelayanan kapal dimulai pada saat kapal sudah tiba di karang jemuang. Karang jemuang adalah tempat awal kapal tiba di tanjung perak, yang merupakan suatu pulau berada diantara tanjung perak. Proses pertama sebelum kapal datang yaitu membuat estimasi perhitungan biaya atau EPB. EPB yang sudah dibuat akan diberikan untuk diperiksa oleh pelindo. Perusahaan membayar biaya setelah EPB dinyatakan benar dan selanjutnya mengisi dokumen PPKB. Dokumen PPKB antara lain:

- Bukti pembayaran sesuai EPB
- Pemberitahuan Kedatangan Kapal (PKK)
- Surat pernyataan kesanggupan membayar hutang
- *Manifest cargo* atau daftar bongkar muat
- Surat penunjukan *cargo handling*

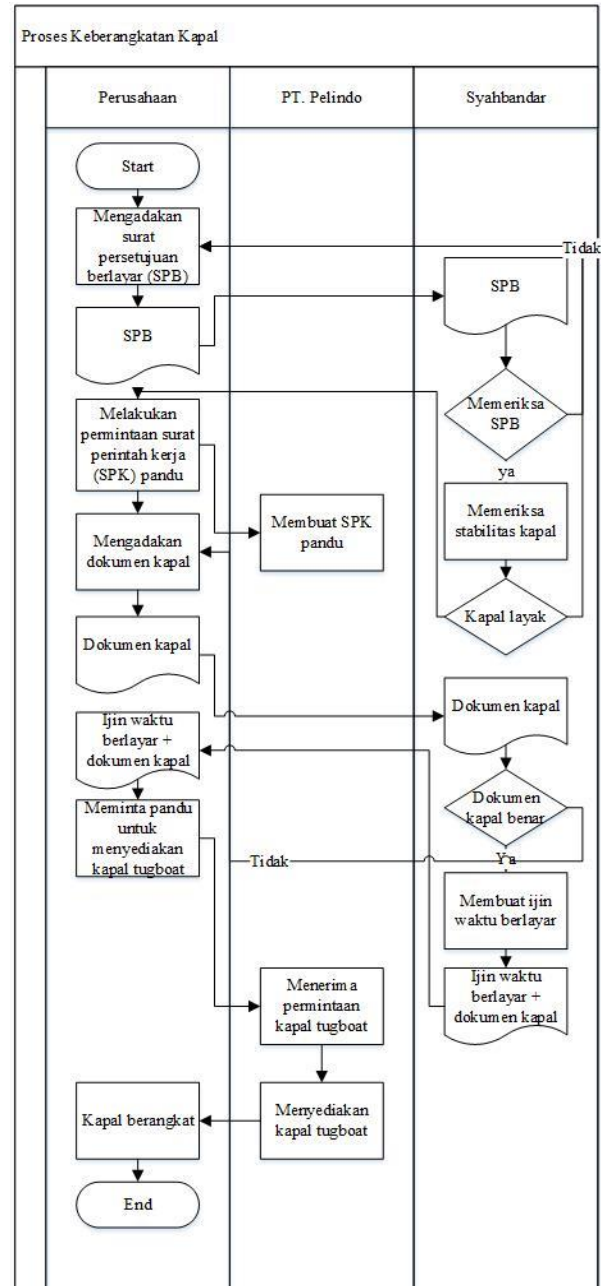
PPKB yang telah di buat perusahaan kemudian diperiksa pihak pelindo. Rapat dilakukan setelah perusahaan melengkapi dokumennya bersama pihak pelindo. Rapat menghasilkan:

- Alokasi tambatan
- Lama waktu kapal bertambat
- Penetapan petugas pandu
- Jumlah barang dibongkar dan dimuat
- Alokasi tempat penumpukan
- Perusahaan Bongkar Muat (PBM) yang ditunjuk



Gambar 1. Kedatangan Kapal

Aktivitas berikutnya dilakukan setelah kapal sudah tiba di karang jamuang yaitu perusahaan meminta permohonan kapal *tugboat* untuk menjemput kapal yang sudah tiba di karang jamuang. Kapal *cargo* harus didampingi kapal *tugboat* untuk bersandar di tambatan, setelah itu kapal *cargo* menuju tambatan. Kapal yang sudah berada di tambatan dapat langsung melakukan aktivitas bongkar muat. Aktivitas bongkar muat dilakukan sepenuhnya oleh PBM (Perusahaan Bongkar Muat). Perusahaan hanya dapat memberikan saran pada PBM agar dapat meningkatkan produktifitas bongkar muat. Aktivitas bongkar muat sepenuhnya dilakukan oleh perusahaan bongkar muat, yang



Gambar 2. Keberangkatan Kapal

merupakan anak perusahaan dari PT. Pelindo. Perusahaan membuat SPB (Surat Persetujuan Berlayar) yang selanjutnya akan disetujui oleh pihak syahbandar. Syahbandar selanjutnya memeriksa stabilitas kapal, setelah disetujui syahbandar perusahaan menyerahkan dokumen kapal pada syahbandar untuk diperiksa. Pemeriksaan kelayakan kapal dan permintaan SPB tidak ada standar yang jelas, bisa dilakukan pemeriksaan kapal terlebih dahulu selanjutnya permintaan SPB bisa juga sebaliknya. Syahbandar selanjutnya membuat surat ijin berlayar pada perusahaan. Perusahaan meminta kapal *tugboat* pada pihak pelindo, dan kapal boleh berlayar meninggalkan

tambahan. Persyaratan kapal diperbolehkan berlayar harus memenuhi dokumen kapal diantaranya:

- Dokumen *Crew*
- *Manifest* muat
- Bukti pembayaran jasa pelabuhan
- Bukti jasa navigasi
- Permohonan surat persetujuan berlayar
- Laporan keberangkatan kapal
- Surat perintah kerja pandu
- Memorandum kapal
- Bukti kesehatan dan karantina kapal
- SPB dari pelabuhan asal.

Current State Value Stream Mapping

Current state value stream mapping merupakan *value stream mapping* yang terjadi saat ini, yang berfungsi untuk mengetahui suatu *waste* pada proses pelayanan kapal. Proses pembuatan *current state value stream mapping* yaitu dengan cara sebagai berikut:

- Membuat *flow process* pelayanan kapal
- Mencari data proses pelayanan kapal
- Mencari *waste* dari proses pelayanan kapal
- Menganalisa penyebab dari *waste* proses pelayanan kapal

Waste yang ada di uraikan lagi lebih *detail* untuk mencari penyebab utama dari *waste* yang ada. Uraian *waste* dilakukan dengan menggunakan pertanyaan *why*. Uraian pertama yaitu dari *waste waiting time* yang lama dan yang kedua adalah produktifitas terminal yang rendah. *Waste* terakhir yaitu lama dari proses menyiapkan dokumen untuk keberangkatan kapal masih lebih lama dari target. Proses pelayanan kapal disimulasikan dengan *software promodel*. Simulasi digunakan agar dapat mengetahui *waste* yang ada pada proses tersebut. Simulasi yang dilakukan harus diverifikasi dan divalidasi. Verifikasi yaitu mencocokkan proses simulasi dengan proses nyata. Simulasi dinyatakan verif karena model simulasi sesuai dengan proses nyata dilapangan.

Validasi yaitu mencocokkan hasil simulasi dengan kenyataan, dalam melakukan validasi penulis berdiskusi tentang hasil simulasi dengan pimpinan perusahaan perusahaan.

Hasil dari diskusi tersebut model simulasi dinyatakan valid. Simulasi yang sudah melalui tahap verifikasi dan validasi dapat digunakan untuk merepresentasikan proses simulasi tersebut. Asumsi yang digunakan untuk simulasi yaitu :

- Data bongkar muat diambil dari data tahun 2015 perusahaan yaitu sebesar 40.613,92 teus per bulan.
- Data bongkar muat kapal lain yaitu sebesar 209.386 teus per bulan.
- Kapal memuat jumlah *cargo* yang sama sebesar 379 teus.
- Setiap bulan jumlah kapal *departure* sebanyak 78 kapal.
- Perjalanan dari karang jemuang menuju terminal adalah 3 jam.
- Jumlah kapal *tugboat* yaitu 12 kapal.
- Rata-rata *waiting time* dari 17 kapal yaitu 9,1 jam.
- Rata-rata penyiapan dokumen keberangkatan kapal dari 17 kapal yaitu 2,58 jam.

Perusahaan memiliki tambatan eksklusif yaitu pada berlian timur utara dan berlian utara, sehingga pada lokasi berkoding *first available* urutan pertama dan kedua. Tambatan eksklusif tersebut juga terdapat target bongkar muat yaitu masing-masing sebesar 8000 teus. Perusahaan juga memiliki target untuk terminal TPS yaitu sebesar 7000 teus, sehingga koding pada lokasi TPS juga *first available*. Tambatan lain akan digunakan secara *random* bila berlian timur utara, berlian utara dan tiga tambatan TPS masih penuh terisi oleh proses bongkar muat yang lain. Penulis tidak mengamati kapal lain, sehingga koding untuk semua tambatan kecuali berlian utara dan berlian timur utara akan digunakan secara *random*.

Tabel. 1 *Total Production Time*

Terminal	Total production lead time (jam)
Berlian Utara dan Berlian Timur Utara	50,11
Berlian Timur, Berlian Barat dan Berlian Timur Selatan	68,53
Jamrud	70,47
Mirah	62,57
Nilam	42,43
Teluk Lamong	68,43
Peti Kemas	85,53

Hasil dari simulasi menunjukkan bahwa terdapat *blocked* pada kapal perusahaan sebesar 59.43%. *Blocked* pada kapal diartikan sebagai kapal tidak bisa melakukan proses bongkar muat dikarenakan terdapat kapal lain yang masih berada di terminal tersebut. *Blocked* pada kapal yang besar dikarenakan produktifitas dari masing-masing terminal cukup rendah. *In operation* menunjukkan kapal yang diproses sebesar 33,71% dari total proses pelayanan waktu. Produktifitas tiap terminal dapat dikatakan rendah karena tidak dapat mencapai target yang sudah ditentukan oleh PT. Pelindo yang merupakan perusahaan penyedia jasa bongkar muat.

Hasil dari VSM di perusahaan masih diluar target keculai terminal Nilam yang sudah baik performa terminalnya. Terminal yang memiliki produktifitas paling rendah yaitu terminal teluk lamong dengan *total production lead time* 85,53 jam.

Analisa Waste

Proses pelayanan kapal terdiri dari tiga proses memiliki masing-masing *waste* yang akan dijabarkan kembali. Proses pertama yaitu *waiting time*, *waiting time* di tanjung perak masih lama yaitu sebesar 9,1 jam. Menurut Keputusan Direktorat Jenderal Perhubungan Laut nomor UM.002/38/18/DTM.11 standar *waiting time* pada pelabuhan tanjung perak yaitu 2 jam. Rata-rata *waiting time*

tanjung perak didapatkan dari tujuh belas data *waiting time* bulan maret 2016.

Waste pada proses ini terjadi pada proses pembuatan dokumen. Dokumen yang dibuat pada proses ini yaitu Bukti pembayaran sesuai EPB, pemberitahuan Kedatangan Kapal (PKK), surat pernyataan kesanggupan membayar hutang, *manifest cargo* atau daftar bongkar muat, surat penunjukan *cargo handling*. *Waste* terjadi pada proses pembuatan dokumen-dokumen tersebut pada pengisian waktu, sehingga menyebabkan pembuatan ulang dokumen dan tidak bisa langsung meminta kapal *tugboat* pada pandu. Proses kedua yaitu bongkar muat. *Waste* pada proses ini untuk terminal yang menggunakan mesin HMC adalah proses bongkar yang lama karena operator kesulitan dalam memasang *cargo* ke atas *truck*. *Waste* pada proses ini pada terminal yang menggunakan mesin CC khususnya terminal Teluk Lamong dan TPS adalah kebijakan *safety*.

Proses terakhir yaitu proses keberangkatan kapal. *Waste* dalam proses ini yaitu terdapat beberapa aktivitas yang dilakukan secara terpisah, sehingga waktu yang dibutuhkan lebih besar dalam menyiapkan dokumen keberangkatan. Beberapa aktivitas untuk menyiapkan dokumen dapat dilakukan secara bersama-sama sehingga waktu yang dibutuhkan untuk menyiapkan dokumen lebih kecil.

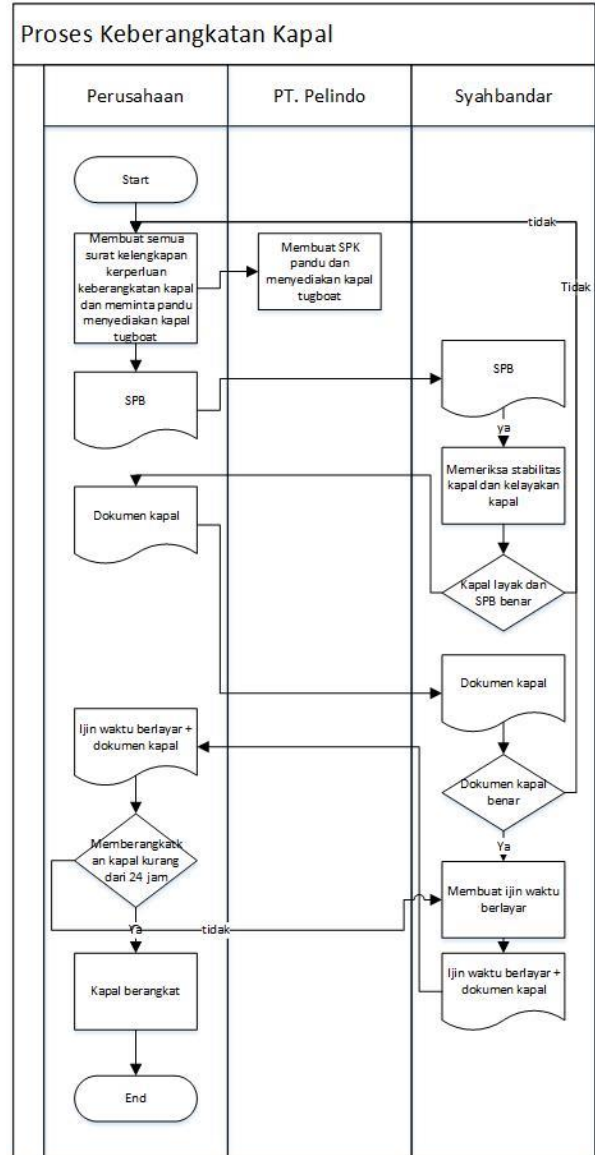
Usulan Perbaikan

Usulan perbaikan diberikan pada proses pelayanan kapal sebagai timbal balik yang positif antara perusahaan dengan peserta tugas akhir. Usulan perbaikan diberikan pada tiap-tiap proses pelayanan kapal. Mulai dari *waiting time*, proses bongkar muat, dan keberangkatan kapal. Alasan penggunaan solusi ini yaitu untuk memudahkan operator dalam input data. Proses pembuatan dokumen sering kali terdapat salah input data, sehingga harus memperbaiki atau membuat ulang dokumen-dokumen yang digunakan untuk memesan kapal *tugboat*. Penulis membuat makro pada *Microsoft excel* untuk membantu pelaksanaan aktivitas pelayanan kapal. Makro pada excel tersebut berupa prediksi waktu yang akan ditempuh oleh suatu kapal.

Terminal yang digunakan oleh perusahaan menggunakan dua macam mesin yaitu mesin HMC (*harbor mobile crane*) dan CC (*container crane*). Mesin CC digunakan di terminal teluk lamong, nilam dan TPS, sedangkan terminal

berlian, mirah, jamrud menggunakan HMC. Target dari produktifitas dari mesin HMC yaitu sebesar 20 *container/jam* dari kapal ke truck. Kecepatan untuk pengangkutan dari kapal ke kade dermaga yaitu dapat mencapai 30 *container/jam*. Mesin CC memiliki target kecepatan bongkar muat sebesar 25 *container/jam*. Produktifitas di terminal tanjung perak belum ada yang sudah mencapai target sehingga perlu diadakan perbaikan. Solusi untuk meningkatkan produktifitas dari terminal yang menggunakan HMC yaitu dengan mengganti aktivitas bongkar dari memindahkan *container* dari kapal ke *truck* menjadi dari kapal ke kade. Kecepatan HMC memindahkan *container* dari kapal ke kade dapat mencapai 30 *container/jam*. Produktifitas dari terminal yang menggunakan HMC dapat ditingkatkan sampai mencapai target bahkan melebihi target yaitu 20 *container/jam*. Terminal nilam yang menggunakan CC sudah cukup baik karena mendekati target yaitu 24.06 *container/jam*. Target yang belum tercapai hanya karena perbedaan operator. Terminal TPS dan teluk lamong yang menggunakan CC masih jauh dari target CC yaitu masing-masing sebesar 10.16 *container/jam* dan 13.18 *container/jam*. Permasalahannya terletak pada bila kecepatan angin lebih dari 6 knots TPS dan teluk lamong aktivitas bongkar muat akan langsung dihentikan, dibandingkan dengan kecepatan angin terminal lain sebesar 10 knots. Untuk meningkatkan produktifitas di TPS dan teluk lamong sebaiknya menyamakan standar *safety* dengan terminal lainnya.

Aktivitas menyiapkan keberangkatan kapal terdiri dari menyiapkan dokumen kapal, uji kelayakan kapal dan menyiapkan kapal *tugboat*. Target dari perusahaan dalam aktivitas keberangktan kapal yaitu maximal 2 jam. Rata-rata dari aktivitas keberangkatan kapal dari perusahaan adalah 2,58 jam.



Gambar. 4 Proses Keberangkatan Perbaikan

Penulis memberikan solusi berupa *flowchart* yang sudah diubah sesuai dengan kebutuhan dari perusahaan dalam melakukan aktivitas keberangkatan kapal di terminal tanjung perak.

Future State Value Stream Mapping

Future state value stream mapping merupakan keadaan ideal dimana solusi dari penulis sudah diterapkan perusahaan dan diharapkan *waste* yang ada berkurang. Aktivitas pelayanan kapal yang baru digambarkan kembali pada *future state value stream mapping*. Rata-rata *waiting time* yang ada adalah 2 jam sesuai dengan keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Laut nomor UM.002/38/18/DTM.11. Produktifitas bongkar muat yaitu 20 *container*/jam untuk mesin HMC dan 25 *container*/jam untuk mesin CC sesuai dengan target yang diberikan oleh PT. Pelindo. Aktivitas keberangkatan kapal dapat dilakukan hanya 2 jam

Perbandingan Pelayanan Kapal Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Perbandingan digunakan untuk mengetahui seberapa baik *improvement* yang telah diberikan oleh penulis. *Improvement* yang baik dapat digunakan perusahaan agar perusahaan ini lebih baik kedepannya. *Improvement* yang diberikan oleh penulis tidak dapat langsung diimplementasikan, sehingga *improvement* pada hanya dapat disimulasikan. Simulasi dari *improvement* menggunakan data sesuai dengan target. Data yang digunakan untuk target yaitu *waiting time* sebesar 2 jam sesuai dengan keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Laut nomor UM.002/38/18/DTM.11. Proses untuk melayani satu kapal pada terminal yang menggunakan HMC (*harbor machine crane*) adalah 18,95 jam sedangkan proses untuk melayani satu kapal dengan menggunakan CC (*container crane*) yaitu selama 15,16 jam. Kedatangan dari kapal sama yaitu berdistribusi *poisson* 6,7 jam dan perjalanan dari karang jemuang ke tambatan yaitu 3 jam.

Block sebesar 56.34%, yang berarti 56,34% kapal menunggu kapal sesudahnya yang belum selesai dilakukan bongkar muat. *In operation* menunjukkan kapal yang diproses sebesar 33,71% dari total proses pelayanan waktu. *Total exit* menunjukkan kapal yang dapat *departure* setiap bulannya yaitu rata-rata sebesar 91 kapal. Hasil dari perbaikan *block* pada kapal berkurang sebesar 3,09%, angka ini tidak terlalu besar karena meskipun produktifitas dari terminal meningkat namun pelayanan kapal sebelum perbaikan memiliki *waiting time* yang ada masih sangat besar yaitu 9,1 jam, yang

berarti kapal akan menunggu selama 9,1 jam sebelum mengantri untuk di proses di terminal. *Total exit* meningkat dari 78,5 kapal menjadi 91 kapal, yaitu 15.92%.

Simpulan

Berdasarkan hasil analisa *current* VSM pada proses pelayanan kapal, terdapat tiga *waste* utama. *Waste* tersebut adalah (1) *waiting time* kedatangan kapal *tugboat* yaitu rata-rata 9,1 jam, (2) *waste movement* dalam aktivitas bongkar menyebabkan produktivitas terminal rendah yaitu tidak mencapai target dari PT. Pelindo, *waste movement* ini besar dan bervariasi sesuai dengan penggunaan mesin pada tiap-tiap terminal. (3) *Waste transportation* dan *movement* dalam menyiapkan dokumen keberangkatan kapal, mencapai rata-rata 2,58 jam.

Usulan untuk mengurangi *waiting time* yaitu dengan cara membuat *software* dari makro *microsoft excel* agar operator dapat memprediksi kedatangan kapal berikutnya. Solusi kedua yaitu dengan cara membuat sistem jadwal petugas pandu yaitu 1 hari kerja 1 hari libur dengan kondisi petugas pandu dapat menjemput minimal 4 buah kapal *cargo* atau 2 hari kerja dan 1 hari libur dengan kondisi petugas pandu dapat menjemput 3 buah kapal *cargo*. Jika usulan ini dilaksanakan dengan benar dan konsisten, maka akan mengurangi *waiting time* menjadi 2 jam.

Usulan untuk meningkatkan produktifitas dari terminal yang menggunakan mesin HMC (*harbor machine crane*) yaitu dengan mengubah aktivitas bongkar dari kapal langsung ke *truck* diganti menjadi kapal ke kade. Kecepatan memindah *cargo* dari kapal ke kade dapat mencapai 30 *container*/jam. solusi untuk meningkatkan produktifitas dari terminal TPS yaitu dengan menyamakan standar *safety* dengan terminal lainnya. Jika usulan dapat dijalankan maka produktifitas dari terminal yang menggunakan mesin HMC dapat mencapai 20 *container*/jam, sedangkan terminal yang menggunakan mesin CC dapat mencapai 25 *container*/jam sesuai dengan target PT. Pelindo.

Usulan untuk mengurangi persiapan keberangkatan kapal yaitu dengan cara memperbaiki dan memberi standar dalam aktivitas menyiapkan keberangkatan. Beberapa aktivitas seperti menyiapkan dokumen dan meminta kapal *tugboat* dapat

digabung sehingga pekerjaan lebih cepat. Penggantian sistem dari menggunakan dokumen fisik diubah menjadi dokumen *electronic* atau secara online. Bila usulan dijalankan maka aktivitas menyiapkan dokumen dapat berjalan maksimal 2 jam. Pengurangan ketiga *waste* diatas telah divalidasi dengan menggunakan sebuah simulasi dengan *software Promodel*. Hasil dari simulasi adalah *block* kapal berkurang sebesar 3,09%, menunjukan bahwa *waiting time* sudah sesuai dengan keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Laut nomor UM.002/38

18/DTM.11 yaitu 2 jam. Selanjutnya *total exit* meningkat 15,92% dari yang semula 78,5 kapal menjadi 91 kapal.

Daftar Pustaka

1. Triatmodjo, B. Perencanaan Pelabuhan, Beta Offset, 2010
2. Wilson, L. *How to Implement Lean Manufacturing*, Mc Graw Hill, 2009.
3. Law, A. M. & Kelton, W. D. *Simulation Modeling and Analysis*, Mc Graw Hill, 1991.