

KAJIAN OPERASIONAL TERMINAL PETI KEMAS PELABUHAN LAUT MENGUNAKAN SOFTWARE ARENA

Muhammad Marsudi dan Jainal Arifin

Fakultas Teknik , Universitas Islam Kalimantan

Email: (muhmarsudi@gmail.com)

ABSTRAK

Indonesia sebagai Negara kepulauan, maka fungsi pelabuhan laut sangatlah penting sehingga tidaklah salah jika Pemerintah menetapkan adanya koridor laut yang menghubungkan pelabuhan-pelabuhan tertentu di Indonesia. Salah satu mata rantai keluar masuknya barang di pelabuhan laut adalah terminal peti kemas. Berdasarkan pemikiran ini maka penelitian operasional terminal peti kemas adalah penting untuk dilakukan. Sebab kedepannya, operasional terminal peti kemas yang efisien akan memberi dampak yang cukup signifikan terhadap perekonomian Negara. Penelitian yang diusulkan ini adalah untuk mengidentifikasi operasional terminal peti kemas di pelabuhan laut di Banjarmasin. Dengan adanya penelitian ini diharapkan akan adanya saran bagi penambahbaikan operasional terminal peti kemas pelabuhan laut di Banjarmasin. Adapun target khusus penelitian yang diusulkan ini adalah untuk menganalisa tingkat utilization peralatan-peralatan yang digunakan bagi bongkar muat peti kemas di pelabuhan laut di Banjarmasin tersebut. Untuk mencapai tujuan dan target penelitian, simulasi dengan software ARENA akan digunakan. Data input yang diperlukan oleh software ini serta data-data pendukung lainnya akan dikumpulkan dengan cara melakukan *Time Study*, wawancara dan observasi di lapangan (*site observation*). Sedangkan jenis data yang diperlukan antara lain meliputi proses bongkar muat peti kemas, peralatan yang digunakan dan kuantitasnya, serta waktu yang diperlukan untuk bongkar muat. Hasil dari penelitian ini menunjukkan tingkat *utilization* dari masing-masing peralatan masih dalam batas yang wajar, yaitu 2 *Container Crane* masing-masing sebesar 25% dan 19%, *Rubber Tyred Gantry Crane* sebesar 21%, dan *Yard Truck* sebesar 97%. Selain itu tingkat *utilization* dermaga 1 dan dermaga 2 masing-masing 74% dan 50%.

Kata Kunci: ARENA, pelabuhan laut, simulasi, time study, peti kemas

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara kepulauan dengan jumlah pulau kurang lebih 13667 buah. Oleh sebab itu sangatlah penting masalah transportasi laut yang fungsinya adalah untuk menghubungkan antara satu pulau dengan pulau lainnya. Perdagangan antara satu pulau dengan pulau lainnya dan juga untuk kegiatan perdagangan seperti ekspor ke luar negeri, tentu akan menghidupkan perekonomian negara secara keseluruhan. Oleh karena itu jelas sekali betapa pentingnya fungsi pelabuhan laut untuk keperluan bongkar muat barang dan meningkatkan daya saing sesuatu wilayah dalam bidang perekonomian.

Pelabuhan Trisakti di Banjarmasin adalah salah satu pelabuhan laut di Indonesia yang sangat penting bagi arus perdagangan barang untuk kemajuan perekonomian Kalimantan pada umumnya dan Kalimantan Selatan pada khususnya. Adalah lazim transportasi barang antara pelabuhan Trisakti di Banjarmasin dengan pelabuhan Tanjung Perak di Surabaya (Jawa Timur).

Dengan memahami betapa pentingnya fungsi pelabuhan laut, maka permasalahan yang terjadi yang menghambat kelancaran bongkar muat barang perlu diteliti agar bisa dicarikan solusi yang bisa mengeliminir permasalahan tersebut. Selain itu penggunaan simulasi dalam penyelesaian masalah keteknikan adalah sudah bukan suatu rahasia lagi, dan ini menjadi salah satu alternatif dalam penyelesaian masalah. Dalam hal penyelesaian masalah yang menghambat kelancaran operasional pelabuhan peti kemas dengan menggunakan simulasi, *software* ARENA dapat digunakan bagi keperluan tersebut.

Ada berbagai studi yang berkenaan dengan pelabuhan laut dan termasuk penggunaan simulasi. Pelabuhan laut dapat didefinisikan sebagai suatu pintu gerbang dimana penumpang dan barang dipindahkan antara kapal ke dermaga atau sebaliknya (Wang et al., 2005). Pelabuhan laut telah menjadi lokasi yang alami untuk tempat perpindahan barang dari suatu mode angkutan ke mode angkutan lainnya (King, 1997). Pada masa ini pelabuhan memegang peranan yang amat penting dalam hal manajemen dan koordinasi aliran barang dan jasa, sebagai bagian yang terintegrasi dari sistem *supply-chain* secara keseluruhan (Carbone dan De Martino, 2003).

Sektor maritim telah menjadi tempat yang subur bagi penggunaan simulasi terutama untuk pelatihan peralatan yang digunakan di pelabuhan dan mendukung desain pembuatan kapal (Kelton et al., 2007). Penggunaan teknik simulasi di sektor ini telah dibenarkan dalam beberapa tahun terakhir ini disebabkan karena biaya dan kompleksnya persoalan pelabuhan dan kapal (Huynh dan Walton, 2005). Steeken, Vob, dan Stahlbock (2004) menyatakan bahwa model analitikal seperti model antrian (*queuing model*) tidak dapat dipergunakan untuk menganalisis operasi terminal pelabuhan dalam hal mengestimasi indikator-indikator performance pelabuhan (*port performance indicator*). Mereka beranggapan bahwa model-model antrian hanya berlaku jika statistik waktu kedatangan kapal dan waktu pelayanan di pelabuhan terdistribusi Erlang.

Yun dan Choi (1999) menggunakan suatu model simulasi yaitu *software* SIMPLE++ untuk menganalisa dan menyederhanakan operasi sistem terminal peti kemas yang real (sebenarnya) di Pusan, Korea. Penggunaan simulasi dapat memberikan gambaran tentang operasi terminal peti kemas yang diselidiki. Liu, Jula, Vukadinovic, dan Ioannou (2004) mengembangkan suatu model simulasi dan model simulasi ini dipergunakan untuk menunjukkan dampak penggunaan *Automated Guided Vehicles* (AGV) terhadap tata letak peralatan di terminal pelabuhan peti kemas. Simulasi menunjukkan bahwa penggunaan AGV dapat meningkatkan efisiensi pelabuhan. Lam, Englert, Tam, Park, dan Foss (2008) menggunakan suatu model simulasi untuk mengurutkan/menjadwalkan pengeluaran peti kemas dari lokasi peti kemas di pelabuhan ke lokasi mobil truk pengangkut di tepi jalan. Tujuan mereka adalah untuk menyelidiki pengaruh metode pengeluaran peti kemas di pelabuhan laut Los Angles/Long Beach terhadap waktu rata-rata operasi truk jika volume peti kemas meningkat.

Di Indonesia, analisa berkenaan dengan terminal peti kemas kebanyakan menggunakan teori antrian (*queuing theory*) *Bi-level programming*, dan simulasi Excel (Siswadi, 2005; Soeharto, 2003; Rudy Setiawan et al, 2009; Ferry Rusgiyanto et al, 2015; Aulia Ahmad dan Muhammad Mashuri, 2016) - dan sebagian besar kesemuanya itu kajian dalam tingkat tesis/skripsi Mahasiswa.

Dari apa yang diutarakan di atas, jelaslah bahwa penggunaan simulasi di bidang kemaritiman masih terbuka lebar seiring dengan makin kompleksnya operasi aktivitas pelabuhan laut tersebut. Kemudian mengenai simulasi ARENA, dapat dijelaskan ARENA adalah suatu *software* simulasi yang diproduksi oleh Rockwell Automation. Keluaran pertama *software* ini pada tahun 1993, dan ia didesain untuk keperluan pembuatan model simulasi secara umum (*general purpose*) dalam berbagai macam tipe penggunaan. Pemanfaatan ARENA dalam bidang transportasi semakin meningkat, dan ARENA juga dapat dipergunakan bagi penganalisaan sistem yang diskrit maupun sistem yang kontinyu, atau pada gabungan sistem diskrit dan kontinyu (Kelton et al., 2007). ARENA menggunakan bahasa pemrograman dan pemrosesan SIMAN serta terintegrasi dengan *software* lainnya seperti Microsoft.

Ada beberapa penggunaan ARENA dalam hal simulasi terminal pelabuhan laut. Diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Kotachi, Rabadi dan Obeid pada tahun 2013. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Longo, Huerta

dan Nicoletti yang juga pada tahun 2013. Mereka menganalisa waktu bongkar muat dan jumlah mobil truk yang diperlukan untuk bongkar muat barang di pelabuhan tersebut. Eugen, Serban, Augustin dan Stefan (2014) menggunakan simulasi ARENA untuk menganalisa kapasitas suatu pelabuhan peti kemas di Meksiko.

Berdasarkan pemikiran dan beberapa studi di atas, maka penelitian yang dilakukan di terminal peti kemas pelabuhan Trisakti Banjarmasin ini adalah bertujuan untuk menganalisis tingkat utilization penggunaan peralatan di terminal peti kemas tersebut dengan menggunakan simulasi ARENA. Pada penelitian ini yang dianalisis hanya dari beberapa peralatan yang ada ini yaitu *Container Crane, Yard Truck, dan RTGC*.

TERMINAL PETI KEMAS DAN PERALATANNYA

Sebelum membicarakan lebih lanjut mengenai hasil studi pada penelitian ini, ada beberapa hal yang dapat diutarakan mengenai peti kemas, peralatan memuat dan memindahkan barang yang lazim ada di pelabuhan peti kemas, dan peralatan memuat dan memindah barang tersebut yang tersedia di pelabuhan peti kemas Trisakti.

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan RI No. 14 tahun 2007 ada disebutkan tentang definisi peti kemas. Disebutkan bahwa peti kemas (*cargo container*) adalah peti atau kotak yang memenuhi persyaratan teknis sesuai dengan *International Standard Organization (ISO)* sebagai alat atau perangkat pengangkutan barang. Bahan peti kemas biasanya campuran baja dan tembaga, mempunyai pintu yang dapat dikunci dan di setiap sisinya dipasang sebuah fitting sudut dan kunci putar. Fungsi dari fitting sudut dan kunci putar ini adalah untuk memudahkan dalam menyatukan atau melepaskan peti kemas satu dengan peti kemas lainnya.

Peti kemas dapat dibagi berdasarkan jenis, ukuran, dan isinya. Ditinjau dari segi jenisnya maka peti kemas dapat dikategorikan sebagai *general cargo, thermal container, tank container, bulk container, dan platform container*. Berdasarkan ukurannya maka ada peti kemas berukuran 8x8x20 ft³, 8x8x40 ft³, dan ada yang berukuran 8x8x45 ft³. Berdasarkan aspek isi maka peti kemas dapat dibedakan antara *FCL/Full Container Load* atau isi kontainer untuk satu tujuan pengiriman, dan *LCL/Less Than Full Container Load* atau isi kontainer untuk lebih dari satu tujuan pengiriman. Kapasitas peti kemas merujuk kepada volumenya biasanya dinyatakan dalam satuan TEU (*twenty-foot equivalent unit*) yang diterjemahkan menjadi "unit ekuivalen dua puluh kaki". Satuan TEU ini sering digunakan untuk menjelaskan kapasitas kapal peti kemas dan terminal peti kemas.

Adapun peralatan-peralatan yang lazim untuk operasional bongkar muat barang di terminal pelabuhan peti kemas diantaranya adalah *Container-Crane, Tractor-Trailer, Straddle-Carrier, Side Loader, Rubber-Tyred Gantry-Crane (RTGC), Top Loader, Reach Stacker, Forklift, Mobile Crane, dan Head Truck* atau *Yard Truck*. Untuk terminal peti kemas di pelabuhan Trisakti, dari beberapa peralatan yang disebutkan ini ada beberapa yang dioperasikan yaitu *Mobile Crane* (2 unit), *Rubber-Tyred Gantry Crane* (5 unit), *Container Crane* (2 unit), *Reach Stacker* (2 unit), *Yard Truck* (30 unit), *Top Loader* (1 unit), *Forklift* dengan kapasitas angkat beban yang berbeda (6 unit). Seperti sudah disebutkan sebelumnya, dari semua itu maka pada penelitian ini yang dianalisis hanyalah *utilization* dari *Container Crane, Yard Truck, dan RTGC*.

METODOLOGI

Dalam penelitian ini ada beberapa langkah kegiatan yang perlu dilaksanakan yaitu:

- a. Mengumpulkan data di lapangan
- b. Pengolahan data dengan *Input Analyzer* ARENA untuk menentukan *statistical distribution*.
- c. Membuat model simulasi ARENA.
- d. Memasukkan data yang diperoleh sebelumnya pada model simulasi ARENA.
- e. Melakukan validasi dan verifikasi model simulasi ARENA.
- f. *Running* model simulasi untuk mendapatkan nilai *utilization* peralatan yang merupakan tujuan akhir dari penelitian ini.

Adapun pengumpulan data dilakukan sebulan dengan langsung terjun ke lapangan atau ke lokasi penelitian di pelabuhan Trisakti. Data primer dikumpulkan secara *time study* menggunakan *stop-watch* serta menggunakan observasi dan interview, sedangkan data sekunder didapat dari instansi terkait di pelabuhan. Jenis data yang dikumpulkan secara garis besar dapat dikelompokkan menjadi sebagai berikut:

- a) Waktu antara ketibaan kapal (*Time between arrivals of vessels*)
- b) Waktu bongkar muat kapal (*Unloading/ Loading time for vessels*)
- c) Waktu bongkar muat truck (*Unloading /Loading time for truck*)
- d) Waktu antara ketibaan mobil truk (*Time between arrivals of truck*)
- e) Waktu bongkar muat setiap peralatan bongkar muat (*Unloading/ Loading time for equipments*)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Model simulasi ARENA yang dibuat pada penelitian ini berdasarkan operasional terminal peti kemas pelabuhan Trisakti di Banjarmasin sewaktu proses bongkar-muat peti kemas dari/ke kapal kargo. Dari data yang didapatkan, maka untuk proses membongkar muatan dapat dijelaskan sebagai berikut:

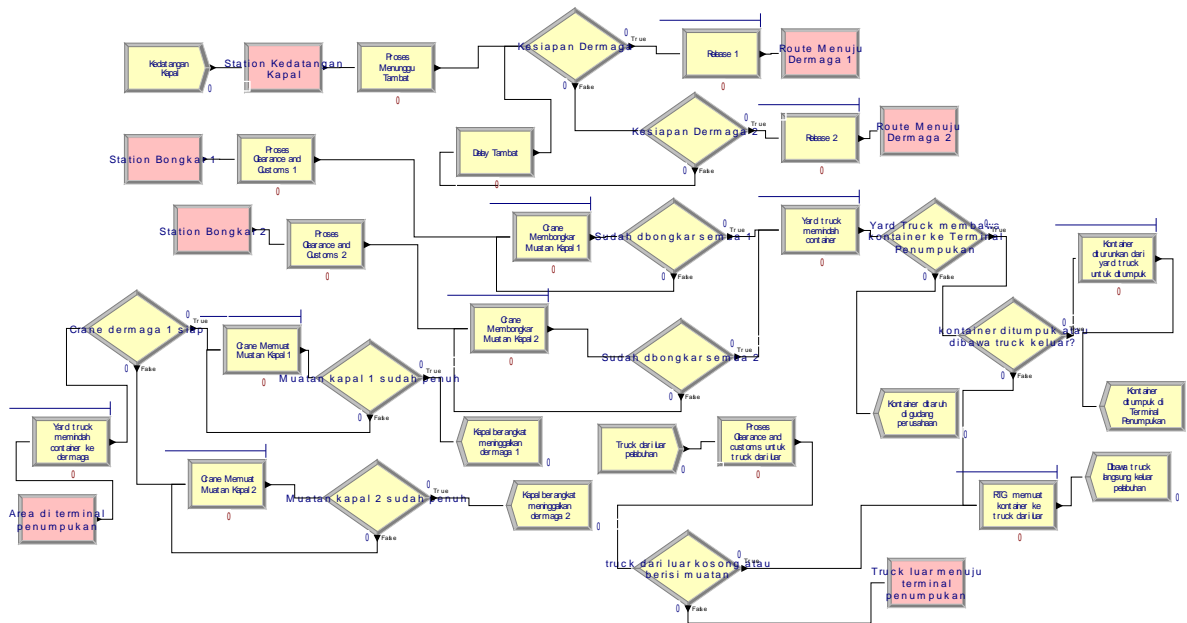
- i. Kapal kargo yang membawa peti kemas tiba dan akan merapat di dermaga bilamana dermaga tersedia atau dalam kondisi kosong. Ada dua dermaga yaitu dermaga 1 dan dermaga 2. Jika dermaga 1 penuh maka kapal kargo akan ke dermaga 2, dan jika dermaga 2 penuh maka kapal yang datang bisa ke dermaga 1. Jika kedua-dua dermaga penuh maka kapal kargo yang baru datang tersebut harus menunggu sampai dermaga tersedia.
- ii. Setelah kapal kargo bersandar di dermaga, diadakan pemeriksaan dokumen kapal serta bawanya dan dokumen *customs/cukai*, yang selanjutnya diikuti pembongkaran barang muatan dengan menggunakan *Container Crane*. dan ditumpuk di dermaga.
- iii. *Yard truck* memindahkan barang muatan yang ditumpuk di dermaga ke gudang di pelabuhan yang gudang ini milik perusahaan pemilik barang muatan tersebut, atau
- iv. *Yard truck* memindahkan barang muatan dari dermaga ke terminal penumpukan (*Container Yard*).
- v. Setelah *yard truck* sampai di terminal penumpukan, barang muatannya akan diturunkan dengan menggunakan *Rubber-Tyred Gantry Crane* (RTGC) untuk ditumpuk di lokasi *Container Yard* tersebut.
- vi. Selanjutnya sebagian barang muatan atau peti kemas di penumpukan *Container Yard* ini ada yang langsung dibawa pemiliknya keluar daerah pelabuhan menggunakan *truck* dari luar.

Adapun operasional terminal peti kemas pelabuhan Trisakti di Banjarmasin sewaktu proses memuat muatan dapat dijelaskan sebagai berikut:

- i. *Truck* dari luar membawa barang muatan dari luar daerah pelabuhan dan dilakukan pemeriksaan dokumen barang yang dibawa serta dokumen cukai di pintu gerbang masuk pelabuhan peti kemas.

- ii. *Truck* menurunkan muatannya di *container yard* dengan menggunakan *RTGC*, dan setelah *truck* ini kosong maka dengan menggunakan *RTGC* dia dimuati lagi peti kemas yang sudah ada di *container yard* untuk dibawa keluar daerah pelabuhan.
- iii. Barang muatan yang ada di *container yard* yang baru saja diturunkan dari *truck* luar, akan dibawa menggunakan *yard truck* ke dermaga untuk dimuat ke kapal menggunakan *container crane* yang ada di dermaga. Kapal akan berangkat meninggalkan pelabuhan jika muatan barang sudah penuh dan seluruhnya sudah dimuat.

Berdasarkan proses bongkar-muat peti kemas yang diterangkan di atas, maka model ARENA yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Model ARENA operasional terminal peti kemas

Agar pemodelan yang dibuat mempunyai tingkat keabsahan yang tinggi, maka *running* proses simulasi dibuat 10 replication dan setiap replication adalah 30 hari. Jumlah jam pada simulasi ditetapkan 15 jam/hari. Secara keseluruhan jumlah entiti (dalam hal ini adalah peti kemas) yang diproses di terminal peti kemas pelabuhan Trisakti ada sebanyak 53412 TEU setiap bulan, dan dari sebanyak itu 890 TEU berhasil diberangkatkan melalui kapal kargo. Selain itu ada 1500 TEU yang keluar dari daerah pelabuhan dengan /diangkut oleh truck, namun masih ada 10624 TEU yang masih tertumpuk di terminal penumpukan menunggu pemilik peti kemas membawanya keluar pelabuhan. Sisa peti kemas lainnya dari 53412 TEU yang diproses (selain dari jumlah-jumlah yang masih tertumpuk di terminal penumpukan, yang dibawa keluar oleh truck, dan yang diberangkatkan melalui kapal) adalah terdistribusi pada gudang di pelabuhan yang dimiliki oleh perusahaan tertentu, masih terletak pada dermaga karena masih diturunkan oleh *Container Crane*, masih diangkut oleh *Yard Truck*, ataupun masih ada di dalam kapal kargo yang baru datang dan sudah bersandar di dermaga serta sudah diproses dokumen kepabeannya.

Dari simulasi ini tingkat *utilization* untuk 2 *Container Crane* adalah 25% dan 19%, sedangkan tingkat *utilization* untuk *Yard Truck* dan *RTGC* masing-masing adalah 97% dan 21%. Selain itu tingkat *utilization* dermaga 1 dan dermaga 2 adalah 74% dan 50% masing-masingnya. *Yard Truck* mempunyai tingkat *utilization* yang tinggi (97%) karena peralatan

ini sangat tinggi mobilitasnya dalam mengangkut peti kemas dari dermaga ke terminal penumpukan dan sebaliknya dari terminal penumpukan ke dermaga.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan pada kegiatan operasional terminal peti kemas pelabuhan Trisakti dapat disimpulkan, bahwa *utilization* peralatan untuk operasional bongkar muat di pelabuhan ini masih dalam batas yang wajar. Dari hasil penganalisaan, *utilization* untuk *Container Crane* di dermaga 1 adalah 25%, sedangkan *Container Crane* di dermaga 2 *utilization*-nya 19%. Untuk *Yard Truck*, *RTGC*, dermaga 1 dan dermaga 2 *utilization*-nya masing-masing 97%, 21%, 74% dan 50%. *Yard Truck* dan dermaga 1 mempunyai tingkat *utilization* yang tinggi yaitu diatas 50% sehingga ini mengisyaratkan perlunya tambahan dermaga baru bagi terminal peti kemas. Penelitian yang dilakukan ini memang masih memerlukan pengumpulan data yang lebih mendalam jika ingin didapatkan keakuratan hasil yang lebih baik lagi. Untuk itu dapat disarankan bagi penelitian serupa dimasa datang, masalah keakuratan data perlu diutamakan. Selain itu disarankan *utilization* semua peralatan juga perlu diteliti selain dari *utilization-utilization Yard Truck, Container Crane* dan *RTGC* yang sudah diteliti pada penelitian kali ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aulia Ahmad dan Muhammad Mashuri. 2016. Analisis sistem antrian kapal pengangkut barang di pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 5(1), 2337-3520.
- Carbone, V., De Martino, M. 2003. The changing role of ports in supply chain management: an empirical analysis. *Maritime Policy and Management*, 30(4), 305-320.
- Eugen, R., Serban, R., Augustin, R.M., Stefan, B. 2014. Transshipment modeling and simulation of container port terminal, *Advanced Materials Research*, Vol. 837,786-791.
- Ferry Rusgiyanto, Ade Sjafruddin, Russ Bona Frazilla, dan Suprayogi. 2015. Bi-level programming pada metode optimasi terminal petikemas dan jaringan akses. *The 18th FSTPT International Symposium*, Unila, Bandar Lampung.
- Huynh, N. N., Walton, C. M. (2005). *Methodologies for reducing truck turn time at marine container terminals*. Texas: Centre for Transportation Research.
- Kelton, D. W., Sadowski, R. P., and Sturrock, D. T. 2007. *Simulation with arena* (4 ed.). New York: McGraw-Hill.
- King, J. 1997. Globalization of logistics management: present status and prospects. *Maritime Policy and Management*, 24(4), 381-387.
- Kotachia, M., Rabadi, G., Obeid, M.F. 2013. Simulation modeling and analysis of complex port operations with multimodal transportation. *Procedia Computer Science*, 20, 229 – 234.
- Lam, S., Englert, B., Tan, B., Park, J., and Foss, S. 2008. *On sequencing of container deliveries to over-the-road trucks from yard stacks*. Long Beach: California State University.
- Liu, C.-I., Jula, H., Vukadinovic, K., and Ioannou, P. 2004. Automated guided vehicle system for two container yard layouts. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 12(5), 349-368.
- Longo, F., Huerta, A., and Nicoletti, L. 2013. Performance analysis of a Southern Mediterranean Seaport via Discrete-Event simulation. *Journal of Mechanical Engineering*, 59(9), 517-525.
- Rudy Setiawan, Budisetyono Tedjakusuma, Hendrasetia, Yoseph Andika, dan Fenny Lukito. 2009. Simulasi sistem penanganan di lapangan penumpukan peti kemas. *Seminar Nasional RAPI VIII*, Surakarta – Indonesia.
- Siswadi. 2005. Kajian kinerja peralatan bongkar muat peti kemas di terminal peti kemas Semarang (TPKS) – Studi Kasus di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. *Masters thesis, Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro*.

Soeharto. 2003. Kajian terhadap fasilitas peralatan bongkar muat barang pada terminal peti kemas di pelabuhan Tanjung Emas – Semarang. *Masters thesis, program Pascasarjana Universitas Diponegoro*.

Steeken, D., Vob, S., and Stahlbock, R. 2004. Container terminal operation and operations reserach – a classification and literature review. *OR Spectrum*, 26, 3-49.

Wang, T., Cullinane, K., Song, D.W., and Ji, P. 2005. The technical efficiency of container ports: comparing data envelopment analysis and stochastic frontier analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 40 (4).

Yun, W. Y., Choi, Y. S. 1999, A simulation model for container-terminal operation analysis using an object-oriented approach. *International Journal of Production Economics*, 56(1-3), 221-230.