

# SIMULASI PROSES BONGKAR MUAT PETI KEMAS

**Tritiya A.R. Arungpadang, Arif F. Hipan**

Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi

Penumpukan peti kemas merupakan permasalahan yang sering terjadi pada sebuah pelabuhan. Perusahaan layanan jasa bongkar muat biasanya akan menerapkan pola distribusi antrian yang efektif dan efisien untuk menangani peti kemas sehingga tidak terjadi penumpukan peti kemas. Metode simulasi dapat membantu menentukan waktu optimal proses bongkar muat yang ideal. Tahapan simulasi diawali dengan survei lapangan untuk mengukur waktu penanganan proses bongkar muat peti kemas dan selanjutnya dibuat program simulasinya. Peralatan penanganan peti kemas yang ditinjau adalah container crane, tractor trailer dan rubber tyred gantry crane. Simulasi sistem penanganan peti kemas dilakukan dengan bantuan perangkat lunak SPSS 17.0 dan ProModel 4.22.

Dari hasil simulasi diperoleh waktu rata-rata optimal proses bongkar, mulai dari penanganan dalam kapal sampai keluar terminal peti kemas sebesar 396.32 detik atau 6.60 menit. Tingkat utility tertinggi terdapat pada lokasi tractor trailer 1 yaitu sebesar 63.98%. Untuk proses muat, yaitu sejak masuk terminal peti kemas sampai dinaikkan ke atas kapal waktu yang diperoleh sebesar 385.04 detik atau 6.41 menit. Tingkat utility tertinggi terdapat pada lokasi tractor trailer 2 sebesar 63.81%.

Kata kunci: peti kemas, peralatan bongkar muat, simulasi ProModel 4.22, waktu rata-rata optimal

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Pada sistem transportasi laut, demi tercapainya transportasi yang efektif dan efisien, diperlukan adanya pengemasan barang sebelum dilakukan pendistribusian. Pengemasan ini dapat menggunakan peti kemas. Saat ini, penggunaan peti kemas meningkat secara pesat sehingga berdampak terhadap menurunnya efektifitas dan efisiensi dari penggunaan peti kemas apabila tidak disertai dengan proses penanganan yang baik.

Setiap perusahaan layanan proses bongkar muat, harus menerapkan pola distribusi antrian yang efektif dan efisien untuk menangani peti kemas sehingga tidak terjadi penumpukan peti kemas.

Simulasi proses bongkar muat peti kemas dapat membantu mengetahui performansi utama proses bongkar muat, waktu rata-rata optimal, untuk dibandingkan dengan standar waktu perusahaan sehingga diharapkan dapat mengoptimalkan proses penanganan peti kemas yang pada akhirnya akan berdampak pada peningkatan profit dari pengelola terminal tersebut.

### 1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan utama adalah bagaimana menentukan waktu optimal proses bongkar muat peti kemas berdasarkan proses simulasi.

### 1.3 Batasan Masalah

Agar lebih terarah dan jelas, maka penelitian ini dibatasi pada:

1. Jenis peti kemas untuk barang tidak berbahaya (*dry container*) yang muatannya berasal dari KM. Meratus Tangguh-1.
2. Jenis simulasi yang digunakan adalah *software ProModel 4.22*.
3. Analisis data statistik menggunakan *software SPSS 17.0*.
4. Proses pemindahan peti kemas dalam terminal dengan *tractor trailer* dibatasi pada kecepatan 20 km/jam.
5. Pengambilan data dilakukan di PT. PT. Pelabuhan Indonesia (Pelindo) Bitung

### 1.4 Tujuan Penulisan

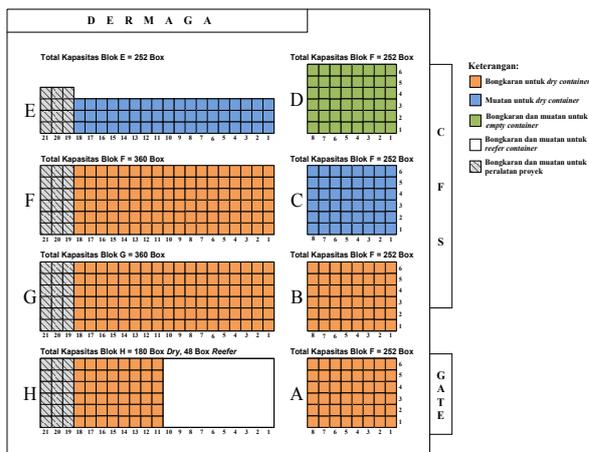
Penelitian ini bertujuan :

1. Mengidentifikasi proses bongkar muat peti kemas jenis barang tidak berbahaya (*dry container*).
2. Membuat simulasi dengan *software ProModel 4.22* tentang proses bongkar muat peti kemas jenis barang tidak berbahaya (*dry container*).
3. Menentukan waktu optimal pada proses bongkar muat peti kemas jenis barang tidak berbahaya (*dry container*).

## 2. Proses Bongkar Muat Peti Kemas

Proses penanganan peti kemas adalah suatu sistem transportasi dengan peti kemas sejak barang tersebut ada di dalam kapal sampai ke tempat penampungan peti kemas atau sampai keluar dari terminal. Proses penanganan peti kemas di luar perairan dapat menggunakan lebih dari satu jenis alat bantu. Alat-alat penanganan peti kemas yaitu antara lain *container-crane*, *tractor-trailer*, *straddle-carrier*, *side loader*, *rubber-tyred gantry-crane*, *top loader truck*, *forklift*, *reach stacker* dan lain-lain.

Salah satu sistem penanganan peti kemas adalah *Gantry Crane System*. Sistem ini juga di gunakan di terminal peti kemas Bitung. Pada sistem ini apabila kapal peti kemas bertambat, kegiatan bongkar muat peti kemas dari kapal ke darat (dermaga) maupun dari darat (dermaga) ke kapal menggunakan *container crane*. *Tractor-trailer* digunakan untuk mengangkut peti kemas dari dermaga ke *container yard* dan juga sebaliknya peti kemas di *container yard* disusun menggunakan *Rubber Tyre Gantry Crane* (*crane* yang mempunyai roda karet yang dapat dipindah tempatkan untuk menyusun peti kemas). *Crane* ini dapat menumpuk peti kemas hingga empat susun. Sistem ini sangat ekonomis karena dapat menyusun peti kemas cukup tinggi. Tata letak penanganan peti kemas dapat dilihat lebih jelas melalui ilustrasi pada gambar 1.



Gambar 1. Tata letak penanganan bongkar muat peti kemas

## 3. Metode Penelitian

Sumbar data yang diperoleh dalam penulisan ini adalah :

### a. Data Primer

Data yang dikumpulkan berupa data kuantitatif yang akan digunakan dalam simulasi proses bongkar muat peti kemas meliputi:

- Data selang waktu setiap proses bongkar muat *dry container*.

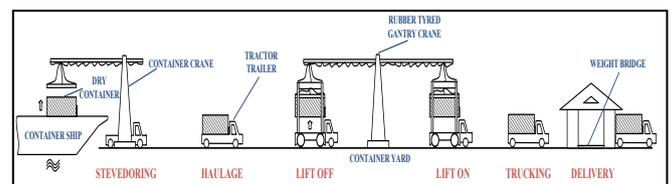
- Data observasi dengan cara mengamati secara langsung tiap proses bongkar muat dan data-data yang digunakan dalam sistem yang berlaku.

### b. Data Sekunder

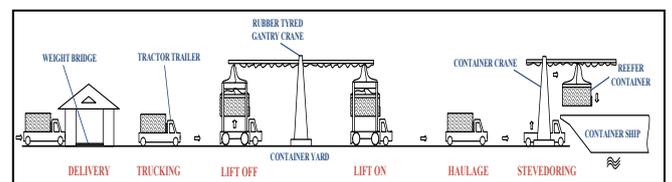
Data yang dikumpulkan dalam simulasi proses bongkar muat peti kemas meliputi:

- Data hasil searching informasi-informasi yang ada di internet.
- Data kepustakaan untuk mewakili data yang sebenarnya.
- Data yang diperoleh dari pihak PT. Pelindo Bitung.

Untuk menentukan waktu optimal pada proses bongkar muat peti kemas jenis barang tidak berbahaya (*dry container*), data proses bongkar muat (gambar 2 dan 3) yang diperoleh dikumpulkan dan dilakukan perhitungan waktu rata-rata (mean) dan standar deviasi.



Gambar 2. Kegiatan bongkar



Gambar 3. Kegiatan muat

## 4. Data dan Analisa

Proses bongkar muat peti kemas jenis barang tidak berbahaya yang dilakukan terdiri atas 6 kegiatan penting yaitu meliputi *stevedoring*, *haulage*, *lift off*, *lift on*, *trucking* dan *receiving/delivery*.

### a. Stevedoring

Pertama-tama peti kemas diturunkan dari kapal ke dermaga menggunakan *container-crane*. Dimulai dari mengunci peti kemas di atas kapal, mengangkat peti kemas dari kapal, menggeser peti kemas dari posisi kapal ke posisi *tractor-trailer*, menurunkan peti kemas ke atas *tractor-trailer*, melepaskan kunci diatas *tractor-trailer* hingga mengembalikan posisi *spreader* ke atas peti kemas di dalam kapal.

### b. Haulage

Kemudian setelah peti kemas berada diatas *tractor-trailer*, peti kemas kemudian dibawa ke salah satu blok pada lapangan penumpukan peti

kemas. Karena berada di dalam dermaga, maka kecepatan *tractor-trailer* dibatasi pada kecepatan 20 km/jam.

c. *Lift Off*

Setelah sampai di lokasi penumpukan, peti kemas tersebut kemudian ditumpuk oleh *Rubber-Tyred Gantry-Crane* (RTGC). Dimulai dari mengunci peti kemas di atas *tractor-trailer*, mengangkat peti kemas dari atas *tractor-trailer* ke lokasi penumpukan, menurunkan peti kemas di lokasi penumpukan, meletakkan peti kemas di atas lokasi penumpukan hingga mengembalikan posisi *spreader* ke atas *tractor-trailer*. Biasanya batas tinggi penumpukan peti kemas maksimal 4 susun.

d. *Lift On*

Peti kemas yang berada di lokasi penumpukan kemudian diangkat lagi menggunakan RTGC atau *reach stacker* untuk kemudian diatur sesuai blok-blok peti kemas. Untuk RTGC, dimulai dari mengunci peti kemas di lokasi penumpukan, mengangkat peti kemas dari lokasi penumpukan, menggeser peti kemas dari atas lokasi penumpukan ke *tractor-trailer*, menurunkan peti kemas di *tractor-trailer*, meletakkan peti kemas di atas *tractor-trailer* hingga mengembalikan posisi *spreader* ke atas lokasi penumpukan peti kemas.

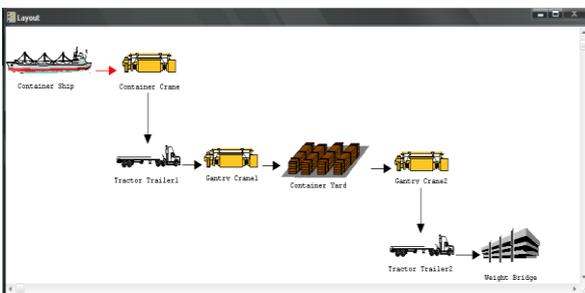
e. *Trucking*

Peti kemas yang berada di lapangan penumpukan kemudian diletakkan ataupun diturunkan dari atas *tractor-trailer* untuk kegiatan bongkar maupun kegiatan muat.

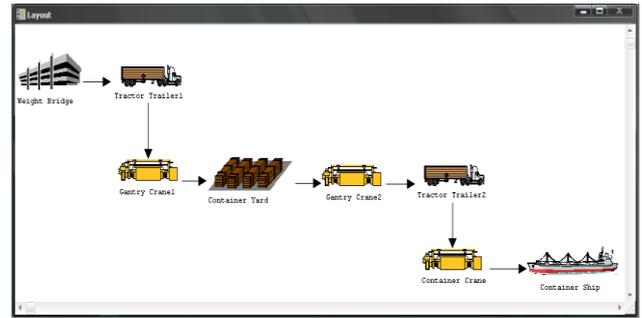
f. *Delivery*

Sebelum meninggalkan ataupun memasuki terminal peti kemas, *tractor-trailer* terlebih dahulu harus melewati jembatan timbang (*weight bridge*), untuk mengetahui berat dari peti kemas.

Pemodelan proses simulasi bongkar muat dilakukan dengan menggunakan *software ProModel 4.22*. Tampilan proses bongkar dapat dilihat pada gambar 4 dan proses muat pada gambar 5.

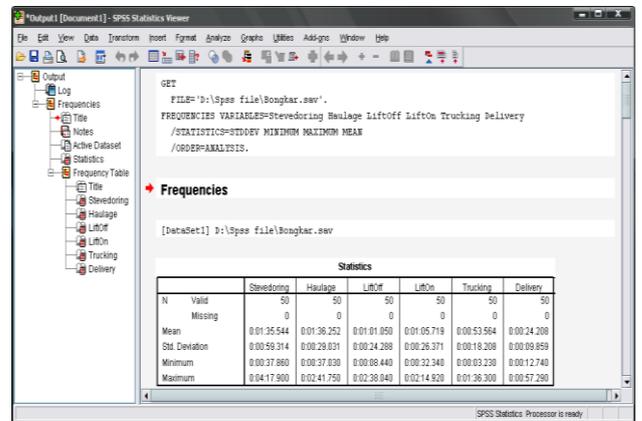


Gambar 4. Tampilan untuk mendefinisikan lokasi (*location*) proses bongkar

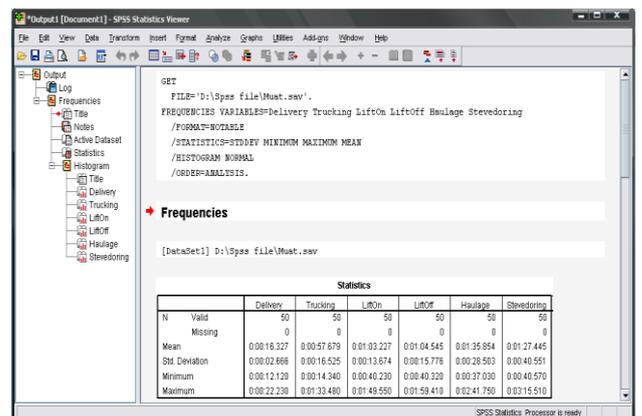


Gambar 5. Tampilan untuk mendefinisikan lokasi (*location*) proses muat

Untuk melakukan simulasi sistem peti kemas dibutuhkan pertama-tama waktu rata-rata dan standar deviasi yang diperoleh berdasarkan pengolahan data dengan menggunakan *software SPSS* versi 17.0 (gambar 6 dan 7).



Gambar 6. Hasil analisa proses bongkar



Gambar 7. Hasil analisa proses muat

Pada proses bongkar *dry container*, data yang diperoleh terdistribusi normal. Hal ini dibuktikan dengan 2 buah pengujian berikut :

- a. Pertama, data dibagi menjadi 5 kelompok data sama besar, yaitu mulai dari interval 1-10, interval 11-20, interval 21-30, interval 31-40 dan interval 41-50. Data ini kemudian diolah kembali dengan bantuan *software SPSS statistics 17.0*

untuk mengetahui nilai waktu rata-rata dan standar deviasi pada masing-masing kelompok. Dari tabel-tabel di atas, nilai waktu rata-rata dan standar deviasi interval 1-10, interval 11-20, interval 21-30, interval 31-40 dan interval 41-50 mendekati nilai waktu rata-rata dan standar deviasi yang sebenarnya yaitu interval 1-50. Dengan demikian, disimpulkan bahwa penyebaran data dalam kelompok cukup merata atau berdistribusi normal.

- b. Pengujian kedua adalah analisis kurva. Salah satu ciri distribusi normal adalah kurva berbentuk genta atau lonceng yang simetris dan memiliki satu puncak yang terletak ditengah. Oleh karena itu, dalam pengujian ini akan mengambil salah satu contoh kurva *delivery*. Kurva *delivery* proses bongkar *dry container* jika diteruskan akan menggambarkan kurva yang simetris yakni menurun di kedua arah yaitu ke kanan untuk nilai positif tak terhingga dan kekiri untuk nilai negatif tak terhingga. Hal ini menunjukkan bahwa proses penanganan *delivery* berdistribusi normal. Dengan cara yang sama dapat dilakukan juga pada proses penanganan yang lain.

Demikian pula halnya pada proses muat, data yang diperoleh terdistribusi normal. Pengujian untuk membuktikan hal tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Data tersebut dibagi ke dalam beberapa interval data yaitu mulai dari interval 1-10, interval 11-20, interval 21-30, interval 31-40 dan interval 41-50. Setelah diolah dengan bantuan *software SPSS statistics 17.0* untuk mengetahui nilai waktu rata-rata dan standar deviasi pada masing-masing kelompok. Nilai waktu rata-rata dan standar deviasi interval - interval terebut mendekati nilai waktu rata-rata dan standar deviasi yang sebenarnya yaitu interval 1-50. Dengan demikian disimpulkan bahwa penyebaran data dalam kelompok cukup merata.
- b. Salah satu ciri distribusi normal adalah kurva berbentuk genta atau lonceng yang simetris dan memiliki satu puncak yang terletak di tengah. Dalam pengujian ini, diambil salah satu contoh kurva *stevedoring*. Kurva *stevedoring* proses muat *dry container* jika diteruskan akan menggambarkan kurva yang simetris yakni menurun di kedua arah yaitu ke kanan untuk nilai positif tak terhingga dan kekiri untuk nilai negatif tak terhingga. Hal ini menunjukkan bahwa proses penanganan *stevedoring* berdistribusi normal. Proses yang lain juga menunjukkan hal yang sama.

Setelah nilai rata-rata untuk kegiatan bongkar muat peti kemas di ketahui, selanjutnya nilai tersebut di masukkan ke dalam proses pembuatan model simulasi, dengan asumsi untuk waktu perpindahan setiap lokasi (*move logic*) memerlukan waktu selama  $\pm 10$  detik. Hasil *run* dari simulasi berjalan proses bongkar muat peti kemas ditunjukkan pada gambar 8 dan 9.

General Report									
Output from D:\Promodel File\Proses Bongkar.mod [Simulasi Proses Bongkar]									
Date: Jun/13/2010 Time: 09:36:42 AM									
-----									
Scenario : Normal Run									
Replication : 1 of 1									
Simulation Time : 2.08									
-----									
LOCATIONS									
Location Name	Scheduled Hours	Capacity	Total Entries	Average Seconds Per Entry	Average Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Util	
Container Ship	2.08	999999	50	0.00	0	1	0	0.00	
Container Crane	2.08	1	50	95.55	0.63	1	0	63.51	
Tractor Trailer1	2.08	1	50	96.25	0.63	1	0	63.98	
Gantry Crane1	2.08	1	50	61.05	0.40	1	0	40.58	
Container Yard	2.08	999999	50	0.00	0	1	0	0.00	
Gantry Crane2	2.08	1	50	65.71	0.43	1	0	43.68	
Tractor Trailer2	2.08	1	50	53.56	0.35	1	0	35.60	
Weight Bridge	2.08	1	50	24.20	0.16	1	0	16.09	

Gambar 8. Hasil *run* simulasi proses bongkar

General Report									
Output from D:\Promodel File\Proses Muat.mod [Simulasi Proses Muat]									
Date: Jun/13/2010 Time: 09:33:52 AM									
-----									
Scenario : Normal Run									
Replication : 1 of 1									
Simulation Time : 2.08									
-----									
LOCATIONS									
Location Name	Scheduled Hours	Capacity	Total Entries	Average Seconds Per Entry	Average Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Util	
Weight Bridge	2.08	1	50	16.32	0.10	1	0	10.87	
Tractor Trailer1	2.08	1	50	57.67	0.38	1	0	38.40	
Gantry Crane1	2.08	1	50	63.22	0.42	1	0	42.09	
Container Yard	2.08	999999	50	0.00	0	1	0	0.00	
Gantry Crane2	2.08	1	50	64.54	0.42	1	0	42.97	
Tractor Trailer2	2.08	1	50	95.85	0.63	1	0	63.81	
Container Crane	2.08	1	50	87.44	0.58	1	0	58.21	
Container Ship	2.08	999999	50	0.00	0	1	0	0.00	

Gambar 9. Hasil *run* simulasi proses muat

Dari hasil simulasi proses bongkar muat *dry container* yang ditunjukkan pada gambar 8 dan 9, diperoleh waktu rata-rata antrian pada setiap lokasi penanganan peti kemas. Waktu tersebut merupakan siklus waktu rata-rata yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap unit operasi atau kegiatan. Dengan demikian, waktu optimal untuk menyelesaikan penanganan proses bongkar *dry container* mulai dari dalam kapal sampai keluar terminal peti kemas sebesar 396.32 detik atau 6.60 menit. Sedangkan waktu optimal untuk menyelesaikan penanganan proses muat *dry container* mulai dari *gate* sampai dinaikkan ke atas kapal sebesar 385.04 detik atau 6.41 menit.

Untuk utilitas setiap lokasi penanganan, nilai utilitas paling tinggi berada pada lokasi *tractor trailer 1* sebesar 63.98% dan proses muat berada pada lokasi *tractor trailer 2* sebesar 63.81%. Utilitas tiap lokasi bergantung pada waktu rata-rata antrian tiap lokasi terhadap keseluruhan waktu penanganan proses bongkar muat. Semakin kecil waktu rata-rata antrian pada suatu lokasi penanganan *container* maka utilitas yang dihasilkan juga akan semakin kecil, atau sebaliknya semakin besar waktu rata-rata antrian maka utilitasnya juga semakin besar.

Mengingat belum adanya waktu standar (*standard time*) yang ditetapkan oleh PT. Pelindo Bitung tentang waktu total penanganan proses bongkar muat peti kemas, perbandingan hasil simulasi dengan standar waktu perusahaan belum dapat dilakukan. Tetapi, diantara proses penanganan peti kemas tersebut, sebagian waktu standar sudah ditetapkan oleh perusahaan.

Proses bongkar dari penanganan peti kemas dari dalam kapal sampai di lapangan penumpukan sebesar 10 menit (600 detik), sedangkan proses muat dimana penanganan peti kemas mulai dari lapangan penumpukan sampai dinaikkan diatas kapal sebesar 7 menit (420 detik). Dengan demikian, waktu rata-rata antrian proses bongkar peti kemas hanya berada pada lokasi *container crane*, *tractor trailer 1* dan *gantry crane 1*, dimana dari hasil simulasi diperoleh waktu 252.85 detik atau 4.21 menit. Sedangkan lokasi penanganan proses muat peti kemas terletak pada *gantry crane 2*, *tractor trailer 2* dan *container crane*, dimana dari hasil simulasi diperoleh waktu 247.83 detik atau 4.13 menit. Dari hasil analisa tersebut dapat disimpulkan bahwa hasil simulasi proses bongkar muat *dry container* cukup optimal karena masih berada di bawah waktu standar yang ditetapkan oleh perusahaan.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan, maka diperoleh waktu rata-rata optimal proses bongkar *dry container* sebesar 396.32 detik atau 6.60 menit dan proses muat sebesar 385.04 detik atau 6.41 menit yang ditunjukkan pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1. Hasil simulasi proses bongkar *dry container*

Lokasi	Waktu rata-rata antrian (detik)	Utility (%)
<i>Container Crane</i>	95.55	63.51
<i>Tractor Trailer 1</i>	96.25	63.98
<i>Gantry Crane1</i>	61.05	40.58
<i>Gantry Crane2</i>	65.71	43.68
<i>Tractor Trailer2</i>	53.56	35.60
<i>Weight Bridge</i>	24.20	16.09
<b>Total Waktu</b>	<b>396.32</b>	

Tabel 5.2 Hasil simulasi proses muat *dry container*

Lokasi	Waktu rata-rata antrian (detik)	Utility (%)
<i>Weight Bridge</i>	16.32	10.87
<i>Tractor Trailer 1</i>	57.67	38.40
<i>Gantry Crane1</i>	63.22	42.09
<i>Gantry Crane2</i>	64.54	42.97
<i>Tractor Trailer 2</i>	95.85	63.81
<i>Container Crane</i>	87.44	58.21
<b>Total Waktu</b>	<b>385.04</b>	

## Daftar Pustaka

- Dally, H. K., "Container Handling and Transport, a Manual of Current Practice." CS Publications Ltd, 1983.
- Santosa, P.B., dan Ashari, "Analisis Statistik dengan Microsoft Excel & SPSS." Andi, Yogyakarta.
- Harrell, C., B.K. Ghosh and R.O. Bowden, Jr., "Simulation Using ProModel." 2<sup>nd</sup> ed, McGraw-Hill, Singapore, 2003.
- Hipan, A.F., "Simulasi Proses Bongkar Muat Peti Kemas Jenis Barang Tidak Berbahaya di PT. Pelabuhan Indonesia (Pelindo) Bitung." Skripsi, Jurusan Teknik Mesin UNSRAT, Manado, 2010.
- Law, A.M., and W.D. Kelton, "Simulation Modelling and Analysis." McGraw-Hill, 1991.
- Pidekso, F., "SPSS 17 untuk Pengolahan Data Statistik." Andi, Yogyakarta, 2009.