

# Optimisasi Kebutuhan Terminal *Loading Point* di PT X\*

**RIKA KARTIKA, SUSY SUSANTY, FIFI HERNI MUSTOFA**

Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional (Itenas), Bandung

Email:rikaa\_chan@yahoo.com

## ABSTRAK

*Divisi X mempunyai tugas utama yaitu menerima, menyimpan, merawat dan mengirim produk ke konsumen. Salah satu produk yang dikelola yaitu Hot Roll Plate (HRP) dan salah satu moda angkutan yang digunakan untuk pengiriman yaitu truk. Dalam kegiatan loading produk HRP terjadi antrean truk di area Terminal Loading Point di Gudang 09 dan 12. Penyebab terjadinya antrean yaitu dalam proses pemuatan (loading), operator terlebih dahulu mencari produk HRP yang akan dimuat/dikirim. Penelitian bertujuan untuk menentukan kebutuhan jumlah Terminal Loading Point di Gudang 09 dan Gudang 12 yang optimal dengan kriteria minimasi total biaya antrean. Metode pemecahan masalah menggunakan Metode Antrean (M/M/c) : (FCFC/~/~). Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh bahwa jumlah Terminal Loading Point sebanyak dua Terminal Loading Point untuk masing-masing gudang.*

**Kata kunci:** Gudang, Terminal Loading Point, Metode Antrean

## ABSTRACT

*Division X has the main task of receiving, storing, treating and send the product to the consumer. One of the products that run is Hot Roll Plate(HRP) and one mode of transportation used for the delivery is truck. In the activity of loading HRP product, the truck queue occurs in area Terminal Loading Point in Warehouse 09 and 12. Cause of the queuing that is in the process of loading, the operator first seek HRP product to be loaded/shipped. The research aims to determine the needs of the number of Terminal Loading Point in Warehouse 09 Warehouse 12 is optimal with the total queuing cost minimization criterion. Method of problem solving using Queue Method (M/M/c): (FCFC/~/~). Based on the calculations, that the number of Terminal Loading Point as much as two Terminal Loading Point for each warehouse.*

**Keywords:** Warehouse, Terminal Loading Point, Queue Method

---

\* Makalah ini merupakan ringkasan dari Tugas Akhir yang disusun oleh penulis pertama dengan pembimbingan penulis kedua dan ketiga. Makalah ini merupakan draft awal dan akan disempurnakan oleh para penulis untuk disajikan pada seminar nasional dan/atau jurnal nasional.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Pengantar

Divisi X adalah salah satu divisi yang ada di lingkungan PT X, dibawah Direktorat Pemasaran. Divisi ini mempunyai tugas utama yaitu menerima, menyimpan, merawat dan mengirim produk ke konsumen.

Sarana yang digunakan dalam proses pengiriman produk ke konsumen dengan menggunakan truk, kereta api, dan kapal laut untuk tujuan kirim kekonsumen yang ada di luar pulau. Dalam prosesnya, pemuatan produk *Hot Roll Plate* (HRP) ke dalam truk mengalami kendala yaitu terjadinya antrean truk sehinggadapat menimbulkan terjadinya keterlambatan pengiriman produk *Hot Roll Plate* ke konsumen. Antrean tersebut terjadi di Terminal *Loading Point* (titik pemuatan) di Gudang 09 dan Gudang 12.

Di dalam Gudang 09 selain sebagai tempat penyimpanan produk *Hot Roll Plate* yang sudah di kemas tetapi juga bersatu bersama area produksi, sehingga kondisi gudang lebih padat. Sedangkan, Gudang 12 hanya sebagai tempat penyimpanan produk *Hot Roll Plate* yang sudah di kemas.

### 1.2 Identifikasi Masalah

Antrean truk terjadi karena dalam kegiatan pelayanannya operator terlebih dahulu harus melakukan kegiatan mencari keberadaan produk *Hot Roll Plate* yang akan dimuat ke dalam truk. Kegiatan mencari ini disebabkan karena penataan produk *Hot Roll Plate* di gudang yang ditumpuk berdasarkan kesamaan panjang dan lebar dari produk *Hot Roll Plate* tersebut yang setiap kelompoknya disimpan secara sembarang. Sehingga, ketika produk HRP yang akan dimuat ke dalam truk (dikirim) tidak berada diposisi yang paling atas, maka operator harus melakukan pembongkaran tumpukan HRP tersebut.

Berdasarkan pengamatan awal, maka perlu dilakukan penelitian terhadap antrean truk di Terminal *Loading Point* dengan menggunakan Metode Antrean [Taha,1987] untuk mengetahui kebutuhan jumlah Terminal *Loading Point* yang optimal di Gudang 09 dan Gudang 12 dengan kriteria total biaya antrean yang minimum.

## 2. STUDI LITERATUR

### 2.1 Pengertian Teori Antrean

Teori antrean adalah teori yang menyangkut studi matematis dari antrean-antrean atau baris-baris penunnguan. Formasi baris-baris penunnguan merupakan sesuatu yang biasa terjadi apabila kebutuhan akan suatu pelayanan melebihi kapasitas yang tersedia untuk menyelenggarakan pelayanan tersebut (Taha, 1996).

### 2.2 Tujuan Dasar Model Antrean

Tujuan dasar dari model-model antrean adalah meminimuman sekaligus dua jenis biaya, yaitu biaya langsung untuk menyediakan pelayanan dan biaya individu yang menunggu untuk memperoleh pelayanan (Siswanto,2007).

### 2.3 Pendayagunaan Fasilitas Antrean

Rumus untuk model antrean (M/M/1) : (FCFS/ $\infty/\infty$ ) adalah sebagai berikut (Taha, 1987):  
Probabilitas terdapat 0 pelanggan dalam sistem antrean:

$$P_0 = (1 - \rho) \quad (1)$$

Jumlah pelanggan yang menunggu dalam sistem antrian:

$$Ls = \frac{\rho}{(1-\rho)} \quad (2)$$

Jumlah pelanggan yang menunggu dalam antrian:

$$Lq = Ls - \frac{\lambda}{\mu} = \frac{\rho^2}{1-\rho} \quad (3)$$

Waktu menunggu pelanggan dalam antrian:

$$Wq = \frac{Lq}{\lambda} = \frac{\rho}{\mu(1-\rho)} \quad (4)$$

Waktu yang dibutuhkan pelanggan dalam sistem antrian:

$$Ws = \frac{Ls}{\lambda} = \frac{1}{\mu(1-\rho)} \quad (5)$$

$c$  = Jumlah fasilitas pelayanan (*Server*) yang tersedia rumus untuk model antrian (M/M/c) : (FCFS/ $\infty/\infty$ ) adalah sebagai berikut (Taha, 1987):

Probabilitas terdapat 0 pelanggan dalam sistem antrian:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\rho^n}{n!} + \frac{\rho^c}{c!(1-\frac{\rho}{c})}} \quad (6)$$

Jumlah pelanggan yang menunggu dalam antrian:

$$Lq = \left[ \frac{\rho^{c+1}}{(c-1)!(c-\rho)^2} \right] \cdot P_0 \quad (7)$$

Jumlah pelanggan yang menunggu dalam sistem antrian:

$$Ls = Lq + \frac{\lambda}{\mu} \quad (8)$$

Waktu menunggu pelanggan dalam antrian:

$$Wq = \frac{Lq}{\lambda} \quad (9)$$

Waktu yang dibutuhkan pelanggan dalam sistem antrian:

$$Ws = Wq + \frac{1}{\mu} \quad (10)$$

## 2.4 Menentukan Jumlah Fasilitas Pelayanan Yang Optimum

Model ongkos yang akan digunakan yaitu menyangkut jumlah optimal fasilitas pelayanan ( $c$ ), dengan rumus sebagai berikut (Taha, 1987):

$$TC(c) = (c \times C_1) + (C_2 \times Ls) \quad (11)$$

Dimana:

$Ls$  : Panjang antrian dalam sistem (unit pelanggan)

$C_1$  : Biaya penambahan pelayanan (Rp/satuan waktu)

$C_2$  : Biaya menunggu pelanggan (Rp/satuan waktu/pelanggan)

Dengan memenuhi syarat kondisi optimum:

$$Ls(c) - Ls(c+1) \leq \frac{C_1}{C_2} \leq Ls(c-1) - Ls(c) \quad (12)$$

Biaya yang terjadi pada Model Antrian meliputi biaya pelayanan dan biaya antrian. Hubungan Biaya Pelayanan dan Biaya Antrian dapat dilihat pada Gambar 1.

Daftar Simbol:

$\mu$  : Laju pelayanan *loading* produk *Hot Roll Plate*

$\lambda$  : Laju kedatangan truk di Terminal *Loading Point*

$Ls$  : Jumlah truk yang berada dalam sistem antrian (di area Terminal *Loading Point*)

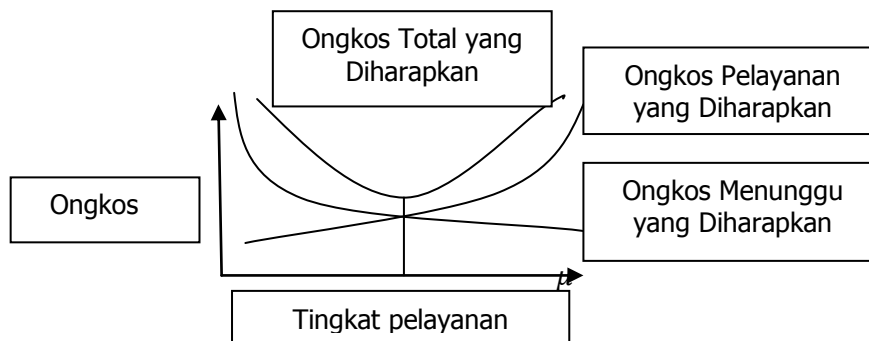
$Lq$  : Jumlah truk yang berada dalam antrian

$Ws$  : Waktu menunggu truk yang berada dalam sistem antrian (di area Terminal *Loading Point*)

$Wq$  : Waktu menunggu truk yang berada dalam antrian

$\rho$  : Utilitas dari *server* (Terminal *Loading Point*)

- $P_0$  : Probabilitas terdapat 0 truk dalam sistem antrian (di area Terminal *Loading Point*)  
 $TC(c)$  : Total Biaya antrian truk  
 $c$  : *Server* (Terminal *Loading Point*)  
 $C_1$  : Biaya penambahan pelayanan (Rp/satuan waktu)  
 $C_2$  : Biaya menunggu pelanggan (Rp/satuan waktu/pelanggan)



**Gambar 1. Hubungan Biaya Pelayanan dan Biaya Antrian**

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini tahapan-tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah  
Antrian truk di Terminal *Loading Point* perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kebutuhan jumlah *server* (Terminal *Loading Point*) yang optimal dengan total biaya antrian yang minimum.
2. Studi Literatur  
Melakukan pengumpulan-pengumpulan referensi yang terkait dengan masalah Antrian.
3. Metode Pemecahan Masalah  
Metode pemecahan masalah yang digunakan yaitu Teori Antrian. Teori antrian digunakan untuk melakukan perhitungan optimasi kebutuhan Terminal *Loading Point*. Teori Antrian tersebut yang digunakan yaitu Model  $(M/M/c) : (FCFS/\sim/\sim)$ . Simbol M yang pertama menyatakan pola jumlah kedatangan berdistribusi poisson dan simbol M yang kedua menunjukkan pola waktu pelayanan berdistribusi eksponensial. Disiplin pelayanan dalam gudang ini menggunakan disiplin FCFS (*First Come First Serve*) yaitu truk yang datang lebih awal merupakan truk yang dilayani terlebih dahulu, jumlah maksimum truk yang diperkenankan dalam sistem tidak terhingga, dan besarnya populasi truk pun tidak terhingga.
4. Pengumpulan dan Pengolahan Data  
Pengumpulan data. Data-data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:
  - Data waktu pelayanan muat di Terminal *Loading Point* di Gudang 09 dan Gudang 12,
  - Data jumlah kedatangan truk di Terminal *Loading Point* di Gudang 09 dan Gudang 12,
  - Data biaya antrian terdiri dari data biaya menunggu dan biaya pelayanan. Data biaya menunggu adalah data biaya yang dikenakan pada truk yang menunggu pada Terminal *Loading Point* di masing-masing gudang yang diperhitungkan berdasarkan *cost opportunity lost* yang ditetapkan

olehtransportir. Data biaya pelayanan adalah data biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk membayar upah tenaga kerja (operator) yang melayani kegiatan pemuatan produk *Hot Roll Plate* yang akan dimuat kedalam truk.

Tahap-tahap pengolahan data adalah sebagai berikut:

- Uji distribusi eksponensial untuk waktu pelayanan di Terminal *Loading Point* di Gudang 09 dan Gudang 12
  - Uji distribusi poisson untuk jumlah kedatangan truk di Terminal *Loading Point* di Gudang 09 dan Gudang 12
  - Menghitung *performance* antrean
  - Menghitung total biaya antrean
5. Analisis hasil Pengolahan Data  
Analisis meliputi analisis terhadap total biaya antrean dan analisis sensitivitas.
6. Kesimpulan dan Saran  
Kesimpulan dan saran diajukan untuk membantu perusahaan dalam mengatasi masalah antrean truk di area Terminal *Loading Point* dengan mengetahui kebutuhan jumlah Terminal *Loading Point* yang optimum dengan kriteria meminimasi total biaya antrean.

#### 4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

##### 4.1 Pengumpulan Data

Data jumlah kedatangan truk dan data waktu pelayanan muat di Terminal *Loading Point* di Gudang 09 dan Gudang 12 diperoleh selama periode 4 Maret 2013 hingga 19 Maret 2013, dengan waktu pengamatan selama 24 jam/hari.

Data ongkos merupakan data yang terkait dalam kegiatan *loading* yaitu terdiri dari biaya pelayanan dan biaya menunggu. Data perhitungan biaya pelayanan (biaya operator) dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Perhitungan Biaya Pelayanan (Biaya Operator)**

Gaji Per Bulan Per Operator	Jumlah Hari Kerja Per Operator Per Bulan (Hari)	Jam Kerja Per Operator Per Hari	Jam Kerja Per Operator Per Bulan (Jam)	Gaji Per Operator Per jam (Rp)	Operator Per Pelayanan (Orang)	Biaya Per Pelayanan Per jam (Rp)
Rp.3.000.000	22 Hari	8 Jam	176 Jam	Rp.17.045,5	3 Operator	Rp.51.136,4

Biaya menunggu truk pada pelayanan *loading* muat *Hot Roll Plate* di Terminal *Loading Point* di masing-masing gudang diperhitungkan berdasarkan *cost opportunity lost* Rp. 37.500,00 per truk per jam.

##### 4.2 Pengolahan Data

Uji distribusi eksponensial menggunakan Uji *Goodness Of Fit*. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh hasil bahwa untuk Gudang 09 dan Gudang 12 berdistribusi eksponensial. Gudang 09 chi kuadrat hitung < chi kuadrat tabel ( $\alpha = 0,05; \nu=3$ ) = 6,18 < 7,815 yaitu Terima  $H_0$  dan gudang 12 chi kuadrat hitung < chi kuadrat tabel ( $\alpha = 0,05; \nu=3$ ) = 5,34 < 7,815 yaitu Terima  $H_0$ .

Uji distribusi poisson menggunakan Uji *Goodness Of Fit*. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh hasil bahwa untuk Gudang 09 dan Gudang 12 berdistribusi poisson. Gudang 09 chi kuadrat hitung < chi kuadrat tabel ( $\alpha = 0,05; \nu=1$ ) = 0,97 < 3,841 yaitu Terima  $H_0$  dan

gudang 12 chi kuadrat hitung < chi kuadrat tabel ( $\alpha = 0,01; \nu=1$ ) = 2, 43 < 3,841 yaitu Terima Ho.

Hasil perhitungan parameter-parameter antrean truk Gudang 09 dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Parameter-Parameter Antrean Gudang 09**

c	Rho	Po	Lq (Truk)	Ls (Truk)	Wq (Jam)	Ws (Jam)
1	0,8252	0,1748	3,8965	4,7218	8,1319	9,8541
2	0,4126	0,4158	0,1693	0,9946	0,3534	2,0756
3	0,2751	0,4357	0,0214	0,8466	0,0446	1,7668
4	0,2063	0,4379	0,0028	0,8280	0,0058	1,7280
5	0,1650	0,4418	0,0003	0,8256	0,0007	1,7229

Hasil perhitungan parameter-parameter antrean truk Gudang 12 dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Parameter-Parameter Antrean Gudang 12**

c	Rho	Po	Lq (Truk)	Ls (Truk)	Wq (Jam)	Ws (Jam)
1	0,7834	0,2166	2,8344	3,6179	6,3774	8,1402
2	0,3917	0,4371	0,1420	0,9255	0,3195	2,0823
3	0,2611	0,4548	0,0174	0,8009	0,0392	1,8020
4	0,1959	0,4566	0,0022	0,7856	0,0049	1,7676
5	0,1567	0,4601	0,0002	0,7837	0,0006	1,7633

Hasil perhitungan total biaya antrean untuk menentukan kebutuhan jumlah Terminal *Loading Point* yang optimum untuk Gudang 09 dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Hasil Perhitungan Total Biaya Antrean Gudang 09**

c	C <sub>1</sub> (Rp)	c ( C <sub>1</sub> ) (Rp/ truk/jam)	C <sub>2</sub> (Rp/jam/truk)	Ls (Truk)	C <sub>2</sub> (Ls) (Rp/truk/jam)	TC ( c ) (Rp/truk/jam)
1	51136,4	51136,4	37500	4,72176	177066,0	228202,3
2	51136,4	102272,7	37500	0,99455	37295,7	139568,4
3	51136,4	153409,1	37500	0,84659	31747,2	185156,3
4	51136,4	204545,5	37500	0,82800	31050,0	235595,4
5	51136,4	255681,8	37500	0,82556	30958,6	286640,4

Hasil perhitungan total biaya antrean untuk menentukan kebutuhan jumlah Terminal *Loading Point* yang optimum untuk Gudang 12 dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Hasil Perhitungan Total Ongkos Gudang 12**

c	C <sub>1</sub> (Rp)	c ( C <sub>1</sub> ) (Rp/ truk/jam)	C <sub>2</sub> (Rp/jam/truk)	Ls (Truk)	C <sub>2</sub> (Ls) (Rp/truk/jam)	TC ( c ) (Rp/truk/jam)
1	51136,4	51136,4	37500	3,61785	135669,4	186805,8
2	51136,4	102272,7	37500	0,92546	34704,7	136977,4

**Tabel 5. Hasil Perhitungan Total Ongkos Gudang 12 (lanjutan)**

c	C <sub>1</sub> (Rp)	c (C <sub>1</sub> ) (Rp/ truk/jam)	C <sub>2</sub> (Rp/jam/truk)	Ls (Truk)	C <sub>2</sub> (Ls) (Rp/truk/jam)	TC ( c ) (Rp/truk/jam)
3	51136,4	153409,1	37500	0,80089	30033,2	183442,3
4	51136,4	204545,5	37500	0,78562	29460,8	234006,2
5	51136,4	255681,8	37500	0,78370	29388,7	285070,5

## 5. ANALISIS

### 5.1 Analisis Jumlah Terminal *Loading Point* Yang Optimal

Dalam kondisi *existing* hanya menyediakan satu buah Terminal *Loading Point* untuk kegiatan *loading* produk *Hot Roll Plate* di Gudang 09 akan menghabiskan total biaya antrean sebesar Rp. 228.202 per jam. Sedangkan, dengan hasil optimum yang diperoleh adalah dua buah Terminal *Loading Point* dengan total biaya antrean sebesar Rp. 139.568 per jam atau dapat menghemat total biaya antrean sebesar 38,84%.

Kegiatan *loading* produk *Hot Roll Plate* di Gudang 12 dengan hanya menyediakan satu buah Terminal *Loading Point* akan menghabiskan total biaya antrean sebesar Rp. 186.806 per jam. Sedangkan, dengan hasil optimum yang diperoleh adalah dua buah Terminal *Loading Point* dengan total biaya antrean sebesar Rp. 136.977 per jam atau dapat menghemat biaya antrean sebesar 26,67%. Perbandingan total biaya antrean dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6. Perbandingan Total Biaya Antrean**

Terminal <i>Loading Point</i>	Total Biaya Antrean	
	Gudang 09	Gudang 12
Kondisi saat ini (1 buah)	Rp. 228.202	Rp. 186.806
Kondisi optimal (2 buah)	Rp. 139.568	Rp. 136.977

### 5.2 Analisis Sensitivitas

Rekapitulasi hasil perhitungan analisis sensitivitas dapat dilihat pada Tabel 7.

## 6. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis data diperoleh bahwa perusahaan perlu menambahkan satu Terminal *Loading Point* atau perusahaan tidak perlu menambahkan Terminal *Loading Point* tetapi melakukan penambahan satu orang operator per *shift*. Terkait masalah biaya dengan menambah satu Terminal *Loading Point* (2 buah Terminal *Loading Point*) total biaya antrean menjadi Rp. Rp. 139.568 untuk Gudang 09 dan Rp. 136.977 untuk Gudang 12. Sedangkan, apabila menambahkan satu orang operator saja total biaya antrean untuk Gudang 09 menjadi Rp. 112.220 (tanpa melakukan penambahan Terminal *Loading Point*) dan Rp. 103.953 untuk Gudang 12.

## 6.2 Saran

Usulan untuk mengatasi masalah antrean yaitu untuk kondisi gudang saat ini (tanpa melakukan perbaikan apa pun) yang pertama perusahaan sebaiknya menambah satu Terminal *Loading Point*, yang kedua perusahaan tidak perlu menambahkan Terminal Loading Point tetapi perusahaan perlu menambahkan satu operator per *shift*, yang ketiga melakukan perbaikan terhadap penataan produk *Hot Roll Plate*, dan yang keempat untuk penelitian selanjutnya perhitungan dapat dilakukan untuk setiap *shift*.

**Tabel 7. Rekapitulasi Analisis Sensitivitas**

	Perubahan Faktor	Nilai	Gudang	Persentase Penurunan atau Kenaikan Akibat Perubahan Faktor (%)	Persentase Kenaikan Total Biaya Antrean (%)	Persentase Penurunan Biaya Antrean (%)	Jumlah Optimal Terminal Loading Point
1	Penurunan rata-rata waktu pelayanan loading Hot Roll Plate	1,72 jam/truk menjadi 1,42 jam/truk	9	17,44%	-	6,16%	1
		1,76 jam/truk menjadi 1,53 jam/truk	12	13,07%	-	4,50%	1
2	Kenaikan rata-rata waktu pelayanan loading Hot Roll Plate	1,72 jam/truk menjadi 2 jam/truk	9	16,28%	6,70%	-	2
		1,76 jam/truk menjadi 2,2 jam/truk	12	25,00%	9,84%	-	2
3	Kenaikan jumlah kedatangan truk	0,48 truk/jam menjadi 0,50 truk/jam	9	4,17%	9,04%	-	2
		0,44 truk/jam menjadi 0,56 truk/jam	12	27,27%	10,39%	-	2
4	Penurunan jumlah kedatangan truk	0,48 truk/jam menjadi 0,39 truk/jam	9	18,75%	-	8,40%	1
		0,44 truk/jam menjadi 0,38 truk/jam	12	13,64%	-	11,33%	1
5	Penambahan satu orang operator	3 operator menjadi 4 operator	9	33,33%	-	19,60%	1
			12	33,33%	-	24,11%	1

## REFERENSI

Diktat Kuliah Statistika Industri. (2009). Bandung: Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Bandung.

Siswanto. (2007). *Operations Research* (Jilid 2). Jakarta: Penerbit Erlangga.

Taha, H. *Riset Operasi (Jilid Dua)*. Jakarta: Penerbit Binarupa Aksara.



Taha, H. (1987). *Operations Research An Introduction (Fourth Edition)*. New York: Macmillan Publising Aksara.

Walpole, R. E. (1995). *Ilmu Peluang dan Statistik Untuk Insinyur dan Ilmuan*. Institut Teknologi Bandung, Bandung.

<http://thesis.binus.ac.id/Doc/Bab2/2007-3-00430-TI%20bab%202.pdf> (Minggu, 17 Februari 2013, 10.55)

<http://thesis.binus.ac.id/doc/Bab2/2011-1-00594-mtif%202.pdf> (Minggu, 17 Februari 2013, 11.20)