



PAPER – OPEN ACCESS

## Optimalisasi Moda Transportasi Dalam Rangka Mendistribusikan Produk PT. XYZ

Author : Zaharuddin dan Juliza Hidayati  
DOI : 10.32734/ee.v2i4.687  
Electronic ISSN : 2654-704X  
Print ISSN : 2654-704X

*Volume 2 Issue 4 – 2019 TALENTA Conference Series: Energy & Engineering (EE)*



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



# Optimalisasi Moda Transportasi Dalam Rangka Mendistribusikan Produk PT. XYZ

*(Optimization of Transportation Mode in Order to Distribute Products of PT. XYZ)*

Zaharuddin, Juliza Hidayati

*Magister Teknik Industri, Universitas Sumatera Utara*

[zhrarma@gmail.com](mailto:zhrarma@gmail.com)

## Abstrak

PT. XYZ salah satu perusahaan distributor produk *consumer goods* yang memiliki depo dan *stock point* di tiap kabupaten/kota serta satu *distribution centre* (DC). Dalam melayani konsumen (outlet terdaftar) moda transportasi reguler belum optimal memberikan pelayanan, hal ini disebabkan proses distribusi hanya terkonstrasi berdasarkan taking order salesman. Penugasan moda transportasi untuk melakukan distribusi (pengantaran) dan jualan langsung di *outlet* terdaftar diharap mampu mengoptimalkan moda transportasi memberikan pelayanan. Tujuan yang ingin dicapai ialah optimalisasi moda transportasi untuk meningkatkan distribusi dan jualan langsung di *outlet* terdaftar dengan meminimumkan biaya. Penelitian ini menggunakan metode optimasi tangguh dengan scenario untuk mengoptimalkan moda transportasi melayani dan mengunjungi outlet terdaftar melakukan distribusi dan jualan langsung dengan fungsi tujuan meminimalkan biaya transportasi. Berdasarkan output MINOS rata-rata 23 outlet terdaftar dilayani dan dikunjungi moda transportasi, 987 karton produk didistribusikan dan dijual langsung dengan solusi optimal total biaya moda transportasi sebesar Rp. 50.190.600

Kata kunci: Transportasi; Optimasi tangguh; *supply chain*;

## Abstract

PT. XYZ is a distributor of consumer goods products that has depots and stock points in each district / city and one distribution center (DC). In serving consumers (registered outlets) the regular mode of transportation is not yet optimal in providing services, this is because the distribution process is only concentrated based on taking the salesman's order. Assignment of transportation modes to conduct distribution (delivery) and direct sales at registered outlets is expected to be able to optimize the mode of transportation to provide services. The objective to be achieved is to optimize the mode of transportation to increase distribution and direct sales at registered outlets by minimizing costs. This research uses a robust optimization method with scenarios to optimize the mode of transportation serving and visiting registered outlets to conduct distribution and direct sales with the objective function of minimizing transportation costs. Based on MINOS output, on average, 23 registered outlets are served and visited by transportation modes, 987 cartons of products are distributed and sold directly with the optimal solution, the total cost of transportation modes is Rp. 50,190,600

Keyword: Transport; tough optimization; *supply chain*;

## 1. Pendahuluan

Persaingan bisnis di era digital sekarang semakin pesat baik di tingkat domestik maupun internasional. Hal ini dapat dilihat dari menjamurnya industri berbasis *web* dan aplikasi sistem yang menyediakan pelayanan pembelian

online dengan pengiriman langsung ke pintu pelanggan (*end user*) seperti Lazada.com, Bliblim.com, Amazon.com, Borders.com dan lain-lain. Untuk dapat berkompetisi dengan kompetitor, PT. XYZ sebagai distributor produk *customer good* yang memiliki depo dan *stock point* di tiap kabupaten/kota serta satu *distribution centre* (DC) harus mampu mencari solusi dalam menghasilkan nilai kompetitif untuk menciptakan pelayanan yang optimal.

Salah satu usaha yang dilakukan perusahaan untuk meningkatkan nilai kompetitif dengan cara mengoptimalkan moda transportasi yang berkaitan dengan saluran distribusi. Transportasi dan distribusi merupakan dua komponen yang mempengaruhi keunggulan kompetitif suatu perusahaan [12]

Tahun 2018 devisi distribusi telah mendistribusikan berbagai *varian* produk ke sejumlah *outlet* terdaftar *general trade* (tradisional) coverage area salesman A menggunakan moda transportasi *regular* (PS100 dan L300) dengan total nilai transaksi Rp. 16.373.181.454,- berdasarkan *taking order salesman* yang harus melakukan kunjungan sekali pada semua kota dalam satu lintasan sebelum kembali ke titik awal [24] dengan *frekwensi* kunjungan dua minggu sekali (2/4 mgu) setiap *outlet*.

*Outlet* terdaftar (aktif) coverage area salesman A depo Tanjung Motawa sepanjang tahun 2018 sebanyak 250 *outlet*. Moda transportasi reguler yang digunakan perusahaan untuk mendistribusikan permintaan *outlet* di klaster area belum optimal, sehingga jumlah *outlet* yang dilayani moda transportasi di setiap periode tidak stabil seperti disajikan Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Jumlah *outlet* terdaftar dilayani coverage area salesman A tahun 2018

Periode	Jumlah Outlet			Dilayani (%)
	Terdaftar (Aktif)	Dilayani	Tidak Terlayani	
Januari	250	190	60	76,00%
Februari	250	190	60	75,80%
Maret	250	187	63	74,60%
April	250	191	64	76,40%
Mei	250	211	59	84,20%
Juni	250	201	49	60,40%
Juli	250	189	61	75,60%
Agustus	250	194	56	77,40%
September	250	197	53	78,60%
Oktober	250	188	62	75,00%
November	250	189	61	75,40%
Desember	250	229	21	91,40%
Rata-Rata		196	56	78%

Merujuk tabel 1, purata *outlet* terdaftar yang dilayani (kunjungi) moda transportasi berdasarkan *taking order salesman* sebanyak 196 (78,53%) dan yang tidak terlayani 56 (21,47%) *outlet*. Tidak maksimalnya jumlah *outlet* terdaftar yang dilayani disetiap periode berimplikasi pada target distribusi (jualan) yang ditetapkan perusahaan sebesar Rp. 20.136.544.623,-, tidak tercapai.

Permasalahan tersebut melibatkan metode distribusi yang di implementasikan perusahaan hanya terkonsentrasi pada permintaan *outlet* (*taking order salesman*) terhadap suatu produk berdasarkan jadwal kunjungan salesman dalam satu rute perjalanan *salesman* (RPS). Sehingga minimum permintaan *outlet* (*volume* dan *value*) dan *Effective calle salesman* di setiap periode tidak mencapai target mengakibatkan perencanaan moda transportasi untuk melayani *outlet* aktif dan mendistribusikan permintaan ke *outlet* (tujuan) berdasarkan jadwal distribusi tidak optimal, hal ini berimplikasi pada biaya transportasi yang dibebankan.

Untuk meminimumkan permasalahan tersebut perlu dilakukan perbaikan sistem distribusi dengan mengoptimalkan moda transportasi *regular* yang terdapat di perusahaan seperti disajikan Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Kapasitas standar dan value moda tipe transportasi

No	Transportasi	Unit	Kapasitas Moda			Keterangan
			Volume	Value	Jarak tempuh	
1	PS100 & 135	30 Unit	800 Ctn	64.000.000	40 Km	Reguler
2	L300	7 Unit	380 Ctn	30.400.000	40 Km	Reguler

Salah satu solusi untuk mengoptimalkan moda transportasi, meningkatkan pelayanan (kunjungan) ke *outlet* terdaftar dengan meminimumkan biaya transportasi menggunakan metode optimasi tangguh. Metode optimasi tangguh (*robust optimization*) merupakan salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk memperoleh solusi yang tidak sensitif terhadap faktor ketidakpastian yang dapat mempengaruhi solusi [24]. Suatu solusi pada model optimasi disebut 'solusi tangguh' apabila solusi tersebut tetap 'dekat' dengan solusi optimal untuk semua skenario yang mungkin terjadi [1].

Dengan demikian, solusi yang dihasilkan pada setiap kondisi atau skenario yang mengandung faktor ketidakpastian dapat mendekati solusi optimal. Mengoptimalkan moda transportasi dengan metode optimasi tangguh memiliki fungsi tujuan meminimasi biaya transportasi untuk memenuhi target distribusi (jualan) yang ditetapkan perusahaan. Terpenuhinya target distribusi berdampak pada terpenuhinya permintaan *outlet*. Parameter performansi yang digunakan dalam mengoptimalkan moda transportasi untuk mendistribusikan produk dengan metode optimasi tangguh ini adalah capaian *outlet* yang dilayani moda transportasi, optimalisasi moda transportasi dengan metode optimasi tangguh dikatakan optimal jika penerapan moda transportasi tersebut dapat berdampak pada rencana biaya transportasi yang diperlukan, sehingga biaya transportasi yang dibutuhkan tidak berbeda jauh dengan rencana biaya transportasi yang dihasilkan untuk mencapai target distribusi (jualan).

## 2. Metode

Penelitian ini dilaksanakan di PT. XYZ sebagai distributor tunggal produk Indofood (Indomie) yang berlokasi di jalan Raya Medan Tanjung Morawa Km. 13,5, Limau Manis, Tanjung Morawa Sumatera Utara. Tahapan penelitian ini dilakukan dalam beberapa langkah yaitu sebagai berikut:

### 2.1. Identifikasi masalah

Permasalahan moda transportasi melayani *outlet* terdaftar di klaster area diidentifikasi dengan jelas. Ketidakpastian yang bersumber dari permintaan dan *outlet* di kunjungi salesman menjadi sumber masalah tidak optimalnya moda transportasi memberikan pelayanan. Oleh karena itu, dirumuskan pemecahan masalah untuk mengatasi ketidakpastian tersebut. Metode optimasi tangguh diharapkan dapat memberikan solusi yang tepat.

### 2.2. Formulasi Metode Optimasi Tangguh masalah Outlet dilayani dengan skenario S

Metode optimasi tangguh menggunakan skenario sebagai usaha untuk menggambarkan ketidakpastian, baik dari segi permintaan maupun outlet dilayani. Tujuan dari formulasi model adalah optimalisasi moda transportasi untuk meningkatkan distribusi dan jualan langsung di *outlet* terdaftar dengan meminimumkan biaya transportasi. Berikut formulasi pengembangan model optimasi tangguh dari ketidakpastian [1], [5]

- Input model

Berikut merupakan *input* data file yang digunakan metode optimasi tangguh

$n$  = Banyak klaster area

$h$  = Biaya transportasi per volume moda transportasi  $q$ .

$\lambda$  = Variabilitas total biaya transportasi.

$\omega$  = Bobot penalti untuk deviasi produk dijual langsung moda transportasi.

$z_\alpha$  = Ukuran standar untuk distribusi normal tingkat pelayanan moda transportasi.

$C$  = Kapasitas moda transportasi

$S$  = Skenario yang mungkin muncul dengan realisasi *outlet* dilayani moda transportasi  $T_j$ .

- $P_s$  = Probabilitas kemunculan
- $T_j$  = *Outlet* dilayani moda transportasi
- $\mu_j^{dT}$  = Rata-rata permintaan per *outlet* tiap kluster area.
- $\sigma_j^{dT}$  = Standar deviasi permintaan per *outlet* tiap kluster.
- $\mu_j^d$  = Rata-rata permintaan di tiap kluster area.
- $\sigma_j^d$  = Standar deviasi permintaan di tiap kluster area.
- $\mu_j^T$  = Rata-rata *outlet* dikunjungi salesman ditiap kluster area.
- $\sigma_j^T$  = Standar deviasi *outlet* dikunjungi salesman ditiap kluster area.

• Variabel Keputusan

Langkah berikutnya dalam penelitian ini menentukan variable keputusan masalah moda transportasi melayani *outlet* terdaftar di klaster area. Berikut output dari metode optimasi tangguh

- $\mu_j^T$  = *Outlet* dilayani dan dikunjungi moda transportasi jika  $T_j$  berdistribusi normal
- $PR_j$  = Kuantiti produk dijual langsung di *outlet* terdaftar di masing-masing kluster area jika skenario realisasi *outlet* dilayani moda transportasi  $T_j$  muncul.
- $e_{js}$  = Penyimpangan produk dijual langsung jika skenario *outlet* di dilayani moda transportasi muncul.
- $\xi_s$  = Biaya pinlati dari penyimpangan produk dijual langsung.

• Fungsi Tujuan dan Kendala

Memeformulasikan keterkaitan antara variable dan parameter serta hubungan antara variable untuk membuat fungsi tujuan yang dapat memberikan solusi optimal. fungsi tujuan dan kendala untuk *metode optimasi tangguh masalah outlet dilayani moda transportasi* serta penjelasan dari masing-masing persamaan

Minimasi

$$\bar{\xi} + \lambda \sum_{s \in \Omega} P_s (\xi - \bar{\xi})^2 \dots\dots\dots (1)$$

Dibatasi oleh:

$$PR_j = z_\alpha \sqrt{\mu_j^T (\sigma_j^{dT})^2 + (\mu_j^{dT})^2 (\sigma_j^T)^2} \dots\dots\dots (2)$$

$$e_{js} = z_\alpha \sigma_j^T \sqrt{\tau_{js}} - PR_j \dots\dots\dots (3)$$

$$\xi_s = \sum_{j=1}^n (h_q PR_{jq}) + \omega \sum_{j=1}^n |e_{js}|, \forall s \in \Omega \dots\dots\dots (4)$$

$$\bar{\xi} = \sum_{s \in \Omega} P_s \xi_s \dots\dots\dots (5)$$

$$\mu_j^T = Q_j + \mu_j^d - O_j, \forall j = 1, 2, \dots, n \dots\dots\dots (6)$$

$$O_j \geq 0 \dots\dots\dots (7)$$

$$Q_j - O_i \geq 0 \forall (i, j) \in A \dots\dots\dots (8)$$

$$Q_j \leq 0, M, \forall j \dots\dots\dots (9)$$

Persamaan (1) fungsi tujuan meminimasi biaya transportasi serta variabilitas biaya melayani dan mengunjungi *outlet*. Persamaan (2) menghitung jumlah produk dijual langsung untuk mengunjungi *outlet* di kluster area jika digunakan rata-rata *outlet* dilayani  $\mu_j^T$ . Persamaan (3) Deviasi produk untuk di jual langsung. Persamaan (4) Biaya pinalti moda transportai dari deviasi produk dijual langsung jikas realisasi scenario s terjadi. Persamaan (5) Keseluruhan rata-rata biaya pinalti. Persamaan (6) Rata-rata *outlet* dilayani dan dikunjungi moda transportasi di tiap kluster area. Persamaan (7) *Outlet* dijanjikan dapat dilayani dan dikunjungi moda transportasi dengan rata-rata permintaan per *outlet*  $\mu_j^{dT}$ . Persamaan (8) Potensi rata-rata *outlet* tidak terdaftar dapat dikunjungi moda transportasi. Persamaan (9) Batas maksimum *outlet* terdaftar di kluster area dikunjungi tidak melebihi dari satu ketetapan tertentu.

2.3. Implementasi Metode Optimasi Tangguh

Perangkat lunak yang digunakan metode optimasi tangguh untuk menyelesaikan masalah moda transportasi melayani dan mengunjungi *outlet* terdaftar berbasis AMPL (A Mathematical Programming Language) menggunakan

mesin (engine) MINOS tersedia di website <http://www.Neos-server.org> dengan solusi penyelesaian masalah pada algoritma LP dan NLP (Program linear/Nonlinear).Langkah-langkah pada tahap ini adalah :

1. Input model file (Appendix A), data file (Appendix B) dan run file (Appendix C)dari aplikasi sistem AMPL (A Modeling Language for Mathematical Programming)
2. Sumbmite file di mesin (engine) MINOS tersedia di website <http://www.Neos-server.org>.
3. Jika *outlet* di layani dan dikunjungi moda transportasi lebih dari realisasi dan nilai z biaya optimal moda transportasi lebih kecil dari realsisasi maka ditemukan solusi optimum.

**3. Hasil dan Pembahasan**

Dari hasil perhitungan metode optimasi tangguh menggunakan mesin MINOS, solusi nilai z optimal (Appendix D) biaya moda transportasi mendistribsikan permintaan dan produk dijanjikan dijual langsung beserta pinalti dari deviasi sebesar Rp. 50.895.500

- **Produk Dijual Langsung Beserta Deviasi**

Ketangguhan dari usulan metode ini adalah kemampuan menempakan jumlah produk untuk didistribusikan dan dijual langsung memenuhi kapasitas moda transporasti. Kemunculan skenario *outlet* di layani moda transportasi mempengaruhi jumlah produk di jual tanpa harus mengabaikan *outlet* dijanjikan untuk dilayani dan dikunjungi.

Setiap deviasi mempengaruhi kuatiti produk dijual langsung, rata-rata produk dijual langsung dari yang dijanjikan terhadap deviasi untuk memenuhi kapasitas volume moda transportsi diuraikan table berikut:

Table 3. Kuantiti produk jual langsung dan deviasi

Kluster Area	Kuantiti Produk (Ctn)		
	Dijanjikan Dijual	Deviasi (Pinalti)	Dijual
Medan Are 1	234	-112	122
Medan Are 2	189	-64	125
Medan Are 3	227	-88	139
Medan Are 4 - Medan Kota 1	230	-110	120
Medan Kota 2	236	-113	123
Medan Kota 3	296	-151	145
Medan Kota 4	283	-131	152
Medan Kota 5 - Medan Maimun 1	329	-193	136
Medan Maimun 2 - Medan Polonia 1	249	-106	143
Medan Polonia 1	224	-86	138
Rata-rata	250	-115	135

Persentasi kuanatiti produk dijual langsung dari yang dijanjikan terhadap deviasi untuk memenuhi kapasitas moda transportasi mendistribusikan permintaan dan menjual langsung produk di klaster area yaitu sebagai berikut:

$$= \frac{(250 - 115)}{250} \times 100\% = 53,94\%$$

Dari hasil perhitungan diatas dapat dilihat bahwa rata-rata produk dijual langsung sepanjang priode dari yang dijanjikan terhadap deviasi sebesar 53,94% dengan rata-rata biaya pinalti dari deviasi produk dijual langsung sebesar Rp. 710.797,-.

- **Realisasi Moda Transportasi Melayani dan Mendistribusikan Produk Dengan Usulan Beserta Pinalti**

Perbandingan realisasi rata-rata *outlet* dilayani  $\mu_j^T$  moda transportasi dan rata-rata permintaan  $\mu_j^D$  didistribusikan di tiap kluster area dengan usulan metode optimasi tangguh di uraikan table 4 berikut:

Tabel 4. Perbandingan realisasi moda transportasi melayani dan mendistribusikan produk dengan usulan beserta pinalti

Kluster Area	Realisasi		Usulan	
	Dilayani	Distribusi (Ctn)	Dilayani dan Dikunjungi	Distribusi dan Jual (Ctn)
Medan Are 1	20	823	24	1.057
Medan Are 2	21	864	25	1.053
Medan Are 3	20	826	24	1.053
Medan Are 4 - Medan Kota 1	20	854	23	1.084
Medan Kota 2	20	896	22	1.132
Medan Kota 3	19	910	19	1.206
Medan Kota 4	19	883	20	1.166
Medan Kota 5 - Medan Maimun 1	19	843	21	1.172
Medan Maimun 2 - Medan Polonia 1	18	839	19	1.088
Medan Polonia 2	20	789	25	1.013
<b>Rata-Rata</b>	<b>20</b>	<b>853</b>	<b>23</b>	<b>1.103</b>
<b>Total Biaya</b>	<b>Rp. 57.643.200</b>		<b>Rp. 50.895.500</b>	

Dari table 4 dapat dilihat realisasi rata-rata 20 *outlet* terdaftar dilayani dan 853 karton permintaan didistribusikan moda transportasi dengan usulan metode optimasi tangguh. rata-rata 1.103 karton beserta pinalti permintaan didistribusikan dan dijual langsung di 23 *outlet* terdaftar rute perjalanan salesman (jadwal distribusi moda transportasi).

Persentasi peningkatan moda transportasi melayani dan mengunjungi *outlet* di klaster area dengan realisasi *outlet* dilayani yaitu sebagai berikut:

$$= \frac{(23 - 20)}{23} \times 100\% = 13.04\%$$

Dari hasil perhitungan diatas usulan rata-rata *outlet* dilayani dan dikunjungi moda transportasi dengan realisasi di masing-masing kluster area mengalami peningkatan 13.04% *outlet* jumlah produk dijual langsung beserta pinalti 249 karton.

Total biaya transportasi beserta pinalti mendistribusikan permintaan dan menjual langsung produk di rute perjalanan salesman (RPS) sebesar Rp. 50.895.500 sedangkan realisasi total biaya distribusi sebesar Rp. 57.643.200.-.

Persentasi penurunan total biaya distribusi dan jualan langsung beserta pinalti dari deviasi sebagai berikut:

$$= \frac{(57.643.200 - 50.895.500)}{57.643.200} \times 100\% = 11.71\%$$

Dari hasil perhitungan diatas, biaya distribusi dan jualan langsung beserta pinalti menghemat total biaya transportasi sebesar Rp. 6.747.700 atau setara dengan 11.71%.

- Realisasi Moda Transportasi Melayani dan Mendistribusikan Produk Dengan Usulan

Jika setiap deviasi dari produk dijual langsung yang tidak memenuhi kapasitas transportasi bernilai nol atau tidak beri bobot pinalti maka kuantiti produk didistribusikan dan dijual langsung beserta total biaya transportasi diuraikan tabel 5 berikut:

Tabel 5. Perbandingan realisasi moda transportasi melayani dan mendistribusikan produk dengan usulan

Kluster Area	Realisasi		Usulan	
	Dilayani	Distribusi (Ctn)	Dilayani dan Dikunjungi	Distribusi dan Jualan (Ctn)
Medan Are 1	20	823	24	945
Medan Are 2	21	864	25	989



Kluster Area	Realisasi Dilayani	Distribusi (Ctn)	Usulan Dilayani dan Dikunjungi	Distribusi dan Jualan (Ctn)
Medan Are 3	20	826	24	965
Medan Are 4 - Medan Kota 1	20	854	23	974
Medan Kota 2	20	896	22	1.019
Medan Kota 3	19	910	19	1.055
Medan Kota 4	19	883	20	1.035
Medan Kota 5 - Medan Maimun 1	19	843	21	979
Medan Maimun 2 - Medan Polonia 1	18	839	19	982
Medan Polonia 2	20	789	25	927
<b>Rata-Rata</b>	<b>20</b>	<b>853</b>	<b>23</b>	<b>987</b>
<b>Total Biaya</b>	<b>Rp. 57.643.200</b>		<b>Rp. 50.190.600</b>	

Dari usulan metode optimasi tangguh berdasarkan table 4, rata-rata 987 karton permintaan didistribusikan dan dijual langsung di masing-masing dari 23 outlet terdaftar berdasarkan jadwal distribusi moda transportasi. rata-rata peningkatan jumlah produk dijual langsung dari realisasi sebanyak 134 karton.

Total biaya transportasi mendistribusikan permintaan dan menjual langsung produk di rute perjalanan salesman (RPS) sebesar Rp. 50.190.600 sedangkan realisasi total biaya distribusi sebesar Rp. 57.643.200.-.

Persentase penurunan total biaya distribusi dan jualan langsung sebagai berikut:

$$= \frac{(57.643.200 - 50.190.600)}{57.643.200} \times 100\% = 12,93\%$$

Dari hasil perhitungan, biaya distribusi dan jualan langsung menghemat total biaya transportasi sebesar Rp. Rp. 7.452.200 atau setara dengan 12.93% dari realisasi

• Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan dengan mengoptimalkan dua tipe moda transportasi berkapasitas 800 karton dan 380 karton mendistribusikan permintaan dan jualan langsung untuk memberikan pelayanan terhadap outlet terdaftar di masing-masing kluster area dapat menghemat total biaya moda transportasi sebesar Rp. 7.452.200 sepanjang periode atau setara dengan 12.93%. Rata-rata persentase peningkatan moda transportasi melayani dan mengunjungi outlet di kluster area dengan realisasi yaitu 14%, rata-rata produk dijual langsung di tiap kluster area untuk memenuhi kapasitas transportasi sebanyak 134 karton sedangkan pinalti dari deviasi produk yang dijanjikan dijual langsung untuk memenuhi kapasitas moda transportasi sebesar 53,78%.

Appendix A. Model file

```

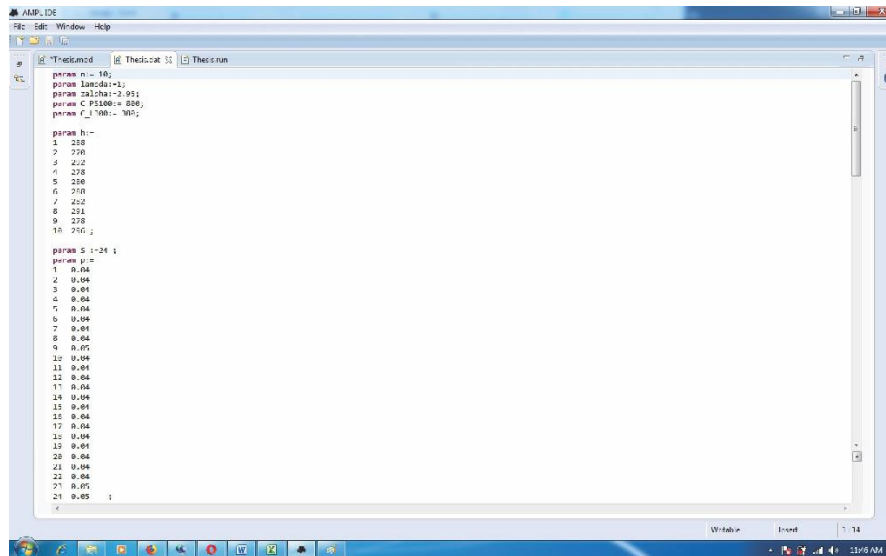
# AMPLIDE
File Edit Window Help
# Thesis.mod Thesis.dat Thesis.run
#
# Kluster area
param n; # Robot variabilitas total biaya
param lambda; # Ukuran distribusi normal
param C_P5100; # Kapasitas volume moda transportasi P5100
param C_L300; # Kapasitas volume moda transportasi L300
param h{1..n}; # Biaya transportasi per volume
param S; # Skenario
param p{1..5}; # Probabilitas skenario
param T{1..n, 1..5}; # Outlet dilayani moda transportasi berdasarkan taking order selection
param mu{1..n}; # Rata-rata outlet dilayani moda transportasi
param sigma{1..n}; # Standar deviasi outlet dilayani moda transportasi
param muD{1..n}; # Rata-rata permintaan per kluster area
param sigmaD{1..n}; # Standar deviasi permintaan per kluster area
param Q{1..n}=(C_P5100+C_L300)/muD{1..n}; # Outlet dilayani moda transportasi tersedia

var PP{1..n, 1..5};
var xi{1..5};
var xibar;
var Q{1..n};
var tau{1..n};

minimize z:
  xibar+lambda*(sum{1..5} p[s]*(xi[s]-xibar)^2);
subject to const1{1..5}:
  xi[s]=sum{j in 1..n} h[j]*PP[j]+abs(es[j,s]);
subject to const2:
  xibar=sum{s in 1..5} p[s]*xi[s];
subject to const3{1..n}:
  tau[j]=mu{1..n}/Q[j];
subject to const4{1..n}:
  PP[j]=lambda*sqrt(tau[j]*sigmaD[j]^2+muD[j]^2+sigma[j]^2);
subject to const5{1..n, s in 1..5}:
  es[j,s]+PP[j]-if(tau[j]*xi[s]-mu[j]) > 0 then
    lambda*sigmaD[j]*sqrt(tau[j]*xi[s]-mu[j]) else 0;
subject to const6{1..n}:
  Q[j]<=25;
  
```



## Appendix B. Data file



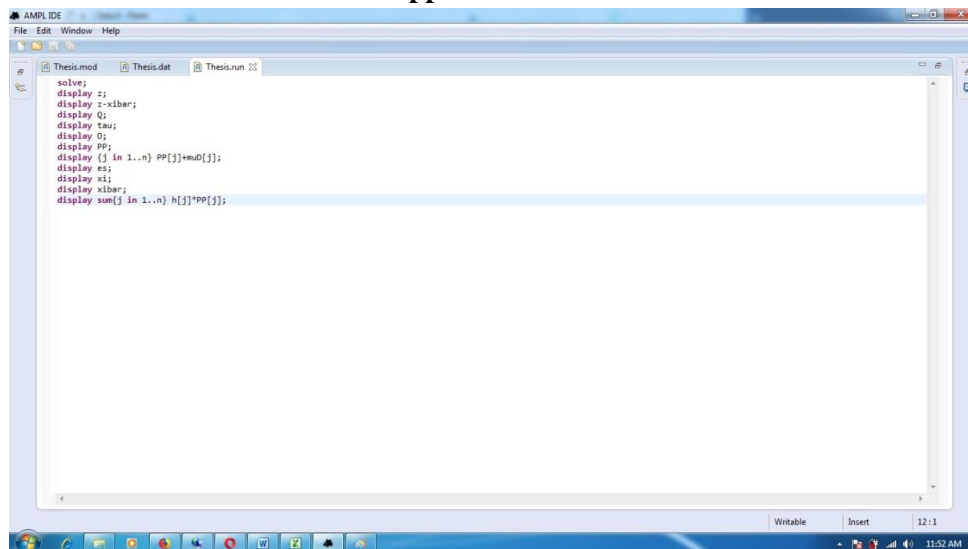
The screenshot shows the AMPL IDE interface with the 'Thesis.dat' file open. The file contains parameter definitions for 'n', 'lambda', 'psi', 'h', and 'p'.

```
param n := 10;
param lambda := 1;
param psi := 0.05;
param C_PSI := 0.05;
param C_PSI_0 := 0.05;
param C_PSI_1 := 0.05;

param h :=
1  220
2  220
3  222
4  220
5  220
6  220
7  222
8  224
9  220
10 220;

param S {1..24} :=
param p :=
1  0.04
2  0.04
3  0.04
4  0.04
5  0.04
6  0.04
7  0.04
8  0.04
9  0.05
10 0.04
11 0.04
12 0.04
13 0.04
14 0.04
15 0.04
16 0.04
17 0.04
18 0.04
19 0.04
20 0.04
21 0.04
22 0.04
23 0.04
24 0.05;
```

## Appendix C. Run file



The screenshot shows the AMPL IDE interface with the 'Thesis.run' file open. The file contains the model solving and display commands.

```
solve;
display z;
display s <- xibar;
display Q;
display tau;
display Q;
display PP;
display {j in 1..n} PP[j]*mu0[j];
display es;
display xi;
display xibar;
display sum{j in 1..n} H[j]*PP[j];
```

## Appendis D. Output

```

AMPL IDE
File Edit Window Help
Console
AMPL
250 iterations, objective 58095457.3
Nonlin evals: obj = 6, grad = 5, constrs = 6, Jac = 5.
z = 58095500

Q [*] :=
1 25
2 25
3 25
4 25
5 25
6 25
7 25
8 25
9 25
10 25
;

tau [*] :=
1 23.9784
2 24.8016
3 23.8156
4 22.863
5 21.4574
6 18.4864
7 19.3763
8 20.5826
9 18.2514
10 25.2409
;

O [*] :=
1 28.9784
2 28.8016
3 28.8156
4 27.863
5 26.4574
6 24.4864
7 25.3763
8 26.5826
9 25.2514
10 30.2409
;

```

## Appendis D. Output (Lanjutan)

```

AMPL IDE
File Edit Window Help
Console
AMPL
es [*,*] (tr)
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 :=
1 -116.47 -65.8377 -96.8754 -114.339 -120.031 -165.422 -142.201 -205.557 -117.076 -88.2426
2 -113.95 -70.1362 -93.1058 -119.501 -122.754 -165.422 -145.885 -205.557 -113.523 -85.4668
3 -116.47 -65.8377 -90.2006 -119.501 -120.031 -165.422 -142.201 -199.398 -117.076 -85.4668
4 -119.046 -67.5682 -93.1058 -114.339 -122.754 -161.929 -145.885 -208.755 -124.487 -91.0762
5 -116.47 -65.8377 -93.1058 -119.501 -122.754 -165.422 -153.567 -205.557 -124.487 -88.2426
6 -116.47 -65.8377 -96.8754 -116.89 -120.031 -172.706 -145.885 -199.398 -113.523 -91.0762
7 -113.95 -67.5682 -90.2006 -114.339 -117.371 -176.513 -142.201 -205.557 -113.523 -85.4668
8 -113.95 -62.5656 -93.1058 -119.501 -122.754 -169.812 -149.671 -199.398 -124.487 -85.4668
9 -111.481 -69.3998 -87.3558 -109.398 -112.223 -155.2 -131.687 -187.682 -113.523 -82.7455
10 -109.061 -67.5682 -93.1058 -114.339 -114.769 -158.523 -131.687 -196.425 -120.727 -85.4668
11 -109.061 -60.141 -84.5678 -111.842 -114.769 -161.929 -138.612 -202.44 -124.487 -82.7455
12 -106.688 -65.8377 -87.3558 -111.842 -117.371 -172.706 -153.567 -208.755 -120.727 -80.0756
13 -113.95 -67.5682 -87.3558 -116.89 -125.544 -169.812 -149.671 -205.557 -117.076 -85.4668
14 -119.046 -67.5682 -93.1058 -116.89 -122.754 -165.422 -142.201 -208.755 -113.523 -88.2426
15 -113.95 -65.8377 -93.1058 -114.339 -117.371 -165.422 -145.885 -199.398 -113.523 -91.0762
16 -116.47 -67.5682 -87.3558 -116.89 -122.754 -169.812 -142.201 -199.398 -120.727 -85.4668
17 -113.95 -65.8377 -87.3558 -111.842 -120.031 -165.422 -138.612 -205.557 -120.727 -80.0756
18 -111.481 -62.5656 -93.1058 -111.842 -122.754 -180.446 -145.885 -199.398 -117.076 -82.7455
19 -121.682 -65.8377 -90.2006 -116.89 -125.544 -161.929 -138.612 -212.04 -117.076 -88.2426
20 -119.046 -67.5682 -93.1058 -114.339 -125.544 -161.929 -145.885 -208.755 -113.523 -91.0762
21 -113.95 -67.5682 -90.2006 -114.339 -120.031 -169.812 -142.201 -208.755 -113.523 -91.0762
22 -116.47 -65.8377 -93.1058 -114.339 -125.544 -169.812 -138.612 -212.04 -120.727 -88.2426
23 -106.688 -60.141 -81.8332 -109.398 -112.223 -155.2 -135.109 -193.518 -103.385 -74.8789
24 -106.688 -57.7611 -79.1492 -102.345 -114.769 -151.954 -128.341 -185.147 -106.683 -80.0756

xi [*] :=
1 712028 5 712052 9 711951 13 712033 17 712006 21 712032
2 712033 6 712034 10 711989 14 712035 18 712025 22 712040
3 712018 7 712024 11 711988 15 712016 19 712035 23 711930
4 712046 8 712037 12 712021 16 712025 20 712038 24 711918
;

xibar = 704092
z - xibar = 50190600
sum{j in 1 .. n} h[j]**pp[j] = 710797
ampl:
<

```

## Referensi

- [1] Mulvey, J. M., Vanderbei, R. J., Zenios, S. A., 1995. *Robust Optimization of Large-Scale Systems*. New Jersey: Princeton University
- [2] Hamdy, A. Taha. 1996. *Riset Operasi*. Jakarta: Binarupa Aksara
- [3] Parlin, Sitorus. 1997. *Program Linier*. Jakarta: Universitas Trisakti.
- [4] Dimiyati, A. 1999. *Operation Research: Model-model Pengambilan Keputusan*. Bandung: PT. Sinar Baru Algesindo Offset.

- [5] Graves, S. C dan Willems, S. P. 2000. *Optimizing Strategic Safety Placement in Supply Chains*. Manufacturing and Services Operations Management
- [6] Agustini, Dwi. Hayu dan Yus. Endra. Rahmadi. 2004. *Riset Operasional: Konsep-Konsep Dasar*. Jakarta: PT. Rineka Cipta
- [7] Mulyono, Sri. 2004. *Riset Operasi (Edisi Revisi)*. Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia
- [8] Aminudin. 2005. *Prinsip-prinsip Riset Operasi*. Jakarta: Erlangga
- [9] Nasution, M. N. 2008. *Manajemen Transportasi*. Jakarta: Ghalia Indonesia
- [10] Pujawan, I. N. dan Mahendrawathi. 2010. *Supply Chain Management Edisi Kedua*. Surabaya: Guna Widya
- [11] Fahmi, Fuadi, Al. Akbar dan Sumiati. 2011. *Penentuan Rute Distribusi Teh Botol Menggunakan Metode Traveling Salesman Problem (TSP) Untuk Minimasi Biaya Distribusi*. Surabaya: ejournal.upnjatim.ac.id
- [12] Carles dan Hariandja. 2012. *Pengembangan Metode Optimasi Tangguh Untuk Rantai Pasok Yang Berbentuk Umum*. Bandung: Jurnal Teknik Industri UNPAR journal.unpar.ac.id Vol 2 (2011)
- [13] Batubara, S., Maulidya, R. dan Kusumaningrum, I. 2013. *Perbaikan Sistem Distribusi dan Transportasi dengan Menggunakan Distribusi Requirement Planning (DRP) Dalam Algoritma Djijkstra*. Jurnal Teknik Industri. vol 1. Pp 14-26
- [14] Yuniarti, R dan Astuti, M. 2013. *Penerapan Metode Saving Matrix dalam Penjadwalan dan Penentuan Rute Distribusi Premium di SPBU Kota Malang*. Malang: Jurnal Rekayasa Mesin Vol.4. No.1 Tahun 2013 17-26
- [15] D. Bertsimas., M. Sim dan M. Zhang. 2014. *A Practicable Framework For Distributionally Robust Linear Optimization*. Optimization-online.org
- [16] Dayi, He., Ran, Li., Qi, Huang dan Ping, Lei. 2014. *Transportation Optimization with Fuzzy Trapezoidal Numbers Based on Possibility Theory*. Journal Plos One
- [17] Deepika, Rani dan T. R. Gulati. 2014. *A New Approach To Solve Unbalanced Transportation Problems In Imprecise Environment*. Journal Springer Scienc
- [18] Ling, Zu., Wennian, Li dan Mary, Elizabeth, Kurz. 2014. *Integrated Production And Distribution Problem With Pickup And Delivery And Multiple Trips*. IIE Annual Conference. Proceedings; Norcross
- [19] Sankar, Kumar, Roy dan Deshabrata, Roy, Mahapatra. 2014. *Solving Solid Transportation Problem with Multi-Choice Cost and Stochastic Supply and Demand*. IGI Globa: International journal of strategic decision sciences
- [20] Andriansyah. 2015. *Manajemen Transportasi Dalam Kajian dan Teori*. Jakarta: Universitas Prof. Dr. Moestopo Beragama
- [21] Sinulingga, Sukaria. 2015. *Metodologi Penelitian Edisi Ketiga*. Medan : USU press
- [22] Zaroni. 2015. *Transportasi Dalam Rantai Pasok Dan Logistik*. <http://supplychainindonesia.com>
- [23] Mohamad, Ervan, S dan Bambang, Irawanto. 2016. *Metode Kumar Untuk Menyelesaikan Program Linier Fuzzy Penuh Pada Masalah Transportasi Fuzzy*. ejournal.undip.ac.id
- [24] Niko dan Carles. 2016 *Pengembangan Model Optimasi Tangguh Perencanaan Kapasitas Produksi Pada Lingkungan Make to Order*. Bandung: Jurnal Teknik Industri UNPAR journal.unpar.ac.id
- [25] Jing, Xiao., Zhiqiang, Qiao dan Ziyu, Liu. 2016. *The Optimization of Distribution Routes for Agricultural Products Based on Ant Colony Algorithm*. China: Journal Management and Engineering
- [26] Witchayut, Timaboot dan Nanthi, Suthikarnnarunai. 2018. *Designing The Distribution Network In A Cassava Supply Chain In Thailand*. Bangkok: AIMI Journals
- [27] Xuangan, Ding. 2018. *Modeling and Quantitative Analysis Of The Impact Of Direct VS. Indirect Distribution In The Performance Of A Supply Network*. Journal Management and Engineering, ST. Plumm-Blossom Press Pty Ltd.