

“Optimasi Persediaan Bahan Bakar Minyak (BBM) di Yogyakarta Menggunakan Goal Programming”

Oleh: Dwi Lestari, M.Sc, Eminugroho R, M.Sc, dan Rosita K, M.Sc.

Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY

Email: dwilestari@uny.ac.id

eminugroho@uny.ac.id, rosita.kusumawati@gmail.com

ABSTRAK

Saat ini bahan bakar minyak (BBM) khususnya jenis premium dan solar sudah menjadi kebutuhan pokok masyarakat. Seiring bertambahnya waktu, jumlah permintaan produk tersebut semakin meningkat karena ketergantungan masyarakat terhadap BBM sangat besar. Adanya permintaan yang meningkat terkadang tidak bisa diimbangi dengan jumlah persediaan yang cukup. Dengan demikian, perusahaan penyedia BBM berusaha memaksimalkan volume produksi untuk memenuhi permintaan konsumen. Di sisi lain, perusahaan perlu memperhatikan biaya yang dikeluarkan dalam proses produksi seminimal mungkin. Berdasarkan data yang diperoleh, penentuan solusi optimal masalah persediaan premium dan solar di DIY dapat diselesaikan dengan memodelkan ke dalam bentuk masalah goal programming. Dari beberapa fungsi tujuan, yakni memenuhi jumlah permintaan, memaksimalkan kapasitas pendam, memaksimalkan utilitas alat angkut, meminimalkan biaya pemesanan dan biaya penyimpanan, serta memenuhi kuota persediaan premium. Solusi yang diperoleh berdasarkan penyelesaian dengan metode goal programming adalah dengan jumlah persediaan premium sebesar 597.215,6875 KL dan solar sebesar 350.156,65625 KL dalam satu tahun.

Kata kunci: persediaan, fungsi tujuan, goal programming

A. Latar Belakang

Saat ini ketergantungan masyarakat terhadap BBM sangat besar. Kenaikan harga BBM yang direncanakan berlaku mulai 1 April 2012 akan memberikan beban langsung bagi petani dan nelayan. Petani dan nelayan merupakan komposisi terbesar masyarakat miskin di Indonesia. Menurut Rofi' Munawar: "Kenaikan BBM memberikan efek psikologis untuk kenaikan berbagai komoditas di sektor kehidupan lain, di antaranya kenaikan bahan pokok yang akan sangat memberatkan bagi kalangan petani dan nelayan." (Nugroho Hanan, kompas)

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) per Maret 2011, terdapat 30,02 juta penduduk berada dalam kondisi miskin. Penduduk miskin di perdesaan sebanyak 18,97 juta jiwa dan 11,05 juta penduduk miskin perkotaan. Studi yang dilakukan oleh Bank Pembangunan Asia (ADB) tahun 2009 menggambarkan bahwa 82 persen pekerja miskin kini berada di perdesaan dan 66 persen di antaranya terkait bidang pertanian. Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) mencatat, jumlah nelayan miskin mencapai 7,87 juta orang atau 25,14 persen dari jumlah penduduk miskin nasional. Selain itu, konsumen BBM di Indonesia terbesar sekitar 62% berada

di pulau Jawa, 20% di Sumatera dan sisanya berada kepulauan lainnya seperti Kalimantan, Maluku Sulawesi dan sebagainya.

Menurut Undang-Undang APBN 2009, bahwa premium merupakan barang yang disubsidi. Setiap tahun pemerintah mengeluarkan dana untuk “subsidi bahan bakar minyak (BBM)”. Jumlah subsidi BBM yang dianggarkan dalam APBN, selain cenderung meningkat, juga cukup besar dibandingkan komponen pengeluaran APBN yang lain, khususnya setelah krisis finansial/ekonomi 1997/1998. Pemerintah berusaha mengurangi subsidi BBM, dan menyatakan hal itu dalam UU No. 20 Tahun 2000 tentang Program Pembangunan Nasional yang menegaskan penghapusan subsidi BBM dapat dicapai pada tahun 2004.

Pada tahun 2011 pemerintah dinilai telah melanggar Undang-Undang No 11 Tahun 2011 tentang APBNP 2011. Hal ini dikarenakan kuota BBM bersubsidi tahun 2011 yang ditetapkan sebesar 40,49 juta kiloliter (kl) hanya cukup sampai 30 November 2011. Kelebihan kuota BBM bersubsidi mencapai 1,4 juta kl (Menurut Anggota VII DPR Sohibul Iman). Pemerintah sudah mempunyai program pengendalian BBM bersubsidi dengan membatasi konsumsi BBM bersubsidi hanya untuk kendaraan roda dua, kendaraan umum dan kendaraan pengangkut barang atau usaha kecil. Selain itu, pengendalian anggaran subsidi BBM 2011 juga dilakukan melalui efisiensi biaya distribusi serta melakukan kebijakan pengendalian konsumsi BBM bersubsidi.

Di lain pihak, PT Pertamina Persero sebagai perusahaan distribusi BBM telah memaksimalkan distribusi ke seluruh wilayah nusantara. Namun demikian, kelangkaan BBM bersubsidi terkadang masih terjadi di beberapa daerah. Hal ini terjadi karena beberapa alasan, misalnya terlambatnya dropping BBM dari tangki terdekat, dan terjadinya peningkatan jumlah permintaan melebihi jumlah BBM yang didistribusikan. Kelangkaan BBM dapat mengganggu stabilitas ekonomi suatu daerah. Hal ini menjadikan masalah persediaan menjadi hal penting yang diperhatikan.

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam masalah persediaan yaitu berapa jumlah produk yang harus disediakan/dipasok, berapa ongkos produksi yang harus dikeluarkan, bagaimana alur distribusinya, serta kapan harus memesan. Perusahaan berusaha memenuhi jumlah permintaan konsumen salah satunya dengan meningkatkan volume produksinya. Peningkatan tersebut tentunya akan diikuti biaya produksi besar yang harus perusahaan tekan seminimal mungkin. Beberapa tujuan tersebut berbeda atau bertentangan sehingga perlu metode yang dapat memberikan solusi optimal yang merupakan titik temu (*trade-off*). Salah satu metode

yang dapat menyelesaikan masalah dengan tujuan yang banyak dan berbeda adalah *Goal programming*.

Goal programming merupakan perluasan dari program linear (*linear programming*) untuk mencapai tujuan atau sasaran yang diinginkan. Pendekatan dasar dari *goal programming* adalah untuk menetapkan suatu tujuan yang dinyatakan dengan angka tertentu untuk setiap tujuan, merumuskan suatu fungsi tujuan, dan kemudian mencari penyelesaian dengan meminimumkan jumlah (tertimbang) penyimpangan-penyimpangan dari fungsi tujuan (Hillier dan Lieberman,1990). Metode matematis ini menyelesaikan masalah menjadi optimal dengan tujuan lebih dari satu (*multi objective*). Secara matematis, pada metode ini variabel keputusan harus didefinisikan terlebih dahulu. Tujuan-tujuan yang diharapkan harus didispefifikasikan berdasar tingkat kepentingannya. Kemudian dicari solusi optimal yang meminimumkan total penyimpangan tujuan dari target yang ditentukan.

Berdasarkan uraian di atas, metode *Goal programming* berpotensi untuk digunakan, karena mampu menyelesaikan masalah menjadi optimal dengan tujuan lebih dari satu (*multi objective*). Metode ini akan diterapkan dengan data dari perusahaan BBM di Yogyakarta dan disimulasikan dengan bantuan program komputer LINDO. Dalam penelitian ini yang akan menjadi tujuan atau sasaran adalah memenuhi jumlah volume produksi, meminimalkan biaya pemesanan, meminimalkan biaya penyimpanan, memaksimalkan utilisasi alat angkut, dan memaksimalkan kapasitas pendam.

B. Batasan dan Rumusan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada jenis produk premium dan solar, sedangkan lingkupnya di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Permasalahan dari penelitian ini yaitu bagaimana menerapkan metode *Goal Programming* untuk menyelesaikan masalah persediaan BBM jenis premium dan solar yang optimal di DIY dan bagaimana mendapatkan solusi optimal dengan bantuan program LINDO.

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana menerapkan metode *Goal Programming* untuk menyelesaikan masalah persediaan BBM jenis premium dan solar yang optimal di DIY dan mengetahui bagaimana mendapatkan solusi optimal dengan bantuan LINDO.

D. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur & studi lapangan. Studi ini dilakukan pada waktu awal penelitian. Studi literatur ini mencakup di dalamnya pengembangan model matematika. Sedangkan studi lapangan dilakukan untuk mendapatkan data dari PT. Pertamina.

E. Hasil Penelitian

I. PERSEDIAAN

a. Biaya Pemesanan

Biaya pesan/produksi diperoleh dari biaya pesan sebelum pajak diakumulasikan dengan PPn, biaya migas dan PPh. Data dari pihak manajemen sebagai berikut:

Untuk biaya 8000 Liter BBM jenis premium dibutuhkan biaya dalam rupiah:

Tabel 1. Biaya Pemesanan per liter Premium Selama 1 Bulan

Biaya pesan sebelum pajak	PPn	Jumlah harga	Biaya migas	PPh (0,003125*jumlah harga)	Total	Biaya pesan/liter
29.864.400	4.695.600	34.560.000	2.000	108.000	34.670.000	4.334

Sedangkan untuk biaya 8000 Liter BBM jenis solar dibutuhkan biaya:

Tabel 2. Biaya Pemesanan per liter Solar Selama 1 Bulan

Biaya pesan sebelum pajak	PPn	Jumlah harga	Biaya migas	PPh (0,003125*jumlah harga)	Total	Biaya pesan/liter
28.193.040	4.486.960	32.680.000	2.000	102.125	32.784.125	4.099

b. Biaya Penyimpanan

Biaya penyimpanan diperoleh dari biaya perawatan tangki dan mesin. Biaya perawatan tangki dan mesin selama 6 bulan sebesar Rp 45.000,-/liter untuk premium dan Rp 43.000,-/liter untuk solar. Oleh karena itu, biaya yang dibebankan setiap bulan per liter adalah

Tabel 3. Biaya Penyimpanan per liter Premium dan Solar Selama 1 Bulan

Biaya simpan per bulan/liter premium (rupiah)	Biaya simpan per bulan/liter premium (rupiah)
7.500	7.167

c. Kapasitas

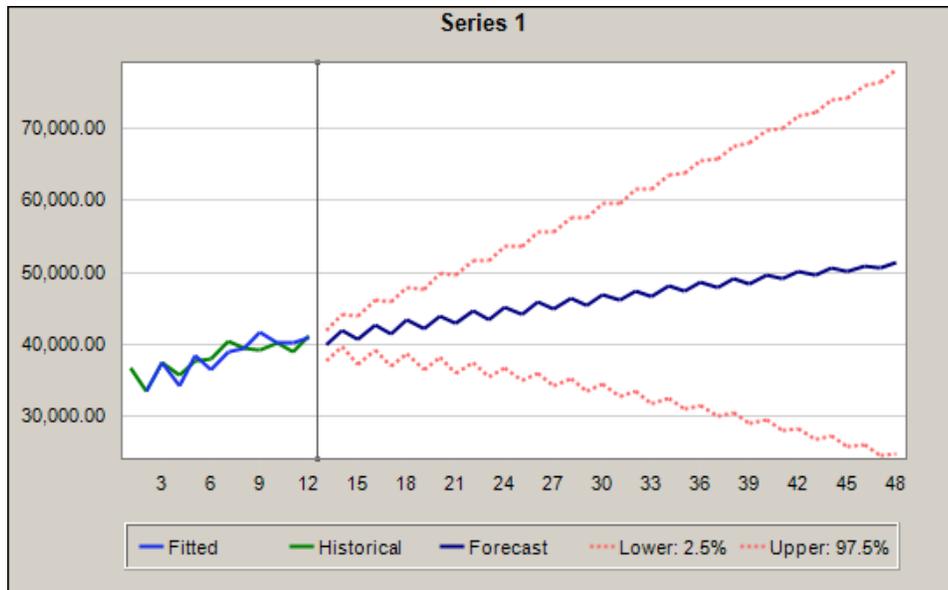
Kapasitas yang dimiliki tangki pengangkut sebesar 8.000 L, 16.000 L, 24.000 L, 32.000L, 40.000 L, dan 48.000 L, sehingga untuk kegiatan distribusi maksimal sesuai kapasitas tersebut. Adapun kapasitas tangki pendam adalah kapasitas tangki pendam premium 42.914 KL dan solar 25.902 KL. Adapun data jumlah armada angkut sebagai berikut:

Tabel 4. Jumlah Armada Angkut BBM

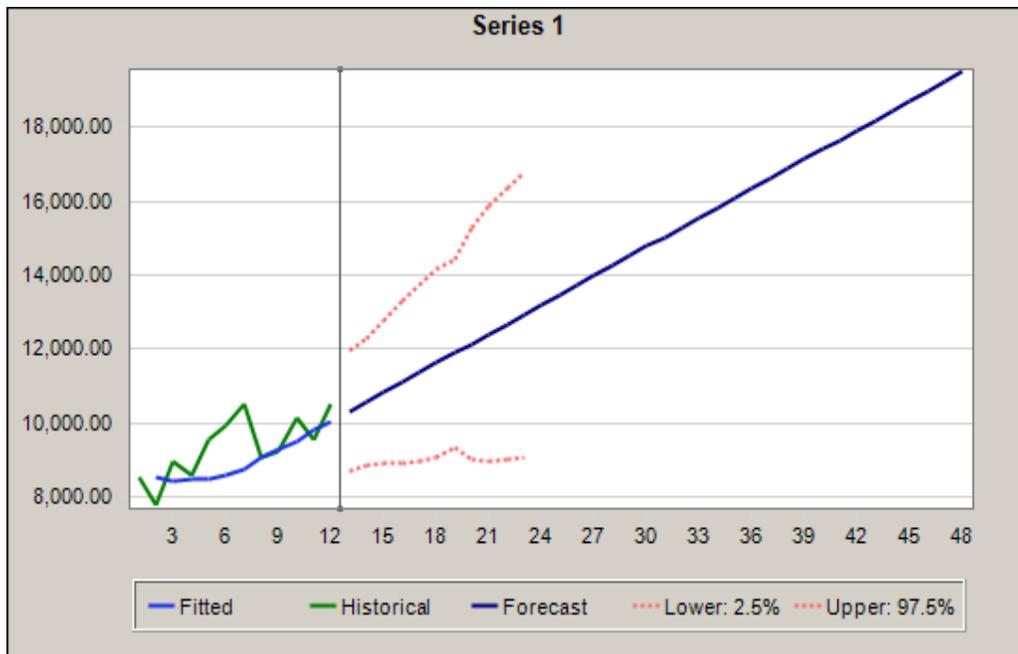
Jumlah Armada Angkutan BBM			
Premium		Solar	
MT KAP. 16 KL	21 buah	MT KAP. 16 KL	13 buah
MT KAP. 24 KL	6 buah		
MT KAP. 32 KL	5 buah		
Jumlah	32 buah	Jumlah	13 buah

II. PERAMALAN PERMINTAAN

Pada masalah persediaan, permintaan menjadi hal yang penting untuk diperhatikan. Jumlah permintaan akan mempengaruhi jumlah produk yang harus disediakan sehingga diperlukan peramalan permintaan. Berdasarkan data historis perusahaan Pertamina Yogyakarta, peramalan data premium menggunakan metode terpilih yaitu metode Arima, sedangkan peramalan data solar menggunakan metode double exponential smoothing. Hasil peramalan menggunakan program Crystall Ball sebagai berikut:



Gambar 1. Grafik permintaan premium wilayah DIY tiga tahun yang akan datang.



Gambar 2. Grafik permintaan solar wilayah DIY tiga tahun yang akan datang.

Hasil peramalan tiga tahun yang akan datang pada tahun ketiga, jumlah permintaan premium: 597.215.71KL. Hasil peramalan jumlah permintaan solar tiga tahun yang akan datang, tahun ketiga : 216.563,04 KL (Data Terlampir)

III. PROGRAM TUJUAN GANDA (*GOAL PROGRAMMING*)

Model goal programming merupakan perluasan dari model pemrograman linear. Goal programming dikembangkan oleh Charnes dan Cooper. Dalam model ini terdapat variabel deviasional yang berfungsi untuk menampung penyimpangan yang akan terjadi pada nilai ruas kiri terhadap nilai ruas kanannya. Agar nilai ruas kiri mendekati nilai ruas kanan, maka variabel deviasional perlu diminimumkan. Pemanipulasian model pemrograman linear yang dilakukan telah mengubah makna kendala fungsional.

1. Variabel deviasional

Variabel ini berfungsi menampung deviasi hasil terhadap sasaran yang dikehendaki.

- a. Variabel deviasional untuk menampung deviasi yang berada di bawah sasaran, disimbolkan DB, maka

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_{ij} + DB_i = b_i$$

dimana $i = 1, 2, \dots, m$

$j = 1, 2, \dots, n$

- b. Variabel deviasional untuk menampung deviasi yang berada di atas sasaran, disimbolkan DA, maka

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_{ij} - DA_i = b_i$$

dimana $i = 1, 2, \dots, m$

$j = 1, 2, \dots, n$

Secara matematis, bentuk umum kendala sasaran sebagai berikut.

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_{ij} - DA_i + DB_i = b_i .$$

Kemungkinan kendala sasaran:

- a. $DA_i = DB_i = 0$ atau $\sum_{j=1}^n a_{ij} X_{ij} = b_i$, dikatakan bahwa sasaran tercapai.
- b. $DB_i > 0$ dan $DA_i = 0$ atau $\sum_{j=1}^n a_{ij} X_{ij} = b_i - DB_i$, artinya hasil di bawah sasaran.
- c. $DB_i = 0$ dan $DA_i > 0$ atau $\sum_{j=1}^n a_{ij} X_{ij} = b_i + DA_i$, artinya hasil di atas sasaran.

2. Fungsi Tujuan

Ciri khas yang menandai Goal Programming adalah munculnya variabel deviasional dalam fungsi tujuan yang harus diminimumkan. Oleh karena itu, fungsi tujuan model Goal Programming berbentuk:

$$\sum_{i=1}^m DA_i + DB_i$$

3. Macam-macam kendala sasaran

- a. Untuk mewujudkan suatu sasaran dengan nilai tertentu

Sasaran yang dikehendaki dituangkan dalam parameter b_i . Agar sasaran ini tercapai, maka penyimpangan di bawah dan di atas harus diminimumkan. Oleh karena itu, fungsi persamaan kendala sasaran dengan nilai tertentu adalah:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_{ij} - DA_i + DB_i = b_i ,$$

Sehingga persamaan tujuan menjadi:

$$\text{Minimumkan } \sum_{i=1}^m DA_i + DB_i .$$

Di dalam penyelesaian optimal, jika $DA_i > 0$ maka $DB_i = 0$ artinya terjadi penyimpangan di atas b_i sehingga sasaran terlampaui. Sebaliknya, jika $DA_i = 0$ maka $DB_i > 0$ artinya penyimpangan di bawah b_i sehingga sasaran tidak tercapai.

- b. Untuk mewujudkan suatu sasaran di bawah nilai tertentu

Sasaran yang dituangkan ke dalam b_i tidak boleh dilampaui. Fungsi persamaan kendala sasaran dibawah nilai tertentu adalah:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_{ij} - DA_i = b_i$$

Sehingga persamaan tujuan menjadi:

$$\text{Minimumkan } \sum_{i=1}^m DA_i .$$

Pada penyelesaian optimal, jika $DA_i = 0$ maka sasaran tercapai, jika $DA_i > 0$ maka sasaran telah terlampaui.

- c. Untuk mewujudkan suatu sasaran di atas nilai tertentu

Dalam hal ini penyimpangan di bawah b_i harus diminimumkan agar hasil penyelesaian paling sedikit samaa dengan b_i . Fungsi persamaan kendala sasaran dibawah nilai tertentu adalah:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_{ij} + DB_i = b_i$$

Sehingga persamaan tujuan menjadi:

$$\text{Minimumkan } \sum_{i=1}^m DB_i .$$

Pada penyelesaian optimal, jika $DB_i = 0$ maka sasaran tercapai, jika $DB_i > 0$ maka sasaran tidak tercapai.

d. Untuk mewujudkan suatu sasaran yang pada interval tertentu

Jika interval dibatasi oleh a_i dan b_i maka hasil penyelesaian yang diharapkan akan berada pada interval tersebut, yaitu

$$a_i \leq \sum_{j=1}^n a_{ij} X_{ij} \leq b_i .$$

Secara matematis bentuk umum Goal programming:

$$\text{Minimumkan } \sum_{i=1}^m DA_i + DB_i$$

ST

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n + DB_1 - DA_1 = b_1$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n + DB_2 - DA_2 = b_2$$

⋮

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n + DB_m - DA_m = b_m$$

dan

$$X_j, DA_i, \text{ dan } DB_i \geq 0, \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, m$$

IV. SIMULASI PROGRAM LINDO

Sebelum dilakukan simulasi, terlebih dahulu disusun model matematis dari masalah yang dibahas. Didefinisikan :

Jumlah premium yang disediakan (Kilo liter) dalam 1 tahun : X_1

Jumlah solar yang disediakan (Kilo liter) dalam 1 tahun : X_2

Penentuan fungsi kendala:

1. Sasaran memaksimalkan volume produksi untuk memenuhi jumlah permintaan:

$$X_1 + DB_1 - DA_1 = 597.215,71$$

$$X_2 + DB_2 - DA_2 = 216.563,04$$

Dengan nilai ruas kanan 597.215,71 dan 216.563,04 merupakan jumlah permintaan premium dan solar dalam satu tahun. Data tersebut hasil peramalan tiga tahun yang akan datang.

Adapun kontribusi fungsi sasaran tersebut dalam fungsi pencapaian tujuan adalah:

$$\min a_1 = DB_1 + DB_2$$

Jika $DA > 0$ sehingga $DB = 0$ maka sasaran terlampaui. Jika $DB > 0$ maka sasaran tidak tercapai.

2. Sasaran memaksimalkan kapasitas pendam

$$X_1 + DB_3 - DA_{10} = 937.940,72$$

$$X_2 + DB_4 - DA_{11} = 350.156,67$$

Adapun kontribusi fungsi sasaran tersebut dalam fungsi pencapaian tujuan adalah:

$$\min a_2 = DB_3 + DB_4 + DA_{10} + DA_{11}$$

Nilai ruas kanan diperoleh dari data kapasitas pendam selama periode satu tahun.

Jika $DA > 0$ sehingga $DB = 0$ maka sasaran terlampaui. Jika $DB > 0$ maka sasaran tidak tercapai. Dalam hal ini, jika $DA = DB = 0$ maka sasaran tercapai.

3. Sasaran memaksimalkan utilitas armada angkut

$$X_1 + DB_5 - DA_3 = 467.200$$

$$X_2 + DB_6 - DA_4 = 75.920$$

Adapun kontribusi fungsi sasaran tersebut dalam fungsi pencapaian tujuan adalah:

$$\min a_3 = DB_5 + DB_6$$

Nilai ruas kanan diperoleh dari kapasitas angkut armada dalam periode satu tahun.

Jika $DA > 0$ sehingga $DB = 0$ maka sasaran terlampaui. Jika $DB > 0$ maka sasaran tidak tercapai. Dalam hal ini, jika $DA = DB = 0$ maka sasaran tercapai.

4. Sasaran meminimalkan biaya pemesanan

$$4.334.000X_1 + DB_7 - DA_5 = 43.390.180.972.455,10$$

$$4.099.000X_2 + DB_8 - DA_6 = 6.241.653.570.370,37$$

Adapun kontribusi fungsi sasaran tersebut dalam fungsi pencapaian tujuan adalah:

$$\min a_4 = DA_5 + DA_6$$

Jika $DB > 0$ sehingga $DA = 0$ maka sasaran terlampaui. Jika $DA > 0$ maka sasaran tidak tercapai.

5. Sasaran meminimalkan biaya penyimpanan

$$7.500.000X_1 + DB_9 - DA_7 = 75.086.838.323.353,30$$

$$7.167.000X_2 + DB_{10} - DA_8 = 10.913.376.711.111,10$$

Adapun kontribusi fungsi sasaran tersebut dalam fungsi pencapaian tujuan adalah:

$$\min a_5 = DA_7 + DA_8$$

Jika $DB > 0$ sehingga $DA = 0$ maka sasaran terlampaui. Jika $DA > 0$ maka sasaran tidak tercapai.

6. Saran pembatasan bahan bakar premium

$$X_1 - DA_9 = 432.000,00$$

Jika $DA=0$ maka sasaran tercapai.

Perumusan Fungsi Tujuan

Setelah fungsi kendala atau sasaran dianalisa, berikut ini dirumuskan fungsi tujuan secara keseluruhan :

$$\min a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5$$

Atau dengan kata lain

$$\text{Min } DB_1 + DB_2 + DB_3 + DB_4 + DB_5 + DB_6 + DA_5 + DA_6 + DA_7 + DA_8 + DA_9 + DA_{10} + DA_{11}$$

Selanjutnya, masalah di atas diselesaikan dengan bantuan program LINDO dengan hasil sebagai berikut.

INTERPRETASI OUTPUT:

Dari hasil output LINDO (*lampiran 1*) terlihat nilai

Tabel 5. Interpretasi Output LINDO

No	Output	Keterangan
1	$DB_1=DB_2=0$	sasaran memenuhi jumlah permintaan premium dan solar tercapai
2	$DB_3 > 0, DA_{10} = 0$	sasaran memaksimalkan kapasitas pendam premium tidak tercapai
3	$DB_4=DA_{11}=0$	sasaran memaksimalkan kapasitas pendam solar tercapai
4	$DB_5 > 0, DB_6 > 0$ dan $DA_3 = DA_4 = 0$	sasaran memaksimalkan utilitas armada angkut terlampaui
5	$DA_5=DA_6=0$	sasaran meminimalkan biaya pemesanan premium dan solar tercapai
6	$DA_7=DA_8=0$	sasaran meminimalkan biaya penyimpanan premium dan solar tercapai
7	$DA_9 > 0$	sasaran membatasi jumlah permintaan tidak tercapai
8	$X_1 = 597.215,6875$	jumlah permintaan premium yang dipenuhi menurut penyelesaian dengan goal programming sebesar 597.215,6875 KL
9	$X_2 = 350.156,65625$	jumlah permintaan solar yang harus dipenuhi menurut penyelesaian dengan goal programming sebesar 350.156,65625 KL.

F. Penutup

Berdasarkan data yang diperoleh, penentuan solusi optimal masalah persediaan premium dan solar di DIY dapat diselesaikan dengan memodelkan ke dalam bentuk masalah goal programming. Dari beberapa fungsi tujuan, yakni memenuhi jumlah permintaan, memaksimalkan kapasitas pendam, memaksimalkan utilitas alat angkut, meminimalkan biaya pemesanan dan biaya penyimpanan, serta memenuhi kuota persediaan premium. Solusi yang diperoleh berdasarkan penyelesaian dengan metode goal programming adalah dengan jumlah persediaan premium sebesar 597.215,6875 KL dan solar sebesar 350.156,65625 KL dalam satu tahun. Adapun saran dalam penelitian ini adalah perlunya memasukkan unsur jumlah pendapatan yang diterima perusahaan untuk bahan bakar premium dan solar ke dalam fungsi tujuan. Selain itu variabel bisa diperbanyak sehingga jenis bahan bakar minyak selain premium dan solar dapat memberikan kontribusi.

G. Daftar Pustaka

- Anis,dkk, 2007. *Optimasi Perencanaan Produksi dengan Metode Goal Programming*. Jurnal Ilmiah Teknik Industri Vol. 5 No. 3 April 2007, hal 133 - 143.
- Charles, D. dan Simpson, T. 2002. *Goal Programming Application in Multidisciplinary Design Optimization* (<http://www.dtic.mil/ndia/2001sbac/simpson>).
- Hillier, F. dan Lieberman, G. 1994. Pengantar Riset Operasi. Jilid 1 Edisi Kelima, Jakarta: Erlangga.
- Mira Puspitasari. 2005. *Pengembangan Model Matematis untuk Optimasi Perencanaan Produksi Minuman Marimas*. Hasil penelitian. (<http://eprints.undip.ac.id/34019/>)
- Nugroho, Hanan. 2004. *Pengembangan industri hilir gas bumi Indonesia: tantangan dan gagasan*. Jakarta: Jurnal Perencanaan Pembangunan IX/4/2004, hal. 32-52.
- Nugroho, Hanan. 2004. *Penyediaan BBM Nasional, Masalah Besar Menghadang*. Jakarta: Kompas, 6 Juli 2004.
- Siliwongan, Thomy Louis. 2011. *Optimasi Perencanaan Produksi Agregate dengan Multi Objektif, Pre-emptive Goal Programming*. Hasil Penelitian. (<http://digilib.its.ac.id/ITS-Master-3100011042852/15106>)
- Taha Hamdy. 2007. *Operation Research 8thed*. An Introduction. USA: Pearson Prentice hall.