

OPTIMASI KUANTITAS DAN JENIS PRODUKSI SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN KEUNTUNGAN PERUSAHAAN

Ratnanto Fitriadi^{*)}, Indah Pratiwi, Rudi Teguh Aryanto

Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan Surakarta

^{*)}E-mail: ratnanto23@yahoo.com

Abstrak

Proses optimasi adalah untuk menentukan kombinasi yang merupakan solusi yang optimal terhadap permasalahan yang bersifat trade off. Objek pada penelitian ini adalah perusahaan "SSS" di Solo yang memproduksi bermacam-macam timbangan sebagai alat ukur. Permasalahan perusahaan adalah multi objective yaitu mempunyai beberapa tujuan, diantaranya untuk memenuhi semua order, memaksimalkan utilitas resources, meminimalkan biaya produksi dan pemakaian material, yang pada akhirnya penentuan kombinasi dari jumlah dan jenis produk diharapkan memaksimalkan keuntungan. Langkah pertama setelah mengidentifikasi permasalahan adalah membuat model/persamaan matematis, selanjutnya adalah proses pengumpulan dan pengolahan data yang diperlukan sebelum melakukan tahap optimasi. Dalam menentukan fungsi tujuan perusahaan diperlukan proses pembobotan dan perankingan, hal ini menunjukkan proses interaktif yang mengakomodasi preferensi dari manajemen perusahaan. Dengan pendekatan condorcet secara sederhana kepentingan perusahaan dari beberapa perspektif dapat diakomodasi dan dengan mudah dapat dirubah pembobotannya sebagai langkah yang interaktif dan fleksibel (seandainya ada kebijakan baru dari perusahaan). Data yang digunakan diantaranya adalah data jumlah permintaan, harga bahan baku, proses produksi, biaya produksi yang meliputi biaya tenaga kerja, biaya listrik, biaya kerja lembur, biaya bahan baku dan bahan pembantu. Pengumpulan data dilakukan dengan proses observasi, interview dan dokumentasi. Hasil penelitian dapat diketahui bahwa kombinasi produk yang optimal untuk memenuhi kebutuhan pesanan adalah produk timbangan dacin 110 yang harus dibuat sebanyak 1.683 unit; produk dacin 50 sebanyak 1.675 unit; produk meja DXO sebanyak 2.517 unit; produk meja ariesta sebanyak 2.433 unit; produk sentisimal 500 sebanyak 883 unit; produk sentisimal 300 sebanyak 896 unit dan produk sentisimal 150 sebanyak 904 unit. Sehingga hasil penjualan yang diperoleh adalah menunjukkan keuntungan yang dapat diraih oleh perusahaan.

Kata kunci: optimasi produk, timbangan, condorcet, multi objective

PENDAHULUAN

Proses optimasi pada penelitian ini merupakan masalah pengambilan keputusan (*decision making*) yang merupakan kebijakan perusahaan dalam menentukan kapasitas produksi dan variasi jenis produk untuk pesanan ataupun stok. Permasalahan pengambilan keputusan yang bersifat *multi objective* pasti akan terjadi konfliktual antara fungsi tujuan yang akan dicapai (dan biasanya akan terjadi *trade off*). Salah satu pendekatan yang lazim digunakan adalah *goal programming* yang mendasarkan pada MCDM (*multi-criteria decision making*) untuk mencari solusi yang optimal.

Salah satu riset (Gupta, 2001) yang melakukan pendekatan dengan model *goal programming* untuk menentukan batas toleransi yang diijinkan dari *planned/unplanned inventory* dalam suatu lingkungan *remanufacturing supply chain*. Pada penelitian ini baru ditawarkan suatu konsep dengan diberikan contoh persoalan pada proses *disassembly* komponen komputer. Pada penelitian lainnya (Ciptomulyono, 2001) menggunakan model *multi objective programming* untuk meminimalisasi dampak lingkungan akibat pengembangan kapasitas sistem pembangkit listrik Jawa Bali dengan pendekatan metode deviasi minimum. Penelitian ini mengupayakan solusi "optimal" yang kompromis dengan memadukan fungsi objektif ekonomis (investasi) dan minimalisasi produksi emisi.

Permasalahan utama pada penelitian ini adalah untuk memenuhi beberapa kepentingan (*multi objective*) yaitu memaksimalkan pendapatan (jumlah produksi) dan meminimasi biaya produksi, dengan memperhatikan jumlah dan jenis order yang harus dipenuhi, kapasitas produksi dan jumlah tenaga kerja, biaya dan ketersediaan bahan baku. Kondisi perusahaan "SSS" yang memproduksi jenis-jenis produk timbangan (alat ukur berat) adalah ingin mengefisienkan sistem

produksi terkait dengan naiknya harga material, efisiensi utilitas produksi seperti penggunaan mesin, listrik, dan tenaga kerja. Penentuan kuantitas dan jenis produk yang tepat terkait dengan preferensi manajemen merupakan kombinasi yang akan diakomodasi dalam penelitian ini untuk mendapatkan solusi yang optimal.

Konsep optimalisasi dalam multi-criteria decision making

Banyaknya permasalahan yang muncul bagi pihak manajemen adalah kasus-kasus yang bersifat *tade off* dimana peningkatan pemenuhan kepuasan pada satu sisi akan memberikan konsekwensi penurunan kepuasan pada kepentingan lainnya. Preferensi dari pengambil kebijakan merupakan factor yang harus terakomodasi dalam penyelesaian permasalahan *multi objective*. Pendekatan konsep *multi-criteria decision making* (MCDM) akan mendefinisikan permasalahan *multi-objective* dengan cukup aspiratif, beberapa alternatif solusi bisa dimunculkan dan beberapa set kriteria bisa diakomodasi.

Penelitian lain tentang permasalahan pengambilan keputusan dengan konsep MCDM adalah penggunaan *fuzzi multiple atributes decision making* pada persoalan yang bersifat kualitatif tetapi di kuantifikasi dengan tetap mengakomodasi perbedaan penilaian yang *imprecise* seperti tulisan (Kesimal dkk., 2002). Hal ini ditunjukkan fungsi tujuan dan rating/bobot nya tidak dinyatakan secara tepat, contohnya adalah “*large*” profits, “*fast*” speed dan “*cheap*” price.

Pada artikel lainnya yaitu permasalahan model *Multi Objective Goal Programming* untuk Optimasi Manajemen Kualitas Lingkungan Pencemaran Sungai Surabaya, (Ciptomulyono, 2001) memaparkan integrasi metode Delphi dan prosedur AHP untuk mengidentifikasi dan menetapkan prioritas obyektif/kriteria keputusan, yaitu pada pembobotan kriteria kebijakan energi nasional di masa depan dari sisi preferensi mahasiswa Teknik Industri ITS tingkat akhir tahun 1997.

MOP Dengan Pendekatan Goal Programming

Secara umum konteks pengembangan persoalan optimalisasi *multi-objective programming* dari pendekatan *goal programming* dapat dibedakan menjadi dua yaitu *goal programming* “terbobot” dan “préemptif” (Tabucanon, 1988).

• **Goal Programming Terbobot**

Pendekatan ini mencari suatu solusi yang sedekat mungkin mencapai level aspirasi yang ditetapkan dengan cara meminimumkan jarak $f_j(x)$ dan \hat{f}_j .

Minimum $d(f(x), \hat{f}) = D(\bar{n}, \bar{p})$

Sedemikian sehingga :

$$g_i(x) \begin{cases} \leq \\ \geq \\ = \end{cases} b_i, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$f_j(x) + n_j - p_j = \hat{f}_j \quad j = 1, 2, \dots, k$$

$$n_j, p_j \quad j = 1, 2, \dots, k$$

$$x_l \geq 0 \quad l = 1, 2, \dots, n$$

Situasi berikut ini bilamana pengambil keputusan memberi preferensi untuk variabel deviasi “*over/under achievement*” suatu obyektif, untuk itu preferensinya dapat diberikan ke dalam pembobotan relatif w_j^+ , w_j^- pada deviasi positif atau negatifnya p_j , n_j pada setiap obyektif $f_j(x)$ sehingga diperoleh persamaan :

$$D(\bar{n}, \bar{p}) = \sum_{j=1}^k (w_j^- n_j + w_j^+ p_j) \tag{1.1}$$

• **Goal Programming Préemptif**

Dalam model ini diperlukan urutan obyektif dalam kelas urutan/prioritas terbagi dalam K kelompok, f_1, \dots, f_k menurut tingkat kepentingan obyektif masing-masing. Untuk setiap kelas prioritas obyektif q, $1 < q < k$ suatu urutan prioritas P_q bisa diurut berdasar urutan yang pertama 1 sampai pada prioritas ke q^i .

Formulasi *Goal Programming* MOP memasukkan pertimbangan prioritas Préemptif, prioritas dan bobot variabel deviasi positif dan negatif dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Minimum} \quad \sum_{q=1}^k P_q \left(\sum_{j \in J_q} (w_j^- n_j + w_j^+ p_j) \right) \quad (1.2)$$

Sedemikian sehingga :

$$g_i(x) \begin{cases} \leq \\ \geq \\ = \end{cases} b_i, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$f_j(x) + n_j - p_j = \hat{f}_j \quad j = 1, 2, \dots, k$$

$$n_j, p_j \quad j = 1, 2, \dots, k$$

$$x_l \geq 0 \quad l = 1, 2, \dots, n$$

Indeks keseluruhan fungsi obyektif yang terkait dengan prioritas ke q.

METODOLOGI PENELITIAN

Objek penelitian dilakukan di perusahaan pembuatan/perakitan timbangan PT. Timbangan “SSS” yang berlokasi di Jalan Ki Mangun Sarkoro no 119, Sumber-Solo. Data-data dari perusahaan yang diperlukan diantaranya adalah jenis produk, harga jual produk, waktu proses pengerjaan produk, permintaan produk, kebutuhan bahan baku, harga bahan baku dan bahan penolong lainnya, jumlah tenaga kerja, biaya tenaga kerja dan lembur, jam kerja mesin, jumlah mesin, dan biaya listrik.

Selanjutnya data yang sudah terkumpul selanjutnya diolah untuk disiapkan menjadi informasi yang berguna pada tahap perhitungan optimasi. Sebelum melakukan optimasi dilakukan identifikasi penentuan tujuan penelitian yang ingin dicapai yaitu maksimasi pendapatan penjualan dan minimasi biaya produksi.

Penetapan pembobotan dari fungsi tujuan ini dilakukan berdasarkan intensitas/ frekuensi untuk perangsangan. Dalam hal ini, dilakukan wawancara terhadap pihak yang terkait dengan pengambilan keputusan dari tujuan yang ingin dicapai oleh perusahaan. Adapun pihak-pihak yang diminta preferensinya dalam perangsangan *condorcet* adalah direktur perusahaan, manajer administrasi, manajer pemasaran, manajer produksi.

Tahap berikutnya adalah optimasi dengan pendekatan *goal programming* terbobot untuk mendapatkan solusi optimal berupa kombinasi jumlah produksi untuk setiap produk. Selanjutnya analisa hasil perhitungan serta analisa terhadap beberapa skenario alternatif dan proses interaktif preferensi.

Pengolahan Data

Data produk terbanyak yang diproduksi PT. TIMBANGAN “SSS” pada tahun 2010-2011 (tabel 1) dan data permintaan produk pada tabel 2. Tabel 3 menunjukkan kebutuhan bahan baku dan penolong untuk tiap produk, hal ini untuk mengestimasi biaya material danantisipasi persediaan material. Selanjutnya bagian produksi memiliki total mesin yaitu 7 mesin potong, 7 mesin bor, 7 mesin bubut, dan 7 mesin label. Untuk data rata-rata waktu proses pengerjaan pada tabel 4 berikut. Selanjutnya dengan memperhatikan jumlah tenaga kerja regular dan borongan, serta rata-rata jam lembur karyawan setiap bulannya maka estimasi biaya tenaga kerja dapat diestimasi. Biaya penggunaan listrik disesuaikan dengan jam operasi mesin ditambah dengan pemakaian tetap.

Tabel 1. Data Jenis Produk

No	Produk	Nama Produk
1	X ₁	Timbangan Dacin logam kekuatan 110 kg kuningan
2	X ₂	Timbangan Dacin logam kekuatan 50 kg kuningan
3	X ₃	Timbangan Meja 10 kg DXO piring kuning + AT 1,85
4	X ₄	Timbangan Meja 10 kg Besar Ariesta + AT 1,85
5	X ₅	Timbangan Sentsimal (CB) 500 kg + AT 1,85
6	X ₆	Timbangan Sentsimal (CB) 300 kg + AT 1,85
7	X ₇	Timbangan Sentsimal (CB) 150 kg + AT 1,85

Tabel 2. Data Jumlah Permintaan

Bulan	Produk X ₁	Produk X ₂	Produk X ₃	Produk X ₄	Produk X ₅	Produk X ₆	Produk X ₇	Jumlah
Januari	1500	1700	2500	2400	900	950	950	10900
Februari	1500	1600	2500	2600	1000	900	850	10950
Maret	1800	1600	2500	2300	850	900	1000	10950
April	1900	1600	2400	2400	900	1000	900	11100
Mei	1600	1600	2300	2500	900	800	900	10600
Juni	1700	1800	2500	2500	950	800	950	11200
Juli	1700	1700	2600	2500	750	850	900	11000
Agustus	1500	1700	2500	2300	900	900	900	10700
September	1600	1600	2600	2300	850	1000	750	10700
Oktober	1700	1500	2600	2500	850	900	850	10900
November	2000	2100	2700	2500	950	950	1050	12250
Desember	1700	1600	2500	2400	800	800	850	10650
Rata-rata	1683	1675	2517	2433	883	896	904	

Tabel 3. Data Kebutuhan Bahan Baku dan Penolong

Produk	Keb. Bahan Baku Kuningan (Kg)	Keb. Bahan Baku Besi (Kg)	Keb. Bahan Penolong Bandul (Kg)	Keb. Bahan Penolong Polo (Kg)	Keb. Bahan Penolong Plat (Kg)	Keb. Bahan Penolong Cor (Kg)	Keb. Bahan Penolong AT (Kg)	Keb. Bahan Penolong Kayu (Kg)
X ₁	2.5	4.0	3.5	1.5	1.5	-	-	-
X ₂	1.5	2.0	3.0	1.0	1.0	-	-	-
X ₃	2.0	2.0	-	-	2.0	2.0	1.85	-
X ₄	2.5	2.0	-	-	2.0	3.0	1.85	-
X ₅	10	10	-	-	-	50	1.85	50
X ₆	8.0	8.0	-	-	-	35	1.85	50
X ₇	6.0	6.0	-	-	-	30	1.85	35

Pembobotan Fungsi Tujuan

Dengan pendekatan metode *Condorcet* untuk ke empat preferensi, yaitu mengumpulkan pilihan dari masing-masing preferensi untuk kedua fungsi tujuan. Selanjutnya mencari nilai maximin yaitu nilai maksimum dari yang terkecil jumlah pilihan tadi dinormalisasi untuk mendapatkan bobot kedua fungsi tujuan yaitu 0,75 untuk maksimasi pendapatan dan 0,25 untuk minimasi biaya produksi.

Tabel 4. Data Rata-rata Waktu Proses

Proses Operasi	Waktu Proses Operasi (menit/unit)						
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
Pengukuran & Penyetripan	1	1	2	2	2	2	2
Pemotongan	1	1	3	3	5	5	5
Pembersihan	1	1	1	1	1	1	1
Pengeboran	2	2	3	3	5	5	5
Pembubutan	2	2	3	3	5	5	5
Perakitan	5	5	3	3	6	6	6
Pemberian Label	1	1	1	1	1	1	1
Pengemasan	2	2	2	2	5	5	5
Total	15	15	18	18	30	30	30

Sumber : Hasil wawancara bagian produksi di PT. TIMBANGAN "SSS"

Pengembangan Model Matematis

Formulasi dari tujuan perusahaan berdasarkan pembobotan yang telah dilakukan sebelumnya, diperoleh hasil sebagai berikut : $\text{Min } Z = 0,75.S_2 + 0,25.S_3$

1. Sasaran memaksimalkan pendapatan penjualan.

Maximize :

$$400.000 X_1 + 300.000 X_2 + 400.000 X_3 + 450.000 X_4 + 1.400.000 X_5 + 1.200.000 X_6 +$$

$$1.000.000 X_7 + S_1 - S_2 > 6.492.750.000$$

2. Sasaran meminimalkan biaya produksi

Minimize :

$$297.286 X_1 + 187.786 X_2 + 224.611 X_3 + 267.111 X_4 + 1.239.309 X_5 + 1.033.809 X_6 + 813.309 X_7 + S_3 - S_4 < 4.836.274.885$$

Sedangkan kendala-kendala yang dihadapi adalah pemenuhan jumlah permintaan yang tercermin dalam persamaan kendala sebagai berikut :

$$\begin{matrix} X_1 > 1683 & X_5 > 883 & S_2 \geq 0 \\ X_2 > 1675 & X_6 > 896 & S_3 \geq 0 \\ X_3 > 2517 & X_7 > 904 & S_4 \geq 0 \\ X_4 > 2433 & S_1 \geq 0 & \end{matrix}$$

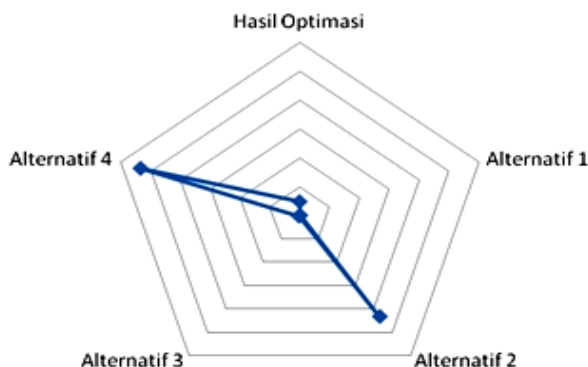
Analisa Solusi Optimal

Solusi optimal dari hasil pengolahan data untuk kombinasi masing-masing produk yang harus dibuat oleh perusahaan menunjukkan bahwa jumlah kombinasi produk yang harus dibuat adalah produk X_1 yang harus dibuat sebanyak 1.683 unit; produk X_2 sebanyak 1.675 unit; produk X_3 sebanyak 2.984 unit; produk X_4 sebanyak 2.433 unit; produk X_5 sebanyak 1.212 unit; produk X_6 sebanyak 896 unit dan produk X_7 sebanyak 904 unit.

Dengan kombinasi produk optimal yang diperoleh maka sasaran untuk memenuhi tujuan satu yaitu memaksimalkan pendapatan penjualan terpenuhi dengan memperoleh pendapatan sebesar Rp. 7.140.150 dan tujuan meminimalkan biaya produksi terpenuhi yaitu sebesar Rp. 2.358.240 (rata-rata per bulan).

Analisa Sensitivitas

Untuk mengetahui perubahan dan melihat seberapa besar perubahan yang dapat diterima oleh suatu parameter sebelum solusi optimal kehilangan optimalitasnya diperlukan suatu uji sensitivitas. Ada empat alternatif yang akan diuji coba yaitu merubah biaya produksi dibawah 5% (alternative 1), merubah biaya produksi dibawah 10% (alternative 2), merubah biaya produksi diatas 5% (alternatif 3) dan merubah biaya produksi diatas 10% (alternatif 4). Adapun pergeseran nilai optimal dari fungsi tujuan terhadap perubahan biaya produksi untuk setiap alternatif adalah seperti pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Hasil Optimasi uji sensitivitas

KESIMPULAN DAN SARAN

Kami sangat berterima kasih kepada pimpinan perusahaan khususnya Bapak Daniel Nugroho, SE dan manajer produksi Bapak Herman yang telah membantu kami (saya dan rekan) dalam melakukan pengamatan dan penelitian sederhana ini.

Kesimpulan:

1. Kombinasi produk yang optimal didapat dari pengolahan model *goal programming* adalah produk X_1 yang harus dibuat sebanyak 1.683 unit; produk X_2 sebanyak 1.675 unit; produk X_3 sebanyak 2.984 unit; produk X_4 sebanyak 2.433 unit; produk X_5 sebanyak 1.212 unit; produk X_6 sebanyak 896 unit dan produk X_7 sebanyak 904 unit.
2. Metode *goal programming* mempunyai kemampuan untuk mencapai *trade off* antara aspek-

aspek yang bertentangan sehingga sangat potensial digunakan untuk perencanaan produksi yang merupakan masalah kompleks karena mengandung tujuan yang berbeda.

3. Dari hasil analisa sensitivitas terlihat bahwa penelitian mengakomodasi perubahan-peubahan alternatif dan perubahan kebijakan preferensi.

Beberapa saran:

1. Dalam penelitian ini, variabel keputusan hanya berdasarkan volume timbangan, untuk penelitian selanjutnya dapat memasukkan dimensi waktu, untuk mengetahui kapan harus dilakukan produk.
2. Beberapa data yang berupa harga penjualan, harga material ada salah satu nilai kontanta pengali yang disembunyikan (karena merupakan rahasia perusahaan, bisa berupa diskon dan biaya fixed lain-lain yang hanya diasumsikan). Tetapi hal ini tidak mengurangi hasil optimasi untuk melihat trend pendapatan dan biaya produksi perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Taha, Hamdy, 1996, Riset Operasi, Binarupa Aksara, Jakarta
- Dimiyati, Tjuju T. dan Dimiyati, Akhmad, 2003, Operation Research: Model Pengambilan Keputusan, Sinar Baru Algesindo, Bandung.
- Gupta, Surendra M., and Kongar, Elif, 2001, *A Goal Programming Approach to the Remanufacturing Supply Chain Model*, Laboratory for Responsible Manufacturing, Departement of MIME Northeastern University Boston.
- Ciptomulyono, U., 2001, Pengembangan Model Multi Objective Programming untuk Minimalisai Dampak Lingkungan Pengembangan Kapasitas Pembangkit Listrik Sistem Jawa Bali, *Lembaga Penelitian ITS*, Surabaya.
- Kesimal, A., Bascetin, A., 2002, Application of Fuzzy Multiple Attribute Decision Making in Mining Operations, *Mineral Resources Engineering*, 11, pp. 59-72.
- Tabucanon, M.T., 1988, *Multiple-criteria Decision Making in Industry*, Elseiver Science Publishers b.v.