

Pemilihan *Supplier* Menggunakan Metode *Relaxed-Normalized Goal Programming* untuk Mengoptimalkan Proses Pengadaan Produk (Studi Kasus: Giant Ekstra Diponegoro Surabaya)

Fadly Syahputra, Wiwik Anggraeni

Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia
e-mail: wiwik@its-sby.edu

Abstrak— *Supplier* merupakan salah satu mitra bisnis yang memegang peranan sangat penting dalam menjamin ketersediaan barang pasokan yang dibutuhkan oleh perusahaan. Sebuah perusahaan yang sehat dan efisien tidak akan banyak berarti apabila *supplier-supplier*-nya tidak mampu menghasilkan bahan baku yang berkualitas atau tidak mampu memenuhi pengiriman tepat waktu. Oleh karena itu, perusahaan perlu menilai *supplier* secara cermat. Banyak kriteria yang dapat dipertimbangkan di dalam memilih *supplier*.

Untuk menyelesaikan permasalahan dalam menentukan *supplier* terbaik, peneliti mencoba mengimplementasikan pendekatan *relaxed-normalized goal programming* (R-NGP), yang dikembangkan dari metode *weighted goal programming* (WGP), yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam melakukan pemilihan *supplier* dengan tujuan atau kriteria lebih dari satu, sesuai dengan kriteria dan batasan yang ditentukan.

Tugas akhir ini akan menghasilkan daftar dan alokasi order dari tiap *supplier* terpilih dengan tingkat konsistensi yang baik di antara semua fungsi tujuan sehingga hasil model optimasi ini dapat bermanfaat bagi Giant Ekstra Diponegoro Surabaya di masa mendatang.

Kata Kunci— Masalah multikriteria, pemilihan *supplier*, *relaxed-normalized goal programming*, *weighted goal programming*

I. PENDAHULUAN

SUPPLIER merupakan salah satu mitra bisnis yang memegang peranan sangat penting dalam menjamin ketersediaan barang pasokan yang dibutuhkan oleh perusahaan. Sebuah perusahaan yang sehat dan efisien tidak akan banyak berarti apabila *supplier-supplier*-nya tidak mampu menghasilkan bahan baku yang berkualitas atau tidak mampu memenuhi pengiriman tepat waktu. Oleh karena itu, perusahaan perlu menilai *supplier* secara cermat [1].

Penilaian *supplier* membutuhkan berbagai kriteria guna menggambarkan performa dari *supplier* secara keseluruhan sehingga dapat membantu para *decision maker* dalam menentukan pilihan. G.W. Dickson (1966) melakukan penelitian untuk mengidentifikasi kriteria-kriteria yang digunakan dalam memilih *supplier* dengan mengirimkan kuesioner ke 273 agen dan manajer pengadaan di USA dan Kanada. Dickson mengidentifikasi ada 23 kriteria yang harus dipertimbangkan dalam melakukan pemilihan *supplier*, di antaranya adalah kualitas, pemenuhan pesanan, riwayat performa perusahaan, pemberian garansi, harga, dan lain-lain

[2]. Namun, pada kenyataannya setiap perusahaan mungkin memiliki prioritas kriteria-kriteria yang berbeda di dalam strategi pembelian material dan komponen produksinya [3].

Pemilihan *supplier* yang tidak tepat akan dapat meningkatkan biaya produksi. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa 70% dari biaya produksi dihasilkan dari pembelian material dan komponen produksi [4]. Karena alasan tersebut, *supplier* memainkan peranan sangat penting di dalam sebuah perusahaan. Ketika *supplier* dapat menyediakan perusahaan dengan harga yang rendah dan kualitas material yang baik pada waktu yang tepat, perusahaan juga dapat melakukan hal yang sama kepada pelanggannya [5].

Banyak metode yang telah dikembangkan peneliti untuk menyelesaikan masalah pemilihan *supplier* terutama dengan banyak tujuan. Metode-metode tersebut telah berhasil diimplementasikan di banyak sektor permasalahan [6]. Kumar et al. (2004) menerapkan *fuzzy mixed integer goal programming* [7] dan Amid et al. (2011) menerapkan *fuzzy multi-objective* [8] untuk menentukan *supplier* dengan tujuan biaya, kualitas, dan *delivery*. Ustun dan Demirtas (2008) menggabungkan metode *min-max goal programming* (MGP) dan *weighted goal programming* (WGP) untuk menyelesaikan masalah multi tujuan [9]. Nazari-Shirkouhi et al. (2013) mengembangkan *fuzzy goal programming* untuk menentukan *supplier* dengan fungsi tujuan lebih dari satu (*fuzzy multi-objective*) [10]. Dan masih banyak lagi penelitian terkait penyelesaian masalah penentuan *supplier* dengan fungsi tujuan lebih dari satu.

Studi kasus di dalam penelitian ini adalah **Giant Ekstra Diponegoro Surabaya**. Giant adalah salah satu perusahaan *retail* terbesar di Indonesia. Giant menjual produk yang begitu banyak dan beragam. Produk yang dijual di Giant Hypermarket mayoritas dipasok oleh *supplier/vendor* karena Divisi *Merchandising* (MD) Regional Surabaya bertanggung jawab dalam menentukan harga beli dan jual, *supplier*, kuantitas, dan sebagainya yang berhubungan dengan produk yang berada di kategori *fresh*. Di dalam menentukan *supplier*, MD Regional Surabaya hanya mempertimbangkan faktor harga, kualitas, dan kuantitas.

Permasalahan disini adalah ketika ketiga faktor di atas terpenuhi, namun di saat proses pengiriman terjadi beberapa masalah, seperti keterlambatan atau ada beberapa produk yang tidak sesuai dengan standar Giant.

Untuk mengoptimalkan pemilihan *supplier*, peneliti

mencoba memasukkan faktor ekspektasi dari jumlah produk yang mungkin akan ditolak karena cacat dan ekspektasi dari jumlah produk yang mungkin akan datang terlambat di tiap *supplier* sehingga dapat memperkecil kemungkinan Giant mengalami kegagalan dalam meraup keuntungan yang lebih besar. Peneliti akan mengimplementasikan pendekatan *normalized goal programming*. Metode yang dikembangkan oleh O. Jadidi et.al. (2014) ini adalah pengembangan dari *weighted goal programming* (WGP) yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam melakukan pemilihan *supplier* dengan tujuan atau kriteria lebih dari satu, sesuai dengan kriteria dan batasan yang ditentukan [11].

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Supply Chain Management

Supply chain adalah seperangkat pendekatan untuk mengefisiensikan integrasi *supplier*, manufaktur, gudang, dan penyimpanan, sehingga barang diproduksi dan didistribusikan dalam jumlah yang tepat, lokasi yang tepat, waktu yang tepat, untuk meminimasi biaya dan memberikan kepuasan layanan terhadap konsumen [12]. Tujuan yang ingin dicapai dari sebuah proses *supply chain* adalah untuk memaksimalkan nilai yang dihasilkan secara keseluruhan [13]. *Supply chain* yang terintegrasi dengan baik akan meningkatkan *value* yang dihasilkan oleh *supply chain* tersebut.

B. Pemilihan Supplier

Secara umum, ada dua tipe dalam memilih *supplier*. Yang pertama, satu *supplier* dapat memenuhi semua kebutuhan perusahaan (*single sourcing*). Manajemen hanya perlu membuat satu keputusan; *supplier* mana yang terbaik. Tipe kedua, dibutuhkan banyak *supplier* untuk memenuhi semua kebutuhan perusahaan (*multiple sourcing*) karena tidak ada *supplier* yang dapat menyanggupi seluruh kebutuhan perusahaan. Di antara kedua tipe pemilihan *supplier* tersebut, banyak tantangan yang harus dihadapi *Decision Maker* (DM) dan banyak kriteria yang harus dipertimbangkan dalam memilih *supplier* yang paling tepat untuk perusahaan guna meningkatkan daya saing di pasaran [14].

Para DM harus berpikir objektif di dalam memilih *supplier*. Namun pada kenyataannya, pengambilan keputusan biasanya hanya bersifat intuitif atau subjektif [15] serta berdasarkan pengalaman saja. Tidak adanya prosedur atau metode pemilihan yang jelas atau pemilihan *supplier* hanya berdasarkan kriteria-kriteria umum saja, seperti harga yang murah, biaya transportasi terjangkau, kuantitas tercukupi, dan sejenisnya. Padahal banyak kriteria lainnya yang dapat dipertimbangkan para DM untuk menentukan *supplier* terbaik, di antaranya adalah riwayat performa perusahaan, kebijakan garansi, fasilitas produksi, dan lain-lain.

C. Normalized Goal Programming

Normalized Goal Programming (NGP) adalah pengembangan dari metode *Weighted Goal Programming*. Dengan metode NGP, diharapkan hasil yang didapatkan dapat konsisten dengan yang diharapkan oleh *decision maker* (DM).

Teknik ini mencoba untuk mengabaikan unit yang berbeda dari variabel deviasi yang diharapkan dengan menghilangkan bias terhadap tujuan utama yang ingin dicapai (*opposite deviation*).

Sudah banyak peneliti yang menyadari bahwa *Goal Programming* harus dinormalisasi ketika akan digunakan untuk menjamin konsistensinya. Menurut mereka, hasil yang didapatkan dari GP harus sebisa mungkin konsisten dengan aspirasi dari para DM.

O. Jadidi, et al. (2014) meneliti pemilihan *supplier* dengan tujuan meminimalisasi harga, *defect rate*, dan keterlambatan produk dengan metode *Relaxed-NGP* (R-NGP). Mereka menormalisasi deviasi dari ketiga fungsi tujuan tersebut menggunakan,

$$\frac{[(f_k^* - f_k^+)y_2 + (f_k^- - f_k^*)y_1 + (d_k^- - d_k^+)]}{[(f_k^* - f_k^+)y_2 + (f_k^- - f_k^*)y_1]} = \lambda$$

dimana :

$y_1 = 0$ dan $y_2 = 1$ jika $\lambda > 1$

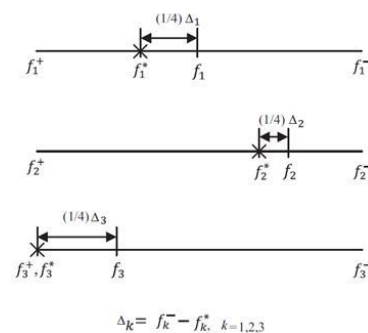
$y_1 = 1$ dan $y_2 = 0$ jika $\lambda < 1$

salah satu y_1 atau $y_2 = 1$ jika $\lambda = 1$

$k = 1,2,3$ ($\lambda \in [0,2]$)

Sebagai tambahan, $f_k^+ = \frac{\min f_k(X)}{X \in S}$ disebut sebagai *positive ideal solution* (PIS) atau hasil terbaik dan $f_k^- = \frac{\max(X)}{X \in S}$ disebut sebagai *negative ideal solution* (NIS) atau hasil terburuk dari tujuan minimisasi k^{th} , dimana S adalah *feasible set*.

Konsep konsistensi yang dimaksud oleh O. Jadidi, et al. (2014) adalah semua hasil yang didapat harus proporsional atau sebanding.



Gambar 1 : Konsep konsistensi

Sebagai contoh, asumsikan $f_1^+ = 50$, $f_1^- = 80$, $f_1^* = 60$, $f_2^+ = 300$, $f_2^- = 400$, $f_2^* = 370$, $f_3^+ = 150$, $f_3^- = 300$, dan $f_3^* = 150$. Kemudian, asumsikan juga hasil akhir yang didapat adalah $f_1 = 65$, $f_2 = 377,5$, dan $f_3 = 187,5$. Untuk melihat rasio semua fungsi tujuan, digunakanlah $(f_k - f_k^*) / (f_k^- - f_k^*)$. Hasilnya semua fungsi tujuan menunjukkan rasio yang sama yakni 0,25. Hasil akhir tersebut dapat dikatakan sebanding karena jarak antara hasil akhir yang didapat dengan *goal* untuk ketiganya adalah sama. Dengan begitu, dapat dikatakan bahwa hasil akhir yang didapat untuk semua fungsi tujuan adalah konsisten.

Untuk mengevaluasi konsistensi dari solusi yang didapatkan oleh R-NGP, digunakanlah rasio seperti berikut:

$$R_k^+ = \frac{y_1(f_k - f_k^*)}{f_k^- - f_k^*} \quad R_k^- = \frac{y_2(f_k^* - f_k)}{f_k^* - f_k^+}$$

Nilai konsistensi didapat jika $\lambda < 1$, $R_1^+ = R_2^+ = R_3^+ > 0$ dan $R_k^- = 0$, $k = 1,2,3$. Untuk $\lambda > 1$, $R_1^- = R_2^- = R_3^- > 0$ dan $R_k^+ = 0$, $k = 1,2,3$. Untuk $\lambda = 1$, salah satu R_k^+ atau $R_k^- = 0$, bergantung dengan nilai y_1 dan f_2 . Jika rasio konsistensi dari ketiga fungsi tujuan memiliki nilai yang sama, maka hasilnya proporsional.

III. METODE PENELITIAN

A. Data Masukan

Data yang digunakan dalam penelitian antara lain :

- Data jumlah permintaan produk
- Data kapasitas tiap *supplier*
- Harga per *supplier*
- Ekspektasi rasio cacat barang per *supplier*
- Ekspektasi rasio keterlambatan pengiriman per *supplier*

B. Proses Pembuatan Model

Di dalam membuat model, dibutuhkan data masukan yang didapat dari proses wawancara kepada pihak Giant. Data masukan yang bersifat kuantitatif kemudian akan diformulasikan melalui beberapa tahap ke dalam bentuk *Normalized Goal Programming*. Setelah diformulasikan, data tersebut akan diproses menggunakan aplikasi Matlab dan QM untuk dicari hasil mana yang paling optimal.

- Fungsi tujuan
 - Meminimalkan biaya pengadaan produk buah (f_1)
 - Meminimalkan produk cacat (f_2)
 - Meminimalkan keterlambatan produk datang (f_3)
- Variabel keputusan
 - Harga buah/kg dari *supplier* (C_i)
 - Jumlah pesanan buah ke *supplier* (x_i)
 - Ekspektasi rasio cacat barang dari *supplier* (q_i)
 - Ekspektasi keterlambatan produk datang dari *supplier* (F_i)
- Batasan
 - Jumlah permintaan dari Giant Ekstra Diponegoro Surabaya (D)
 - Kapasitas tiap *supplier* (V_i)

Model *linear programming* dari item-item di atas adalah sebagai berikut.

$$\min f_1 = \sum_{i=1}^n C_i x_i \quad (1)$$

$$\min f_2 = \sum_{i=1}^n q_i x_i \quad (2)$$

$$\min f_3 = \sum_{i=1}^n F_i x_i \quad (3)$$

Dibatasi dengan

$$\sum_{i=1}^n x_i = D \quad (4)$$

$$x_i \leq V_i ; i = 1,2, \dots, n \quad (5)$$

$$x_i \geq 0 ; i = 1,2, \dots, n \quad (6)$$

dimana n adalah jumlah *supplier* buah.

Metode *normalized goal programming* merupakan pengembangan dari metode *weighted goal programming* (WGP). Metode WGP membutuhkan *decision maker* untuk menentukan nilai hasil yang diharapkan untuk setiap fungsi tujuan (f_k^*) dan kemudian mencoba untuk meminimalkan variabel deviasi dari *goal*. Berikut adalah model WGP untuk studi kasus penelitian ini.

$$\min \sum_{k=1}^3 W_k (d_k^+ + d_k^-) \quad (7a)$$

Dibatasi dengan

$$f_k + d_k^- - d_k^+ = f_k^* ; k = 1,2,3 \quad (7b)$$

$$d_k^+ d_k^- = 0 ; k = 1,2,3 \quad (7c)$$

$$d_k^+, d_k^- \geq 0 ; k = 1,2,3 \quad (7d)$$

(4), (5), dan (6)

Setelah itu, model *normalized goal programming* dibentuk dengan menjadi seperti berikut.

$$\max \lambda \quad (8a)$$

Dibatasi dengan

$$f_k + d_k^- - d_k^+ \leq f_k^* ; k = 1,2,3 \quad (8b)$$

$$f_k = f_k^* - (\lambda(f_k^* - f_k^+) - (f_k^* - f_k^+)) \quad (8c)$$

$$d_k^+ d_k^- = 0 ; k = 1,2,3 \quad (8d)$$

$$d_k^+, d_k^- \geq 0 ; k = 1,2,3 \quad (8e)$$

(4), (5), dan (6)

Model penelitian di atas hanya akan fokus menggunakan *case* $\lambda > 1$ karena merujuk pada pendapat O.Jadidi, et al. (2014) pada penelitiannya.

C. Metodologi Penyelesaian dengan Matlab

Penyelesaian model *normalized goal programming* dapat dilakukan dengan pembuatan program komputer pada Matlab. Berikut langkah-langkah penyelesaian model dengan program komputer.

- Memasukkan data awal
Data dan variabel harus diinisialisasi terlebih dahulu. Terdapat enam data yang akan dimasukkan ke dalam program Matlab, antara lain jumlah *supplier*, jumlah permintaan total, target tiap *goal* yang ingin dicapai, kemungkinan nilai terbaik (PIS) dari tiap *goal*, nilai lamda (λ), dan kapasitas tiap *supplier*.
- Membuat variabel keputusan
- Memasukkan data inialisasi nilai awal x_0 , lb, dan ub

- d. Memasukkan batasan fungsi tujuan
- e. Memasukkan batasan normalisasi
- f. Memasukkan batasan jumlah pesanan
- g. Memasukkan batasan variabel deviasi
- h. Memasukkan fungsi optimasi

D. Metodologi Penyelesaian dengan QM

Selain menggunakan Matlab, penelitian ini juga mencoba mencoba metode *normalized goal programming* dengan menggunakan perangkat lunak QM. Namun harus ada penyesuaian pada model karena QM tidak dapat menerima adanya batasan pertidaksamaan linear yang memiliki variabel deviasi, sehingga bentuk model menjadi seperti berikut ini.

$$\max \lambda \tag{9a}$$

Dibatasi dengan

$$f_k + d_k^- - d_k^+ = f_k^* - (\lambda(f_k^* - f_k^+) - (f_k^* - f_k^+)) \tag{9b}$$

$$d_k^+ d_k^- = 0 ; k = 1,2,3 \tag{9c}$$

$$d_k^+, d_k^- \geq 0 ; k = 1,2,3 \tag{9d}$$

(4), (5), dan (6)

Batasan (9b) adalah penggabungan antara batasan (8b) dan (8c) pada model *normalized goal programming*. Hal ini dimungkinkan karena QM hanya akan mencoba mencari nilai mendekati hasil terbaik (f_k^+) dari masing-masing fungsi tujuan awal (*goal*) tanpa harus melihat batasan dari target yang ingin dicapai sebelumnya (f_k^*).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Validasi

Validasi dilakukan dengan mencoba program penelitian menggunakan studi kasus lain yang sudah memiliki hasil valid. Studi kasus yang dicoba adalah studi kasus yang diteliti oleh O. Jadidi, et al (2014) mengenai pemilihan *supplier* [11]. Di penelitiannya, O. Jadidi menggunakan perangkat lunak GAMS Solver.

Apabila hasil yang dikeluarkan sama atau berada di tingkat kesalahan (*error*) yang diperbolehkan, maka dapat dikatakan model dan program sudah valid.

Berikut adalah data numerik dari studi kasus penelitian O.Jadidi, et al. (2014) :

Tabel 1 : Data numerik studi kasus untuk validasi

Supplier	Price (\$)	Defect rate (%)	Late delivery (%)	Capacity (kg)
S1	6.5	0.10	0.45	2500
S2	5.5	0.30	0.40	2500
S3	6	0.20	0.60	2500

Studi kasus ini memiliki tujuan :

- Meminimalkan biaya pengadaan produk (f_1)
- Meminimalkan produk cacat (f_2)
- Meminimalkan keterlambatan produk datang (f_3)

Dan asumsikan :

- Target yang ingin dicapai untuk masing-masing fungsi tujuan (f_k^*)
 $f_1^* = 29500 ; f_2^* = 9 ; f_3^* = 22$
- Hasil terbaik masing-masing fungsi tujuan (f_k^+)
 $f_1^+ = 28750 ; f_2^+ = 7.5 ; f_3^+ = 21.25$

Hasil validasinya ditunjukkan pada perbandingan Tabel 2 berikut ini :

Tabel 2 : Perbandingan hasil validasi

	Matlab	QM	GAMS
f_1	28753	30000	30000
f_2	11.472	10.00	10.00
f_3	23.3125	21.25	21.25
x_1	861	2500	2500
x_2	2479	2500	2500
x_3	1587	0	0
R_1^-	0.996	-0.67	-0.67
R_2^-	-1.648	-0.67	-0.67
R_3^-	-1.75	1	1

Hasil akhir yang dikeluarkan Matlab hanya memenuhi permintaan sebanyak 4.927 unit, tidak memenuhi permintaan pelanggan sebesar 5000 unit.

Namun, jika melihat tabel perbandingan di atas, kita dapat mencari nilai *Error Variance* (E2) untuk mengetahui tingkat kevalidan dari hasil percobaan program Matlab. Model dikatakan valid apabila nilai $E2 \leq 30\%$. Berikut adalah rumus menghitung nilai E2.

$$E2 = \frac{|Standart Deviasi Simulasi - Standart Deviasi Data|}{Standart Deviasi Data}$$

Hasil yang dihitung standart deviasinya adalah hasil *goal* ($f_1, f_2, \text{ dan } f_3$). Setelah diketahui nilai standart deviasi masing-masing, maka selanjutnya menghitung nilai E2 dengan menggunakan rumus di atas. Maka ditemukan bahwa nilai *Error Variance* sebesar 4,16%, artinya model dan program yang dibuat telah valid karena nilai E2 kurang dari 30% namun program Matlab memang tidak dapat menemukan solusi yang sesuai dengan batasan yang diberikan studi kasus.

Sedangkan hasil QM menunjukkan hasil yang sama dengan yang dihasilkan O.Jadidi, et al. (2014) dengan bantuan GAMS Solver. Dengan begitu, dapat disimpulkan bahwa model *normalized goal programming* yang dikerjakan dengan bantuan perangkat lunak QM telah valid.

B. Analisa Hasil Matlab

Berikut adalah hasil yang dikeluarkan oleh program Matlab.

Tabel 3 : Hasil yang diperoleh dari program Matlab

Variabel Keputusan dan Deviasi	Hasil
DA1	0.00079999
DA2	0.00079995
DA3	0.00079997

y4 (supplier 1)	117.5267 ~ 118
y5 (supplier 2)	203.0826 ~ 203
y6 (supplier 3)	2.46 e-011 ~ 0
y7 (supplier 4)	97.369 ~ 97
y8 (supplier 5)	175
y9 (supplier 6)	6.43 e-011 ~ 0

Nilai DA1, DA2, dan DA3 pada Tabel 2 merupakan variabel deviasi yang ada pada tiap batasan fungsi tujuan. Semenjak model diubah menjadi *normalized goal programming*, fungsi tujuan berubah menjadi memaksimalkan nilai lamda (λ). DA adalah deviasi atas (d_k^+). Untuk memudahkan dalam menganalisa hasil, dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini :

Tabel 4 : Hasil yang diperoleh dari program Matlab

	Matlab		Matlab		Matlab
f_1 (x1000)	5787.95	supplier 2	203	supplier 6	0
f_2	20.09	supplier 3	0	R_1^-	1.034
f_3	42.2	supplier 4	97	R_2^-	0.4955
supplier 1	118	supplier 5	175	R_3^-	0.593

Hasil akhir yang dikeluarkan Matlab hanya memenuhi permintaan sebanyak 593 kg, tidak memenuhi permintaan Giant sebesar 600 kg. Namun hal ini masih dapat diperbolehkan karena masih berada pada tingkat *error* yang sangat kecil (1,16%).

Jika kita melihat dari *Goal 1*, *Goal 2*, dan *Goal 3*, semuanya sudah memenuhi target yang diinginkan (f_k^*) bahkan jauh lebih baik.

Untuk tingkat konsistensinya (R_k^-), semua *goal* tidak memiliki tingkat konsistensi yang sama namun semua *goal* mendapatkan nilai $R_k^- \geq 0$. Hal ini berarti semua hasil akhir (f_k) memenuhi target yang diinginkan (f_k^*).

Dalam memenuhi permintaan buah mangga, Giant harus memesan 118 kg buah ke *supplier 1*, 203 kg buah ke *supplier 2*, 97 kg ke *supplier 4*, dan 175 kg ke *supplier 5*. Dengan begitu, biaya pesanan buah mangga akan menjadi Rp 5.787.950, dengan 20 kg buah dari 593 kg adalah buah cacat dan 42 kg buah datang terlambat.

C. Analisa Hasil QM

Berikut adalah hasil yang dikeluarkan oleh program QM.

Giant Solution			
Item			
Decision variable analysis			
	Value		
X1	0		
X2	300		
X3	25		
X4	100		
X5	175		
X6	0		
Priority analysis			
	Nonachievement		
Priority 1	36.25		
Priority 2	13.25		
Priority 3	20		
Constraint Analysis			
	RHS	d+ (row i)	d- (row i)
goal harga	5790	36.25	0
goal defect rate	10	13.25	0
goal lead time error	30	20	0
cap supplier 1	300	0	300
cap supplier 2	300	0	0
cap supplier 3	250	0	225
cap supplier 4	100	0	0
cap supplier 5	175	0	0
cap supplier 6	200	0	200
jumlah permintaan	600	0	0

Gambar 2 : Hasil yang diperoleh dari QM

Untuk memudahkan dalam menganalisa hasil, dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini :

Tabel 5 : Hasil yang diperoleh dari QM

	QM		QM		QM
f_1 (x1000)	5826.25	x_2	300	x_6	0
f_2	23.25	x_3	25	R_1^-	0.39583
f_3	50	x_4	100	R_2^-	0.3375
x_1	0	x_5	175	R_3^-	0.33333

Hasil akhir yang dikeluarkan QM memenuhi permintaan sebanyak 600 kg buah Giant. Jika kita melihat dari *Goal 1*, *Goal 2*, dan *Goal 3*, semuanya sudah memenuhi target yang diinginkan (f_k^*) bahkan jauh lebih baik.

Untuk tingkat konsistensinya (R_k^-), semua *goal* hampir memiliki tingkat konsistensi yang sama dan mendapatkan nilai $R_k^- \geq 0$. Hal ini berarti semua hasil akhir (f_k) memenuhi target yang diinginkan (f_k^*).

Dalam memenuhi permintaan buah mangga sebesar 600 kg, Giant harus memesan 300 kg buah ke *supplier 2*, 25 kg buah ke *supplier 3*, 100 kg ke *supplier 4*, dan 175 kg ke *supplier 5* sehingga dapat menekan biaya pengadaan produk buah sekecil-kecilnya. Dengan begitu, biaya pesanan buah mangga akan menjadi Rp 5.826.250, dengan 23,25 kg adalah buah cacat dan 50 kg buah datang terlambat.

D. Diskusi Hasil

Setelah melihat analisa dari masing-masing hasil dengan menggunakan program Matlab dan perangkat lunak QM, di bawah ini adalah tabel perbandingannya.

Tabel 6 : Perbandingan antara hasil Matlab dan QM

	Matlab	QM
f_1 (x1000)	5787.95	5826.25
f_2	20.09	23.25
f_3	42.2	50
supplier 1	118	0
supplier 2	203	300
supplier 3	0	25
supplier 4	97	100
supplier 5	175	175
supplier 6	0	0
R_1^-	1.034	0.395833
R_2^-	0.4955	0.3375
R_3^-	0.593	0.333333

Jika Giant memperbolehkan untuk tidak memenuhi seluruh permintaannya sebanyak 600 kg, maka solusi yang dihasilkan Matlab adalah yang terbaik. Hal ini dikarenakan perbedaan pesanan dan permintaan hanya sebesar 1,16% atau 7 kg saja, biaya pemesanan paling rendah dibandingkan solusi alternatif lain, tingkat produk buah cacat dan keterlambatan pengiriman

yang juga jauh lebih rendah dari target yang diinginkan pihak Giant. Untuk tingkat konsistensinya (R_k^-), solusi Matlab tidak memiliki tingkat konsistensi yang sama di antara semua *goal* namun semua R_k^- memiliki hasil lebih dari 0. Hal ini menunjukkan bahwa solusi yang dihasilkan Matlab lebih baik dari target yang diinginkan Giant.

Jika Giant mengutamakan pemesanan buah mangga harus sesuai dengan jumlah permintaan, maka solusi yang dihasilkan QM pada Skenario 1 adalah yang terbaik. Hal ini karena semua *goal* (f_k) memiliki nilai yang lebih baik dari target yang diinginkan Giant (f_k^*). Untuk tingkat konsistensinya (R_k^-), solusi Skenario 1 pada QM hampir memiliki tingkat konsistensi yang sama di antara semua *goal* dan semua R_k^- memiliki hasil lebih dari 0. Hal ini menunjukkan bahwa solusi yang dihasilkan Skenario 1 pada QM lebih baik dari target yang diinginkan Giant.

Namun, kedua model baik yang diimplementasi di program Matlab maupun QM dapat digunakan dalam mencoba menyelesaikan jenis permasalahan lainnya karena kedua hasil yang diperoleh menunjukkan hasil yang valid.

V. KESIMPULAN/RINGKASAN

Berdasarkan proses-proses yang telah dilakukan dalam penelitian tugas akhir ini, maka ada beberapa kesimpulan yang dapat diambil, di antaranya adalah :

1. Metode *normalized goal programming* mampu menjadi metode penyelesaian untuk kasus multi tujuan, yang mana dalam tugas akhir ini terkait pengoptimalan dalam proses pengadaan produk buah mangga Giant Ekstra Diponegoro Surabaya.
2. Kedua model baik yang diimplementasi di program Matlab maupun QM dapat digunakan dalam mencoba menyelesaikan jenis permasalahan lainnya
3. Proses validasi model dilakukan dengan mencoba program penelitian menggunakan studi kasus lain yang sudah memiliki hasil valid. Setelah hasilnya dibandingkan, hasil program Matlab menunjukkan nilai $E2$ (*Error Variance*) sebesar 4,16%. Hal tersebut menunjukkan bahwa model sudah valid karena nilai $E2$ kurang dari 30%. Sedangkan hasil model yang dikerjakan di QM menunjukkan hasil yang sama dengan hasil studi kasus lain.
4. Solusi yang diperoleh dari program Matlab tidak dapat memenuhi seluruh permintaan Giant namun hal tersebut masih diperbolehkan karena tingkat *error variance*-nya hanya sebesar 1,16%.
5. Solusi yang diperoleh dengan menggunakan QM menunjukkan hasil yang baik karena memenuhi bahkan lebih baik dari target yang ingin dicapai Giant.
6. Tingkat konsistensi (R_k^-) untuk solusi pertama, solusi dari program Matlab, tidak memiliki tingkat konsistensi yang sama di antara semua *goal* namun semua R_k^- memiliki hasil lebih dari 0. Hal ini menunjukkan bahwa solusi yang dihasilkan Matlab lebih baik dari target yang diinginkan Giant.
7. Tingkat konsistensi (R_k^-) untuk solusi kedua, solusi Skenario 1 pada QM hampir memiliki tingkat konsistensi yang sama di antara semua *goal* dan semua R_k^- memiliki hasil lebih dari 0. Hal ini menunjukkan bahwa solusi yang dihasilkan Skenario 1 pada QM lebih baik dari target yang diinginkan Giant

Untuk pengembangan yang lebih baik lagi, dapat ditambahkan kriteria-kriteria kualitatif (*intangible*) di dalam model permasalahan multitujuan. Metode AHP atau ANP dapat dikombinasikan dengan model matematis seperti *normalized goal programming* ini sehingga dapat menghasilkan solusi yang jauh lebih baik lagi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada manajemen Giant Ekstra Diponegoro Surabaya yang telah memberikan kesempatan untuk mengumpulkan data dan informasi terkait keperluan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Wirdianto and E. Unbersa, "Aplikasi Metode Analytical Hierarchy Process dalam Menentukan Kriteria Penilaian Supplier," 2008.
- [2] G. Dickson, "An Analysis of Vendor Selection: Systems and Decisions," *Journal of Purchasing*, pp. 5-17, 1966.
- [3] G. Wang, S. Hang and J. Dismukes, "Product-driven supply chain selection using integrated multi-criteria decision making methodology," *International Journal of Production Economics*, vol. 91, pp. 1-15, 2004.
- [4] S. Ghodspour and C. O'Brien, "A decision support system for supplier selection using an integrated analytical hierarchy process and linear programming," *International Journal of Production Economics*, Vols. 56-57, pp. 199-212, 1998.
- [5] O. Jadidi, S. Cavalieri and S. Zolfaghari, "An improved multi-choice goal programming approach for supplier selection problems," *Applied Mathematical Modelling*, 2014.
- [6] R. Caballero, T. Gomez and F. Ruiz, "Goal programming: realistic targets for the near future," *Journal Multi-Criteria Decision Analytics*, pp. 79-110, 2009.
- [7] M. Kumar, P. Vart and R. Shankar, "A fuzzy goal programming approach for supplier selection problem in a supply chain," *Computers and Industrial Engineering*, pp. 69-85, 2004.
- [8] A. Amid, S. Ghodspour and C. O'Brien, "A weighted max-min model for fuzzy multi-objective supplier selection in a supply chain," *International Journal of Production Economics*, pp. 139-145, 2011.
- [9] O. Ustun and E.A. Demirtas, "Multi-period lot-sizing with supplier selection using achievement scalarizing functions," *Comput. Ind. Eng.*, 2008.
- [10] S. Nazari-Shirkouhi, H. Shakouri, B. Javadi and A. Keramati, "Supplier selection and order allocation problem using a two-phase fuzzy multi-objective linear programming," *Applied Mathematics Modelling*, 2013.
- [11] O. Jadidi, S. Zolfaghari and S. Cavalieri, "A new normalized goal programming model for multi-objective problems: A case of supplier selection and order allocation," *Int. J. Production Economics*, 2014.
- [12] D. Simchi-levi, *Designing and managing the supply chain*, Mac Grawhill.
- [13] S. Chopra and P. Meindl, *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operating*, Prentice Hall.
- [14] E. A. Demirtas and O. Ustun, "An Integrated Multi-objective Decision Making Process for Supplier," 2005.
- [15] H. A. Simon, "Making management decisions: the role of intuition and emotion," *Academy of Management Executive*, vol. 1, no. 1, pp. 57-64, 1987.