

Integrasi Taguchi *Loss Function* dengan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* dalam Pemilihan Pemasok

Ahmad S. Indrapriyatna¹, Yumi Meuthia¹, Dicky Fatrias¹, Monalisa Gusti¹

Abstract: One important issue in the line production is the selection of the company's best supplier. Various criteria should be considered for determining the best supplier. Answering to that challenge, we apply Taguchi loss function-Analytical Hierarchy Process Fuzzy-Linear Programming (Taguchi loss function-Fuzzy AHP) to find out the best supplier. Moreover, we also consider multiple criteria, i.e., goods' completeness, quality, delivery, and quality loss in that analysis. By maximizing the suppliers' performances based on each criterion and aggregated the suppliers' performances based on the overall criteria, we selected the best one. Applying this method for selecting the best pressure gauge's supplier in PT. Coca Cola Bottling Indonesia Central Sumatera (PT. CCBICS), we found out that among three suppliers, the second supplier is the best one.

Keywords: Supplier selection, taguchi loss function, AHP, fuzzy linear programming.

Pendahuluan

Penentuan pemasok terbaik telah menjadi sebuah strategi kunci dalam persaingan dunia manufaktur. Persaingan berdasarkan waktu, kualitas, dan sejenisnya menjadi sesuatu yang sangat penting sebagai tolak ukur dalam pemilihan pemasok. Weber dan Ellram [15] menyatakan kebutuhan akan pemasok yang memiliki kualitas tinggi akan selalu menjadi sebuah isu yang penting dalam dunia manufaktur.

Perusahaan yang semakin berkembang semakin teliti dalam memilih pemasok. Hal ini dapat terwujud dengan memperbanyak kriteria pemilihan pemasok, baik kualitatif maupun kuantitatif (Hwang *et al.* [4]). Nydick dan Hill [7] menyatakan bahwa kriteria yang bisa digunakan dalam pemasok adalah: harga, pengiriman, kualitas, dan servis. Berdasarkan hal ini maka pemilihan pemasok dilakukan dengan pendekatan kriteria majemuk. Pada dunia nyata, seringkali kemampuan pemasok berdasarkan beberapa kriteria saling berbeda. Sebagai contoh pemasok A menawarkan barang dengan harga relatif murah namun kualitas rendah, lain halnya dengan pemasok B menawarkan barang dengan kualitas yang tinggi namun waktu pengiriman lebih lama. Berdasarkan hal tersebut dapat dilihat setiap pemasok memiliki tingkat pemenuhan kriteria yang berbeda-beda satu sama lain dan kriteria yang digunakan mempunyai sifat yang berbeda, yaitu kuantitatif dan kualitatif. Oleh karena itu diperlukan suatu teknik yang dapat mengarahkan pengambilan keputusan

yang bisa mengikutsertakan perhitungan kualitatif dan kuantitatif untuk menentukan tingkat kepentingan masing-masing kriteria terhadap setiap pembelian.

Vendor Profile Analysis merupakan salah satu pendekatan yang sering digunakan dalam pemilihan pemasok. Kelebihan metode ini dapat mengatasi ketidakpastian yang terdapat dalam pemilihan pemasok. Akan tetapi metode ini tidak dapat mengevaluasi secara kualitatif. Kekurangan dari metode ini dapat diatasi oleh *Analytical Hierarchy Process* (AHP) yang diperkenalkan oleh Saaty [9] (Nydick dan Hill, [7]). Guller [3] menyatakan AHP sangat bermanfaat bagi manajer dalam memformulasikan kriteria pengambilan keputusan yang diinginkan, memberikan tingkat kepentingan yang berbeda-beda kepada setiap kriteria pengambilan keputusan yang diinginkan, memberikan tingkat kepentingan yang berbeda-beda kepada setiap kriteria, yang kemudian mengevaluasi alternatif kemungkinan yang ada untuk memperoleh keputusan terbaik.

Di sisi lain, banyak nilai dari kriteria dalam pemilihan pemasok dinyatakan dalam bentuk yang tidak presisi, misalkan 'kira-kira lebih dari ...', atau 'kira-kira kurang dari ...', atau "suatu nilai diantara ..." dan lain-lain. Kekaburan dalam informasi kritis tersebut tidak dapat ditangkap oleh metode deterministik, sehingga solusi yang didapatkan tidak menjawab tujuan dari pemodelan permasalahan tersebut (Amid dan O'Brien, [1]). *Fuzzy Programming* mempunyai kemampuan baik untuk permasalahan multi-objektif maupun kekaburan informasi (*vagueness of information*). *Fuzzy objective* dan *Fuzzy Constraint* yang digunakan dalam optimisasi *Fuzzy Programming* berfungsi untuk mengakomodasi ke-

¹ Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri, Universitas Andalas. Kampus Limau Manis, Padang 25163. Email: ahmadsyaf@ft.unand.ac.id

Terima 26 September 2011; revisi1 31 Oktober 2011; revisi2 10 November 2011; diterima untuk 21 November dipublikasikan 2011.

kekaburan informasi yang terjadi dalam permasalahan pemilihan pemasok dengan kriteria tidak presisi tersebut (Zimmerman, [16]).

Metode AHP dengan *Fuzzy Linear Programming*, sering dikombinasikan dalam pengambilan keputusan. Kriteria pada AHP menjadi variabel yang dioptimalkan dalam *Fuzzy Linear Programming*. Namun, kombinasi dari metode ini belum cukup meyakinkan karena metode ini hanya memaksimalkan atau meminimasi variabel untuk pengambilan keputusan tanpa mempertimbangkan nilai *loss* dari pilihan yang ada. Hal ini dikarenakan minimasi/ maksimasi variabel hanya menentukan jumlah saja. Padahal banyak hal lain selain ketepatan jumlah yang akan mempengaruhi, misalnya kualitas barang dan ketepatan waktu pengiriman.

Taguchi *Loss Function* adalah metode yang efektif untuk rekayasa kualitas, karena memperhitungkan kesesuaian barang dengan spesifikasi yang telah ditentukan (Kethley et al. [5]). Kerugian terjadi apabila kualitas dari suatu produk keluar dari batas spesifikasi, sehingga tidak dapat diterima. Menurut Kethley et al. [5], Taguchi mengusulkan rentang toleransi yang sempit untuk karakteristik dalam pemilihan pemasok sehingga setiap penyimpangan dari karakteristik nilai target mengakibatkan kerugian dan pengukuran kualitas yang lebih tinggi akan menghasilkan variasi yang minimal dari nilai target. Sebagai contoh, *loss* adalah nol ketika karakteristik pengukuran sama dengan nilai target. Kerugian dapat diukur dengan menggunakan fungsi kuadrat dan tindakan yang diambil secara sistematis mengurangi variasi dari nilai target.

Kombinasi dari AHP – Program Linear *Fuzzy* telah dilakukan oleh Sevkli et al. [12]. Metode ini mengadopsi model program *linear fuzzy* kriteria majemuk yang telah dikembangkan oleh Zimmerman [16]. Metode ini diaplikasikan dalam sebuah kasus pemilihan pemasok industri. Pi dan Low [8] menggabungkan AHP dengan Taguchi *Loss Function* dalam pemilihan pemasok. Sejauh ini, belum ditemukan penelitian yang menggunakan integrasi AHP – Program *Linear Fuzzy* dengan *Taguchi Loss Function* dalam pemilihan pemasok. Hal ini dirasa perlu karena masalah kekaburan informasi dan kualitas dalam menentukan pemilihan pemasok sering muncul dalam praktek.

PT. Coca Cola Bottling Indonesia Central Sumatera (PT. CCBICS) merupakan perusahaan yang memproduksi minuman berkarbonasi yang terkenal dan laku di pasaran, dengan merek dagang diantaranya: Coca Cola, Sprite, dan Fanta. Pemilihan pemasok yang dilakukan PT. CCBICS adalah salah satu aspek penting yang menjamin kelancaran operasional perusahaan. Pemilihan pemasok yang tidak tepat akan mengakibatkan kegiatan produksi dan operasional terganggu. Bagian *purchasing* pada PT.

CCBICS melakukan pemilihan pemasok dengan cara menentukan terlebih dahulu pemasok yang menawarkan barang dengan harga paling rendah, jika harga yang ditawarkan pemasok berbeda-beda maka pemasok dengan harga terendah akan dipilih sebagai pemasok komponen tersebut.

Pada penelitian ini dilakukan proses pemilihan pemasok alat pengukur tekanan atau *pressure gauge*. *Pressure gauge* merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mengukur tekanan larutan dari minuman yang diolah PT. CCBICS. *Pressure gauge* ini sangat dibutuhkan dalam kelangsungan proses produksi PT. CCBICS.

PT. CCBICS melakukan pemilihan pemasok berdasarkan kriteria harga. Namun menurut Sarkis dan Talluri [11], yang dikutip dari Bayazit et al. [2] mengatakan bahwa hubungan *buyer-supplier* yang hanya didasarkan pada kriteria harga tidak lagi bisa diterapkan. Pentingnya keputusan pemilihan pemasok mengharuskan organisasi memikirkan ulang strategi pengadaan dan evaluasi karena keputusan pengadaan yang tepat sangat tergantung pada pemasok yang tepat. Dengan demikian, evaluasi dan pemilihan pemasok perlu dilakukan dengan mempertimbangkan lebih banyak kriteria. Berdasarkan hal di atas, maka dipandang perlu untuk meningkatkan proses pemilihan pemasok pada PT. CCBICS dengan menggunakan lebih banyak kriteria agar pemasok yang terpilih merupakan pemasok yang terbaik dari berbagai aspek penilaian.

Penelitian ini mengusulkan metode integrasi *Fuzzy AHP* dan *Taguchi Loss Function* dalam proses pemilihan pemasok alat ukur tekanan (*pressure gauge*). Teori *fuzzy* dipandang cocok untuk diterapkan karena karakteristik masalah pemilihan pemasok cenderung bersifat *fuzzy*. Hal ini karena sering ditemui kekaburan (*vagueness*) akibat adanya ketidakpastian dan informasi yang tidak lengkap dari kriteria pemilihan (Amid dan O'Brien, [1]). AHP diterapkan untuk menentukan tingkat kepentingan relatif kriteria pemilihan, dan *Taguchi Loss Function* digunakan untuk menentukan potensi kerugian yang ditimbulkan sebagai konsekuensi atas alokasi barang kepada tiap-tiap pemasok berdasarkan kriteria pemilihan yang telah ditetapkan.

Tujuan dilakukan penelitian ini mengetahui pemasok terbaik untuk PT. CCBICS dengan mengintegrasikan *Taguchi Loss Function* dengan *Fuzzy AHP*.

Metode Penelitian

Notasi

Z_i : fungsi tujuan untuk kriteria i
 Z_k^{min} : nilai Z_k minimum
 Z_k^{maks} : nilai Z_k maksimum

- x_k : nilai untuk pemasok ke- k
- x'_{ij} : nilai perhitungan bobot untuk kriteria i dibandingkan dengan kriteria j
- μ_{Z_k} : fungsi keanggotaan fuzzy untuk Z_k
- w_k : bobot kriteria yang didapat dari AHP
- W_j : bobot kepentingan ke- j
- B_i : bobot lokal kriteria i
- B_{ki} : bobot lokal pemasok k berdasarkan kriteria i
- WSF_i : faktor penjumlah bobot kriteria i
- CF_i : faktor konsistensi kriteria i
- \overline{CF} : rata-rata faktor konsistensi evaluasi kriteria
- CI_i : indeks konsistensi evaluasi pemasok berdasarkan kriteria i
- CR_i : rasio konsistensi evaluasi pemasok berdasarkan kriteria i
- L : nilai loss
- A : biaya produk cacat
- Δ : batas toleransi
- v^2 : mean square deviasi nilai yang dihasilkan dari nilai target
- m : banyak pemasok
- n : banyak kriteria
- k : indeks untuk pemasok
- i : indeks untuk kriteria
- j : indeks kepentingan, di sini $j = 1$ adalah kepentingan kriteria dan $j = 2$ adalah kepentingan loss

Tahapan-tahapan untuk mengetahui pemasok terbaik untuk PT. CCBICS dengan mengintegrasikan Taguchi Loss Function dengan Fuzzy AHP diuraikan berikut ini. Langkah pertama adalah menentukan kriteria pemilihan pemasok dan alternatif pemasok. Berdasarkan wawancara dengan Kepala dan beberapa staf Bagian Purchasing, diketahui bahwa semua pemasok *pressure gauge* menawarkan harga yang tidak jauh berbeda. Hal itu menyebabkan kriteria harga yang diterapkan dalam pemilihan pemasok tidak relevan lagi. Diskusi lebih lanjut dilakukan untuk menentukan kriteria yang cocok dipakai dalam pemilihan pemasok ini. Berdasarkan beberapa data historis disepakati bahwa ada 3 (tiga) kriteria dalam pemilihan pemasok yang akan diperhitungkan, yaitu kelengkapan, kualitas, dan pengiriman barang. Kelengkapan barang dipandang dari kesesuaian pemasok memberikan barang yang sesuai dengan jumlah yang dipesan oleh perusahaan. Kualitas dipandang dari kesesuaian pemasok memberikan barang yang sesuai dengan spesifikasi perusahaan. Pengiriman dipandang dari kemampuan pemasok mengirimkan barang tepat waktu sesuai jadwal yang telah disepakati. PT CCBICS mempunyai 3 pemasok untuk *pressure gauge* ini.

Langkah lanjutan setelah kriteria ditentukan adalah melakukan perbandingan berpasangan (*pair-wise comparison*) terhadap masing-masing kriteria dan subkriteria pemilihan pemasok sehingga nanti-

nya diperoleh bobot lokal kriteria. Berdasarkan perbandingan berganda bobot lokal kriteria ini maka dihitung faktor konsistensi evaluasi kriteria yang dilakukan. Evaluasi alternatif pemasok dengan kriteria yang telah ditentukan, akan menghasilkan bobot lokal pemasok. Perhitungan bobot lokal kriteria diperlukan untuk menghitung rasio konsistensi (*consistency ratio* - CR) terhadap evaluasi yang telah dilakukan. Jika rasio konsistensi lebih kecil atau sama dengan (\leq) 0,1 maka hasil evaluasi pemasok dapat diterima.

Perhitungan nilai loss masing-masing pemasok berdasarkan kriteria yang telah ditentukan kemudian dilakukan. Perhitungan nilai loss masing-masing pemasok terdiri atas 2 metode yaitu *The Nominal The Best*, dengan toleransi plus/minus tidak sama, untuk kriteria pengiriman dan *The Smaller The Better* untuk kriteria kelengkapan barang dan kriteria kualitas.

Langkah yang dilakukan kemudian adalah menghitung nilai *weighted Taguchi loss* masing-masing pemasok. Nilai *weighted Taguchi loss* merupakan jumlah total dari perkalian antara nilai bobot kriteria dengan nilai loss kriteria. Nilai normalisasi dari *weighted Taguchi loss* didapatkan dari hasil pembagian antara nilai *weighed taguchi loss* dengan total nilai *weighted Taguchi loss* tiap-tiap pemasok.

Membuat model pemilihan pemasok berdasarkan kriteria, *weighted Taguchi loss*, fungsi pembatas, dan pemasok adalah langkah perhitungan lanjutan. Perhitungan untuk pemilihan pemasok berdasarkan kriteria, fungsi pembatas, dan pemasok menggunakan fungsi keanggotaan kurva S yang dimodifikasi (Vasant, [14]). Adapun fungsi keanggotaan pada kurva S yang dimodifikasi dapat dilihat pada Persamaan (1).

Untuk fuzzy program linear kriteria majemuk sebanyak n , dan banyak pemasok m , dengan bobot kriteria untuk masing-masing pemasok w_k maka persamaan yang digunakan untuk menentukan fungsi tujuan setiap kriteria diberikan pada persamaan (2) (Zimmerman, [16]).

$$\mu_{Z_k}(x) = \left. \begin{array}{ll} 0 & \text{untuk } Z_k < Z_k^{\min} \\ 0,001 & \text{untuk } Z_k = Z_k^{\min} \\ \frac{B}{1 + C e^{\alpha \left(\frac{Z_k^{\max} - Z_k(x)}{Z_k^{\max} - Z_k^{\min}} \right)}} & \text{untuk } Z_k^{\min} < Z_k < Z_k^{\max} \\ 0,999 & \text{untuk } Z_k = Z_k^{\max} \\ 1 & \text{untuk } Z_k > Z_k^{\max} \end{array} \right\} \quad (1)$$

dengan: $B = 1$; $\alpha = 13,81$; $C = 0,001$.

$$Z_i = \sum_{k=1}^n w_k x_k ; \text{ untuk setiap } i = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

Persamaan (2) jika ditambahkan dengan nilai non-negativitas dari prioritas pemasok x_i , maka akan menjadi program linear berikut (Zimmerman, [16]): Fungsi Tujuan: Maksimasi dan minimasi

$$Z_i = \sum_{k=1}^n w_k x_k ; \text{ untuk setiap } i = 1, 2, \dots, m \quad (3)$$

Batasan:

$$\sum_{k=1}^n x_k = 1 \quad (4)$$

$$w_k \geq 0 \quad (5)$$

$$x_k \geq 0, \quad k = 1, 2, 3, \dots, n \quad (6)$$

Setelah itu ditentukan batas bawah dan batas atas dari fungsi tujuan yang akan digunakan untuk menyelesaikan kasus pemilihan pemasok kriteria majemuk menjadi kriteria tunggal dengan bantuan *software* Lindo 6.0. Perhitungan berikutnya adalah menentukan batas bawah (minimasi) dan batas atas (maksimasi) dari fungsi tujuan (3) yang akan digunakan untuk menentukan fungsi keanggotaan masing-masing fungsi tujuan tersebut.

Langkah berikutnya adalah membuat model Taguchi *loss function-fuzzy* AHP dengan satu fungsi tujuan. Fungsi *loss* untuk kriteria pengiriman adalah (Taguchi et al., [13]):

$$L = \frac{1}{n} \left[\frac{A_1}{\Delta_1^2} \sum (y - m)^2 + \frac{A_2}{\Delta_2^2} \sum (y - m)^2 \right] \quad (7)$$

Sedangkan fungsi *loss* untuk kriteria kelengkapan barang dan kriteria kualitas adalah (Taguchi et al., [13]):

$$L = \frac{A}{\Delta^2} v^2 \quad (8)$$

Perhitungan terakhir adalah mencari solusi optimal untuk memperoleh skor masing-masing pemasok. Dalam penelitian ini perhitungan pencarian solusi optimal diperoleh dengan menggunakan bantuan Solver Microsoft Excel. Berdasarkan solusi optimal ini maka dapat ditentukan pemasok terbaik.

Hasil dan Pembahasan

Hasil pengumpulan data, pengolahan data, dan pembahasan disajikan berikut ini.

Pengumpulan Data

Berdasarkan catatan bulan Juli – Oktober pada Bagian *Purchasing* maka didapatkan data sebagai berikut. Tabel 1 menunjukkan data kekurangan barang dan Tabel 2 memperlihatkan data banyak produk cacat yang diterima dari pemasok. Tabel 3 menunjukkan data performansi pemasok berdasarkan kriteria pengiriman. Jika pemasok mengirim tepat waktu maka diberi nilai nol, jika mengirimkan lebih cepat dari waktu yang disepakati maka ditulis dengan angka positif, dan jika lebih lambat dari waktu yang disepakati ditulis dengan angka negatif. Walaupun diberi angka positif, tetap pemasok akan dikenakan biaya penalty. Di sini dipakai satuan minggu sebagai acuan.

Tabel 1. Data kekurangan barang

| Bulan | Pemasok | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Pemasok 1 | Pemasok 2 | Pemasok 3 |
| Juli | 1 | 0 | 0 |
| Agustus | 0 | 0 | 0 |
| September | 0 | 0 | 1 |
| Oktober | 1 | 0 | 0 |

Tabel 2. Data banyak produk cacat yang diterima

| Bulan | Pemasok | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Pemasok 1 | Pemasok 2 | Pemasok 3 |
| Juli | 0 | 0 | 0 |
| Agustus | 1 | 0 | 1 |
| September | 1 | 0 | 0 |
| Oktober | 0 | 1 | 0 |

Tabel 3. Data performansi pengiriman

| Bulan | Pemasok | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Pemasok 1 | Pemasok 2 | Pemasok 3 |
| Juli | 0 | 1 | 0 |
| Agustus | 0 | 0 | 0 |
| September | 0 | 0 | -1 |
| Oktober | 0 | 0 | 1 |

Tabel 4. Batas spesifikasi kriteria

| Kriteria | Target | Toleransi |
|--|--------------------------|--|
| Kelengkapan 0 - sesuai kriteria Barang | | Maks 3 |
| Kualitas | 0 - tidak ada yang cacat | Maks 3 |
| Pengiriman | 0 - sesuai hari H | Lebih cepat 2 unit waktu, paling lambat 4 unit waktu |

Tabel 5. Penalti untuk pelanggaran

| Kriteria | Penalti |
|--------------------|-----------------|
| Kelengkapan Barang | Rp 1.250.000,00 |
| Kualitas | Rp 1.250.000,00 |
| Pengiriman | Rp 1.850.000,00 |

Tabel 6. Rekapitulasi nilai *loss* pemasok untuk setiap kriteria

| Kriteria | Pemasok | | |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|
| | Pemasok 1 | Pemasok 2 | Pemasok 3 |
| Kelengkapan Barang | Rp 69.444,44 | Rp 0,00 | Rp 0,00 |
| Kualitas | Rp 69.444,44 | Rp 34.722,22 | Rp 34.722,22 |
| Pengiriman | Rp 0,00 | Rp 34.722,22 | Rp 34.722,22 |

Tabel 7. Taguchi *loss* masing-masing pemasok

| Pemasok | Weighted Taguchi Loss | Normalized Weighted Taguchi Loss |
|-----------|-----------------------|----------------------------------|
| Pemasok 1 | Rp 63.659,17 | 0,47 |
| Pemasok 2 | Rp 27.529,86 | 0,20 |
| Pemasok 3 | Rp 43.870,18 | 0,33 |

Batas spesifikasi kriteria serta penalti yang diberikan kepada pemasok apabila terjadi pelanggaran terhadap peraturan yang ditetapkan dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5. Batas-batas spesifikasi dan penalti pelanggaran ditentukan oleh perusahaan

sesuai dengan kontrak yang disepakati bersama pemasok berdasarkan keterangan dari Kepala Bagian *Purchasing*.

Pengolahan Data

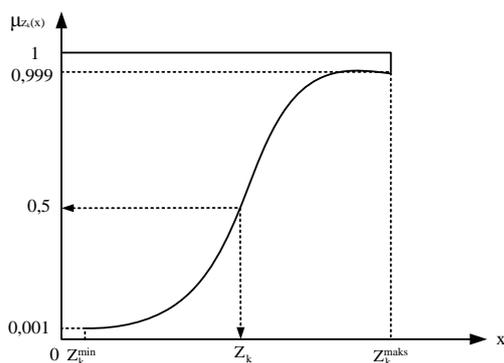
Perhitungan bobot lokal kriteria diawali dengan perbandingan berpasangan kriteria pemilihan pemasok, yang menghasilkan total nilai secara berurutan untuk Kelengkapan Barang, Kualitas, dan Pengiriman adalah 6,33; 1,34; dan 11,00. Bobot lokal kriteria secara berurutan untuk Kelengkapan Barang, Kualitas, dan Pengiriman adalah 0,19; 0,73; dan 0,08.

Perhitungan rasio konsistensi menghasilkan CR = 0,06. Karena nilai CR ≤ 0,1 maka hasil evaluasi dapat diterima.

Proses yang sama dilakukan untuk melihat bobot lokal pemasok, yang menghasilkan nilai CR untuk masing-masing kriteria secara berurutan untuk Kelengkapan Barang, Kualitas, dan Pengiriman adalah 0,01; 0,05; dan 0,03. Diperoleh nilai CR ≤ 0,1 maka hasil evaluasi dapat diterima.

Rekapitulasi nilai *loss* pemasok untuk setiap kriteria dapat dilihat pada Tabel 6. Hasil perhitungan dari *weighted* Taguchi *loss* serta normalisasi untuk masing-masing pemasok dapat dilihat pada Tabel 7. Nilai dari normalisasi *weighted* Taguchi *loss* digunakan untuk menentukan skor masing-masing pemasok.

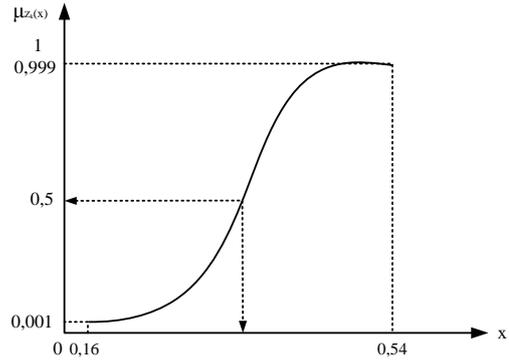
Fungsi keanggotaan pada kurva S untuk Persamaan (1) direpresentasikan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Representasi Fungsi Keanggotaan Kurva S

Tabel 8. Rekapitulasi Z_k^{min} dan Z_k^{max} masing-masing fungsi tujuan

| Notasi | Kriteria | Z_k^{min} | Z_k^{max} |
|--------|--------------------|-------------|-------------|
| Z_1 | Kelengkapan Barang | 0,16 | 0,54 |
| Z_2 | Kualitas | 0,14 | 0,52 |
| Z_3 | Pengiriman | 0,11 | 0,63 |
| Z_4 | Quality loss | 0,20 | 0,47 |



Gambar 2. Representasi fungsi keanggotaan Z_1

Berdasarkan Model program linear *fuzzy* kriteria majemuk untuk kasus pemilihan pemasok *pressure gauge* sebagai berikut:

$$\text{Max } Z_1 = 0,16 x_1 + 0,54 x_2 + 0,30 x_3 \tag{9}$$

$$\text{Max } Z_2 = 0,14 x_1 + 0,52 x_2 + 0,34 x_3 \tag{10}$$

$$\text{Max } Z_3 = 0,63 x_1 + 0,26 x_2 + 0,11 x_3 \tag{11}$$

$$\text{Max } Z_4 = 0,47 x_1 + 0,20 x_2 + 0,33 x_3 \tag{12}$$

Batasan:

$$x_1 + x_2 + x_3 = 1 \tag{13}$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0 \tag{14}$$

Pencarian nilai batas atas dan batas bawah fungsi tujuan dilakukan maksimasi dan minimasi fungsi tujuan dengan menggunakan *software* Lindo 6.0, yang dapat dilihat pada Tabel 8.

Fungsi keanggotaan masing-masing fungsi tujuan memaksimalkan prioritas pemasok dan meminimasi nilai *loss* berdasarkan kriteria. Fungsi keanggotaan tersebut dijabarkan sebagai berikut:

Fungsi keanggotaan Z_1 adalah:

$$\mu_{z_1}(x) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } Z_1(x) < 0,16 \\ 0,001 & \text{untuk } Z_1(x) = 0,16 \\ \frac{B}{1 + e^{a(\frac{0,54 - Z_1(x)}{0,54 - 0,16})}} & \text{untuk } 0,16 < Z_1(x) < 0,54 \\ 0,999 & \text{untuk } Z_1(x) = 0,54 \\ 1 & \text{untuk } Z_1(x) > 0,54 \end{cases} \tag{15}$$

Fungsi keanggotaan masing-masing fungsi tujuan memaksimalkan prioritas pemasok dan meminimasi nilai *loss* berdasarkan kriteria. Nilai fungsi keanggotaan menunjukkan tingkat penerimaan dari masing-masing nilai Z_i . Fungsi keanggotaan Z_1 direpresentasikan pada Gambar 2. Selanjutnya untuk representasi fungsi keanggotaan Z_2 , Z_3 , dan Z_4 dilakukan dengan cara yang sama.

Fungsi keanggotaan Z_2 adalah:

$$\mu_{z_2}(x) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } Z_2(x) < 0,14 \\ 0,001 & \text{untuk } Z_2(x) = 0,14 \\ \frac{B}{1 + e^{a(\frac{0,52 - Z_2(x)}{0,52 - 0,14})}} & \text{untuk } 0,14 < Z_2(x) < 0,52 \\ 0,999 & \text{untuk } Z_2(x) = 0,52 \\ 1 & \text{untuk } Z_2(x) > 0,52 \end{cases} \tag{16}$$

Fungsi keanggotaan Z_3 adalah:

$$\mu_{z_3}(x) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } Z_3(x) < 0,11 \\ 0,001 & \text{untuk } Z_3(x) = 0,11 \\ \frac{B}{1+Ce^{\alpha\left(\frac{0,63-Z_3(x)}{0,63-0,11}\right)}} & \text{untuk } 0,11 < Z_3(x) < 0,63 \\ 0,999 & \text{untuk } Z_3(x) = 0,63 \\ 1 & \text{untuk } Z_3(x) > 0,63 \end{cases} \quad (17)$$

Fungsi keanggotaan Z_4 adalah:

$$\mu_{z_4}(x) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } Z_4(x) < 0,20 \\ 0,001 & \text{untuk } Z_4(x) = 0,20 \\ \frac{B}{1+Ce^{\alpha\left(\frac{0,47-Z_4(x)}{0,47-0,20}\right)}} & \text{untuk } 0,20 < Z_4(x) < 0,47 \\ 0,999 & \text{untuk } Z_4(x) = 0,47 \\ 1 & \text{untuk } Z_4(x) > 0,47 \end{cases} \quad (18)$$

Setelah fungsi keanggotaan setiap fungsi tujuan diperoleh maka dapat dirancang model Taguchi loss function-Fuzzy AHP sebagai berikut:

$$\text{Max } Z_1 = 0,16 x_1 + 0,54 x_2 + 0,30 x_3 \geq Z_1^0 \quad (19)$$

$$\text{Max } Z_2 = 0,14 x_1 + 0,52 x_2 + 0,34 x_3 \geq Z_2^0 \quad (20)$$

$$\text{Max } Z_3 = 0,63 x_1 + 0,26 x_2 + 0,11 x_3 \geq Z_3^0 \quad (21)$$

$$\text{Max } Z_4 = 0,47 x_1 + 0,20 x_2 + 0,33 x_3 \geq Z_4^0 \quad (22)$$

$$x_1 + x_2 + x_3 = 1 \quad (23)$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0 \quad (24)$$

Di sini Z_k^0 adalah nilai yang ingin dicapai oleh pengambil keputusan, yaitu Z_k^{max} untuk $k = 1, 2$ dan Z_k^{min} untuk $k = 3, 4$.

Model Taguchi-FuzzyAHP dengan fungsi tujuan tunggal

$$\text{Max } w_1(0,19\lambda_1 + 0,72\lambda_2 + 0,08\lambda_3) + w_2(\lambda_4) \quad (25)$$

Batasan:

$$\lambda_1 \leq \frac{B}{1+Ce^{\alpha\left(\frac{Z_k^{\text{max}}-Z_k(x)}{Z_k^{\text{maks}}-Z_k^{\text{min}}}\right)}} \quad (26)$$

Di sini w_j ditentukan berdasarkan hasil diskusi antara peneliti dengan kepala bagian *purchasing*, yaitu $w_1 = 0,7$ dan $w_2 = 0,3$. Nilai λ_k merupakan minimasi dari nilai fungsi tujuan $\mu_{z_k}(x)$ sehingga nilai λ_k harus lebih kecil atau sama dengan $\mu_{z_k}(x)$, nilai λ_k berada dalam rentang 0 sampai 1, sebagaimana halnya dengan $\mu_{z_k}(x)$.

Nilai batas atas dan batas bawah masing-masing kriteria dimasukkan dalam persamaan di atas. Sehingga menjadi persamaan berikut:

$$\text{Max } 0,13\lambda_1 + 0,50\lambda_2 + 0,06\lambda_3 + 0,30\lambda_4 \quad (27)$$

Batasan:

$$\lambda_1 + 0,001\lambda_1 e^{(19,84-6,03x_1-19,84x_2-10,94x_3)} \leq 1 \quad (28)$$

$$\lambda_2 + 0,001\lambda_2 e^{(18,91-5,10x_1-18,91x_2-12,26x_3)} \leq 1 \quad (29)$$

$$\lambda_3 + 0,001\lambda_3 e^{(16,82-16,82x_1-6,92x_2-2,82x_3)} \leq 1 \quad (30)$$

$$\lambda_4 + 0,001\lambda_4 e^{(24,11-24,04x_1-10,23x_2-16,88x_3)} \leq 1 \quad (31)$$

$$x_1 + x_2 + x_3 = 1 \quad (32)$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0 \quad (33)$$

$$0 \leq \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4 \leq 1 \quad (34)$$

Setelah model Taguchi loss function-fuzzy AHP dirancang, selanjutnya dengan menggunakan *Solver Microsoft excel* didapatkan nilai $x_1 = 0$, $x_2 = 1$ dan $x_3 = 0$. x_2 menunjukkan nilai pemasok 2, maka pemasok yang terpilih adalah pemasok 2.

Masing-masing nilai x tersebut jika disubstitusikan ke fungsi tujuan Persamaan (9)-(12) diperoleh hasil berikut: $Z_1 = 0,54$; $Z_2 = 0,52$; $Z_3 = 0,26$; $Z_4 = 0,20$

Nilai Z_i tersebut menunjukkan prioritas masing-masing kriteria pemilihan pemasok. Nilai fungsi keanggotaan fungsi tujuan $\mu_{z_i}(x)$ masing-masing fungsi tujuan diperoleh dari nilai-nilai λ_i , berikut adalah nilai-nilai tersebut:

$$\mu_{z_1}(x) = \lambda_1 = 0,999; \mu_{z_2}(x) = \lambda_2 = 0,999$$

$$\mu_{z_3}(x) = \lambda_3 = 0,999; \mu_{z_4}(x) = \lambda_4 = 0,999$$

Nilai fungsi keanggotaan menunjukkan tingkat penerimaan dari masing-masing nilai Z_i . Dari nilai-nilai $\mu_{z_i}(x)$ di atas dapat dilihat bahwa prioritas kriteria masing-masing pemasok berada pada tingkat maksimumnya karena nilai Z yang dihasilkan mencapai 0,99.

Simpulan

Penelitian ini telah berhasil mengintegrasikan Taguchi Loss Function dengan Fuzzy AHP untuk memilih pemasok terbaik dengan memperhatikan beberapa kriteria. Model yang dihasilkan telah dicobakan pada PT. CCBICS untuk memilih pemasok *pressure gauge*, menggunakan kriteria kelengkapan, kualitas, dan pengiriman. Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis dapat ditarik kesimpulan bahwa dengan menggunakan integrasi Taguchi loss function dengan Fuzzy-AHP pemasok *pressure gauge* yang terpilih untuk PT. CCBICS adalah pemasok 2.

Penelitian ini adalah awal dari serangkaian penelitian yang akan dilakukan. Penelitian lanjutan adalah mengintegrasikan Taguchi Loss Function dengan AHP - Fuzzy Multiobjective Integer Programming. Selain itu, akan dilakukan penelitian dengan menambahkan beberapa kriteria lain, antara lain kriteria faktor *benefit* dan kriteria lingkungan dalam proses pemilihan pemasok.

Daftar Pustaka

- Amid, A., Ghodsypour, S. H., and O'Brien, C., Fuzzy Multiobjective Linear Model for Supplier Selection in a Supply Chain, *International Journal Production Economics*, 104, 2006, pp. 394–407.

2. Bayazit, O., Birsen, K., and Ayhan, Y., A Purchasing Decision: Selecting a Supplier for a Construction Company, *Journal System Science System Engineering* (Springer -Verlag), 15(2), 2006, pp. 217-231.
3. Güller, M. E., Incorporating Multi-Criteria Considerations into Supplier Selection Problem Using Analytical Hierarchy Process: A Case Study, *Journal of Yasar University*, 3(12), 2008, pp. 1787-1810.
4. Hwang, H. S., Moon, C., Chuang, C. L., and Chuang, M. J., Supplier Selection and Planning Model Using AHP, *International Journal of the Information Systems for Logistics and Management (IJISLM)*, 1(1), 2005, pp. 47-53.
5. Kethley, B., Waller, B., and Festervand, T., Improving Customer Service in The Real Estate Industry: A Property Selection Model Using Taguchi Loss Functions, *Total Quality Management*, 13(6), 2002, pp. 739-748.
6. Muralidharan C., Anantharaman N., and Deshmukh S. G., A Multi-Criteria Group Decision Making Model for Supplier Rating, *Journal of Supply Chain Management*, 38(4), 2002, pp. 22- 33.
7. Nydick R., and Hill R. P., Using the Analytic Hierarchy Process to Structure the Supplier Selection Procedure, *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 28(2), 1992, pp. 31-36.
8. Pi, W. N., and Low, C., Supplier Evaluation and Selection Using Taguchi Loss Functions, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 26, 2005, pp. 155–160.
9. Saaty, T. L., *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory*, RWS Publications, Pittsburgh, 1994.
10. Sadeghian, H. R., and Karami, E., Supplier Evaluation using Loss Function and AHP, *Proceedings of the 2010 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Dhaka, Bangladesh, January 9 – 10, 2010.
11. Sarkis, J., and Talluri, S., A Model for Strategic Supplier Selection, *Journal of Supply Chain Management*, 38(1), 2002, pp. 18-29.
12. Sevkli, M., Koh, S. C., Lenny, Zaim, S., Demirbag, M., and Tatoglu, E., Hybrid Analytical Hierarchy Process Model for Supplier Selection, *Journal of Industrial Management and Data Systems*, 108(1), 2008, pp. 122-142
13. Taguchi, G., Elsayed A. E., and Thomas C. S., *Quality Engineering In Production System*, Mc-Graw Hill Book Company, 1989.
14. Vasant, P. M., Decision Making using Modified S-Curve Membership Function in Fuzzy Linear Programming Problem, *Journal of Industrial Management and Data Systems*, 2, 2004, pp. 1-16.
15. Weber, C. A., and Ellram, L. M., Supplier Selection using Multi-objective Programming: A Decision Support System Approach, *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 23(2), 1993, pp. 3-15.
16. Zimmermann, H. J., Fuzzy Programming and Linear Programming with Several Objective Functions, *Journal of Fuzzy Sets and Systems*, 1, 1978, pp. 45-55.