Lampiran B-14

ISSN 1411 - 9129

INASEA

Jurnal Kajian Teknik dan Sistem Industri

(Industrial and System Engineering Assessment Journal)

Volume 7, Nomor 1, April 2006

Terakreditasi No. 39/DIKTI/Kep/2004

UNIVERSITAS
BINA NUSANTARA

INASEA	**Vol. 7**	**No. 1**	**Hal. 1-91**	**Jakarta April 2006**	**ISSN 1411 - 9129**

ISSN 1411-9129

INASEA

Volume 7 Nomor 1, April 2006

Subbiro Publikasi Ilmiah Bidang Teknik Industri Universitas Bina Nusantara

Alamat Redaksi:
Subcenter Publikasi Ilmiah Bidang Teknik Industri
Center for Research and Community Services
Universitas Bina Nusantara
Jl. Kemanggisan Ilir III No. 45 Kemanggisan/Palmerah, Jakarta Barat 11480
Telp. 021-5345830, 5327630 (ext. 6129) Fax. 021-5300244

ISSN 1411 - 9129

ISSN 1411-9129

INASEA

Volume 7 Nomor 1, April 2006

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR

Jurnal ***INASEA*** untuk penerbitan Vol. 7 No. 1, April 2006 berisi tujuh artikel yang membahas bidang teknik industri, meliputi analisis faktor yang mempengaruhi konsumen dalam memilih handphone, analisis keandalan komponen kritis Lift NPX-36000 untuk menentukan jadwal perawatan pencegahan yang optimum, pemodelan masalah transportasi dengan koefisien ongkos kabur, penentuan prioritas alternatif kebijakan sistem produksi berdasarkan pendekatan nonnumeric multiexperts multicriteria decision making: studi kasus PT X, pengukuran pengaruh variabel motivasi maslow terhadap produktivitas tenaga kerja langsung di PT SMII, perencanaan produksi disagregat: studi kasus produksi pakan ternak di PT Charoen Pokphand Indonesia Balaraja, usulan perancangan sistem penerangan pada new line 2B assembling unit PT Astra Honda Motor.

Jurnal ***INASEA*** ini merupakan hasil kerja penulis, tim redaksi, dan partisipasi segenap civitas akademika serta masyarakat yang menekuni bidang teknik industri. Mudah-mudahan jurnal ilmiah ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Jakarta, April 2006
Redaktur Utama

Prof. Dr. Gerardus Polla, M.App.Sc..

PEMODELAN MASALAH TRANSPORTASI DENGAN KOEFISIEN ONGKOS KABUR

Sani Susanto[1]; Dedy Suryadi[2]

ABSTRACT

Trasportation problem, elaborates the amount of sources which is able to supply resources in relation to the capacity limit. In the other side, there are amount of destinations that need resources supply based on its needs. If the delivery cost for one unit of resource, from the source to the destination is known, the total delivery cost will be minimum. This article takes a transportation issue in undëfinete delivery cost per unit, it means, it isn't a single numeral, but takes value from an interval.

Keywords: *problem identification, transportation problems, transportation*

ABSTRAK

Masalah Transportasi, memberikan sejumlah sumber yang masing-masing dapat memasok sejumlah sumber daya sesuai batas kapasitas. Di lain pihak, terdapat sejumlah tujuan, yang masing-masing memerlukan pasokan sejumlah sumber daya sesuai dengan kebutuhannya. Misalkan ongkos pengiriman per unit sumber daya, dari setiap sumber ke setiap tujuan diketahui, masalah Transportasi akan menentukan besarnya pasokan dari setiap sumber ke setiap tujuan, sehingga ongkos total pengiriman menjadi minimum. Artikel membuat model Masalah Transportasi dalam hal ongkos pengiriman per unit sumber daya bersıfat tidak tertentu, artinya, tidak merupakan sebuah bilangan tunggal, melainkan mengambil nilai pada suatu interval.

Kata kunci: *pemodelan masalah, masalah transportasi, transportasi*

[1, 2] **Kelompok Bidang Ilmu Management Science**
Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan

PENDAHULUAN

Masalah Transportasi adalah salah satu masalah optimasi yang dapat dikategorikan sebagai bentuk khusus dari Masalah Pemrograman Linier. Disebut demikian karena setiap Masalah Transportasi dapat dirumuskan sebagai Masalah Pemrograman Linier. Pada Masalah Transportasi, diberikan sejumlah sumber (*source*) yang masing-masing dapat memasok sejumlah sumber daya sesuai batas kapasitasnya. Di lain pihak, terdapat sejumlah tujuan (*destination*) yang masing-masing memerlukan pasokan sejumlah sumber daya sesuai dengan kebutuhannya. Misalkan ongkos pengiriman per unit sumber daya, dari setiap sumber ke setiap tujuan diketahui. Masalah Transportasi akan menentukan besarnya pasokan dari setiap sumber ke setiap tujuan sehingga ongkos total pengiriman menjadi minimum.

Masalah Transportasi yang selama ini banyak dibahas mensyaratkan nilai **tertentu** dari parameter ongkos pengiriman per unit sumber daya, dari setiap sumber ke setiap tujuan. Persyaratan itu sering kali tidak realistis karena parameter ongkos sering kali bersifat **kabur**. Artinya, besar ongkos tidak berupa sebuah bilangan tertentu, melainkan berada dalam suatu interval. Untuk itu, diperlukan pendekatan baru bagi perumusan Masalah Transportasi maupun pencarian solusinya. Masalah Transportasi dapat dirumuskan ke dalam Masalah Pemrograman Linier dan parameter ongkos pada Masalah Transportasi muncul sebagai koefisien fungsi objektif pada rumusan Masalah Pemrograman Liniernya. Oleh karena itu, Masalah Transportasi dengan parameter ongkos yang bersifat kabur dapat didekati dengan Model Pemrograman Linier dengan Koefisien Fungsi Objektif Kabur. Penelitian membahas perumusan Model Pemrograman Linier dengan Koefisien Fungsi Objektif Kabur bagi pendekatan Masalah Transportasi dalam hal parameter ongkos bersifat kabur nilainya.

PEMBAHASAN

Pemodelan Masalah Transportasi dengan parameter ongkos yang bersifat kabur memerlukan beberapa konsep sebagai landasan teorinya. Konsep yang dimaksud meliputi model umum bagi Masalah Transpotasi serta konsep bilangan kabur. Berikut ini adalah pembahasannya.

Masalah Transportasi

Masalah Transportasi dibentuk dari adanya hal berikut.

1. Terdapat sejumlah m-buah pemasok yang masing-masing memiliki kapasitas memasok suatu sumber daya dengan kapasitas yang terbatas, misalnya sebesar s_i

2. Terdapat sejumlah *n*-buah tujuan yang masing-masing memiliki sejumlah tertentu permintaan yang harus dipenuhi, misalnya sebesar d_j .
3. Terdapat ongkos muncul dari pengiriman satu unit sumber daya dari pemasok-*i* ke suatu tujuan-*j* sebesar c_{ij} satuan ongkos

Masalah Transportasi tersebut dapat dirumuskan dengan model matematis sebagai berikut.

Minimasi $$\sum_{i=1}^{i=m}\sum_{j=1}^{j=n} c_{ij}x_{ij} \quad (2.1)$$

terhadap kendala

$$\sum_{j=1}^{j=n} x_{ij} \le s_i \quad (2.2)$$

$$\sum_{i=1}^{i=m} x_{ij} \ge d_j \quad (2.3)$$

$$x_{ij} \ge 0 \quad (2.4)$$

dalam hal ini

- c_{ij}, disebut *koefisien ongkos* atau *parameter ongkos*, menyatakan ongkos untuk mengirim satu unit sumber daya dari pemasok i ke tujuan j.
- x_{ij} menyatakan banyaknya sumber daya yang dikirimkan dari pemasok i ke tujuan j.
- $\sum_{i=1}^{i=m}\sum_{j=1}^{j=n} c_{ij}x_{ij}$, disebut fungsi objektif dari Masalah Transportasi, menyatakan ongkos total untuk memenuhi kebutuhan pasokan bagi ke-i buah tujuan yang berasal dari ke-j nuah sumber
- s_i menyatakan jumlah sumber daya maksimum yang mungkin dipasok dari pemasok i
- d_j menyatakan jumlah sumber daya yang diminta oleh tujuan j
- jumlah pasokan sumber daya dari pemasok i ke seluruh tujuan dibatasi oleh jumlah sumber daya maksimum yang dimiliki pemasok, atau $\sum_{j=1}^{j=n} x_{ij} \le s_i$
- jumlah sumber daya yang diterima oleh tujuan j dari seluruh pemasok sekurang-kurangnya sama dengan permintaan tujuan, atau $\sum_{i=1}^{i=m} x_{ij} \ge d_j$
- i = 1,2,…,m (m = jumlah pemasok), dan j =1,2,...,n (m = jumlah tujuan).

Rumusan Masalah Transportasi dengan fungsi objektif (2.1) didasarkan pada asumsi bahwa parameter ongkos c_{ij} nilainya sudah tertentu, berupa sebuah bilangan tunggal. Realita sering kali menunjukkan bahwa sebenarnya nilai parameter ini tidak berupa bilangan tunggal, melainkan sering kali berada pada sebuah interval. Realita semacam ini dapat diakomodasi dengan membangun sebuah model yang baru bagi MT. Model baru itu mengizinkan pelanggaran asumsi ketertentuan dari nilai parameter c_{ij} dengan membolehkannya mengambil nilai pada suatu interval. Untuk itu, diperlukan konsep ***bilangan kabur***. Berikut ini adalah pembahasannya.

Bilangan Kabur

Ketika berbicara tentang jumlah roda pada sebuah sepeda motor, jumlah itu sudah tertentu, yaitu **tepat** 2 (dua) buah. Berbeda halnya dengan kedatangan koran langganan. Mungkin kita akan berkata s**ekitar** atau **kira-kira** atau **kurang lebih** pukul 5.30. Dalam dunia nyata, sering kali tidak memungkinkan untuk menggunakan frase **tepat sekian**, melainkan harus puas menggunakan beberapa frase berikut ini yang menggambarkan **ketidaktepatan**, seperti s**ekitar sekian**, **kira-kira sekian**, **hampir sekian**, **kurang lebih sekian,** dan sejenisnya.

Pada Matematika, terdapat konsep yang mengakomodasi situasi **ketidaktepatan**. Konsep tersebut dibangun oleh Lotfi Zadeh (1965) melalui tulisannya "Fuzzy Sets" pada jurnal internasional **Information Control** halaman 338-353 (Wang, 1997). Nama konsep itu bervariasi, ada yang menyebutnya **Fuzzy Logic, Fuzzy Sets**, **Fuzzy Mathematic**s. Istilah **fuzzy** pun belum mendapatkan keseragaman terjemahan. Beberapa terjemahan tersebut adalah **kabur**, **tidak tegas**, **halu**s. Dalam penelitian ini dipilih padanan **kabur** untuk kata **fuzzy**, dan konsep yang akan digunakan, adalah konsep **bilangan kabur** atau **fuzzy number**. Tinjau A, himpunan bilangan yang sama dengan 3, jadi A= {3}. Himpunan ini hanya memiliki sebuah anggota, yaitu 3. Himpunan ini dicirikan oleh fungsi berikut yang disebut **fungsi karakteristik** dari himpunan A, atau $\mu_A(x)$ yang persamaannya sebagai berikut.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1, \text{jika } x = 3 \\ 0, \text{jika } x \neq 3 \end{cases}$$

Fungsi karakteristik ini memberikan **derajat keanggotaan** pada setiap unsur di himpunan semesta. Misalnya, 3 memiliki derajat keanggotaan penuh, yaitu 1, terhadap A. Bilangan 5, 4,2,1 tak memiliki derajat keanggotaan, artinya derajat keanggotaannya terhadap A adalah 0. Bilangan 3.1; 3.01; 3.001; 2.999;2.99;2.9 sebenarnya cukup dekat nilainya terhadap 3, namun terhadap himpunan A bilangan itu berderajat keanggotaan 0. Himpunan yang hanya mengenal dua jenis relasi (**anggota** atau **bukan anggota**) antara suatu unsur dengan suatu himpunan disebut **himpunan tegas** (*crisp set*). Himpunan itu hanya mengenal dua macam derajat keanggotaan, yaitu keanggotaan penuh (*full membership*) dengan nilai fungsi karakteristik sebesar 1, serta ketidakanggotaan sama sekali (*full nonmembership*).

Berbeda dengan **himpunan tegas, himpunan kabur** (*fuzzy set*), mengenal konsep **keanggotaan sebagian** (*partial membership*). Contohnya, sekalipun tak sebesar derajat keanggotaan bilangan 3, bilangan 3.1 atau 2.9 masih mendapat semacam pengakuan untuk menjadi anggota himpunan A, misalnya, masing-masing dengan derajat keanggotaan 0.9. Bila himpunan nilai derajat keanggotaan himpunan tegas adalah himpunan biner {0,1} maka himpunan nilai derajat keanggotaan himpunan kabur adalah interval tertutup [0,1]. Himpunan bilangan yang nilainya s**ekitar (kira-kira**, **hampir**, **kurang lebih)** 3 adalah contoh himpunan kabur, disebut **bilangan kabur** 3. Ada dua jenis bilangan kabur yang biasa digunakan: **bilangan kabur segitiga** (*triangular fuzzy number*) dan **bilangan kabur trapesium** (*trapezoidal fuzzy number*) (Wang, 1997). Penelitian ini membahas jenis pertama.

Bilangan kabur segitiga c_{ij} , ditulis $\overline{c}_{ij}$, dengan **batas bawah** c_{ij}^{-} dan **batas atas** c_{ij}^{+} didefinisikan oleh fungsi keanggotaan segitiga berikut.

$$\mu_{c_{ij}}(x; c_{ij}^{-}, c_{ij}, c_{ij}^{+}) = \begin{cases} (x - c_{ij}^{-}) / (b - c_{ij}^{-}), \text{jika } c_{ij}^{-} \leq x < c_{ij} \\ (c_{ij}^{+} - x) / (c_{ij}^{+} - c_{ij}), \text{jika } c_{ij} \leq x \leq c_{ij}^{+} \\ 0, \text{jika } x > c_{ij}^{+} \text{ atau } x < c_{ij}^{-} \end{cases} \quad (2.5)$$

Bilangan kabur segitiga $\overline{c}_{ij}$ pada (2.5) sering dilambangkan dengan

$$\overline{c}_{ij} = (c_{ij}^{-}, c_{ij}, c_{ij}^{+}) \quad (2.6)$$

Sebagai contoh bilangan kabur segitiga 3, atau $\overline{3}$,secara subjektif, dapat didefinisikan melalui fungsi keanggotaan:

$$\overline{3} = \mu_3(x; 2.5, 3, 4) = \left\{ \begin{array}{l} 2(x - 2.5), \text{jika } 2.5 \leq x < 3 \\ -(4 - x), \text{ jika } 3 \leq x < 4 \\ 0, \text{jika } x > 4 \text{ atau } x < 2.5 \end{array} \right\} = (3^{-}, 3, 3^{+}) = (2.5, 3, 4)$$

Pada himpunan bilangan kabur segitiga 3, atau $\overline{3}$, derajat keanggotaan beberapa anggotanya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Beberapa Nilai Derajat Keanggotaan dari Himpunan Bilangan Kabur Segitiga 3

X	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3	3.2	3.4	3.6	3.8	4
$\mu_3(x;2.5,3,4)$	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1	0.8	0.6	0.4	0.2	0

Pemodelan Masalah Transportasi Kabur dan Usulan Solusinya

Tinjau Masalah Transportasi (2.1)-(2.4). Misalkan *koefisien ongkos* c_{ij} pada (2.1) tidak berupa bilangan tunggal yang tegas (*crisp*), melainkan berbentuk bilangan kabur (*fuzzy*), khususnya berbentuk bilangan kabur segitiga $\overline{c}_{ij}$, seperti didefinisikan pada persamaan (2.5). Untuk itu, perlu ditetapkan batas bawah dan batas atas bagi $\overline{c}_{ij}$, misalkan saja c_{ij}^{-} dan c_{ij}^{+}. Jadi, bilangan kabur segitiga $\overline{c}_{ij}$ dapat didefinisikan oleh fungsi keanggotaan berikut.

$$\mu_{c_{ij}}(x;c_{ij}^{-},c_{ij},c_{ij}^{+}) = \begin{cases} (x - c_{ij}^{-})/(c_{ij} - c_{ij}^{-}), \text{jika } c_{ij}^{-} \le x < c_{ij} \\ (c_{ij}^{+} - x)/(c_{ij}^{+} - c_{ij}), \text{jika } c_{ij} \le x \le c_{ij}^{+} \\ 0, \text{jika } x > c_{ij}^{+} \text{ atau } x < c_{ij}^{-} \end{cases} \quad (3.1)$$

Berikut ini adalah bahasan selengkapnya dari pemodelan Masalah Transportasi Kabur serta usulan solusinya.

Pemodelan Masalah Transportasi Kabur

Model bagi Masalah Transportasi (2.1)-(2.4) sebenarnya adalah model Pemrograman Linier. Pengembangan model (2.1)-(2.4) menjadi model bagi Masalah Transportasi dengan koefisien ongkos (koefisien fungsi objektif) c_{ij} yang kabur dapat didekati dengan Model Pemrograman Linier dengan Koefisien Fungsi Objektif Kabur.

Perumusan model Pemrograman Linier dengan Koefisien Fungsi Objektif Kabur, dapat dilihat pada (Susanto dan Adianto, 2005) sehingga penerapannya bagi perumusan Masalah Transportasi dengan Koefisien Ongkos Kabur adalah sebagai berikut.

Langkah-1: Tentukan Masalah Transportasi yang akan diubah ke dalam Model Pemrograman Linier dengan Koefisien Fungsi Objektif Kabur (*yaitu,* (2.1)-(2.4))

Langkah-2: Tentukan jenis bilangan kabur bagi koefisien ongkos (*yaitu*, (3.1))

Langkah-3: Tentukan:

a) $\mathbf{c} = (c_{11}...c_{1n};c_{21}...c_{2n};....;\ c_{i1}...c_{in};....;c_{m1}...c_{mn})$, yaitu vektor koefisien ongkos, dengan c_{ij} menyatakan ongkos yang "the most possible" bagi pengiriman satu unit sumber daya dari sumber ke-i menuju tujuan ke-j,

b) $\mathbf{c}^{-} = (c_{11}^{-}...c_{1n}^{-};c_{21}^{-}...c_{2n}^{-};....;\ c_{i1}^{-}...c_{in}^{-};....;c_{m1}^{-}...c_{mn}^{-})$, yaitu vektor batas bawah koefisien ongkos, dengan c_{ij}^{-} menyatakan batas bawah ongkos pengiriman satu unit sumber daya dari sumber ke-i menuju tujuan ke-j,

c) $\mathbf{c}^{+} = (c_{11}^{+}...c_{1n}^{+};c_{21}^{+}...c_{2n}^{+};....;\ c_{i1}^{+}...c_{in}^{+};....;c_{m1}^{+}...c_{mn}^{+})$, yaitu vektor batas bawah koefisien ongkos, dengan c_{ij}^{+} menyatakan batas atas ongkos pengiriman satu unit sumber daya dari sumber ke-i menuju tujuan ke-j.

Langkah-4: Rumuskan pemrograman linier bertujuan majemuk berfungsi objektif meminimumkan nilai bilangan kabur segitiga sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &\text{minimasi } z = (\mathbf{c}^{-}\mathbf{x}, \mathbf{cx}, \mathbf{c}^{+}\mathbf{x}) \\ &\text{dengan kendala} \\ &\quad \mathbf{Ax} \leq, =, \geq \mathbf{b} \\ &\quad \mathbf{x} \geq \mathbf{0} \end{aligned} \tag{3.2}$$

Usulan Solusi Masalah Transportasi Kabur

Dalam hal koefisien ongkos c_{ij} pada Masalah Transportasi (2.1)-(2.4) merupakan bilangan kabur segitiga, maka masalah ini dapat dirumuskan menjadi masalah optimasi (3.2). Berikut ini adalah langkah penyelesaian masalah optimasi (3.2):

Langkah-1: *Untuk memecahkan (3.2) ubah masalah tersebut menjadi:*

$$\begin{gathered} \max z_1 = (\mathbf{c} - \mathbf{c}^{-})\mathbf{x}, \min z_2 = \mathbf{cx}, \min z_3 = (\mathbf{c}^{+} - \mathbf{c})\mathbf{x} \\ \text{dengan kendala} \\ \mathbf{Ax} \leq, =, \geq \mathbf{b} \\ \mathbf{x} \geq \mathbf{0} \end{gathered} \tag{3.3}$$

Langkah-2: *Untuk memecahkan masalah (3.3) ditempuh sub-langkah berikut ini:*

Sub-langkah 2-1:

Tentukan nilai-nilai berikut ini:

- $z_1^{min} = \min\limits_{\mathbf{x} \in X = \{\mathbf{x} | \mathbf{Ax} \leq, =, \geq \mathbf{b},\, \mathbf{x} \geq 0\}} (\mathbf{c} - \mathbf{c}^-)\mathbf{x}$ (3.4)

- $z_1^{max} = \max\limits_{\mathbf{x} \in X = \{\mathbf{x} | \mathbf{Ax} \leq, =, \geq \mathbf{b},\, \mathbf{x} \geq 0\}} (\mathbf{c} - \mathbf{c}^-)\mathbf{x}$ (3.5)

- $z_2^{max} = \max\limits_{\mathbf{x} \in X = \{\mathbf{x} | \mathbf{Ax} \leq, =, \geq \mathbf{b},\, \mathbf{x} \geq 0\}} \mathbf{cx}$ (3.6)

- $z_2^{min} = \min\limits_{\mathbf{x} \in X = \{\mathbf{x} | \mathbf{Ax} \leq, =, \geq \mathbf{b},\, \mathbf{x} \geq 0\}} \mathbf{cx}$ (3.7)

- $z_3^{max} = \max\limits_{\mathbf{x} \in X = \{\mathbf{x} | \mathbf{Ax} \leq, =, \geq \mathbf{b},\, \mathbf{x} \geq 0\}} (\mathbf{c}^+ - \mathbf{c})\mathbf{x}$ (3.8)

- $z_3^{min} = \min\limits_{\mathbf{x} \in X = \{\mathbf{x} | \mathbf{Ax} \leq, =, \geq \mathbf{b},\, \mathbf{x} \geq 0\}} (\mathbf{c}^+ - \mathbf{c})\mathbf{x}$ (3.9)

Sub-langkah 2-2:

Definisikan ketiga fungsi keanggotaan berikut:

$$\mu_{z_1}(\mathbf{x}) = \begin{cases} 0 & \text{, jika } (\mathbf{c} - \mathbf{c}^-)\mathbf{x} \leq z_1^{min} \\ \dfrac{(\mathbf{c} - \mathbf{c}^-)\mathbf{x} - z_1^{min}}{z_1^{max} - z_1^{min}} & \text{, jika } z_1^{min} \leq (\mathbf{c} - \mathbf{c}^-)\mathbf{x} \leq z_1^{max} \\ 1 & \text{, jika } (\mathbf{c} - \mathbf{c}^-)\mathbf{x} \geq z_1^{max} \end{cases} \tag{3.10}$$

$$\mu_{z_2}(\mathbf{x}) = \begin{cases} 0 & \text{, jika } \mathbf{cx} \geq z_2^{max} \\ \dfrac{z_2^{max} - \mathbf{cx}}{z_2^{max} - z_2^{min}} & \text{, jika } z_2^{min} \leq \mathbf{cx} \leq z_2^{max} \\ 1 & \text{, jika } \mathbf{cx} \leq z_2^{min} \end{cases} \tag{3.11}$$

$$\mu_{z_3}(\mathbf{x}) = \begin{cases} 0 & \text{, jika } (\mathbf{c}^+ - \mathbf{c})\mathbf{x} \geq z_3^{max} \\ \dfrac{z_3^{max} - (\mathbf{c}^+ - \mathbf{c})\mathbf{x}}{z_3^{max} - z_3^{min}} & \text{, jika } z_3^{min} \leq (\mathbf{c}^+ - \mathbf{c})\mathbf{x} \leq z_3^{max} \\ 1 & \text{, jika } (\mathbf{c}^+ - \mathbf{c})\mathbf{x} \leq z_3^{min} \end{cases} \tag{3.12}$$

Sub-langkah 2-3:
Definisikan masalah PL berikut ini.

$$\max_{\mathbf{x} \in X = \{\mathbf{x} | \mathbf{Ax} \leq \mathbf{b}, \mathbf{x} \geq 0\}} \min \{\mu_{z_1}(\mathbf{x}), \mu_{z_2}(\mathbf{x}), \mu_{z_3}(\mathbf{x})\} \quad (3.13)$$

dan definisikan pula

$$\alpha = \min \{\mu_{z_1}(\mathbf{x}), \mu_{z_2}(\mathbf{x}), \mu_{z_3}(\mathbf{x})\} \quad (3.14)$$

Sub-langkah 2-4:
Dapatkan masalah berikut (yang ekivalen dengan masalah Sub-langkah 2-3):

$$\max \alpha \quad (3.15)$$

dengan kendala

$$\mu_{z_1}(\mathbf{x}) \geq \alpha \quad \text{atau} \quad (\mathbf{c} - \mathbf{c}^-)\mathbf{x} - \alpha(z_1^{max} - z_1^{min}) \geq z_1^{min} \quad (3.16)$$

$$\mu_{z_2}(\mathbf{x}) \geq \alpha \quad \text{atau} \quad \mathbf{cx} + \alpha(z_2^{max} - z_2^{min}) \leq z_2^{max} \quad (3.17)$$

$$\mu_{z_3}(\mathbf{x}) \geq \alpha \quad \text{atau} \quad (\mathbf{c}^+ - \mathbf{c})\mathbf{x} + \alpha(z_3^{max} - z_3^{min}) \leq z_3^{max} \quad (3.18)$$

$$\mathbf{Ax} \leq, =, \geq \mathbf{b} \quad (3.19)$$

$$0 \leq \alpha \leq 1 \quad (3.20)$$

$$\mathbf{x} \geq \mathbf{0} \quad (3.21)$$

Ilustrasi Numerik Pemodelan Masalah Transportasi dengan Koefisien Ongkos Kabur, Penyelesaian, Serta Interpretasinya

Untuk memperjelas langkah pembentukan dan penyelesaian Masalah Transportasi dengan Koefisien Ongkos Kabur, akan digunakan masalah Powerco (Winston, 2003) sebagai contohnya. Masalah Powerco adalah masalah transportasi dengan koefisien ongkos yang sifatnya *crisp* atau berupa bilangan yang nilainya tunggal. Masalah ini akan dikembangkan menjadi Model Pemrograman Linier dengan Koefisien Fungsi Objektif Kabur, dalam hal koefisien ongkos tidak lagi berupa bilangan yang nilainya tunggal, melainkan mengambil nilai pada suatu interval.

Powerco memiliki tiga pembangkit listrik yang memasok kebutuhan listrik di empat kota. Kemampuan maksimum tiap pembangkit (kwh), puncak kebutuhan listrik tiap kota (kwh), dan ongkos pengiriman listrik dari tiap pembangkit ke tiap kota (\$/kwh) dicantumkan pada Tabel-2. Powerco bertujuan memenuhi puncak kebutuhan listrik semua kota dengan ongkos minimum.

Tabel 2 Ongkos Pengiriman, Pasokan, dan Permintaan Powerco

Dari	Ke (\$/juta kwh)				Pasokan
	Kota 1	Kota 2	Kota 3	Kota 4	(juta kwh)
Pembangkit 1	8	6	10	9	35
Pembangkit 2	9	12	13	7	50
Pembangkit 3	14	9	16	5	40
Permintaan (juta kwh)	45	20	30	30	

Masalah Powerco di atas dirumuskan menjadi Masalah Pemograman Linier dengan langkah berikut.

- mendefinisikan **variabel keputusan**nya, yaitu

  x_{ij} = jumlah kwh listrik yang akan dikirim dari pembangkit i ke kota j
- menentukan **fungsi tujuan**nya, yaitu meminimasi

$$z = 8x_{11}+6x_{12}+10x_{13}+9x_{14}+9x_{21}+12x_{22}+13x_{23}+7x_{24}+14x_{31}+9x_{32}+16x_{33}+5x_{34} \quad (4.1)$$

- merumuskan **kendala-kendala**nya, yaitu

$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} \leq 35$ (kendala pasokan maksimum Pembangkit 1) (4.2)
$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} \leq 50$ (kendala pasokan maksimum Pembangkit 2) (4.3)
$x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} \leq 40$ (kendala pasokan maksimum Pembangkit 3) (4.4)
$x_{11} + x_{21} + x_{31} \geq 45$ (kendala terpenuhinya kebutuhan Kota 1) (4.5)
$x_{12} + x_{22} + x_{32} \geq 20$ (kendala terpenuhinya kebutuhan Kota 2) (4.6)
$x_{13} + x_{23} + x_{33} \geq 30$ (kendala terpenuhinya kebutuhan Kota 3) (4.7)
$x_{14} + x_{24} + x_{34} \geq 30$ (kendala terpenuhinya kebutuhan Kota 4) (4.8)
$x_{ij} \geq 0$ (i = 1,2,3; j = 1,2,3,4) (kendala nonnegativitas) (4.9)

Solusi masalah Powerco, didapat dengan bantuan perangkat lunak WinQSB, adalah:

$$z=1020,\ x_{12}=10, x_{13}=25, x_{21}=45, x_{23}=5, x_{32}=10, x_{34}=30, x_{11}=x_{14}=x_{22}=x_{24}=0.$$

Berikut ini adalah langkah pembentukan Masalah Transportasi dengan Koefisien Ongkos Kabur bagi masalah Powerco.

Langkah Pembentukan Model Pemograman Linier dengan Koefisien Fungsi Objektif Kabur

Seperti telah diungkapkan sebelumnya, terdapat empat langkah yang diusulkan untuk pembentukan Masalah Transportasi dengan Koefisien Ongkos Kabur bagi masalah Powerco. Implementasi dari keempat langkah tersebut adalah sebagai berikut.

Langkah-1: Langkah ini menentukan Masalah Transportasi yang akan diubah menjadi Masalah Transportasi dengan Koefisien Ongkos Kabur. Dalam hal ini dipilih masalah Powerco, dengan fungsi objektif (4.1) dan kendala (4.2)-(4.9)

Langkah-2: Langkah ini menentukan jenis bilangan kabur bagi koefisien ongkos. Untuk kasus Powerco, dipilih bilangan kabur segitiga sebagai berikut.

$$\overline{c_{11}} = \mu_{c_{11}}(x;7.5,8,9) = \begin{cases} (x-7.5)/0.5, \text{ jika } 7.5 \le x < 8 \\ (9 - x), \text{ jika } 8 \le x \le 9 \\ 0, \text{ jika } x > 9 \text{ atau } x < 7.5 \end{cases}$$

$$\overline{c_{12}} = \mu_{c_{12}}(x;5.5,6,7) = \begin{cases} (x-5.5)/0.5, \text{ jika } 5.5 \le x < 6 \\ (7 - x), \text{ jika } 6 \le x \le 7 \\ 0, \text{ jika } x > 7 \text{ atau } x < 5.5 \end{cases}$$

$$\overline{c_{13}} = \mu_{c_{31}}(x;9.5,10,11) = \begin{cases} (x-9.5)/0.5, \text{ jika } 9.5 \le x < 10 \\ (11 - x), \text{ jika } 10 \le x \le 11 \\ 0, \text{ jika } x > 11 \text{ atau } x < 9.5 \end{cases}$$

$$\overline{c_{14}} = \mu_{c_{14}}(x;8.5,9,10) = \begin{cases} (x-8.5)/0.5, \text{ jika } 8.5 \le x < 9 \\ (10 - x), \text{ jika } 9 \le x \le 10 \\ 0, \text{ jika } x > 10 \text{ atau } x < 8.5 \end{cases}$$

$$\overline{c_{21}} = \mu_{c_{21}}(x;8.5,9,10) = \begin{cases} (x-8.5)/0.5, \text{ jika } 8.5 \le x < 9 \\ (10 - x), \text{ jika } 9 \le x \le 10 \\ 0, \text{ jika } x > 10 \text{ atau } x < 8.5 \end{cases}$$

$$\overline{c_{22}} = \mu_{c_{22}}(x;11,12,14) = \begin{cases} (x - 11), \text{ jika } 11 \le x < 12 \\ (14 - x)/2, \text{ jika } 12 \le x \le 14 \\ 0, \text{ jika } x > 14 \text{ atau } x < 11 \end{cases}$$

$$\overline{c_{23}} = \mu_{c_{23}}(x;12,13,15) = \begin{cases} (x - 12), \text{ jika } 12 \le x < 13 \\ (15 - x)/2, \text{ jika } 13 \le x \le 15 \\ 0, \text{ jika } x > 15 \text{ atau } x < 12 \end{cases}$$

$$\overline{c_{24}} = \mu_{c_{24}}(x;6.5,7,8) = \begin{cases} (x-6.5)/0.5, \text{ jika } 6.5 \le x < 7 \\ (8 - x), \text{ jika } 7 \le x \le 8 \\ 0, \text{ jika } x > 8 \text{ atau } x < 6.5 \end{cases}$$

$$\overline{c_{31}} = \mu_{c_{31}}(x;13,14,16) = \begin{cases} (x - 13), \text{ jika } 13 \le x < 14 \\ (16 - x)/2, \text{ jika } 14 \le x \le 16 \\ 0, \text{ jika } x > 16 \text{ atau } x < 13 \end{cases}$$

$$\overline{c_{32}} = \mu_{c_{32}}(x;8.5,9,10) = \begin{cases} (x-8.5)/0.5, \text{ jika } 8.5 \le x < 9 \\ (10-x), \text{ jika } 9 \le x \le 10 \\ 0, \text{ jika } x > 10 \text{ atau } x < 8.5 \end{cases}$$

$$\overline{c_{33}} = \mu_{c_{33}}(x;15,16,18) = \begin{cases} (x-15), \text{ jika } 15 \le x < 16 \\ (18-x)/2, \text{ jika } 16 \le x \le 18 \\ 0, \text{ jika } x > 18 \text{ atau } x < 15 \end{cases}$$

$$\overline{c_{34}} = \mu_{c_{34}}(x;4.5,5,6) = \begin{cases} (x-4.5)/0.5, \text{ jika } 4.5 \le x < 5 \\ (6-x), \text{ jika } 5 \le x \le 6 \\ 0, \text{ jika } x > 6 \text{ atau } x < 4.5 \end{cases}$$

Langkah-3: Menentukan vektor-vektor **c, c**$^-$ dan **c**$^+$. Untuk kasus Powerco sebagai berikut.

$$\mathbf{c} = (8 \quad 6 \quad 10 \quad 9 \quad 9 \quad 12 \quad 13 \quad 7 \quad 14 \quad 9 \quad 16 \quad 5)$$

$$\mathbf{c}^- = (7.5 \quad 5.5 \quad 9.5 \quad 8.5 \quad 8.5 \quad 11 \quad 12 \quad 6.5 \quad 13 \quad 8.5 \quad 15 \quad 4.5)$$

$$\mathbf{c}^+ = (9 \quad 7 \quad 11 \quad 10 \quad 10 \quad 14 \quad 15 \quad 8 \quad 16 \quad 10 \quad 18 \quad 6)$$

Langkah-4: Untuk kasus Powerco, didapatkan MPL multiobjektif berikut.

$$\begin{aligned} \min z = (&7.5x_{11}+5.5x_{12}+9.5x_{13}+8.5x_{14}+8.5x_{21}+11x_{22}+12x_{23}+6.5x_{24}+13x_{31}+8.5x_{32}+15x_{33} + 4.5x_{34},\\ &8x_{11}+6x_{12}+10x_{13}+9x_{14}+9x_{21}+12x_{22}+13x_{23}+7x_{24} + 14x_{31} + 9x_{32} + 16x_{33} + 5x_{34}, \qquad (4.10)\\ &9x_{11} + 7x_{12} +11x_{13}+10x_{14}+ 10x_{21} + 14x_{22} + 15x_{23} + 8x_{24} + 16x_{31} + 10x_{32} + 18x_{33} +6x_{34}) \end{aligned}$$

dengan kendala (4.2)-(4.9).

Langkah Penyelesaian Model Pemograman Linier dengan Koefisien Fungsi Objektif Kabur

Terdapat dua langkah yang diusulkan untuk pemecahan masalah Model Pemograman Linier dengan Koefisien Fungsi Objektif Kabur bagi masalah Powerco. Implementasi dari kedua langkah tersebut adalah sebagai berikut.

Langkah-1: Mengubah masalah (4.10) dengan kendala (4.2)-(4.9) menjadi:

$$\max z_1 = (\mathbf{c} - \mathbf{c}^-)\mathbf{x}, \ \min z_2 = \mathbf{cx}, \ \min z_3 = (\mathbf{c}^+ - \mathbf{c})\mathbf{x}$$

dengan kendala (4.2)-(4.9), dan:

$(\mathbf{c} - \mathbf{c}^-)\mathbf{x} = 0.5x_{11}+0.5x_{12}+0.5x_{13}+0.5x_{14}+0.5x_{21}+x_{22}+x_{23}+0.5x_{24}+x_{31}+0.5x_{32}+x_{33}+0.5x_{34}$

$\mathbf{cx} = 8x_{11}+6x_{12}+10x_{13}+9x_{14}+9x_{21}+12x_{22}+13x_{23}+7x_{24}+14x_{31}+9x_{32}+16x_{33}+5x_{34}$

$(\mathbf{c}^+ - \mathbf{c})\mathbf{x} = x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{21} + 2x_{22} + 2x_{23} + x_{24} + 2x_{31} + x_{32} + 2x_{33} + x_{34}$

Langkah-2:

<u>Sub-langkah 2-1</u>:

Untuk kasus Powerco, didapatkan nilai berikut ini.

- $z_1^{\max} = \max\limits_{\mathbf{x}\in X=\{\mathbf{x}|\mathbf{Ax}\leq,=,\geq\, \mathbf{b},\, \mathbf{x}\geq 0\}} (\mathbf{c} - \mathbf{c}^-)\mathbf{x} = 107.5$
- $z_1^{\min} = \min\limits_{\mathbf{x}\in X=\{\mathbf{x}|\mathbf{Ax}\leq,=,>\, \mathbf{b},\, \mathbf{x}\geq 0\}} (\mathbf{c} - \mathbf{c}^-)\mathbf{x} = 62.5$
- $z_2^{\max} = \max\limits_{\mathbf{x}\in X=\{\mathbf{x}|\mathbf{Ax}\leq,=,\geq\, \mathbf{b},\, \mathbf{x}\geq 0\}} \mathbf{cx} = 1500$
- $z_2^{\min} = \min\limits_{\mathbf{x}\in X=\{\mathbf{x}|\mathbf{Ax}\leq,=,\geq\, \mathbf{b},\, \mathbf{x}\geq 0\}} \mathbf{cx} = 1020$
- $z_3^{\max} = \max\limits_{\mathbf{x}\in X=\{\mathbf{x}|\mathbf{Ax}\leq,=,\geq\, \mathbf{b},\, \mathbf{x}\geq 0\}} (\mathbf{c}^+ - \mathbf{c})\mathbf{x} = 215$
- $z_3^{\min} = \min\limits_{\mathbf{x}\in X=\{\mathbf{x}|\mathbf{Ax}\leq,=,\geq\, \mathbf{b},\, \mathbf{x}\geq 0\}} (\mathbf{c}^+ - \mathbf{c})\mathbf{x} = 125$

<u>Sub-langkah 2-2</u>:

Untuk kasus Powerco didapatkan:

$$\mu_{z_1}(\mathbf{x}) = \begin{cases} 0 & ,\ \text{jika } (\mathbf{c}-\mathbf{c}^-)\mathbf{x} \leq 62.5 \\ \dfrac{(\mathbf{c}-\mathbf{c}^-)\mathbf{x} - 62.5}{45} & ,\ \text{jika } 62.5 \leq (\mathbf{c}-\mathbf{c}^-)\mathbf{x} \leq 107.5 \\ 1 & ,\ \text{jika } (\mathbf{c}-\mathbf{c}^-)\mathbf{x} \geq 107.5 \end{cases} \tag{4.11}$$

$$\mu_{z_2}(\mathbf{x}) = \begin{cases} 0 & ,\ \text{jika } \mathbf{cx} \geq 1500 \\ \dfrac{1500 - \mathbf{cx}}{480} & ,\ \text{jika } 1020 \leq \mathbf{cx} \leq 1500 \\ 1 & ,\ \text{jika } \mathbf{cx} \leq 1020 \end{cases} \tag{4.12}$$

$$\mu_{z_3}(\mathbf{x}) = \begin{cases} 0 & ,\ \text{jika } (\mathbf{c}^+-\mathbf{c})\mathbf{x} \geq 215 \\ \dfrac{215 - (\mathbf{c}^+-\mathbf{c})\mathbf{x}}{90} & ,\ \text{jika } 125 \leq (\mathbf{c}^+-\mathbf{c})\mathbf{x} \leq 215 \\ 1 & ,\ \text{jika } (\mathbf{c}^+-\mathbf{c})\mathbf{x} \leq 125 \end{cases} \tag{4.13}$$

<u>Sub-langkah 2-3</u>:

Definisikan MPL berikut ini:

$$\max_{\mathbf{x}\in X=\{\mathbf{x}|\mathbf{Ax}\leq \mathbf{b},\, \mathbf{x}\geq 0\}} \min\left\{\mu_{z_1}(\mathbf{x}), \mu_{z_2}(\mathbf{x}), \mu_{z_3}(\mathbf{x})\right\}$$

dan

$$\alpha = \min\left\{\mu_{z_1}(\mathbf{x}), \mu_{z_2}(\mathbf{x}), \mu_{z_3}(\mathbf{x})\right\}$$

Sub-langkah 2-4:
Untuk kasus Powerco didapatkan masalah:

$$\max \alpha$$

dengan kendala:

$$0.5(x_{11}+x_{12}+x_{13}+x_{14}+x_{21})+x_{22}+x_{23}+0.5x_{24}+x_{31}+0.5x_{32}+x_{33}+0.5x_{34}-45\alpha \geq 62.5$$

$$8x_{11}+6x_{12}+10x_{13}+9x_{14}+9x_{21}+12x_{22}+13x_{23}+7x_{24}+14x_{31}+9x_{32}+16x_{33}+5x_{34}+480\alpha \leq 1500$$

$$x_{11}+x_{12}+x_{13}+x_{14}+x_{21}+2x_{22}+2x_{23}+x_{24}+2x_{31}+x_{32}+2x_{33}+x_{34}+90\alpha \leq 215$$

kendala (4.2)-(4.9)

$$0 \leq \alpha \leq 1$$

Interpretasi Penyelesaian Model Pemograman Linier dengan Koefisien Fungsi Objektif Kabur

Dengan bantuan perangkat lunak WinQSB didapatkan solusi terhadap MTKOK pada Sub-Langkah 2-4 pada Bab 4.2 sebagai berikut.

$\alpha = 0.5$, $x_{11} = 15$, $x_{12} = 0$, $x_{13} = 0$, $x_{14} = 20$, $x_{21} = 17.5$, $x_{22} = 2.5$, $x_{23} = 30$, $x_{24} = 0$, $x_{31} = 12.5$, $x_{32} = 17.5$, $x_{33} = 0$, $x_{34} = 10$

Artinya, Powerco disarankan untuk melakukan pengiriman listrik mengikuti Tabel 3 berikut.

Tabel 3 Saran Pengiriman Listrik dari Pembangkit ke Kota Tujuan untuk Masalah Powerco

Dari	Ke (kwh)				Jumlah Pasokan (juta kwh)
	Kota 1	Kota 2	Kota 3	Kota 4	
Pembangkit 1	15	0	0	20	35
Pembangkit 2	17.5	2.5	30	0	50
Pembangkit 3	12.5	17.5	0	10	40
Jumlah Permintaan (juta kwh)	45	20	30	30	

Bila saran pada Tabel 3 diikuti oleh Powerco, dari definisi z_1, z_2 dan z_3 pada (3.3) akan didapatkan nilai berikut.

- max $z_1 = 0.5x_{11}+0.5x_{12}+0.5x_{13}+0.5x_{14}+0.5x_{21}+x_{22}+x_{23}+0.5x_{24}+x_{31}+0.5x_{32}+x_{33}+0.5x_{34}=$ \$85
- min $z_2 = 8x_{11}+6x_{12}+10x_{13}+9x_{14}+9x_{21}+12x_{22}+13x_{23}+7x_{24}+14x_{31}+9x_{32}+16x_{33}+5x_{34}=$ \$1260
- min $z_3 = x_{11}+x_{12}+x_{13}+x_{14}+x_{21}+2x_{22}+2x_{23}+x_{24}+2x_{31}+x_{32}+2x_{33}+x_{34}=$ \$170

Berapakah *tingkat kepuasan* (*degree of satisfaction*) dari nilai z_1, z_2 dan z_3 dimata Powerco? Tingkat kepuasan dari z_1, z_2 dan z_3 diberikan oleh μ_{z_1}, μ_{z_2} dan μ_{z_3} seperti pada (4.11)-(4.13) sebagai berikut.

$$\mu_{z_1} = \frac{(c - c^-)x - 62.5}{45} = \frac{85 - 62.5}{45} = 0.5$$

$$\mu_{z_1} = \frac{(c - c^-)x - 62.5}{45} = \frac{85 - 62.5}{45} = 0.5$$

$$\mu_{z_2} = \frac{1500 - cx}{480} = \frac{1500 - 1260}{480} = 0.5$$

Sehingga dari definisi (3.14) didapatkan:

$$\alpha = \min\{0.5, 0.5, 0.5\} = 0.5$$

Artinya, dimata Powerco, tingkat kepuasan dari saran pengiriman pada Tabel 3 adalah 0.5.

Hal lain yang biasa diinterpretasikan dari solusi pada Tabel 3 adalah sebagai berikut. Di tengah ketidakmenentuan ongkos pengiriman listrik, *ongkos pengiriman minimum* yang dikeluarkan Powerco dijamin akan berkisar antara:

batas bawah = min z_2 – max z_1 = \$1260 – \$85 = \$1175

sampai dengan

batas atas = min z_2 + min z_3 = \$1260 + \$170 = \$1430

Ongkos minimum sebesar \$1175 adalah ongkos minimum ketika *the best case* terjadi. Ongkos minimum sebesar \$1430 adalah ongkos minimum ketika *the worst case*lah yang terjadi. Adapun *ongkos pengiriman minimum* yang bersifat paling boleh jadi (*the most possible, the most likely*) adalah sebesar:

min z_2= \$1260

PENUTUP

Simpulan

Langkah Pemodelan dan Penyelesaian Masalah Transportasi dengan Koefisien Ongkos berbentuk Bilangan Kabur Segitiga telah diuraikan. Langkah tersebut merumuskan Masalah Transportasi ke dalam Masalah Pemrograman Linier kemudian adanya parameter ongkos yang kabur menjadikan terbentuknya Masalah Pemrograman Linier dengan Koefisien Fungsi Objektif Kabur. Pencarian solusi dilakukan dengan cara mengubah Masalah Pemrograman Linier dengan Koefisien Fungsi Objektif Kabur menjadi Masalah Pemograman Linier biasa.

Model Pemrograman Linier dengan Koefisien Fungsi Objektif Kabur memiliki keunggulan atas masalah transportasi biasa. Keunggulan itu terletak pada kemampuannya untuk mengakomodasi kasus koefisien ongkos tidak lagi berupa bilangan tunggal, melainkan mengambil nilai pada suatu interval. Kemampuan mengakomodasi kasus ini menjadi penting karena sering kali pada realitanya koefisien ini dinyatakan dalam frase yang bersifat subjektif, seperti "sekitar", "kira-kira", "hampir" atau "kurang lebih".

Saran

Penelitian membahas pemodelan dan penyelesaian masalah transportasi dengan koefisien objektif berbentuk bilangan kabur segitiga. Dari bahasan ini dapat disampaikan beberapa butir saran penelitian lebih lanjut berikut ini.

1. Pemodelan dan Penyelesaian masalah serupa untuk kasus koefisien ongkos berupa bilangan kabur jenis lain, seperti bilangan kabur trapesium, bilangan kabur bahu kiri, bilangan kabur bahu kanan, dan lain-lain.
2. Penyusunan analisis sensitivitas serta bentuk dual dan analisis lebih lanjut dari Model Transportasi Kabur

DAFTAR PUSTAKA

Susanto, S. dan H. Adianto. 2005. "Pemodelan dan Penyelesaian Pemrograman Linier dengan Koefisien Fungsi Objektif Berbentuk Bilangan Kabur Segitiga." *Jurnal Ekonomi dan Komputer* (*terakreditasi* DIKTI). Edisi Agustus 2005 Nomor 2/Tahun XIII hal. 85-93, Universitas Gunadarma.

Wang, L.X. 1997. *A Course in Fuzzy Systems and Control*. London: Prentice-Hall Int.

Winston, W.L. 2003. *Operations Research: Applications and Algorithms*. Edisi-4. Belmont, California: International Thomson Publishing.

Pedoman Penulisan
Jurnal INASEA

1. Artikel ditulis dalam bahasa Indonesia/bahasa Inggris ragam tulis baku. Artikel ditik rapi menggunakan Microsoft Word versi 6.0 atau versi yang lebih baru dengan jenis huruf Times New Roman, font 11, jarak 1 (satu) spasi. Artikel dicetak pada kertas berukuran A4 dengan jumlah halaman berkisar 10-15 halaman beserta *file* artikel dalam disket ukuran 3,5". Artikel diserahkan ke Sekretariat Redaksi *Jurnal INASEA*, Subcenter Publikasi Ilmiah Bidang Teknik Industri, Center for Research and Community Services, Universitas Bina Nusantara dengan alamat Universitas Bina Nusantara, Kampus Kijang, Jl. Kemanggisan Ilir III No. 45, Kemanggisan/Palmerah, Jakarta Barat 11480, telp. (62-21) 532-7630 ext. 6129, Fax. (62-21) 530-0244, e-mail: hervhm@binus.ac.id.

2. Artikel dapat berupa hasil penelitian atau pengembangan ilmu dalam bidang teknik industri yang ditulis dalam ragam bahasa ilmiah dan belum pernah dimuat di media lain.

3. Artikel memuat **judul**, **nama penulis** beserta afiliasinya, **abstrak/abstract** (ditulis dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris maksimal 250 kata), **kata kunci/keywords**, **pendahuluan/introduction**, **pembahasan/discussion**, **penutup/conclusion**, **daftar pustaka/references**, dan **lampiran/appendices** (jika ada).

4. Tabel atau gambar yang terdapat dalam artikel diberi nomor urut, judul, dan sumbernya (jika mengutip dari sumber lain).

5. Kutipan dari referensi ditulis dengan cara berikut, misalnya untuk kutipan dari pokok pikiran pada halaman tertentu penulisannya adalah sebagai berikut (Gass, 1995:1). Jika kutipan adalah pokok pikiran dari seluruh isi buku penulisannya adalah sebagai berikut (Gass, 1995).

6. Daftar pustaka disusun secara alfabetis dengan cara penulisan sebagai berikut.
   a) Untuk buku; nama pengarang, tahun terbit, judul buku (dicetak miring), tempat terbit, dan nama penerbit.

      Smith, John Q., and Joseph Galloway. 1984. *Peace in*. Boston: Harper & Row.

   b) Untuk artikel di dalam buku dengan editor; nama pengarang, tahun terbit, judul karangan/artikel (dalam tanda petik " "), judul buku (dicetak miring), tempat terbit, nama penerbit, dan halaman artikel.
   c) Untuk artikel di dalam majalah/jurnal; nama pengarang, tahun terbit, Judul karangan/artikel (dalam tanda petik " "), judul majalah/jurnal, volume, no., dan halaman artikel.

      Jackson, Richard. 1979. "Running down the up escalator." *Australian Geographer* 14 (May): 175-184.

   d) Untuk kutipan yang diambil dari situs internet; nama pengarang, tahun terbit, judul tulisan/artikel (dalam tanda petik " "), tanggal akses, dan alamat situs tersebut.

      Massey, Tim; Ramesh Iyer. 1997. "*DSP Solutions for Telephony and Data/Facsimile Modems*," diakses 10 November 2002 dari www-s.ti.com/sc/psheets/spra073/spra073.pdf

7. Isi tulisan bukan tanggung jawab redaksi, redaksi berhak mengedit artikel tanpa mengubah arti.