

Joint Seminar

Japan-Indonesia Seminar on Technology Transfer & National Seminar on Industrial Systems Planning 2008

Technology Transfer and Industrial Competitiveness

Institut Teknologi Bandung
March 27-28, 2008

Dina Natalia Prayogo



Kelompok Keahlian
Sistem Industri dan Tekno Ekonomi
Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Bandung



Graduate School of Engineering
Graduate School for International Development and Cooperation
Collaborative Research Center
Hiroshima University





DAFTAR ISI

Kelompok A: Sistem Industri

A-1	Analisis Keterserapan Tenaga Kerja Pada Industri Kecil Dan Rumah Tangga (IKRT) di Wilayah Kabupaten Sleman Dengan Pendekatan Sistem Dinamik Agus Mansur, Farida Wulandari	1
A-2	Perencanaan Sistem Industri Kelapa Sawit Dengan Pendekatan Sistem Manajemen Terintegrasi Wawan Kurniawan	13
A-3	Model Peningkatan Daya Saing Industri Garam dengan Pendekatan Sistem Dinamis Ericha Fatma Yuniati, Dradjad Irianto	24
A-4	Pengembangan Model Logit Peningkatan Nilai Tambah Industri Pengolahan Kulit R. Bagus Seno Wulung, Lucia Diawati	34
A-5	Kajian Pengaruh Kenaikan Harga Energi Pada Pertumbuhan dan Efisiensi Industri Manufaktur di Indonesia Dengan Pendekatan Sistem Dinamis T. M. A. Ari Samadhi, Frelly R. M. Kaunang	44
A-6	Pendekatan Non Parametrik Dan Artificial Neural Network Untuk Sistem Peringatan Dini Krisis Komoditas Crude Palm Oil (Cpo) Ulil Hamida, Suprayogi	59
A-7	Analisis Rantai Nilai Industri Perikanan Laut (Studi Kasus: Klaster Industri Perikanan Tuna Kota Padang) Zelfiarti, Ali Basyah Siregar	71
A-8	Pengembangan Model Kebijakan Produktivitas dan Efisiensi Pada Industri Komponen Otomotif Dengan Pendekatan Model Dinamika Sistem Mursiti, Andi Cakravastia	82
A-9	Analisis Nilai Tambah Agroindustri Kelapa Studi Kasus: Agroindustri Kelapa di Kabupaten Ciamis Herry Rinaldi, Ali Basyah Siregar	97
A-10	Model Keterkaitan Nilai Tambah dan Kandungan Teknologi pada IKM Mebel di Propinsi DI.Yogyakarta Siti Rohmatul Umah, Iwan Inrawan Wiratmadja	107
A-11	Pengembangan Model Prediksi Daya Saing Ekspor Indonesia Dengan Menggunakan Indeks RCA (Revealed Comparative Advantage) Studi Kasus: Industri Pakaian Jadi (ISIC 181) dan Industri Kertas (ISIC 210) Triana Fatmawati, Lucia Diawati	117
A-12	Analisis Kontribusi Teknologi Pada Industri Komponen Elektronika Tri Sutanti, Ali Basyah Siregar	131
A-13	Usulan Kebijakan Peningkatan Efisiensi Industri Baja Studi Kasus: Produksi Crude Steel Indonesia & China Erwin Reynold Silalahi, Senator Nur Bahagia	144
A-14	Kebijakan Pengembangan Industri Tepung Tapioka Dengan Mempertimbangkan Aspek Ekonomi dan Lingkungan Studi Kasus : Industri Tepung Tapioka di Propinsi Lampung Dyah Wahyu P, Bermawi P. Iskandar	157
A-15	Pengembangan Model Analisis Kebijakan Industri Pengolahan Buah Menggunakan Metodologi Dinamika Sistem Riris Marito, Andi Cakravastia	169
A-16	Model Regresi Logit Biner untuk Sistem Peringatan Dini Krisis Ekonomi Suprayogi, Senator Nur Bahagia, Ali Basyah Siregar, Andi Cakravastia, Titah Yudhistira	181



Kelompok B: Manajemen Pengetahuan dan Teknologi

B-1	Evaluasi Efektivitas Implementasi Manajemen Pengetahuan Pada Sebuah Organisasi Penelitian & Pengembangan Badan Usaha Milik Negara Budhi Prihartono	193
B-2	Hubungan Antara Knowledge Sharing Capability Dan Absorptive Capacity (Kasus Industri Teknologi Informasi dan Komunikasi di Indonesia) Luciana Andrawina, Rajesri Govindaraju, TMA Ari Samadhi, Iman Sudirman	208
B-3	Information Sharing Dalam Offshore IT Outsourcing (Analisis Studi Kasus di Indonesia) Rajesri Govindaraju, Diah Priharsari	219
B-4	Model Keterkaitan Antara Kapabilitas Teknologi Dengan Penerapan Standardisasi Pada Sektor Industri Manufaktur (Studi Kasus IKM Komponen Otomotif) Ni Made Parmiasih, Iwan Inrawan Wiratmadja	231

Kelompok C: Sistem Rantai Suplai

C-1	Pengembangan Rancang Bangun Perangkat Lunak Untuk Penyelesaian Permasalahan Pemuatan Truk Dengan Multi Sumber Dan Multi Tujuan Ahmad Rusdiansyah, Titik Purnamawati, Nizar Firmansyah	240
C-2	Integrasi Perancangan Produksi-Distribusi-Transportasi dengan Pengiriman Langsung Amelia Santoso, Senator Nur Bahagia, Suprayogi, Dwiwahju Sasongko	252
C-3	Model Integrasi Sistem Logistik Gula Kristal Putih Leni Herdiani, Alibasyah Siregar	266
C-4	Analisis Sistem Supply Chain Dengan Pendekatan Thinking Process of Theory of Constraints pada PT. X Rosnani Ginting, Oktofriady Saragih	278
C-5	Dampak Penerapan Manajemen Rantai Pasokan Terhadap Kinerja Pelaku Industri Teh Tomy Perdana, E. Gumbira-Sa'id, Syamsul Ma'arif, Muhammad Tasrif	291
C-6	Analisis Kebijakan Pengembangan Sistem Rantai Pasokan Industri Perberasan Dengan Pendekatan Sistem Dinamik Tomy Perdana, Teten W. Avianto	302
C-7	Perancangan Model Pengukuran Kinerja Supply Chain Untuk Meminimasi Keterlambatan Pemenuhan Pesanan di RBDH Wahyudi Sutopo, Yuniaristanto, Devi Fatmawati	314
C-8	Pengembangan Model dan Metode Heuristik untuk Penyelesaian Dynamic Integrated Inventory And Distribution Problem Pada Jaringan Pengecer Yaniar Isnarti, Ahmad Rusdiansyah	324
C-9	Integrasi Pemilihan Supplier dan Ukuran Pembelian Untuk Multi Periode Dengan Menggunakan Multi-Objective Programming Dina Natalia Prayogo	338
C-10	Pengembangan Model Distribusi Barang Bantuan Penanggulangan Bencana Alam Rienna Oktarina, Lucia Diawati	351
C-11	Analisis Penerapan Time Window Dalam Penentuan Rute Kendaraan Pengangkutan Sampah Suprayogi, Lisey Fitria	364

Kelompok D: Sistem Produksi

D-1	Aplikasi Cellular Manufacturing System (CMS) Pada Industri Timbangan Sentisimal Untuk Meningkatkan Produktivitas Dan Memperbaiki Aliran Material Handling Buyung Eko Frediyanto, Azizah Aisyati, Susy Susmartini	376
-----	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----



D-2	Rekayasa Kualitas Dalam Penentuan Parameter Permesinan Yang Optimal Pada Proses Permesinan Ulir Pengangkat Kneerest Daniel Setiawan, Singgih Saptadi	387
D-3	Rancangan Sistem Pakar untuk Perawatan dan Perbaikan Mesin Produksi Studi Kasus : PT. Indofood Sukses Makmur, Tbk Cabang Medan Nazaruddin, Suharmiko	399
D-4	Perencanaan dan Pengendalian Bahan Baku untuk Meminimasi Total Biaya Persediaan di PT. Djitoe Indonesian Tobacco Coy (ITC) Yuniaristanto, Wahyudi Sutopo, Anita Asmorowati	411
D-5	Model Kemitraan Kooperasi Antara Pemasok Dan Pemanufaktur Dalam Penentuan Ukuran Lot Gabungan Docki Saraswati, Andi Cakravastia, Bermawi P. Iskandar, A. Hakim Halim	422
D-6	Implementasi Lean Sigma di Instalasi Farmasi Rumah Sakit PHC Surabaya Anantasari, Joniarto Parung, Nur Fadly Sudirman	433
D-7	Analisis Sistem Persediaan Metode Q dan P Untuk Cairan Infus Ringer Laktat (Studi Kasus: Di Instalasi Farmasi Rumah Sakit Islam Samarinda) Juli Nurdiana, Laode Ahmad Safar, Maryam Jamilah	445
D-8	Aturan Keuangan Syariah Terhadap Model Persediaan Continuous Review Dengan Pembayaran Tertunda Dede Kurnia Setyawan, Syafaruddin Alwi, Chairul Saleh	461
D-9	Model Insentif Untuk Mendukung Program Peningkatan Produktivitas Eka Permana	469
D-10	Perancangan Alat Bantu Perakitan Komponen Pada Pengelasan Untuk Mengurangi Waktu, Permasalahan Operator dan Biaya Produksi Dengan Pendekatan Ergonomi Serta Studi Gerakan dan Waktu (Studi Kasus Pada PT. HIBA, Surabaya, Jawa Timur) Puspo Utomo, Linda Herawati Gunawan, Joehan Wijaya	482

Kelompok E: Strategi dan Organisasi

E-1	Analisis Kinerja Pelaksanaan Corporate Social Responsibility (CSR) Menggunakan Metode MHCI di PT Apac Inti Corpora, Semarang Arfan Bakhtiar; Hery Suliantoro	496
E-2	Hubungan Antara Pernyataan Misi, Kepemimpinan Transformasional dan Kesuksesan Implementasi Prinsip-Prinsip Good Corporate Governance Aries Susanty, ST, MT, Dr.Ir.Ubuh Buchara Hidajat	505
E-3	Usulan Strategi Perusahaan untuk Automatic Meter Reading Wilis Pada PT. Elektrindo Nusantara Rina Fitriana, Aditya Maheswara	517
E-4	Penentuan Prioritas Indikator Kinerja Kunci Berdasarkan Sistem Manajemen Strategi Pada Usaha Mikro Dan Kecil Rakhma Oktavina, M. Syamsul Ma'arif, Eriyatno	528

C-9

**INTEGRASI PEMILIHAN *SUPPLIER* DAN UKURAN PEMBELIAN
UNTUK MULTI PERIODE DENGAN MENGGUNAKAN
MULTI-OBJECTIVE PROGRAMMING**



Dina Natalia Prayogo

Jurusan Teknik Industri Universitas Surabaya
Jl. Raya Kalirungkut Surabaya 60293 Indonesia,
Telp. +62 31 2981392, Fax. +62 31 2981376
Email: dnprayogo@ubaya.ac.id

INTEGRASI PEMILIHAN SUPPLIER DAN UKURAN PEMBELIAN UNTUK MULTI PERIODE DENGAN MENGGUNAKAN MULTI-OBJECTIVE PROGRAMMING

INTEGRATION OF SUPPLIER SELECTION AND PROCUREMENT LOT SIZING IN MULTI PERIOD BY USING MULTI-OBJECTIVE PROGRAMMING

Dina Natalia Prayogo

Jurusan Teknik Industri Universitas Surabaya
Jl. Raya Kalirungkut Surabaya 60293 Indonesia,
Telp. +62 31 2981392, Fax. +62 31 2981376
Email: dnprayogo@ubaya.ac.id

Abstract

Several factors may affect a supplier's performance. Dickson identified 23 different criteria for vendor selection including quality, delivery, performance history, warranties, price, technical capability and financial position. Hence, supplier selection is a multi-criteria problem which includes both qualitative and quantitative criteria, some of which may conflict. In these problems if suppliers have capacity or other different constraints two problems will exist: which suppliers are the best and how much should be purchased from each selected supplier? In this paper an integration of weighted linear programming (WLP) and multi-objective mixed integer programming (MOMIP) is proposed to consider both qualitative and quantitative factors for choosing the best suppliers and define the optimum quantities among the selected suppliers to maximize the total value of purchasing and on time delivery, and minimize the total material cost, order cost and holding cost, balancing the total cost among time periods and defect rate. The important constraints to be considered are supplier's capacity, buyer's demand, request for quality and on-time delivery. A two-stage integrated approach is proposed to select suppliers and determine purchasing order allocations, given a number of qualitative and quantitative criteria by considering time horizon. In the first stage, the suppliers are evaluated according to some criteria that are quality, cost, delivery, flexibility and service by using WLP. Then, in the second stage, that is the order allocation stage, MOMIP model is solved to obtain the optimal solutions. The weights computed by WLP serve as coefficients in the MOMIP model. A numerical example is given to illustrate how the model is applied. Finally, the conclusions and recommendations are presented.

Keywords: supplier selection, procurement, lot-sizing.

1. PENDAHULUAN

Keputusan pemilihan *supplier* merupakan salah satu fungsi penting dalam manajemen produksi dan logistik bagi banyak perusahaan, baik dalam kategori industri manufaktur maupun industri jasa. Keputusan pengadaan produk apa, kapan dan dari *supplier* mana yang tepat mampu mengurangi biaya secara signifikan dan meningkatkan daya saing perusahaan. Oleh karena itu, tiap perusahaan perlu menjalin hubungan kerja sama dengan beberapa *supplier*, agar dapat mencapai efisiensi biaya.

Pemilihan *supplier* merupakan keputusan multi kriteria, karena banyak faktor baik bersifat kualitatif maupun kuantitatif yang mempengaruhi performansi *supplier*. Hal ini menjadi masalah kompleks karena pada kenyataannya masing-masing *supplier* punya keunggulan dan kekurangan pada kriteria tertentu dibandingkan dengan *supplier* lain. Misalnya *supplier* yang menawarkan

produk dengan harga murah tetapi kualitas produk dan performansi layanannya kurang baik dibandingkan *supplier* lainnya. Oleh karena itu, pemilihan *supplier* merupakan keputusan *multi objective* untuk mencapai minimum biaya pengadaan, maksimum kualitas dan performansi layanan sekaligus.

Masalah ini menjadi semakin kompleks, jika keputusan pembelian yang dilakukan oleh perusahaan harus mempertimbangkan tawaran diskon harga dari *supplier*, yang ditentukan dari total biaya pembelian yang dikeluarkan setelah sekian periode tertentu sesuai dengan ketentuan yang telah disepakati bersama, dan bukan berdasarkan setiap volume pembelian yang dilakukan, karena penetapan diskon berdasarkan setiap volume pembelian kurang menguntungkan bagi perusahaan yang menerapkan *just-in-time (JIT) purchasing* dengan strategi pemesanan dalam *lot sizing* kecil yang lebih praktis dan *flexible*. Oleh karena itu, perencanaan pengadaan produk lebih baik dilakukan untuk memenuhi permintaan selama multi periode dengan memperhitungkan tawaran diskon harga dari *supplier* berdasarkan total biaya pembelian selama periode perencanaan.

Selanjutnya makalah ini disusun dengan sistematika sebagai berikut. Tinjauan pustaka yang terkait dengan perkembangan penelitian pemilihan *supplier* dan penentuan alokasi pembelian produk akan dibahas pada Bagian 2. Pengembangan model matematika untuk integrasi model pemilihan *supplier* berdasarkan multi kriteria dan model penentuan jumlah pembelian multi produk pada multi periode dari multi *supplier* dengan menggunakan *multi objective programming* akan dijabarkan pada Bagian 3. Pada Bagian 4. ditampilkan contoh numerik penerapan model integrasi pemilihan *supplier* dan penentuan jumlah pembelian yang optimal beserta analisis hasilnya. Beberapa kesimpulan dan saran untuk penelitian lebih lanjut ditampilkan pada bagian akhir.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Saat ini banyak penelitian yang telah dilakukan terkait dengan masalah pemilihan *supplier* berdasarkan multi kriteria baik kualitatif dan kuantitatif. Oleh karena masalah pemilihan *supplier* merupakan masalah *Multi Criteria Decision Making (MCDM)* maka berbagai metode seperti *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dengan *paired comparison* antar kriteria dan sub kriteria yang bersifat subyektif dari para evaluator dan *Analytic Network Process (ANP)* yang merupakan pengembangan dari AHP dengan memasukkan dependensi dan umpan balik antar kluster kriteria, *Multiple Attribute Utility Theory (MAUT)*, *Simple Multi-Attribute Rating Technique (SMART)* dan *Data Envelopment Analysis (DEA)* berdasarkan data historis performansi masing-masing alternatif *supplier*, yang semua metode ini dibahas oleh Weber (1991 dan 1996), De Boer et al (2001) dan Seydel (2005). Huan dan Hsu (2006) mengintegrasikan ANP dan *Technique for Order Performance by Similarity to idea Solution (TOPSIS)* yang dikembangkan berdasarkan konsep kedekatan jarak dengan *Positive Idea Solution (PIS)* dan terjauh dari *Negative Idea Solution (NIS)* dalam pemilihan *supplier*.

Pada dasarnya terdapat 2 (dua) jenis masalah pemilihan *supplier*, yaitu *single* dan *multi sourcing*. Beberapa metode pemilihan *supplier* dan penentuan jumlah pemesanan telah diusulkan. (Aissaoui et al, 2007). Model integrasi pemilihan *supplier* dan penentuan jumlah pemesanan produk dari multi *supplier* juga telah dibahas oleh Demirtas, E.A., dan Üstun, Ö. (2008 a dan 2008 b). Mereka menggunakan ANP dengan kategori *Benefit, Cost, Opportunity* dan *Risk (BCOR)* sebagai kriteria untuk penentuan bobot masing-masing alternatif *supplier* dan hasilnya digunakan dalam penentuan jumlah pemesanan single produk pada multi periode dengan multi tujuan, yaitu maksimasi total nilai pembelian, minimasi total biaya, minimasi total produk cacat dan maksimasi total produk yang dikirimkan tepat waktu dengan menggunakan *Reservation Level driven Tchebycheff Procedure (RLTP)*.

Model integrasi pemilihan *supplier* dan penentuan jumlah pembelian yang diusulkan dalam makalah ini merupakan pengembangan dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dengan perbedaan terletak pada penggunaan metode *Weighted Linear Programming* untuk penentuan bobot nilai *supplier* yang didasarkan pada data performansi *supplier* (yang mengacu pada konsep

DEA) untuk menghindari hasil bias akibat adanya unsur subyektivitas dari para evaluator dalam memberikan preferensi kriteria dan penilaian alternatif supplier. Selain itu penggunaan multi tujuan yang lebih komprehensif dengan prioritas tertentu digunakan dalam pengembangan *multi objective programming* serta penerapan *price break discount* yang didasarkan pada total biaya pembelian selama periode perencanaan sangat tepat digunakan dalam penentuan alokasi jumlah pembelian yang optimal. Pada bagian berikut ini akan dibahas detail model matematika WLP dan MOMIP untuk integrasi pemilihan *supplier* dan penentuan jumlah pembelian multi produk pada multi periode yang disuplai dari multi *supplier*.

3. PENGEMBANGAN MODEL

Pengembangan model integrasi pemilihan *supplier* dan penentuan jumlah pembelian yang optimal untuk multi produk pada multi periode yang dapat disuplai dari multi *supplier* dengan mempertimbangkan beberapa kriteria penilaian *supplier* dan *multi objective programming* akan dilakukan pada 2 (dua) tahap. Tahap pertama adalah penentuan bobot penilaian masing-masing *supplier* berdasarkan multi kriteria. Hasil bobot penilaian masing-masing *supplier* akan menjadi salah satu konstanta fungsi tujuan pada pengembangan model *multi objective programming* pada tahap kedua.

Tahap pertama, pengembangan model penentuan bobot nilai masing-masing *supplier* berdasarkan multi kriteria. Parameter dan variabel keputusan yang akan digunakan dalam model *Weighted Linear Programming* (WLP) untuk penentuan total nilai masing-masing *supplier* dalam pemilihan *supplier* dengan mempertimbangkan multi kriteria adalah :

Indeks:

Supplier, $j = 1, \dots, S$.

Kriteria, $c = 1, \dots, C$

Parameter model:

y_{jc} : data pengukuran kinerja *supplier* j untuk kriteria c .

Variabel keputusan:

w_{jc} : bobot kontribusi kinerja *supplier* j untuk kriteria c .

w_j : total nilai untuk *supplier* j .

Fungsi tujuan: Maksimum total nilai tiap *supplier*.

$$\text{Max } w_j = \sum_{c=1}^C w_{jc} y_{jc} \quad (1)$$

Batasan:

Prioritas kriteria c lebih tinggi dari kriteria $c+1$.

$$w_{jc} - w_{jc+1} \geq 0 \quad ; \forall c \in C \quad (2)$$

Total bobot semua kriteria

$$\sum_{c=1}^C w_{jc} = 1 \quad ; \forall j \quad (3)$$

Bobot kontribusi kriteria c tiap *supplier* j non negatif

$$w_{jc} \geq 0 \quad ; \forall j, c \quad (4)$$

Dengan substitusi untuk bobot kontribusi w_{jc} dan data kinerja *supplier* y_{jc}

$$u_{jc} = w_{jc} - w_{jc+1} \quad ; \forall j, c \in C \quad (5)$$

$$u_{jc} = w_{jc} \quad ; \forall j \quad (6)$$

$$a_{jc} = \sum_{k=1}^c y_{jk} \quad ; \forall j \quad (7)$$

maka persamaan (2) dan (3) dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\sum_{c=1}^C w_{jc} = \sum_{c=1}^C c u_{jc} = 1 \quad ; \forall j \quad (8)$$

dan $u_{jc} \geq 0 \quad ; \forall j, c \quad (9)$

Total nilai tiap *supplier* pada persamaan (1) menjadi

$$\text{Max } w_j = \sum_{c=1}^C u_{jc} a_{jc} \quad (10)$$

dan dari persamaan (8) dan (9), total nilai tiap *supplier* dapat diperoleh dari formulasi berikut:

$$w_j = \max_{c \in C} \frac{1}{c} \sum_{k=1}^c y_{jk} \quad ; \forall j \quad (11)$$

Bobot prioritas dalam pemilihan *supplier* dapat dilakukan melalui normalisasi total nilai *supplier* dari persamaan (11).

Selanjutnya pada tahap kedua ini akan dikembangkan model *multi objective programming* untuk penentuan alokasi jumlah pembelian multi produk pada multi periode. Parameter dan variabel keputusan yang akan digunakan dalam model *Multi objective Mixed Integer Programming* (MOMIP) untuk penentuan alokasi jumlah pembelian multi produk dari *multi-supplier* adalah:

Indeks:

- Jenis produk, $i = 1, \dots, p$.
- Supplier, $j = 1, \dots, S$.
- Range diskon, $k = 1, \dots, l_j$
- Periode, $t = 1, \dots, T$.

Parameter model:

- S_i : jumlah *supplier* yang menawarkan produk i .
- P_j : jumlah variasi produk yang ditawarkan *supplier* j .
- l_j : jumlah range diskon yang ditawarkan *supplier* j .
- L_{jk} : batas bawah range diskon ke- k yang ditawarkan oleh *supplier* j .
- d_k : persentase diskon pada range ke- k yang ditawarkan oleh *supplier* j .
- P_{ij} : harga per unit jenis produk i yang ditawarkan oleh *supplier* j .
- r_{ij} : persentase produk cacat jenis i dari *supplier* j .
- R_{it} : maksimum persentase produk cacat jenis i yang dapat ditoleransi pada periode t .
- o_{ij} : persentase jenis produk i yang dikirimkan tepat waktu oleh *supplier* j .
- O_{it} : minimum persentase jenis produk i yang dikirimkan tepat waktu pada periode t .
- K_{ijt} : maksimum kapasitas suplai dari *supplier* j untuk jenis produk i pada periode t .
- D_{it} : permintaan jenis produk i pada periode t .
- C_{hi} : biaya simpan per unit per periode untuk jenis produk i .
- C_{oj} : biaya pesan ke *supplier* j .

Variabel keputusan:

Q_{ijt} : jumlah pembelian jenis produk i dari *supplier* j pada periode t .

$$Y_{jt} = \begin{cases} 1 & , \text{ untuk } Q_{ijt} > 0 \\ 0 & , \text{ untuk } Q_{ijt} = 0 \end{cases}$$

V_{jk} : total biaya pembelian dari *supplier* j dalam range diskon ke- k .

$$Z_{jk} = \begin{cases} 1 & , \text{ untuk } V_{jk} > 0 \\ 0 & , \text{ untuk } V_{jk} = 0 \end{cases}$$

I_{it} : inventori akhir jenis produk i pada periode t .

$MaxC$: maksimum total biaya per periode.

Fungsi multi-tujuan:

Kriteria 1: Maksimum total nilai pembelian.

$$Max \quad F_1 = \sum_{i \in P_j} \sum_{j \in S_i} \sum_{t=1}^T w_j Q_{ijt} \quad (12)$$

Kriteria 2: Minimasi total biaya selama periode perencanaan.

$$Min \quad F_2 = \sum_{t=1}^T \left\{ \sum_{i \in P_j} \sum_{j \in S_i} P_{ij} Q_{ijt} + C_{oj} Y_{jt} + \sum_{i=1}^p C_{hi} I_{it} \right\} \quad (13)$$

Kriteria 3: Minimasi total biaya pembelian.

$$Min \quad F_3 = \sum_{j \in S_i} \sum_{k \in r_j} (1 - d_{jk}) V_{jk} \quad (14)$$

Kriteria 4: Keseimbangan total biaya antar periode.

$$Min \quad F_4 = MaxC \quad (15)$$

Kriteria 5: Maksimum total unit produk yang dikirimkan tepat waktu.

$$Max \quad F_5 = \sum_{t=1}^T \sum_{i \in P_j} \sum_{j \in S_i} o_{ij} Q_{ijt} \quad (16)$$

Kriteria 6: Minimasi total unit produk cacat.

$$Min \quad F_6 = \sum_{t=1}^T \sum_{i \in P_j} \sum_{j \in S_i} r_{ij} Q_{ijt} \quad (17)$$

Batasan-batasan:

Kapasitas suplai *supplier*:

$$Q_{ijt} \leq K_{ijt} \quad ; i \in P_j, j \in S_i, \forall t$$

Hubungan antara total jumlah pembelian dan keputusan pembelian ke *supplier* j pada periode t .

$$\sum_{i \in P_j} Q_{ijt} \leq BIGM \times Y_{jt} \quad ; j \in S_i, \forall t \quad (18)$$

Total biaya pembelian selama periode perencanaan.

$$\sum_{k \in r_j} V_{jk} = \sum_{i \in P_j} \sum_{t=1}^T P_{ij} Q_{ijt} \quad ; j \in S_i \quad (19)$$

Pembelian dalam range diskon *supplier*

$$L_{jk} Z_{jk} \leq V_{jk} \leq L_{j,k+1} Z_{jk} \quad ; j \in S_i, k \in r_j \quad (20)$$

Pembelian pada tiap *supplier* hanya pada satu range diskon harga.

$$\sum_{k \in r_j} Z_{jk} \leq 1 \quad ; j \in S_i \quad (21)$$

Pemenuhan permintaan jenis produk i pada periode t .

$$I_{it-1} + \sum_{j \in S_i} Q_{ijt} \geq D_{it} \quad ; i \in P_j, \forall t \quad (22)$$

Keseimbangan inventori jenis produk i pada periode t .

$$I_{it} = \sum_{j \in S_i} Q_{ijt} - D_{it} + I_{it-1} \quad ; i \in P_j, \forall t \quad (23)$$

Total biaya pada periode t tidak melebihi maksimum total biaya per periode.

$$\sum_{i \in P_j} \sum_{j \in S_i} P_{ij} Q_{ijt} + C_{oj} Y_{jt} + \sum_{i=1}^P C_{hi} I_{it} \leq MaxC \quad ; \forall t \quad (24)$$

Keputusan pembelian ke *supplier* j pada periode t .

$$Y_{jt} \in \{0,1\} \quad ; \forall j,t \quad (25)$$

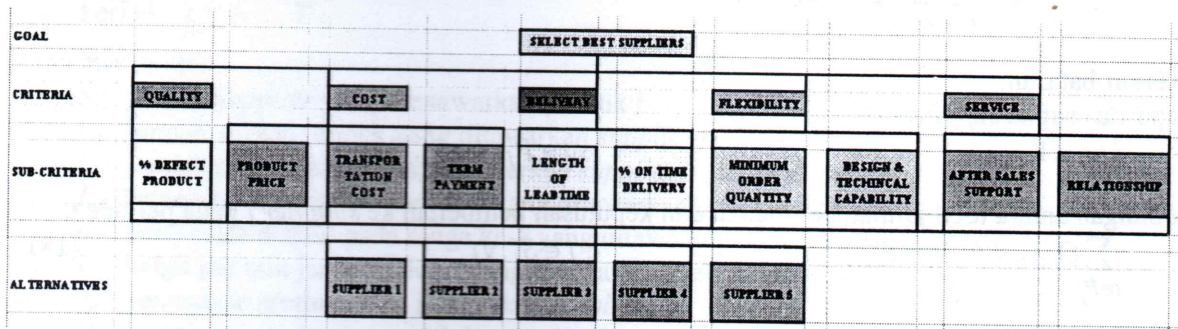
Jumlah pembelian untuk produk i dari *supplier* j pada periode t harus non negatif.

$$Q_{ijt} \geq 0 \quad ; \forall i,j,t \quad (26)$$

Pada bagian berikut ini ditampilkan ilustrasi numerik untuk memberikan gambaran penerapan model integrasi pemilihan *supplier* dan penentuan jumlah pembelian dengan mempertimbangan multi kriteria pada multi periode dengan menggunakan *multi objective programming* yang telah dikembangkan di atas.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebagai contoh numerik penerapan model WLP dan MOMIP dalam integrasi pemilihan *supplier* dan penentuan jumlah pembelian multi produk dari multi *supplier* dalam multi periode dilakukan pada perencanaan pembelian 8 jenis produk selama 12 bulan yang disuplai dari 5 alternatif *supplier* dengan mempertimbangkan 5 kriteria penilaian yaitu *quality*, *cost*, *delivery*, *flexibility* dan *service*. Masing-masing kriteria dapat didetailkan menjadi beberapa sub kriteria seperti ditunjukkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Kriteria dan Sub Kriteria dalam Penilaian *Supplier*.

Data performansi masing-masing *supplier* untuk tiap sub kriteria ditunjukkan pada Tabel 1. berikut.

Tabel 1. Data Performansi Masing-Masing *Supplier* dalam Urutan Prioritas Sub Kriteria Penilaian

<i>Supplier</i>	% On Time Delivery	% Defect Product	Design & Technical Capability	After Sales Support	Mean Product Price (Rp./Unit)	Minimum Order Quantity (Units)	Term Payment (Months)	Relationship	Transportation Cost (Rp.)	Length Of Leadtime (Days)
S1	93%	8%	Baik	Sedang	1.254	1	5	Sedang	1.500.000	5
S2	96%	2%	Sedang	Sedang	1.150	500	3	Jelek	1.250.000	2
S3	95%	7%	Baik	Jelek	1.206	300	4	Sedang	1.000.000	3
S4	91%	5%	Jelek	Sedang	1.163	1	2	Baik	1.100.000	2
S5	98%	3%	Sedang	Baik	1.203	200	6	Baik	1.350.000	4

Keterangan: bold print menunjukkan performansi yang unggul dari *supplier* yang bersangkutan.

Berdasarkan data performansi pada Tabel 1. tampak bahwa masing-masing *supplier* memiliki keunggulan dan kekurangan pada sub kriteria tertentu. Selanjutnya model WLP diterapkan untuk memperoleh total nilai masing-masing *supplier* seperti ditunjukkan pada Tabel 2. berikut. *Supplier* 2 yang berada pada ranking teratas memiliki keunggulan pada kriteria kualitas produk (urutan 2) selain kriteria rata-rata harga produk. Sedangkan *Supplier* 5 yang berada pada ranking kedua memiliki keunggulan pada kriteria persentase pengiriman tepat waktu (urutan 1) selain kriteria dukungan after sales, lama waktu pembayaran dan hubungan kerja sama.

Hal ini menunjukkan *supplier* yang memiliki keunggulan pada kriteria dengan urutan prioritas tinggi akan memiliki peluang besar untuk dapat terpilih dengan ranking atas. Jadi jika *Supplier* 3 mampu meningkatkan performansi persentase pengiriman tepat waktu yang merupakan kriteria urutan pertama, dari kondisi saat ini sebesar 95% menjadi 98%, maka *Supplier* 3 dapat menggantikan posisi *Supplier* 5 di ranking 2. Hal ini dapat dipertimbangkan jika terjadi perubahan informasi akibat peningkatan performansi *supplier*.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Normalisasi Bobot *Supplier* Hasil WLP

<i>Supplier</i>	Bobot	Ranking
S1	0,149	5
S2	0,272	1
S3	0,171	3
S4	0,160	4
S5	0,247	2

Tidak seluruh jenis produk disuplai oleh tiap *supplier* oleh karena keterbatasan teknologi dan kapasitas produksi yang tersedia. Data biaya pesan dan harga beli per unit untuk masing-masing jenis produk dari tiap *supplier* ditunjukkan pada Tabel 3. dan Tabel 4.

Tabel 3. Data Biaya Pesan Ke Masing-Masing *Supplier*

<i>Supplier</i>	Biaya Pesan (Rp./Pesan)
S1	7.500.000
S2	6.250.000
S3	5.000.000
S4	5.500.000
S5	6.750.000

Tabel 4. Harga Beli Produk Dari Tiap *Supplier* (Rp./Per Unit)

Jenis Produk	<i>Supplier</i>				
	S1	S2	S3	S4	S5
A	-*	1.130	1.170	-	1.100
B	-	940	-	925	-
C	1.165	-	-	1.185	1.150
D	900	1.000	1.100	-	-
E	1.650	-	-	-	1.350
F	-	1.170	1.230	1.200	-
G	-	-	1.325	-	1.210
H	1.300	1.360	-	1.340	-

Keterangan: * *supplier* tidak suplai jenis produk tersebut.

Persentase produk cacat dan unit produk yang dikirimkan tepat waktu untuk tiap jenis produk dari masing-masing *supplier* ditunjukkan pada Tabel 5. dan Tabel 6.

Tabel 5. Persentase Produk Cacat yang Disuplai dari Tiap *Supplier*.

Jenis Produk	<i>Supplier</i>				
	S1	S2	S3	S4	S5
A	-	1,0%	8,0%	-	1,0%
B	-	3,0%	-	4,0%	-
C	9,0%	-	-	8,0%	2,0%
D	5,0%	1,0%	4,0%	-	-
E	10,0%	-	-	-	6,0%
F	-	2,0%	8,0%	3,0%	-
G	-	-	8,0%	-	3,0%
H	8,0%	3,0%	-	5,0%	-

Tabel 6. Persentase Pengiriman Produk Tepat Waktu dari Tiap *Supplier*.

Jenis Produk	<i>Supplier</i>				
	S1	S2	S3	S4	S5
A	-	96,0%	95,0%	-	96,0%
B	-	92,0%	-	91,0%	-
C	93,0%	-	-	92,0%	95,0%
D	93,0%	98,0%	97,0%	-	-
E	92,0%	-	-	-	96,0%
F	-	98,0%	93,0%	91,0%	-
G	-	-	95,0%	-	97,0%
H	94,0%	96,0%	-	90,0%	-

Tabel 7. menunjukkan data biaya simpan per unit per bulan untuk masing-masing jenis produk.

Tabel 7. Biaya Simpan (Rp./Unit/Bulan) untuk Tiap Jenis Produk

Jenis Produk	Biaya Simpan (Rp./Unit/Bulan)
A	34
B	28
C	35
D	30
E	45
F	36
G	38
H	40

Data permintaan masing-masing jenis produk tiap bulan, minimum persentase pengiriman produk tepat waktu yang diharapkan serta maksimum toleransi produk cacat untuk tiap jenis produk tiap bulan ditunjukkan pada Tabel 8 – 10 berikut ini.

Tabel 8. Data Permintaan (Unit) Tiap Jenis Produk dalam 12 Bulan.

Jenis Produk	Bulan											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	6.600	4.800	6.400	5.100	4.300	6.800	5.100	6.400	6.300	4.500	5.800	4.100
B	6.600	8.500	8.000	3.900	13.800	6.900	11.300	7.600	7.400	7.200	8.500	9.900
C	2.900	2.200	3.600	3.300	1.700	2.800	4.100	4.200	1.800	3.100	2.300	4.300
D	4.900	4.400	4.900	5.400	4.000	6.700	8.700	6.800	7.400	8.800	5.600	3.100
E	4.400	2.100	6.100	3.900	2.600	5.600	1.000	3.800	2.000	4.700	4.200	4.700
F	4.100	10.000	4.800	5.700	4.500	4.100	5.400	7.100	9.400	12.300	6.000	8.400
G	3.300	5.700	3.700	3.800	8.300	4.100	1.300	2.200	9.600	3.800	4.700	2.900
H	6.400	2.400	4.200	7.700	4.600	5.800	6.200	5.600	7.200	7.000	8.400	7.500



Tabel 9. Minimum Persentase Pengiriman Produk Tepat Waktu untuk Tiap Jenis Produk

Jenis Produk	Bulan											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	88%	86%	88%	86%	86%	88%	86%	88%	88%	86%	88%	86%
B	84%	86%	84%	84%	86%	84%	86%	84%	84%	84%	86%	86%
C	87%	87%	89%	89%	87%	87%	89%	89%	87%	89%	87%	89%
D	90%	90%	90%	90%	90%	92%	92%	92%	92%	92%	90%	90%
E	93%	91%	93%	93%	91%	93%	91%	93%	91%	93%	93%	93%
F	83%	85%	83%	83%	83%	83%	83%	85%	85%	85%	83%	85%
G	87%	89%	87%	87%	89%	87%	87%	87%	89%	87%	89%	87%
H	88%	86%	86%	88%	86%	86%	88%	86%	88%	88%	88%	88%

Tabel 10. Maksimum Persentase Produk Cacat untuk Tiap Jenis Produk.

Jenis Produk	Bulan											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	5%	4%	5%	4%	4%	5%	4%	5%	5%	4%	5%	4%
B	7%	9%	7%	7%	9%	7%	9%	7%	7%	7%	9%	9%
C	16%	16%	18%	18%	16%	16%	18%	18%	16%	18%	16%	18%
D	6%	6%	6%	6%	6%	7%	7%	7%	7%	7%	6%	6%
E	20%	18%	20%	20%	18%	20%	18%	20%	18%	20%	20%	20%
F	5%	6%	5%	5%	5%	5%	5%	6%	6%	6%	5%	6%
G	4%	5%	4%	4%	5%	4%	4%	4%	5%	4%	5%	4%
H	11%	10%	10%	11%	10%	10%	11%	10%	11%	11%	11%	11%

Price break dan persentase diskon yang ditawarkan oleh masing-masing *supplier* atas total biaya pembelian per tahun secara progresif ditunjukkan pada Tabel 11. dan Tabel 12. berikut.

Tabel 11. Batas Bawah Range Diskon untuk Nilai Pembelian (Rp./Tahun) Dari Tiap Supplier

Supplier	Range Diskon			
	1	2	3	4
S1	1.000	90.000.000	180.000.000	270.000.000
S2	1.000	150.000.000	300.000.000	1.000.000.000
S3	1.000	75.000.000	150.000.000	225.000.000
S4	1.000	200.000.000	100.000.000	1.000.000.000
S5	1.000	100.000.000	200.000.000	300.000.000

Tabel 12. Persentase Diskon dari Tiap Supplier.

Supplier	Range Diskon			
	1	2	3	4
S1	5,5%	11%	16,5%	16,5%
S2	4%	8%	12%	12%
S3	3%	6%	9%	12%
S4	5%	10%	10%	10%
S5	4,5%	9%	13,5%	13,5%

Kapasitas suplai untuk tiap jenis produk dari masing-masing *supplier* tiap bulan ditunjukkan pada Tabel 13.

Tabel 13. Kapasitas Suplai (Unit) untuk Tiap Jenis Produk Dari Tiap *Supplier* pada Setiap Bulan.

Jenis Produk	Supplier	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	S1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S2	6.900	6.900	6.200	7.200	10.200	7.700	9.300	6.900	6.100	6.100	7.000	6.200
	S3	8.600	6.800	7.900	10.000	8.200	9.000	11.000	6.600	6.700	9.300	10.500	10.600
	S4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S5	4.500	4.300	4.800	3.800	3.300	3.100	3.600	4.800	3.400	4.600	4.800	4.600
B	S1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S2	10.800	15.000	17.600	19.100	19.300	12.800	11.100	19.000	20.600	19.300	8.400	18.600
	S3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S4	20.000	14.600	12.800	10.500	17.800	15.200	12.800	9.700	12.400	16.100	9.100	17.500
	S5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C	S1	4.400	4.000	3.400	3.700	4.400	4.900	6.700	4.900	6.800	4.100	6.500	6.200
	S2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S4	4.600	4.600	6.500	6.100	6.900	4.800	6.500	6.000	5.100	4.400	5.200	4.200
	S5	8.400	4.800	3.500	6.300	8.000	4.600	8.400	5.700	9.800	6.200	6.500	6.500
D	S1	13.200	13.000	12.900	7.400	9.900	10.800	11.300	11.600	7.200	13.000	11.600	8.600
	S2	12.300	10.500	10.500	11.100	3.900	9.200	8.700	7.100	8.400	12.400	7.500	11.000
	S3	13.500	8.200	9.400	13.200	11.400	8.500	8.800	9.000	13.600	13.400	10.300	10.400
	S4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E	S1	9.300	7.900	4.800	8.500	7.300	7.500	6.800	5.800	6.300	5.700	4.700	5.800
	S2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S5	5.600	8.600	9.200	3.900	3.200	5.500	5.300	8.100	3.400	9.800	5.800	5.700
F	S1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S2	6.800	12.000	8.600	11.700	7.500	11.400	5.300	12.300	9.800	12.700	9.000	8.200
	S3	7.500	5.800	10.100	6.700	3.200	8.800	8.700	7.600	8.600	12.900	8.000	11.700
	S4	7.100	10.900	4.000	4.500	5.100	3.900	10.200	11.200	6.700	7.400	8.200	9.400
	S5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G	S1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S3	14.600	14.900	14.000	5.600	7.100	7.300	12.500	6.900	8.300	10.400	7.700	6.300
	S4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S5	8.800	6.900	10.900	7.300	10.600	10.200	8.900	2.000	11.500	13.100	7.000	11.600
H	S1	10.300	8.000	7.400	12.300	12.800	10.500	7.400	12.200	8.700	10.700	7.100	11.700
	S2	8.800	2.300	7.300	8.800	4.500	9.300	9.600	8.800	6.900	9.100	8.300	8.500
	S3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S4	10.700	11.800	10.300	9.000	10.100	11.800	12.700	13.000	10.300	9.500	12.500	8.600
	S5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Keputusan pemilihan *supplier* dan alokasi jumlah pembelian tiap jenis produk didasarkan *multi objective* dengan urutan prioritas sebagai berikut:

Prioritas 1: Maksimum total nilai pembelian dari *supplier* selama 12 bulan.

Prioritas 2: Minimasi total biaya pembelian, biaya pesan dan biaya simpan selama 12 bulan.

Prioritas 3: Minimasi total biaya pembelian setelah diskon.

Prioritas 4: keseimbangan total biaya antar bulan.

Prioritas 5: Maksimum total jumlah unit produk yang dikirimkan tepat waktu.

Prioritas 6: Minimum total jumlah unit produk cacat.

Berdasarkan hasil optimal dari model MOMIP terpilih *Supplier 2* (untuk produk A, B, D, F dan H) dan *Supplier 5* (untuk produk A, C, E dan G) dengan total nilai pembelian masing-masing Rp. 378.746.000,- per tahun (dalam range diskon ke-3 dengan 12% diskon) dan Rp. 221.144.000,- per tahun (dalam range diskon ke-3 dengan 13,5% diskon). Dengan menempatkan prioritas tujuan pertama adalah total nilai pembelian dengan memperhitungkan bobot hasil penilaian *supplier* dari hasil WLP, tampak bahwa *supplier* dengan ranking atas memiliki peluang besar untuk terpilih dalam alokasi jumlah pembelian produk. Detail alokasi jumlah pembelian masing-masing jenis produk tiap bulan ditunjukkan pada Tabel 14. berikut.

Tabel 14. Keputusan Optimal Alokasi Jumlah Pembelian Tiap Jenis Produk (Unit).

Jenis Produk	Supplier	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	S1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S2	2.100	500	1.600	1.300	1.000	3.700	1.500	1.600	2.900	-	1.000	-
	S3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S5	4.500	4.300	4.800	3.800	3.300	3.100	3.600	4.800	3.400	4.500	4.800	4.100
B	S1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S2	6.600	8.500	8.000	3.900	13.800	7.100	11.100	7.600	7.400	7.300	8.400	9.900
	S3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C	S1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S5	2.900	2.300	3.500	3.300	1.700	2.800	4.100	4.200	1.800	3.100	2.300	4.300
D	S1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S2	4.900	4.400	4.900	5.500	3.900	6.700	8.700	6.800	7.400	8.800	5.600	3.100
	S3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E	S1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S5	4.400	2.100	6.100	3.900	2.700	5.500	1.000	3.800	2.000	4.700	4.200	4.700
F	S1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S2	4.100	10.000	4.800	5.700	4.500	4.200	5.300	7.100	9.400	12.300	6.200	8.200
	S3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G	S1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S5	3.300	5.700	3.700	3.800	8.300	4.100	1.500	2.000	9.600	3.800	4.700	2.900
H	S1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S2	6.500	2.300	4.200	7.800	4.500	5.800	6.200	5.900	6.900	7.100	8.300	7.500
	S3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 15. Jumlah Persediaan Akhir Bulan Tiap Jenis Produk (Unit).

Jenis Produk	Bulan											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	200	-	-	-	100	-	-
C	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-
E	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-
F	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	200	-
G	-	-	-	-	-	-	200	-	-	-	-	-
H	100	-	-	100	-	-	-	300	-	100	-	-

Berdasarkan hasil optimal dengan mempertimbangkan prioritas *multi-objective* maka diperoleh total nilai pembelian (*weighted unit purchased*) sebesar 138.603, minimum total biaya Rp. 1.847.951.800,- per tahun, minimum total biaya pembelian setelah diskon Rp. 524.606.149,375 per tahun, maksimum total biaya per bulan Rp. 524.586.040,- maksimum jumlah produk yang dikirimkan tepat waktu selama 12 bulan sebanyak 504.293 unit (95,85%) dan minimum jumlah produk cacat sebanyak 13.217 unit (2,51% dari total permintaan 526.100 unit per tahun).

Jika hanya menggunakan fungsi tujuan tunggal, yaitu minimasi total biaya pembelian, biaya pesan dan biaya simpan per tahun seperti pada tujuan prioritas 2, maka diperoleh minimum total biaya Rp. 1.845.582.400,- per tahun (penghematan 0,13%) dengan melibatkan 3 *supplier*, yaitu *Supplier 2* (untuk produk A, B, D, F dan H), *Supplier 4* (untuk produk B, C dan F) dan *Supplier 5* (untuk produk A, C, E dan G). Namun jumlah produk yang dikirimkan tepat waktu hanya 489.755 unit (93,09%) dan jumlah produk cacat meningkat menjadi 14.783 unit (2,81% dari total permintaan per tahun).

5. KESIMPULAN

Pada makalah ini telah dikembangkan model integrasi pemilihan *supplier* dan penentuan jumlah pembelian untuk multi produk pada multi periode yang disuplai dari multi *supplier* berdasarkan multi kriteria penilaian dan *multi-objective* dengan menggunakan model WLP dan MOMIP. Penggunaan model WLP yang cukup sederhana mampu mengeliminasi hasil bias akibat unsur subyektivitas dalam penilaian *supplier* karena pengolahan berdasarkan data performansi masing-masing *supplier*. Hasil integrasi ini dapat diterapkan dalam melakukan efisiensi pengadaan produk dengan mempertimbangkan beberapa kriteria dan tujuan penting secara komprehensif.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Aissaoui, N., Haouari, M., dan Hassini, E., *Supplier Selection and Order Lot Sizing Modeling: A Review*, *Computer and Operation Research* 34, pp. 3516-3540, 2007.
2. De Boer, B., Labro, E., dan Morlacchi, P., *A Review of Methods Supporting Supplier Selection*, *European Journal of Purchasing and Supply Management* 7, pp. 75-89, 2001.
3. Demirtas, E.A., dan Üstun, Ö., *An Integrated Multiobjective Decision Making Process for Supplier Selection and Order Allocation*, *Omega, The International Journal of Management Science* 36, pp. 76-90, 2008.
4. Huan, J.S., dan Hsu, S. S., *A Hybrid MCDM Model for Strategic Vendor Selection*, *Mathematical and Computer Modeling* 44, pp. 749-761, 2006.
5. Seydel, J., *Supporting The Paradigm Shift in Vendor Selection: Multicriteria Methods for Sole Sourcing*, *Managerial Finance* 31 (3), pp. 49-64, 2005.
6. Üstun, Ö, dan Demirtas, E.A., *An Integrated Multi-objective Decision Making Process for Multi Period Lot-sizing with Supplier Selection*, *Omega, The International Journal of Management Science* 36, pp. 509-521, 2008.



7. Weber, C.A., A Data Envelopment Analysis Approach to Measuring Vendor Performance, *Supply Chain Management* 1 (1), pp. 28-39, 1996.
8. Weber, C.A., Current, J.R., dan Benton, W.C., Vendor Selection Criteria and Methods, *European Journal of Operational Research* 50, pp. 2-18, 1991.