

Paper 40

by The Jin Ai

Submission date: 19-Jul-2019 03:52PM (UTC+0700)

Submission ID: 1153168126

File name: Paper_40_Ritektra_2014_MILP.pdf (81.45K)

Word count: 1886

Character count: 12207

Mixed Integer Linear Programming untuk Pemodelan Distribusi Logistik Bencana

Fransiska Mulyani¹, Agustinus Gatot Bintoro², dan The Jin Ai³
Universitas Atma Jaya Yogyakarta
fransiska.mulyani02@gmail.com, a.bintoro@mail.uajy.ac.id,
jinai@staff.uajy.ac.id

Abstrak — Logistik bencana merupakan kegiatan penting dalam penanganan bencana. Kegiatan ini sering digunakan sebagai salah satu indikator keberhasilan penanganan bencana. Perbaikan penanganan bencana selalu dilakukan dari waktu ke waktu baik secara konsep maupun pelaksanaan. Hasil penelitian yang berkaitan dengan logistik bencana masih sulit untuk diimplementasikan. Penelitian ini berkaitan dengan pengembangan model distribusi logistik bencana supaya dapat lebih implementatif. Model distribusi dikembangkan dengan menggunakan *Mixed Integer Linear Programming*. Model yang dikembangkan berhasil menentukan rute, alokasi barang bantuan, serta alokasi kendaraan yang optimal dengan waktu komputasi yang cepat.

Kata kunci — DRO, mixed integer linear programming.

I. PENDAHULUAN

Distribusi logistik bencana atau *disaster relief operation* (DRO) merupakan kegiatan penting yang dapat digunakan sebagai salah satu tolok ukur keberhasilan penanganan bencana. Kondisi dinamis saat dan pasca terjadinya bencana menjadikan DRO sulit dijalankan. Masalah utama dalam DROs bukan karena jumlah pasokan yang tersedia, tetapi dalam pendistribusian barang bantuan dengan cepat dan dalam jumlah yang tepat untuk korban yang membutuhkan [1]. Selain itu permasalahan lain dalam hal jangkauan dan pemerataan barang yang didistribusi juga menjadi perhatian penting. Berdasarkan pengalaman sering terjadi permasalahan lain akibat distribusi bantuan yang tidak merata.

DRO mirip dengan rantai pasok komersial atau *supply chain management* (SCM) [2], tetapi sistem dalam DRO belum semapan pada SCM. Pengembangan model DRO ini menjadi tantangan kedepannya yang perlu dihadapi bersama. Editorial Transportation Research [3] dan Editorial International Journal of Production Economics (IJPE) [4] memetakan banyaknya gap penelitian dalam bidang DRO yang perlu dilakukan oleh banyak pihak.

Berkaitan dengan masalah sistem distribusi, sudah ada peneliti yang mengkaji bidang ini tetapi hasilnya masih sulit untuk diimplementasikan [5]. Penelitian lebih lanjut yang menghasilkan solusi lebih implementatif perlu dilakukan. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka perlu dikembangkan sebuah model distribusi yang dapat diterapkan/diimplementasikan selama penyelenggaraan penanganan bencana.

II. STUDI LITERATUR

Sistem logistik bencana atau sering disebut DRO meliputi perencanaan/inventarisasi kebutuhan, penerimaan/pengadaan, pergudangan, pendistribusian, pengangkutan, penerimaan di tujuan, penghapusan, dan pertanggungjawaban. Aktivitas tersebut mirip dengan aktivitas yang dilakukan pada SCM komersial. SCM komersial dan DRO mempunyai banyak kemiripan, sehingga secara prinsip, pendekatan dan teknik DRO dapat dikembangkan dari SCM komersial [2].

Kajian mengenai DRO masih belum sebanyak dan semapan SCM komersial, dalam hal pelaksanaannya pun DRO masih sering menemui masalah dan banyak kendala. Hal ini menjadi kelemahan DRO dalam pelaksanaan logistik bencana seperti kurangnya profesionalisme dan sulitnya koordinasi antar pelaku [2]. Kelemahan DRO lainnya, yaitu kurangnya pengakuan tentang pentingnya logistik, pelaku kurangnya profesional, teknologi yang tidak memadai, kurangnya pembelajaran institusi, serta kurangnya kolaborasi [1]. Kelemahan ini menjadi sebuah permasalahan yang ada dalam penanganan bencana.

Banyaknya permasalahan dan kelemahan DRO karena minimnya penelitian dalam bidang ini [3]. Penelitian dan kajian terhadap pelaksanaan dalam bidang DRO dapat membantu memperbaiki sistem logistik bencana dengan memberikan perbaikan solusi permasalahan yang sering terjadi saat penanganan bencana. Masih terdapat banyak peluang penelitian dalam bidang ini [3]-[4].

Upaya perbaikan sistem distribusi logistik bencana telah banyak dikaji dan dilakukan oleh beberapa peneliti [5]-[8]. Pembelajaran dari penanganan bencana di DIY dan Jawa Tengah dengan model kombinasi desentralisasi dan sentralisasi menunjukkan perbaikan positif dalam pengelolaan distribusi bencana berskala besar [2]. Empat prinsip penanganan DRO dari bencana-bencana besar yang ada di Indonesia ini juga telah disimpulkan [4]. Kemudian model jaringan distribusi dengan menggunakan pusat distribusi dengan mempertimbangkan pemenuhan empat prinsip DRO juga telah dibahas [6].

Semua hasil penelitian yang berkaitan dengan distribusi logistik tersebut masih sulit untuk diaplikasikan secara langsung dalam penanganan bencana. Hal ini terlihat dari alat dan metode kerja yang digunakan oleh pelaksana yang masih sangat sederhana [2]. Penelitian lebih lanjut yang menghasilkan alat atau metode sederhana tetapi lebih aplikatif sangat diperlukan [5]-[9].

III. FORMULASI MODEL

Masalah yang dideskripsikan dalam model ini adalah sistem distribusi logistik dari gudang penyalur menuju barak

pengungsian bencana. Dalam kasus ini permintaan gudang penyalur mencerminkan permintaan dari korban bencana. Upaya pemenuhan permintaan melalui gudang penyalur dengan memperhatikan pemerataan distribusi menjadi penting dalam kasus ini. Minimasi total rasio permintaan yang tidak terpenuhi sama dengan usaha untuk mendistribusikan barang bantuan semerata mungkin dalam upaya memenuhi seluruh permintaan.

Perlu asumsi yang digunakan untuk menyederhanakan pembuatan model, yaitu permintaan komoditas dari barak pengungsian bersifat deterministik dan sudah diketahui pada awal waktu perencanaan; pengiriman logistik dilakukan secara langsung; jenis komoditas yang didistribusi bersifat heterogen; permintaan dari barak pengungsian tidak harus dipenuhi semua; permintaan yang tidak terpenuhi akan beresaha dipenuhi pada periode berikutnya hingga akhir periode perencanaan; jarak bersifat simetris; maksimum waktu distribusi dalam 1 periode adalah 24 jam; kendaraan yang digunakan dan rute kendaraan akan sama selama periode perencanaan; semua kendaraan berawal dan berakhir di gudang penyalur; satu kendaraan dapat mendistribusikan ke lebih dari 1 titik permintaan, tetapi satu titik permintaan hanya dapat disuplai oleh satu kendaraan; kecepatan kendaraan yang digunakan adalah kecepatan rata-rata; dan model tidak memperhatikan aspek biaya. Model matematis dikembangkan dengan menggunakan *Mixed Integer Linear Programming* (MILP).

Minimasi:

$$\frac{\sum_{j=1}^J \sum_{a=1}^A \sum_{t=1}^T P_{jat}}{\sum_{j=1}^J \sum_{a=1}^A \sum_{t=1}^T D_{jat}} \quad (1)$$

Kendala-kendala:

$$\sum_{w=1}^W D_{jaw} - \sum_{k=1}^K \sum_{w=1}^W Z_{ajkw} = P_{jat}, \quad j \in J, a \in A, t \in T \quad (2)$$

$$Z_{ajkt} \leq M * \sum_{i=1, i \neq j}^I X_{ijk}, \quad a \in A, j \in J, k \in K, t \in T \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K Z_{ajkt} \leq S_{at}, \quad a \in A, t \in T \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (R_{ijk} * X_{ijk}) \leq 24, \quad k \in K \quad (5)$$

$$\sum_{k=1}^K \sum_{i=1, i \neq j}^I X_{ijk} = 1, \quad j > 1 \quad (6)$$

$$\sum_{j=2}^J X_{ijk} = 1, \quad i = 1, k \in K \quad (7)$$

$$\sum_{i=2}^I X_{ijk} = 1, \quad j = 1, k \in K \quad (8)$$

$$\sum_{i=1, i \neq h}^I X_{ihk} - \sum_{j=1, j \neq h}^J X_{hjk} = 0, \quad h \in I, k \in K \quad (9)$$

$$U_{ik} - U_{jk} + Q_k * X_{ijk} \leq Q_k - \sum_{a=1}^A Z_{ajkt}, \quad i \in I, j > 1, j \neq i, k = 1, t = 1 \quad (10)$$

$$\sum_{a=1}^A Z_{aikt} \leq U_{ik} \leq Q_k, \quad i \in I, k = 1, t = 1 \quad (11)$$

$$\sum_{j=1}^J \sum_{a=1}^A Z_{ajkt} \leq Q_k, \quad k \in K, t \in T \quad (12)$$

$$X_{ijk} \in \{0,1\}, \quad i \in J, j \in J, k \in K \quad (13)$$

$$Z_{ajkt} \geq 0, P_{jat} \geq 0, U_{jk} \geq 0 \quad (14)$$

dimana a adalah indeks komoditas, i dan j adalah indeks titik permintaan, k adalah indeks kendaraan, dan t adalah indeks periode (hari). Parameter-parameter yang terdapat pada model antara lain: D_{jat} adalah permintaan dari titik j untuk komoditas a saat t , S_{at} adalah stok komoditas di gudang penyalur, Q_k adalah kapasitas angkut maksimum kendaraan, R_{ijk} adalah total waktu distribusi dari titik i ke titik j dengan kendaraan k , dan M adalah konstanta yang nilainya relatif besar. D_{jat} , S_{at} , and Q_k adalah parameter yang langsung diperoleh dari data, sedangkan R_{ijk} adalah hasil dari jarak dibagi dengan kecepatan kendaraan kemudian dijumlahkan dengan waktu loading. P_{jat} , Z_{ajkt} , U_{ik} , dan X_{ijk} sebagai variabel keputusan, dimana P_{jat} adalah jumlah permintaan yang tidak terpenuhi pada titik j sampai pada periode t , Z_{ajkt} adalah jumlah komoditas yang dikirimkan ke titik j menggunakan kendaraan k pada periode t , U_{ik} adalah sisa muatan kendaraan k setelah mengirimkan ke titik j , dan X_{ijk} akan bernilai 1 jika kendaraan k mengirimkan dari titik i ke titik j . Dalam model ini, gudang penyalur ditunjukkan pada titik $j = 1$.

Fungsi tujuan model adalah (1) meminimasi total rasio permintaan yang tidak terpenuhi untuk seluruh komoditas pada seluruh titik permintaan sampai pada akhir periode perencanaan. Kendala-kendala yang diperlukan ditulis seperti nomor (2) sampai (14). Penjelasan masing-masing kendala adalah sebagai berikut: Kendala (2) adalah keseimbangan aliran barang, yaitu permintaan yang tidak terpenuhi sampai periode t sama dengan jumlah permintaan sampai periode t dikurangi jumlah komoditas yang dialokasikan sampai periode t . Permintaan yang tidak terpenuhi akan dikirimkan pada periode berikutnya dibatasi pada kendala (3). Kendala (4) membatasi bahwa komoditas yang dikirimkan tidak boleh melebihi stok. Kendala (5) menentukan besarnya waktu distribusi tidak boleh melebihi 24 jam. Kendala (6) adalah satu kendaraan dapat mendistribusikan ke lebih dari satu titik permintaan, tetapi satu titik permintaan hanya boleh disuplai oleh satu kendaraan one. Semua kendaraan berawal dan berakhir di gudang penyalur dibatasi oleh kendala (7) dan (8). Kendala (9) menjelaskan bahwa setelah selesai mendistribusikan komoditas dari suatu titik, maka kendaraan tersebut akan meninggalkan titik tersebut. Kendala (10) dan (11) memastikan tidak terjadi sub-rute. Berat komoditas yang didistribusikan tidak boleh melebihi kapasitas angkut maksimum kendaraan dibatasi oleh kendala (12). Kendala (13) menjelaskan bahwa variabel X_{ijk} adalah integer biner. Kendala (14) adalah kendala non-negatif dari variabel keputusan.

IV. SOLUSI MODEL DAN STUDI KASUS

Model yang diperoleh merupakan model *Mixed Integer Linear Programming*. Solusi model diselesaikan dengan software Lingo 13.0. Software dijalankan menggunakan komputer netbook dengan processor Intel(R) Atom(TM) CPU N2800 @1,86 GHz dengan memory 2,00 GB. Sebagai

contoh perhitungan solusi model akan digunakan data pada kasus penanganan bencana erupsi Gunung Merapi tahun 2010.

Model diilustrasikan dengan menggunakan studi kasus nyata. Data atau parameter yang digunakan dalam studi kasus ini mengadopsi studi kasus pada penelitian sebelumnya [5]. Studi ini merupakan kasus perencanaan distribusi dari gudang penyalur ke titik permintaan selama satu minggu (7 hari). Terdapat tujuh titik permintaan, yaitu Bangunkerto sebagai gudang penyalur (J1), Girikerto (J2), Wonokerto (J3), Purwobinangun (J4), Candibirun (J5), Hargobinangun (J6), and Wukirsari (J7). Data yang digunakan dalam studi kasus penelitian ini tampak pada TABEL I dan TABEL II.

TABEL I. JARAK GUDANG PENYALUR KE TITIK PERMINTAAN DAN JARAK ANTAR TITIK PERMINTAAN (KM)

Jarak dari i ke j	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7
J1	0	6.6	5.6	5.9	7.5	12.3	13
J2	6.6	0	1.8	3.8	5.5	5.5	8.6
J3	5.6	1.8	0	4.3	6.1	7.2	10.1
J4	5.9	3.8	4.3	0	2.8	4.8	6.9
J5	7.5	5.5	6.1	2.8	0	4.1	5.5
J6	12.3	5.5	7.2	4.8	4.1	0	4
J7	13	8.6	10.1	6.9	5.5	4	0

TABEL II. DATA KENDARAAN TERSEDIA

Materi	Kendaraan		Unit
	Truk Engkel	Truk Double	
Kapasitas	12000	26000	kg
Kecepatan	30	30	km/jam
Waktu loading	0.333	0.5	jam
Jumlah	2	1	unit

Solusi model menggunakan studi kasus menghasilkan nilai *objective* sebesar 0,0171974 dalam kondisi *global optimum*. Waktu komputasi yang diperlukan adalah 6 detik. Diperoleh rute kendaraan, yaitu J1-J5-J1 (K1), J1-J2-J3-J1 (K2), J1-J6-J7-J4-J1 (K3).

V. PENUTUP

Penelitian ini menghasilkan model yang dapat dijalankan dalam situasi pasca bencana, dimana logistik tidak langsung terkumpul di awal pasca bencana tetapi logistik akan terus bertambah sepanjang waktu. Model mampu menentukan

rute distribusi, alokasi kendaraan, dan alokasi logistik ke setiap titik permintaan secara cepat. Model dapat memproses data dari studi kasus nyata pada penanganan bencana erupsi Gunung Merapi 2010. Pencarian solusi model yang dikembangkan dapat dilakukan dengan cepat dan akurat.

Model ini mempunyai keterbatasan untuk memproses data yang lebih besar. Besar kecilnya data dan kompleksnya variabel yang terlibat akan menurunkan kinerja model. Studi pengembangan model untuk pengolahan data yang lebih kompleks dan besar perlu dilakukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada UAJY dan DIKTI yang telah mendukung sumber daya penelitian secara langsung. Ucapan terima kasih juga diberikan kepada lembaga-lembaga yang mendukung penelitian sebelumnya: UNDP, Bappenas dan AusAID.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Thomas, A.S., dan Kopczak, L.R., "From Logistic to Supply Chain Management: The Path Forward in The Humanitarian Sector," Fritlz Institute, 2005.
- [2] Pujawan, I.N., N. Kurniati dan N.A. Wessiani, "Supply Chain Management for Disaster Relief Operations: Principles and Case Studies", *International Journal of Logistics Systems and Management*, 679-692, 2009
- [3] Editorial, 2007, Challenges of emergency logistics management, *Tranportation Research Part E* 43, 655-739.
- [4] Editorial, 2010, Resilient supply chains for extreme situations: Outling a new field of study, *International Journal of Production Economics* 126, 1-6.
- [5] Suryani, C., Bintoro, A.G., dan The Jin Ai, "Pengembangan Model Logistik Merapi", *Prosiding Seminar RiTekTra 2013*, 1-4, 2013.
- [6] Bintoro, A.G., 2011, Logistik Bencana: Konsep, Tantangan, dan Kesempatan, *Komunikasi Bencana*, pp. 4-79.
- [7] Gatignon, A., Van Wassenhove, L.N., dan Charles, A., 2010, The Yogyakarta Earthquake: Humanitarian Relief Through IFRC's Decentralized Supply Chain, *Int. J. Production Economics*, Vol. 126, pp. 102-110
- [8] Oktarina, R., Bahagia, S.N., Diawati, L., dan Pribadi, K.S., "Peta Penelitian Logistik Tanggap Darurat Bencana dan Peluang Penelitiannya di Indonesia", *Proceedings 6th National Industrial Engineering Conference (NIEC-6)*, Surabaya, 225-232, 2011.
- [9] Bintoro, A.G., 2012, Pengembangan Logistik Bencana: Pembelajaran Dari Penanganan Bencana Erupsi Merapi, *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri*, 1001: pp. 1-11.

Paper 40

ORIGINALITY REPORT

17 %

SIMILARITY INDEX

14 %

INTERNET SOURCES

6 %

PUBLICATIONS

13 %

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Syiah Kuala University Student Paper	2 %
2	Submitted to Universitas Atma Jaya Yogyakarta Student Paper	2 %
3	jurnal.poltekapp.ac.id Internet Source	2 %
4	Submitted to Heriot-Watt University Student Paper	1 %
5	repository.maranatha.edu Internet Source	1 %
6	www.ie.its.ac.id Internet Source	1 %
7	Submitted to University of Greenwich Student Paper	1 %
8	jurnal.uinsu.ac.id Internet Source	1 %
9	zebradoc.tips Internet Source	1 %

10 Natalie Simpson. "Hyper-Projects and Emergent Logistics: Characterizing the Managerial Challenges of Emergency Response", Journal of Applied Security Research, 01/2009
Publication 1%

11 media.neliti.com
Internet Source 1%

12 fti.uajy.ac.id
Internet Source <1%

13 www.stampworld.com
Internet Source <1%

14 es.scribd.com
Internet Source <1%

15 www.scribd.com
Internet Source <1%

16 id.123dok.com
Internet Source <1%

17 Submitted to iGroup
Student Paper <1%

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography On