

Paper 39

by The Jin Ai

Submission date: 19-Jul-2019 04:05PM (UTC+0700)

Submission ID: 1153169592

File name: Paper_39_Ritektra_2013_Model_Logistik.docx (84.04K)

Word count: 2413

Character count: 15272

Pengembangan Model Logistik Bencana Merapi

Christina²⁶ Suryani, Ag. Gatot Bintoro, The Jin Ai

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

christina.suryani01@gmail.com, ag.bintoro@gmail.com, jinai@mail.uajy.ac.id

Abstrak — Paper ini membahas pengembangan model logistik bencana untuk meminimasi total rasio permintaan yang tidak terpenuhi. Model diperoleh dengan mengembangkan model distribusi logistik bencana yang telah ada dengan menggunakan *Fleet Size and Mix Vehicle Routing Problem*. Solusi model dicari dengan bantuan software LINGO 7.0. Model yang dihasilkan mampu meminimasi total rasio permintaan yang tidak terpenuhi secara merata pada setiap titik permintaan. Selain itu model juga mampu melakukan pemilihan jenis kendaraan, penentuan rute dan banyaknya komoditas yang akan dikirimkan. Contoh kasus nyata dalam penanganan Bencana Merapi diberikan untuk memberikan pandangan faktual.

Eta Eunci — DRO, rasio permintaan, FSMVRP

I. PENDAHULUAN

Gunung Merapi adalah gunung api paling aktif diantara 75 gunung api yang terletak di Indonesia. Letusan Gunung Merapi bersifat efusif dan memiliki siklus letusan antara 3-6 tahun sekali. Terakhir kalinya Gunung Merapi meletus pada Oktober 2010 dengan skala letusan yang besar dan bencana yang luar biasa. Setiap ancaman bencana berpotensi mengancam kehidupan manusia karena dapat menimbulkan kerugian seperti korban jiwa, luka, pengungsian, kelaparan, kerugian harta benda, kerusakan lingkungan serta menimbulkan dampak psikologis pada masyarakat. Besarnya ancaman bencana meningkat dari waktu ke waktu, sehingga perlu meningkatkan kesiapsiagaan. Agar pada saat terjadi bencana tidak menimbulkan korban besar dan dampak yang berkepanjangan.

Salah satu ukuran penting keberhasilan penanganan bencana yaitu tentang logistik, yang sering disebut logistik bencana atau *disaster relief operations* (DRO). Adanya peningkatan ancaman tersebut maka membuat logistik bencana/DRO merupakan bidang yang penting untuk dikaji [1]. Saat ini pembahasan tentang DRO masih sangat minim dan secara konsep cenderung belum mapan. Pengembangan DRO sangat diperlukan sesegera mungkin mengingat masih lemahnya konsep, teori dan pengalaman (berbeda dengan SCM komersial yang sudah mapan). Selain itu juga mengingat besarnya ancaman bencana yang meningkat dari waktu ke waktu, namun tidak disertai dengan sistem penanggulangan bencana yang berjalan dengan baik. Hal tersebut ditunjukkan oleh pengalaman kejadian bencana yang mengakibatkan korban dan kerugian yang besar, penanganan yang terkesan lambat dan dampak yang berkepanjangan [2].

DRO meliputi penilaian permintaan, pengadaan barang, penentuan prioritas, menerima barang, seleksi, menyimpan, pencarian dan pengiriman [3]. Konsep tersebut mirip dengan

supply chain management (SCM) yang sering digunakan secara komersial dalam bisnis. Keduanya, SCM komersial dan DRO mempunyai banyak kemiripan sehingga secara prinsip, pendekatan dan teknik DRO dapat dikembangkan dari SCM komersial.

Salah satu komponen utama agar suatu aktivitas penanggulangan bencana dapat berjalan dengan baik yaitu dilihat dari pelaksanaan sistem logistik bendanya. Penanganan bencana dalam hal logistik selalu menghadapi permasalahan yang kompleks, namun metode serta penelitian yang ada masih sangat terbatas [3]. Meskipun sistem logistik bencana menjadi komponen penting dalam keseluruhan aktivitas penanggulangan bencana, namun masih terdapat banyak permasalahan dalam pelaksanaannya. Hal ini tampak pada kasus bencana letusan Gunung Merapi tahun 2010 lalu yang menunjukkan lemahnya pelaksanaan logistik bencana, seperti sering terjadinya kelebihan stok barang untuk kebutuhan yang tidak mendesak sementara barang yang mendesak justru mengalami kekurangan, kurangnya profesionalisme dan koordinasi antar pelaku penanganan bencana, pemanfaatan teknologi yang minimalis, kurangnya proses pembelajaran antar pelaku penanganan bencana, serta kurangnya pemahaman akan pentingnya logistik itu sendiri.

Bantuan logistik untuk penanggulangan bencana harus dapat diterima oleh korban yang membutuhkan dengan tepat waktu, sasaran, jumlah dan kualitas. Dalam pendistribusian logistik bencana Gunung Merapi menghadapi adanya kendala yaitu terbatasnya ketersediaan barang pada gudang penyalur, jarak tempuh, waktu distribusi, kapasitas angkut dan ketersediaan sarana transportasi.

Berdasarkan uraian diatas, maka dibutuhkan model distribusi untuk meminimasi total rasio permintaan yang tidak terpenuhi disetiap titik permintaan. Hasil perhitungan dari model dapat dijadikan sebagai perkiraan untuk mengetahui pemenuhan titik-titik permintaan dengan jumlah ketersediaan barang yang ada serta mengetahui optimalitas penggunaan jenis dan rute kendaraan berdasarkan banyaknya barang yang akan dikirim. Oleh sebab itu penting untuk melakukan pemodelan mengenai distribusi logistik sebagai salah satu upaya untuk meningkatkan kesiapsiagaan terhadap bencana.

II. STUDI LITERATUR

Manajemen persediaan barang bantuan memegang peranan penting dalam sistem logistik bencana. Ketika bencana terjadi banyak sumber daya yang hilang sehingga menyebabkan disfungsi dari beberapa elemen dalam masyarakat. Whybark mengemukakan tiga karakteristik utama dalam pengelolaan barang bantuan yaitu proses penerimaan, penyimpanan, dan distribusi barang bantuan

[1]. Karakteristik ini mirip dengan SCM komersial yang telah dibahas secara luas.

Penelitian sebelumnya mengenai distribusi logistik bencana Gunung Merapi telah dilakukan [2], [4] dan [5]. Pada penelitian ini akan dikembangkan model distribusi barang bantuan bencana yang meminimalkan jumlah permintaan yang tidak terpenuhi untuk semua jenis komoditas selama waktu perencanaan. Model ini dikembangkan dari penelitian-penelitian sebelumnya dengan menggunakan fungsi tujuan berbeda serta beberapa penyesuaian terhadap kondisi nyata.

Penelitian tentang distribusi pada kasus [12] distribusi koran Serambi Indonesia dengan pendekatan *Fleet Size and Mix Vehicle Routing Problem with Time Windows* pernah dilakukan [6]. Penelitian ini membahas tiga kasus pendistribusian koran, yaitu kasus dengan semua kendaraan digunakan, kasus dengan tidak semua kendaraan digunakan serta fungsi objektifnya yang bertujuan meminimalkan biaya dan meminimumkan jumlah kendaraan. Selain itu yang berkaitan dengan penggunaan jenis kendaraan untuk menentukan jadwal pengiriman barang dari depot pusat, antar depot dan pelanggan dengan menggunakan dua jenis kendaraan yaitu kendaraan berkapasitas besar dan kendaraan berkapasitas kecil juga telah dilakukan [7].

Fleet Size and Mix Vehicle Routing Problem (FSMVRP) adalah variasi dari *Vehicle Routing Problem (VRP)* yang menentukan kombinasi dan rute yang ditempuh kendaraan yang berbeda agar dapat melayani suatu himpunan pelanggan dengan permintaan yang sudah diketahui [8]. VRP memiliki beberapa variasi antara lain, [17] dengan batasan kapasitas yang disebut dengan *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)*. Perbedaan antara CVRP dengan FSMVRP terletak pada kendaraan yang digunakan, untuk CVRP menggunakan jenis kendaraan yang sama (homogen) sedangkan pada FSMVRP kendaraan yang digunakan bersifat heterogen. Jenis kendaraan yang berbeda berpengaruh terhadap perbedaan kecepatan, waktu distribusi serta waktu *loading*.

Model yang dikembangkan pada penelitian sekarang menggabungkan metode FSMVRP yang mampu meminimasi rasio permintaan tidak terpenuhi untuk semua jenis komoditas selama waktu perencanaan, dapat melakukan pemilihan kendaraan, dapat menentukan rute distribusi sesuai dengan alokasi kendaraan.

II. METODOLOGI

Metode yang dilakukan dalam melakukan penelitian ini antara lain: studi literatur, studi lapangan (observasi dan wawancara), pemodelan sistem, analisis model, validasi model, solusi permasalahan serta kesimpulan. Setiap langkah dilakukan dengan menggunakan metode tertentu sehingga menjadi suatu proses yang terintegrasi untuk mencapai tujuan penelitian.

Studi literatur dan observasi lapangan dilakukan untuk memberikan pemahaman konsep sistem logistik bencana yang akan ditinjau sehingga ada gambaran awal mengenai

sistem logistik yang diterapkan dalam penanganan bencana. Pemahaman tersebut meliputi gambaran mengenai fase penyelenggaraan bencana, manajemen rantai pasok bencana, prinsip pemenuhan logistik, proses pemberian logistik, komunikasi serta pengambilan keputusan. Studi literatur juga berfungsi untuk menambah pemahaman penulis mengenai informasi yang berkaitan dengan logistik bencana serta metode yang digunakan. Studi literatur dilakukan melalui jurnal, perundangan, peraturan pemerintah, buku, referensi yang belum dipublikasikan serta referensi lain yang mendukung.

Studi lapangan dilakukan untuk menambah gambaran nyata terhadap kejadian di [22]ngan. Studi lapangan dilakukan dengan 2 cara yaitu observasi dan wawancara. Observasi dilakukan dengan cara mengamati langsung kondisi pada daerah bencana Gunung Merapi. Selain observasi, juga dilakukan wawancara baik dengan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) DIY serta Kabupaten Sleman, Dinas Nakersos DIY serta peneliti sebelumnya. Studi lapangan berfungsi agar pemodelan yang dibuat dapat sesuai dengan keadaan dilapangan. Penelitian dilakukan dengan mengambil sudut pandang pelaku distribusi logistik bencana serta pemanfaat logistik pada titik permintaan.

Pemodelan sistem dilakukan dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang berkaitan dengan pendistribusian logistik antara lain: waktu, jarak tempuh, jumlah permintaan, kapasitas gudang penyalur, jumlah kendaraan serta kapasitas angkut kendaraan. Model yang diperoleh akan dianalisis dan divalidasi untuk mendapatkan solusi terbaik. Contoh nyata bencana Gunung Merapi digunakan sebagai contoh nyata dalam model agar memberikan gambaran secara faktual. Hasil pemodelan yang dibuat akan digunakan sebagai alat bantu untuk mengambil keputusan dalam menjamin ketepatan dan tingkat pemenuhan kebutuhan barang bantuan yang diperlukan secara maksimum dilokasi bencana sesuai dengan prinsip cepat dan tepat serta prinsip berdaya guna dan berhasil guna.

III. PEMODELAN

Pemodelan bertujuan untuk memperoleh model untuk meminimasi total permintaan yang tidak terpenuhi dengan memperhatikan banyaknya komoditas yang akan dikirim, kapasitas angkut, rute dan waktu pengiriman. Bagian ini akan membahas mengenai hal-hal yang berkaitan dengan pemodelan seperti asumsi model, notasi model dan formulasi model.

A. ASUMSI MODEL

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Permintaan dari *customer* bersifat deterministik.
2. Tidak semua permintaan (titik permintaan/lokasi bencana) dapat terpenuhi.
3. Sisa *stock* barang di gudang penyalur pada periode dianggap sebagai data untuk periode selanjutnya

4. Jarak antar lokasi simetrik, jarak dari lokasi permintaan i ke lokasi permintaan j sama dengan jarak dari lokasi permintaan j ke lokasi permintaan i .
5. Lokasi permintaan dapat dilayani dalam waktu kurang dari 24 jam.
6. Rute distribusi sama selama waktu perencanaan.
7. Seluruh kendaraan berpusat di satu titik yaitu gudang penyalur.
8. Kecepatan dari setiap jenis kendaraan dianggap konstan, artinya data kecepatan kendaraan menggunakan data rata-rata.

1
B. NOTASI MODEL

Dalam penulisan model, notasi-notasi yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

Notasi set

- A = komoditas
- T = waktu (hari)
- J = set titik-titik permintaan
- K = himpunan kendaraan

Notasi parameter

- Va = kapasitas maksimum gudang penyalur untuk suatu komoditas a (kg)
- Qk = kapasitas angkut maksimum suatu kendaraan k (kg)
- $Djat$ = banyaknya permintaan dari titik j untuk komoditas a pada waktu t (kg)
- Sat = stock barang di gudang penyalur untuk komoditas a pada waktu t (kg)
- Yij = jarak pengiriman komoditas dari titik i ke titik j (km)
- M = konstanta positif yang diambil dengan nilai relatif besar
- Ck = kecepatan kendaraan k (km/jam)
- lk = waktu loading kendaraan k (jam) **16**
- $Oijk$ = waktu pengiriman berdasarkan jarak dari i ke j dengan kendaraan k (**16**)
- $Rijk$ = waktu distribusi total dari i ke j dengan kendaraan k (jam)

Notasi variabel **2** keputusan

- $Pjat$ = jumlah permintaan yang tidak terpenuhi untuk titik j komoditas a pada periode t (kg)
- $Zajkt$ = banyaknya komoditas a yang akan dikirim ke titik j dengan menggunakan kendaraan k pada periode t (kg)
- Ujk = muatan kendaraan ke k setelah mengunjungi titik i
- $Xijk$ = 1, jika ketitik j dengan rute k , yang lainnya bernilai 0

C. FORMULASI MODEL

Formulasi model merupakan proses mendeskripsikan masalah menjadi suatu ekspresi matematik yang menggambarkan kesesuaian dengan sistem distribusi logistik pada bencana Gunung Merapi 2010. Fungsi objektif

dari model yang dikembangkan yaitu, meminimasi total rasio permintaan yang tidak terpenuhi untuk seluruh lokasi permintaan, seluruh komoditas, selama waktu perencanaan. Berikut ini merupakan fungsi objektif yang dikembangkan:

$$\text{Min} = \sum_{a=1}^A \sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^T (Pjat / Djat)$$

Sedangkan kendala yang ada adalah sebagai berikut:

1. Keseimbangan aliran barang, yaitu banyaknya permintaan sama dengan banyaknya komoditas yang akan dikirimkan ditambah dengan banyaknya permintaan yang tidak terpenuhi.

$$Zajkt \leq M * \sum_{a=1}^A Xijk, a \in A, j \in J, k \in K, t \in T$$

$$Djat - \sum_{a=1}^A Pjat = \sum_{k=1}^K Zajkt, j \in J, a \in A, t \in T$$

2. Banyaknya barang komoditas a yang akan dikirim tidak boleh melebihi stock barang digudang penyalur.

$$\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K Zajkt \leq Sat, a \in A, t \in T$$

3. Menentukan besarnya waktu distribusi.

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (Rijk * Xijk) \leq 24, k \in K$$

4. Setiap konsumen hanya dapat dikunjungi satu kali oleh satu kendaraan.

$$\sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^I Xijk = 1, j \in J$$

5. Setiap rute perjalanan kendaraan berawal dari gudang penyalur (kendaraan selalu berangkat dari gudang penyalur).

$$\sum_{j=1}^J Xijk = 1, i = 0, k \in K$$

6. Setiap rute perjalanan kendaraan berakhir di gudang penyalur.

$$\sum_{i=1}^I Xijk = 1, j = 0, k \in K$$

7. Kekontinuan rute, setiap kendaraan yang mengunjungi suatu titik permintaan setelah selesai melayani akan meninggalkan lokasi tersebut.

$$\sum_{i=1, i \neq k}^I Xihk - \sum_{j=2, j \neq k}^J Xhjk = 0, k \in I, k \in K$$

8. Tidak terdapat sub tour pada semua rute.

$$Uik - Ujk + Qk * Xijk \leq Qk - \sum_{a=1}^A Zajkt$$

$$i \in I, j \in J, k \in K, i \neq j, t=1$$

$$\sum_{a=1}^A Zajkt \leq Uik \leq Qk, i \in I, k \in K, t=1$$

9. Banyaknya barang yang akan di-supply harus kurang dari sama dengan kapasitas angkut maksimum kendaraan.

$$\sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^T Z_{ajkt} \leq Q_k, k \in K, t \in T$$

10. Kendala ketidakefektifan.

$$X_{ijk} \in \{0,1\}, j \in J, k \in K$$

$$Z_{ajkt} \geq 0$$

$$P_{jat} \geq 0; \text{ integer}$$

IV. SOLUSI MODEL DAN CONTOH KASUS

Solusi model untuk mencari fungsi tujuan dengan kendala-kendala di atas digunakan software LINGO 7.0. Agar memberikan pandangan faktual pada solusi model yang dihasilkan maka diperlukan contoh numerik. Contoh numerik berikut merupakan gambaran dari studi kasus distribusi logistik bencana Gunung Merapi tahun 2010.

Tabel 1. Data jarak dari Gudang Penyalur Desa Bangunkerto ke lokasi permintaan (km)

Jarak i ke j	25 J0	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7
J0	0	6.6	5.6	5.9	7.5	12.3	13	15.3
J1	6.6	0	1.8	3.8	5.5	5.5	8.6	5.7
J2	5.6	1.8	0	4.3	6.1	7.2	10.1	7.2
J3	5.9	3.8	4.3	0	2.8	4.8	6.9	6.6
J4	7.5	5.5	6.1	2.8	0	4.1	5.5	6.7
J5	12.3	5.5	7.2	4.8	4.1	0	4	2.3
J6	13	8.6	10.1	6.9	5.5	4	0	4.9
J7	15.3	5.7	7.2	6.6	6.7	2.3	4.9	0

Tabel 2. Data kendaraan yang tersedia

No	Jenis Kendaraan	Jumlah (unit)	Kapasitas (kg)	Kecelakaan (km/jam)	Waktu loading (jam)
1	Pick up	2	2540	40	0.25
2	Truk engkel	2	12000	30	0.333
3	Truk double	1	26000	30	0.5

Selain data di atas diperlukan data *D_{jat}* serta *S_{at}*, pada studi kasus ini digunakan data pada penelitian sebelumnya. (lihat [7]). Berdasarkan contoh numerik tersebut didapatkan solusi model yang mampu meminimasi total rasio permintaan yang tidak terpenuhi pada 7 lokasi permintaan, 3 jenis komoditas dan 7 hari waktu perencanaan. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan solusi global optimum dengan rata-rata permintaan yang tidak terpenuhi sebesar 52,46

pada semua titik permintaan. *Running time* program (LINGO 7.0.) yang diperlukan untuk perhitungan 16 jam 49 menit dengan menggunakan *personal computer* (PC) dengan prosesor Intel Atom™ 1 GB. Terdapat 3 jenis kendaraan yang akan digunakan selama waktu perencanaan yaitu 2 truk engkel dan truk double dengan alokasi kendaraan yaitu truk engkel 1 dengan rute *J0-J2-J3-J0*, truk engkel 2 dengan rute *J0-J5-J7-J0* dan truk double dengan rute *J0-J6-J1-J4-J0*.

IV. PENUTUP

Penelitian ini mampu menghasilkan model untuk meminimasi total rasio permintaan yang tidak terpenuhi secara merata pada setiap lokasi permintaan. Selain itu model juga dapat digunakan untuk menentukan pemilihan kendaraan, penentuan rute distribusi serta banyaknya komoditas yang akan dikirimkan.

Tetapi hasil yang diperoleh masih memerlukan proses komputasi yang lama, ini menjadi kelemahan untuk implementasi model pada kasus nyata yang cenderung membutuhkan waktu yang singkat. Untuk perbaikan perlu dilakukan pemodelan dengan pendekatan lain untuk solusi model, seperti heuristik atau pendekatan simulasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Whybark, D.C., "Issues in Managing Disaster Relief Inventories", *International Journal Production Economics* 88, 228-235, 2007.
- [2] Bintoro, A.G., "Pengembangan Logistik Bencana: Pembelajaran dari Penanganan Bencana Erupsi Merapi", *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri 2010*, Fakultas Teknologi Industri Universitas Trisakti, Jakarta, 2012.
- [3] Pujawan, I. N., N. Kurniati and N.A. Wessiani, "Supply Chain Management for Disaster Relief Operations: Principles and Case Studies", *International Journal of Logistics Systems and Management*, 679-692, 2009.
- [4] Oktarina, R., "Pengembangan Model Distribusi Barang Bantuan Penanggulangan Bencana Alam", *Jurnal Bisnis Manajemen dan Ekonomi* Vol. 9, No 2, 1-16, 2007.
- [5] Aman, A., Bakhtiar, T., Hanum, F., Supriyo, P.T., "OR/MS Application in Mt. Merapi Disaster Management", *Journal of Mathematics and Statistics* ISSN 1549-3644, 264-273, 2012.
- [6] Widyastiti, M., Hanum, F., Bakhtiar, T., "Implementasi Fleet Size and Mix Vehicle Routing Problem with Time Windows pada Pendistribusian Koran", *Prosiding Seminar Nasional Sains V*, 293-303, 2012.
- [7] Razana, C., Juraj, P., Ivan, B., Marian, R., Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem with Selection of Inter-Depot, Technology and Investment, *Journal of Mathematics and Statistics*, Vol. 4 No. 1B, 2013.
- [8] Golden, B., Assad, A., Levy, L., Gheysens, F., The fleet size and mix vehicle routing problem, *Computer & Operations Research*, Vol. 11, 49-66, 1984.

Paper 39

ORIGINALITY REPORT

25%

SIMILARITY INDEX

20%

INTERNET SOURCES

5%

PUBLICATIONS

14%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	docplayer.info Internet Source	7%
2	repository.widyatama.ac.id Internet Source	3%
3	Submitted to UPN Veteran Yogyakarta Student Paper	1%
4	Submitted to Universitas Negeri Jakarta Student Paper	1%
5	www.centerscm.org Internet Source	1%
6	damarin-focus.blogspot.com Internet Source	1%
7	dergipark.gov.tr Internet Source	1%
8	jurnal.poltekapp.ac.id Internet Source	1%
9	Submitted to Lambung Mangkurat University Student Paper	1%

10	Submitted to Syiah Kuala University Student Paper	1%
11	www.scribd.com Internet Source	1%
12	www.scielo.br Internet Source	1%
13	Delia Richardson. "Conceptualising Inventory Prepositioning in the Humanitarian Sector", IFIP Advances in Information and Communication Technology, 2010 Publication	1%
14	Jumadi, Steve Carver, Duncan Quincey. "A Conceptual Design of Spatio-Temporal Agent-Based Model for Volcanic Evacuation", Systems, 2017 Publication	1%
15	Submitted to Universitas Islam Indonesia Student Paper	1%
16	Submitted to Universitas Pendidikan Indonesia Student Paper	1%
17	Submitted to Padjadjaran University Student Paper	1%
18	Submitted to Universitas Atma Jaya Yogyakarta Student Paper	1%

Submitted to Institute of Graduate Studies, UiTM

19

Student Paper

<1%

20

cakkamallink.blogspot.com

Internet Source

<1%

21

repository.usu.ac.id

Internet Source

<1%

22

Submitted to Politeknik Negeri Bandung

Student Paper

<1%

23

library.binus.ac.id

Internet Source

<1%

24

iris.uniroma1.it

Internet Source

<1%

25

archive.org

Internet Source

<1%

26

core.ac.uk

Internet Source

<1%

27

Submitted to Universitas Sebelas Maret

Student Paper

<1%

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography On