

SIMULASI SISTEM LOGISTIK BANTUAN BENCANA GEMPA-TSUNAMI: STUDI KASUS DI KOTA PADANG

RIKA AMPUH HADIGUNA¹ DAN AGUS WIBOWO²

¹Pusat Studi Inovasi, Universitas Andalas,

²Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Andalas

Laman: hadiguna10@gmail.com

ABSTRAK

Masalah yang dihadapi dalam logistik bencana adalah alokasi anggaran dalam transportasi pendistribusian bantuan dan pengadaan komoditas bantuan bagi pengungsi. Tujuan dari studi ini adalah membangun model simulasi logistik bencana untuk menganalisis efektivitas alokasi anggaran bencana pada fase tanggap darurat pasca bencana gempa. Model dibangun berdasarkan situasi nyata yang berada di Kota Padang. Analisis simulasi ini juga dimaksudkan untuk mengukur efektivitas logistik bencana pada saat terjadi gempa pada 30 September 2009 di Kota Padang. Model ini mencerminkan sebagian praktek manajemen logistik bencana yang difokuskan pada pendistribusian bantuan dan akibat yang ditimbulkan oleh bencana. Berbagai skenario telah dirumuskan dalam studi ini dan dianalisis menggunakan model simulasi yang telah dibangun. Ada dua situasi yang dirumuskan dalam simulasi ini, yaitu bencana gempa dan bencana gempa diikuti tsunami. Kesimpulan dari hasil simulasi adalah alokasi dana dan transportasi pendistribusian barang menentukan tingkat efektivitas dibandingkan tingkat kerusakan akibat bencana.

Kata kunci: logistik bencana, simulasi, efektivitas, pendistribusian barang, alokasi dana

ABSTRACT

The problem of disaster logistics determines budget allocation and distribution of relief to the refugees. The purpose of this research develop a simulation model to analyze the effectiveness of disaster logistics in emergency phase after the occurred disaster in term of earthquake and tsunami. The model is built based on the real situation when the earthquake has been occurred in Kota Padang. Simulation analysis is also intended to measure the effectiveness of disaster logistics caused by earthquake on 30 September 2009 in Padang City. Model represents the best practices of disaster logistics management that focuses on the distribution of aid and the consequences caused by the disaster. Various scenarios have been formulated in this study and analyzed using a simulation model that has been built. There are two situations outlined in this simulation namely the earthquake stand alone and tsunami. The conclusion that logistics effectiveness of relief is determined by the budget allocation and distribution of goods as compared with the level of damage caused by the disaster.

Key words: disaster logistics, simulation, effectiveness, goods distribution, budget allocation

PENDAHULUAN

Provinsi Sumatera Barat adalah salah satu wilayah yang masuk kategori berpotensi bencana gempa dan tsunami. Salah satu bencana gempa yang pernah terjadi pada tanggal 30 September 2009. Sebanyak 16 Kabupaten/Kota di Provinsi Sumatera Barat yang mengalami dampak gempa tersebut. Kota Padang mendapatkan akibat bencana dengan korban 383 orang meninggal dunia dan 1.202 orang mengalami luka-luka. Dampak dari bencana gempa dapat dikurangi dengan dua pendekatan, yakni mitigasi bencana dan penanggulangan pasca bencana (*disaster response*).

Penanggulangan bencana gempa bumi diantaranya masalah logistik. Keberhasilan logistik bencana tidak akan terlepas dari logistik

komersial. Balcik dkk. (2010) telah membandingkan logistik komersial dan kemanusiaan atau bencana sebagaimana terlihat pada Tabel 1. Perbandingan ini mendeskripsikan bahwa perbedaan praktek logistik kemanusiaan dengan komersial adalah orientasi kegiatan. Situasi yang dihadapi manajemen logistik pasca bencana gempa terjadi adalah ketidakpastian jumlah permintaan dan tidak normalan situasi.

Banyak studi yang membahas sistem logistik bencana. Pengembangan model matematik telah dilakukan oleh Balcik dan Beamon (2008), Ben-Tal dkk. (2011), Gu (2011), Kongsomsaksakul dkk. (2005), Beamon dan Kotleba (2006), Ozbay dan Ozguven (2009), Whybark (2007), Sheu (2007) dan Widener dan Horner (2011), Yi dan Kumar (2007). Studi deskriptif antara lain Charnkol dan Tanaboriboon

(2006), McLachin dan Larson (2011), Gatignon dkk. (2010), Kusumastuti dkk. (2010), Rossum dan Krukkert (2010), Tatham dan Houghton (2011), Torre dkk. (2012). Selain itu, simulasi dan sistim penunjang keputusan diantaranya Hadiguna (2011), Leedkk. (2009), Yi dan Ozdamar (2007) dan Asghar dkk. (2004).

Tujuan dari studi ini adalah membangun model simulasi dinamika sistim sebagai alat untuk menganalisis efektivitas alokasi anggaran bencana pada fase tanggap darurat pasca bencana gempa. Model dibangun berdasarkan situasi nyata gempa pada 30 September 2012 di Kota Padang. Sistim dinamik dipilih untuk diterapkan karena berkemampuan memberikan umpan balik. Model simulasi bertujuan untuk memprediksi efektivitas logistik. Pemanfaatannya dapat membantu para pengambil keputusan melakukan perbaikan.

Dalam situasi bencana, keadaan sosial dapat bertambah parah apabila terjadi kelambatan penanganan korban bencana dan pengiriman bantuan. Peran logistik bencana menjadi sangat penting dalam situasi ini. Kelemahan utama logistik kemanusiaan adalah kurangnya koordinasi dan prosedur penanganan yang kurang baik. Hellingrath dan Widera (2011); Widener dan Horner (2011) menyatakan bahwa tantangan utama dalam logistik kemanusiaan adalah infrastruktur, politik dan pemerintah. Ini menunjukkan pentingnya peran kordinasi yang efektif dalam praktek logistik kemanusiaan khususnya penanganan korban bencana alam seperti gempa dan tsunami.

METODE

Objek studi penelitian ini adalah Kota Padang karena daerah ini berada pada kawasan rawan gempa. Logistik bantuan bencana gempa dan/atau tsunami merupakan bencana yang jarang terjadi namun berdampak kerugian yang sangat besar. Gempa yang terjadi di pantai barat yang dekat dengan Kota Padang sangat berpotensi tsunami. Tsunami dapat menimbulkan kerusakan yang sangat besar dan korban yang banyak.

Jenis data yang dikumpulkan adalah data sekunder. Pengumpulan data dilakukan di Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Padang, Palang Merah Indonesia (PMI) Kota Padang, Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Padang. Data dikumpulkan adalah jenis-jenis makanan dan moda transportasi yang digunakan, populasi penduduk Kota Padang disetiap kecamatan, jenis makanan yang dibutuhkan saat terjadi gempa, laju datangnya bantuan makanan tahun 2009, *buffer stock*, banyak titik-titik pengungsian dan jaraknya, dan jalur evakuasi di Kota Padang.

Tahapan studi adalah pemahaman sistim nyata, formulasi model, verifikasi dan validasi model. Pemahaman sistim nyata adalah memahami aliran bahan dan aliran informasi dari sistim logistik bantuan bencana. Pemahaman sistim logistik ini merujuk pada kegiatan-kegiatan logistik bantuan bencana pada bencana gempa 30 September 2009. Studi ini menganggap bahwa pemangku kepentingan adalah BPBD dan masyarakat Kota Padang. Ukuran-

Tabel 1. Perbedaan Logistik dan Rantai Pasok Komersial dengan Kemanusiaan

Karakteristik	Komersial	Kemanusiaan
Tujuan Strategis	Meningkatkan keuntungan dan memenuhi kepuasan konsumen	Meminimalkan kehilangan nyawa dan meringankan penderitaan
Jenis Permintaan	Produk dan jasa	Pasokan barang dan personil
Pola Permintaan	Relatif stabil dan dapat diprediksi	Tidak stabil dan tidak dapat diprediksi baik dalam waktu, lokasi dan jumlah
Jaringan Distribusi	Ada metode tertentu untuk menentukan jumlah dan lokasi pusat distribusi	Tantangan berupa ketidaktahuan akan lokasi, tipe dan ukuran bencana, situasi politik dan kebudayaan
Pengendalian Persediaan	Level persediaan ditentukan berdasarkan <i>lead time</i> , level permintaan dan target pelayanan konsumen	Pengendalian persediaan memiliki perbedaan yang tinggi dalam <i>lead time</i> , permintaan dan lokasi permintaan
Pengendalian Persediaan	Level persediaan ditentukan berdasarkan <i>lead time</i> , level permintaan dan target pelayanan konsumen	Pengendalian persediaan memiliki perbedaan yang tinggi dalam <i>lead time</i> , permintaan dan lokasi permintaan
Sistim Informasi	Terstruktur dan dapat diandalkan, menggunakan kemajuan teknologi	Informasi seringkali tidak valid, tidak lengkap, atau bahkan tidak ada. Kurangnya konsistensi dan transparansi dalam sistim informasi lembaga kemanusiaan
Mengukur Performansi Sistim	Difokuskan pada ukuran performansi sumber daya, misalnya dalam kaitan investasi	Difokuskan pada ukuran performansi keluaran seperti waktu yang dibutuhkan untuk respons bencana atau kemampuan dalam menyediakan kebutuhan korban bencana

ukuran kinerja ditentukan setelah memahami aliran bahan dan informasi yang dipraktikkan saat itu.

Tahap selanjutnya adalah formulasi model. Tahap ini adalah menentukan variabel, parameter, *level* dan *flow*. Tahap ini ada dua bagian, yakni pemodelan konseptual menggunakan *causal loop diagram* dan model komputer. *Causal loop diagram* merepresentasikan variabel-variabel dan parameter-parameter dari model. Model konseptual akan menjelaskan umpan balik yang terjadi antar variabel dan parameter. Pembuatan program komputer menggunakan tipe *level* dan *flow* yang dikenal dalam pemodelan dinamika sistim.

Verifikasi model dilakukan berdasarkan kejadian bencana Gempa pada 30 September 2009 di Kota Padang. Teknik verifikasi yang diterapkan adalah pemeriksaan rumus dari model simulasi kemudian dilakukan pengecekan keluaran berupa efektivitas, permintaan, jumlah bantuan dan kekurangan bantuan. Luaran simulasi akan diperiksa secara manual untuk memastikan bahwa program komputer telah bekerja sesuai dengan formulasi.

Proses validasi menggunakan teknik data historis. Teknik ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil simulasi dengan data masa lalu. Data yang dibandingkan adalah data banyak penduduk yang meninggal dan total bantuan bencana. Model yang telah dinyatakan valid akan digunakan untuk menganalisis beberapa skenario.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemahaman Sistim Nyata

Praktek logistik bencana pada saat bencana gempa pada 30 September 2009 mengacu pada Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 13 Tahun 2008 Tentang Pedoman Manajemen Logistik dan Peralatan Penanggulangan Bencana. Ukuran keberhasilan pengelolaan logistik bencana dilaksanakan dengan cepat, tepat, terpadu dan akuntabel. Faktor utama yang dapat mendukung berjalannya sistim logistik adalah kondisi infrastruktur, ketersediaan dan jumlah alat transportasi.

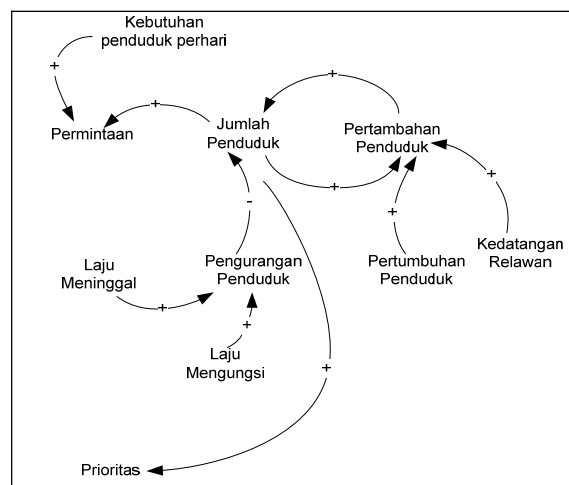
Sebagaimana dipahami, logistik merupakan komponen utama dari rantai pasok. Rantai pasok dalam sistim manajemen logistik bencana terdiri dari lokasi masuknya logistik, gudang utama, gudang penyalur dan gudang penyimpanan terakhir di pos komando. Proses manajemen logistik dan peralatan dalam penanggulangan bencana meliputi delapan tahapan terdiri dari perencanaan dan inventarisasi kebutuhan, pengadaan dan/atau penerimaan, pergudangan dan/atau penyimpanan,

pendistribusian, pengangkutan, penerimaan di tujuan, penghapusan dan pertanggungjawaban.

Rantai pasok yang dimodelkan dalam studi ini adalah pusat distribusi dan lokasi pengungsian. Lokasi pengungsian dibatasi pada tingkat kecamatan. Basis pemerintahan sebagai lokasi pengungsian telah sesuai dengan garis komando penanggulangan bencana. Aliran material bergerak dari pusat distribusi menggunakan alat angkut truk menuju ke lokasi pengungsian. Aliran informasi akan bergerak kebalikan dari aliran bahan. Lokasi pengungsian akan memberikan informasi permintaan barang dan mengalir sampai ke pusat distribusi yang dikendalikan oleh BPBD Kota Padang.

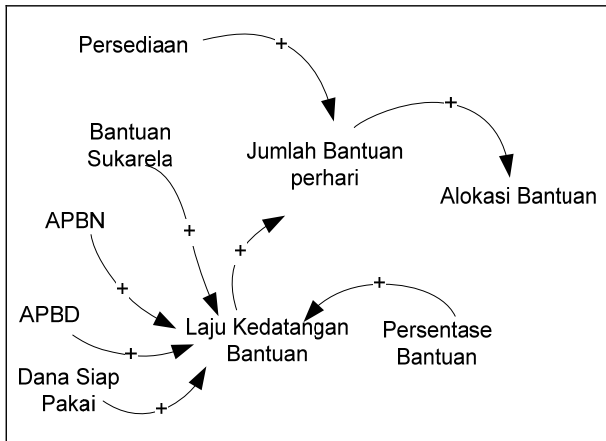
Formulasi Model

Ada tiga komponen sistim logistik bencana yang dikembangkan dalam studi ini, yaitu permintaan dari lokasi pengungsian, pengangkutan untuk pendistribusian bantuan dan persediaan barang-barang bantuan. Permintaan adalah banyak barang dibutuhkan oleh para pengungsi. Permintaan ditentukan oleh banyak penduduk yang berada di Kota Padang, sedangkan banyak penduduk dipengaruhi pertambahan penduduk dan pengurangan penduduk. Model *causal loop* dari permintaan dapat dilihat pada Gambar 1.

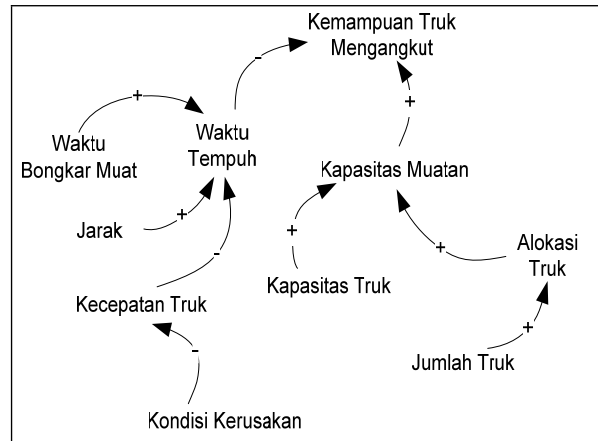


Gambar 1. *Causal Loop* Permintaan

Laju kedatangan bantuan adalah penentuan jumlah bantuan yang akan dikirim ke lokasi pengungsian. Kemampuan dalam pengadaan barang-barang bantuan ditentukan oleh besar anggaran pemerintah yang bersumber dari APBD dan APBN serta bantuan sukarela dan tingkat persediaan barang di gudang BPBD. *Causal loop* dari situasi ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Causal Loop Pengadaan Barang

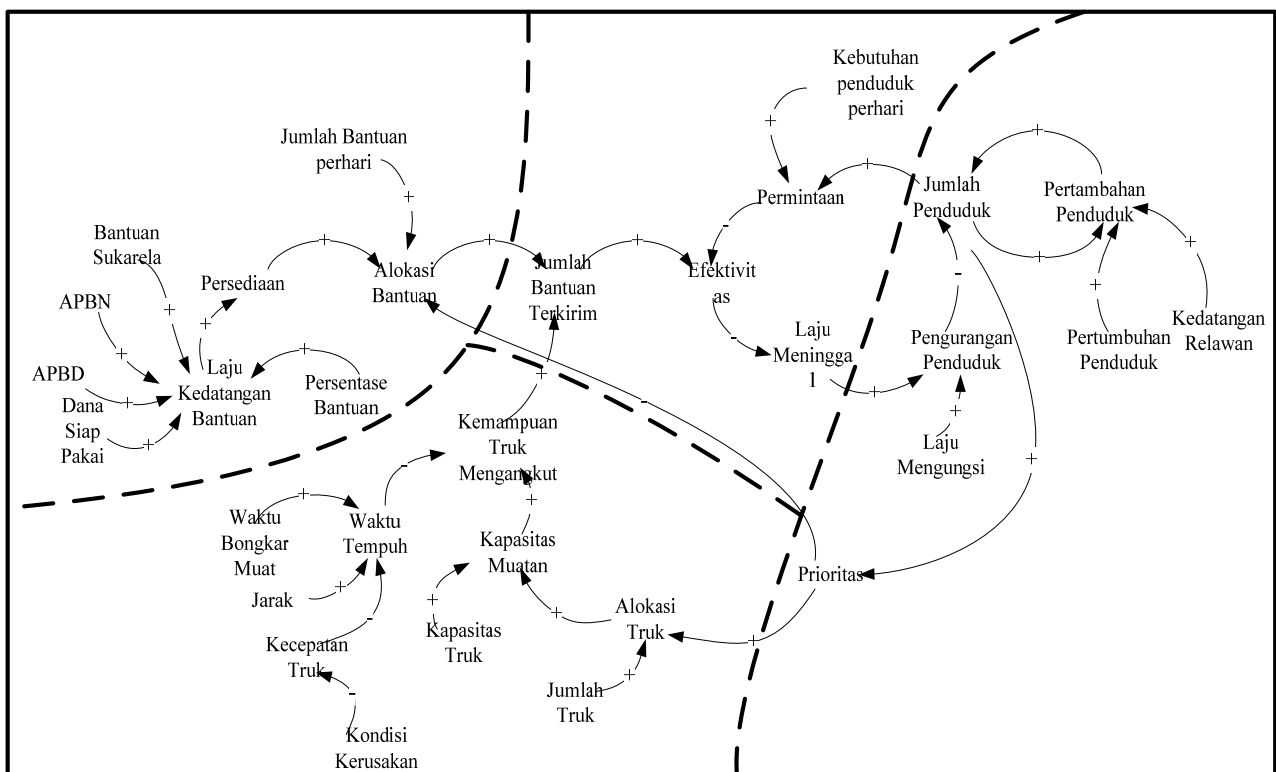


Gambar 3. Causal Loop Distribusi

Pengangkutan untuk pengiriman bantuan dipengaruhi banyak alat angkut yang tersedia, kecepatan truk dalam pengiriman barang, kapasitas truk, waktu tempuh truk, waktu bongkar muat dan jarak lokasi. Pengalokasian banyak truk untuk setiap kecamatan didasarkan atas banyaknya penduduk. Situasi nyata ini dideskripsikan dalam Gambar 3.

Ukuran kinerja logistik bencana yang dikembangkan ini adalah efektivitas. Model konseptual tipe diagram *causal loop* yang dibangun berdasarkan pemahaman sistem nyata dapat dilihat pada Gambar 4.

Ukuran utama yang digunakan dalam kinerja logistik bencana dalam studi ini adalah efektivitas



Gambar 4. Causal Loop Keseluruhan

yang diformulasikan sebagai rasio antara realisasi pengiriman (d) dan permintaan (D).

$$E = \frac{d}{D} \quad (1)$$

Realisasi pengiriman dapat dilakukan dengan memperhatikan ketersediaan pengangkutan. Banyak truk dan kapasitas truk akan mempengaruhi kemampuan pendistribusian. Dalam model ini, penentuan rute pengangkutan tidak dilakukan. Dengan demikian, realisasi pengiriman (d) diformulasikan dengan memperhatikan kemampuan truk mengangkut (c), permintaan (D) dan alokasi bantuan (a).

$$d = \text{Min}\{\text{Min}(c, D)a\} \quad (2)$$

Permintaan adalah sejumlah barang dalam hal ini berbentuk paket standar sesuai dengan aturan yang ditetapkan BNPB yang dibutuhkan oleh para pengungsi. Asumsinya adalah tidak semua penduduk di Kota Padang menjadi pengungsi. BPBD Kota Padang akan menetapkan banyak pengungsi. Formulasi permintaan dapat diformulasikan dengan

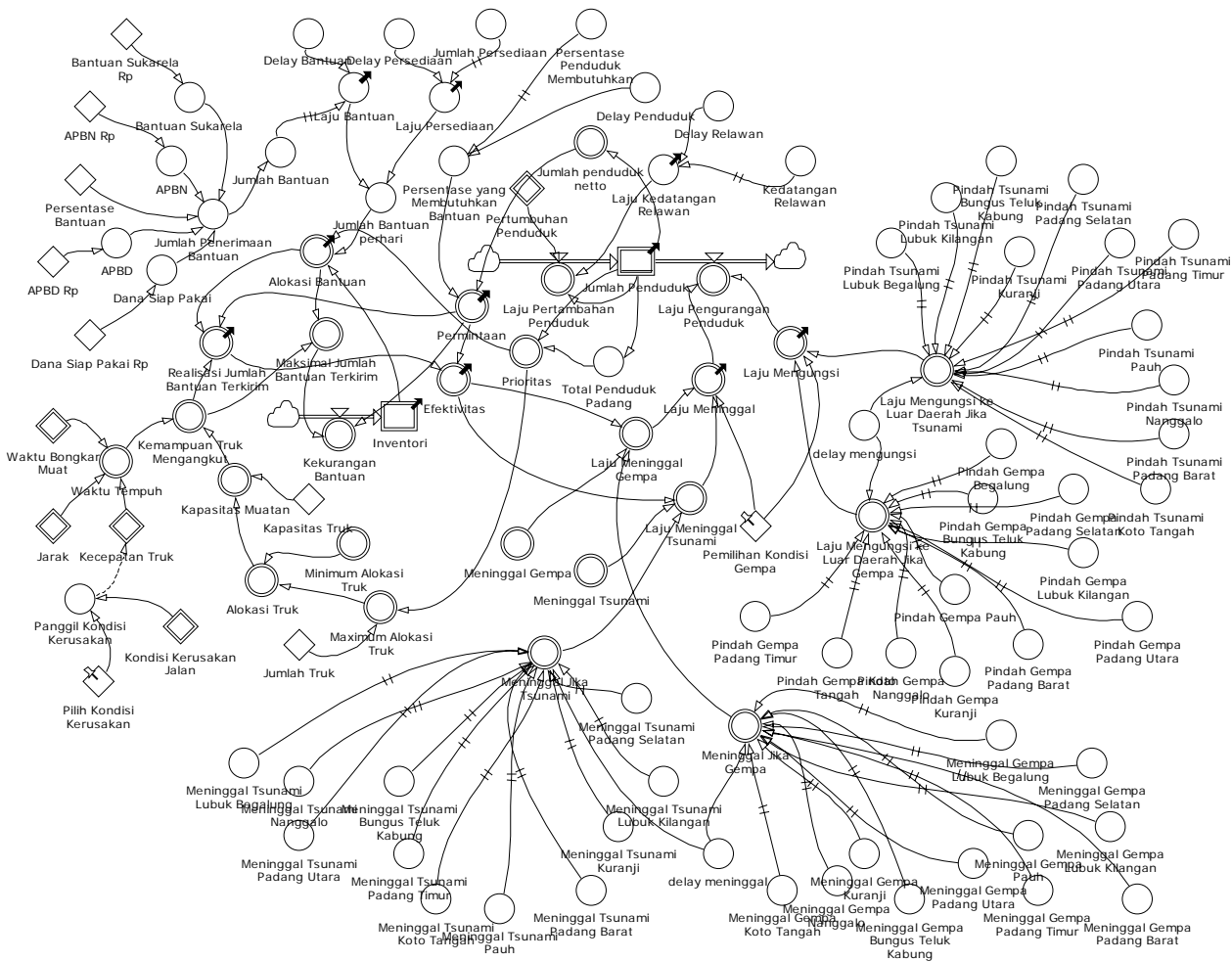
memperhatikan banyak penduduk (p) dan persentase pengungsi (v).

$$D = p \times v \quad (3)$$

Kemampuan truk mengangkut dapat diformulasikan dengan memperhatikan kapasitas muatan (l) dan waktu tempuh (t).

$$c = \frac{l}{t} \quad (4)$$

Pendistribusian bantuan dapat dilakukan apabila ada pasokan barang dan persediaan. Laju kedatangan barang diperoleh dari berbagai sumber, yaitu sumber pendanaan APBD, APBN, bantuan sukarela dan dana siap pakai. Ketersediaan barang bantuan akan dikirimkan kepada pengungsi dengan maksimal pengiriman sesuai dengan kapasitas pengangkutan. Apabila laju pengadaan barang bantuan lebih besar dari permintaan dan kemampuan pengiriman lebih besar dari permintaan maka sisa barang akan disimpan sebagai persediaan untuk periode berikutnya.



Gambar 5. Level dan Flow Model

Formulasi model secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 5. Model tersebut secara lengkap mendeskripsikan masukan dan keluaran yang terjadi akibat dari pemicu maupun umpan balik. Keterkaitan ini digambarkan sebagai *level* dan *flow*.

Verifikasi Model

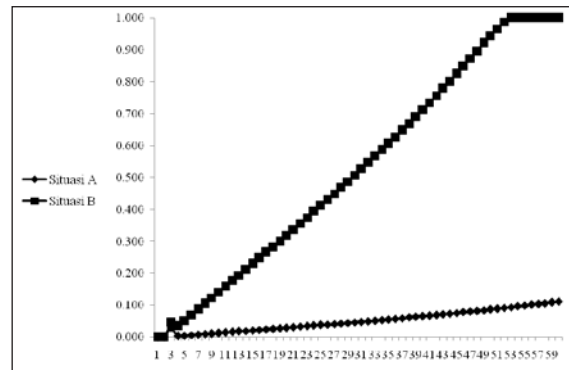
Verifikasi model dilakukan untuk menjamin bahwa logika simulasi sudah sesuai dengan yang ditetapkan. Ada tiga jenis masukan yang dilibatkan dalam model simulasi ini, yaitu dana bantuan bencana, ketersediaan banyak truk dan kondisi kerusakan. Dana bantuan dispesifikasikan menjadi lima hal, yaitu persentase alokasi bantuan untuk makanan dan obat-obatan, besar dana bersumber dari APBD, besar dana bersumber dari APBN, besar dana dari bantuan sukarela dan besar dana siap pakai. Kondisi bencana adalah gempa dan/atau tsunami dengan keadaan kerusakan sedang atau parah.

Verifikasi dilakukan dengan teknik pengujian dua situasi yang berbeda secara ekstrim. Situasi A adalah bencana gempa tanpa tsunami dengan kerusakan sedang. Situasi B adalah bencana gempa diikuti tsunami dengan kerusakan parah. Ditetapkan besar dana bencana Situasi A lebih kecil dari Situasi B. Persentase alokasi untuk makanan dan obat untuk Situasi B sebesar 100% sedangkan Situasi A sangat kecil sekali. Ketersediaan truk untuk Situasi A lebih sedikit dibandingkan Situasi B.

Dua situasi diatas harus memperlihatkan efektivitas yang nyata berbeda secara logis. Verifikasi dibantu dengan tampilan grafik ukuran efektivitas. Simulasi dipersiapkan selama 60 hari sesuai dengan lingkup studi untuk fase tanggap darurat. Hasil simulasi untuk verifikasi dapat dilihat pada Gambar 6.

Hasil verifikasi menunjukkan bahwa model telah bekerja sesuai dengan logika yang dirumuskan. Situasi B adalah tipe bencana yang sangat besar (katastropik) dibandingkan Situasi A. Tentunya, efektivitas logistik bantuan bencana akan lebih tinggi pada Situasi A dibandingkan Situasi B. Logika ini terbukti pada hasil simulasi.

Hasil verifikasi lainnya adalah bentuk grafik yang mengalami peningkatan dari waktu ke waktu. Hal ini menunjukkan bahwa laju pasokan bantuan yang meningkat akan meningkatkan tingkat efektivitas bantuan. Pada periode $t=1,2,3,4$ terlihat bentuk grafik yang meningkat dan menurun secara drastis.



Gambar 6. Grafik Hasil Verifikasi Model

Fenomena ini adalah kejadian laju pengungsian ke luar wilayah bencana meningkat dan kembali normal beberapa perioda kemudian. Ini bermakna bahwa terjadi penurunan permintaan. Akhirnya, peningkatan efektivitas terjadi secara linier seiring dengan penurunan menuju nol laju pengungsian ke luar wilayah bencana.

Validasi Model

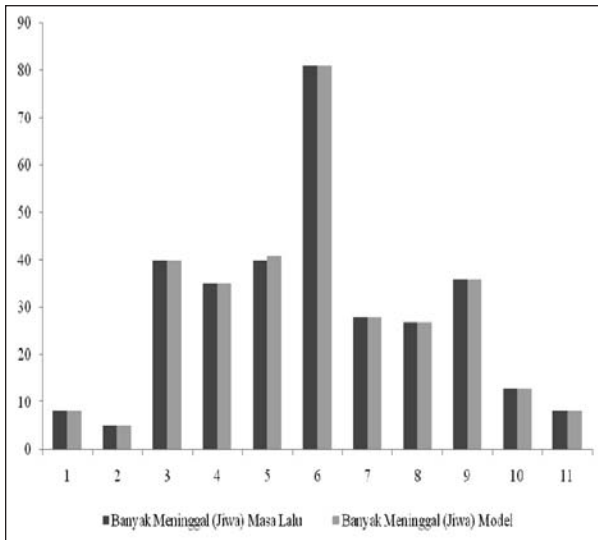
Validasi bertujuan untuk menjamin bahwa model komputer yang dibangun dapat diterapkan (*applicable*). Teknik data historis digunakan untuk memvalidasi model. Teknik ini bekerja dengan cara membandingkan hasil simulasi dengan data masa lalu. Data masa lalu yang digunakan adalah jumlah bantuan dan data jumlah penduduk meninggal di setiap kecamatan berdasarkan hasil simulasi dengan data pada saat terjadi gempa tahun 2009.

Barang bantuan bencana diperoleh dengan menjumlahkan seluruh bantuan yang terealisasi pada model, kemudian membandingkannya dengan penjumlahan dari model. Masukan model merupakan data yang ada di lapangan. Total bantuan pada model dan kondisi nyata berbeda sekitar 0,0032%. Nilai perbedaan ini sangat kecil sehingga model disimpulkan valid.

Validasi lainnya dilakukan dengan membandingkan keluaran model untuk banyak korban jiwa akibat bencana. Perbandingan keluaran model dan kondisi nyata dapat dilihat pada Gambar 7. Hasil simulasi menunjukkan ada kesamaan antara banyak korban jiwa di setiap kecamatan berdasarkan data masa lalu dan model.

Teknik validasi ini diterapkan dengan asumsi bahwa alokasi dana bantuan bencana mempunyai pengaruh terhadap pengurangan banyak korban akibat bencana. Besar dana bantuan adalah variabel independen yang dimasukkan sebagai pemicu dan

banyak korban menjadi variabel dependen yang menerima konsekwensi dari kebijakan alokasi dana bantuan akibat bencana.



Gambar 7. Perbandingan Model dan Sistem Nyata untuk Banyak Korban Jiwa

Hasil Simulasi Model

Simulasi dilakukan untuk mendapatkan gambaran kinerja logistik bantuan bencana. Ada dua situasi bencana yang dianalisis, pertama adalah bencana gempa dan kedua adalah bencana gempa diikuti tsunami. Masing-masing situasi bencana terdiri dari tiga keadaan. Simulasi untuk rumusan situasi bencana gempa bumi sebagai berikut:

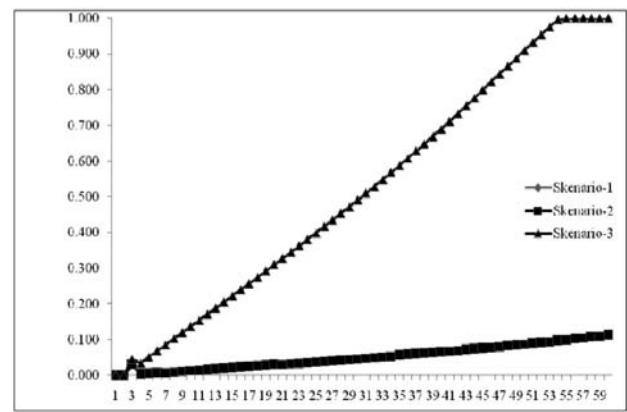
- Skenario 1 adalah merujuk akibat gempa di Kota Padang pada September 2009 dengan alokasi dana untuk bantuan makanan dan obat sebesar 18%.
- Skenario 2 adalah terjadi gempa dengan kerusakan parah dengan alokasi dana untuk bantuan makanan dan obat sebesar 18%.
- Skenario 3 adalah terjadi gempa dengan alokasi dana bantuan bencana 100% untuk makanan dan obat.

Hasil simulasi untuk situasi ini menunjukkan bahwa Skenario 1 dan Skenario 2 menghasilkan efektivitas yang hampir sama dengan gambar grafik yang saling berhimpit, sedangkan Skenario 3 sangat jelas berbeda. Hasil simulasi berupa grafik nilai efektivitas dapat dilihat pada Gambar 7. Hasil simulasi ini mengarahkan pada kesimpulan bahwa alokasi dana yang besar dan ketersediaan alat angkut yang mencukupi akan meningkatkan nilai efektivitas. Nilai efektivitas mendekati satu terjadi pada $t = 50$ yang berarti periode sebelumnya tidak seluruh permintaan dapat dipenuhi. Perbedaan Skenario 1

dan Skenario 2 adalah tingkat kerusakan, tetapi hasil simulasi menunjukkan tidak ada perbedaan berarti. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja transportasi lebih menentukan tingkat efektivitas dibandingkan tingkat kerusakan akibat bencana.

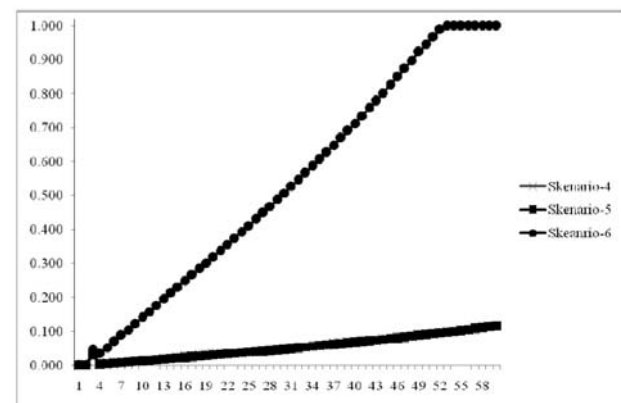
Situasi bencana gempa bumi diikuti tsunami dirumuskan sebagai berikut:

- Skenario 4 adalah gempa disusul tsunami dengan kebijakan merujuk kejadian gempa di Kota Padang pada September 2009.
- Skenario 5 adalah terjadi gempa disusul tsunami dengan kerusakan parah.
- Skenario 6 adalah terjadi gempa disusul tsunami dengan alokasi dana bantuan bencana seratus persen untuk makanan dan obat.



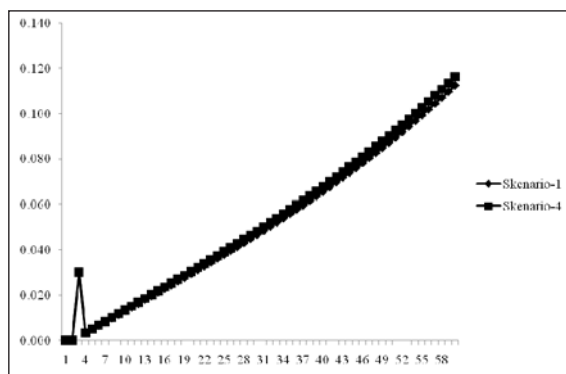
Gambar 8. Hasil Simulasi untuk Situasi Bencana Gempa

Hasil simulasi dapat dilihat pada Gambar 8. Secara umum, hasil simulasi memiliki pola grafik yang sama dengan situasi gempa tanpa tsunami. Hasil ini kembali membuktikan bahwa komitmen alokasi dana dan transportasi menentukan tingkat efektivitas logistik bantuan bukan tipe bencana dan tingkat kerusakan.

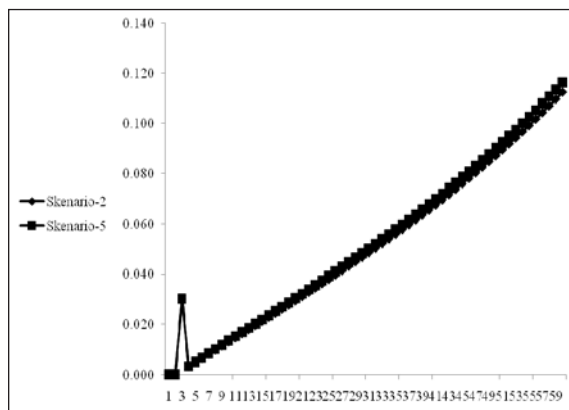


Gambar 9. Hasil Simulasi untuk Situasi Bencana Gempa Diikuti Tsunami

Selain itu, simulasi juga dilakukan dengan membandingkan efektivitas antar situasi yang mirip, yakni Skenario 1 dan 4, Skenario 2 dan 5, Skenario 3 dan 6. Hasil simulasi dapat dilihat pada Gambar 9, Gambar 10 dan Gambar 11 secara berurutan. Hasilnya justru efektivitas pada situasi bencana gempa diikuti tsunami lebih tinggi dibandingkan bencana gempa tanpa tsunami. Penyebabnya adalah tingkat permintaan dari kedua situasi tersebut. Aksi eksodus masyarakat korban bencana untuk ke luar wilayah mengakibatkan tingkat permintaan lebih kecil dibandingkan situasi lainnya. Artinya, efek psikologi akibat bencana gempa diikuti tsunami sangat besar pengaruhnya bagi masyarakat korban bencana. Karakteristik ini telah berhasil digambarkan oleh model simulasi yang dikembangkan dalam studi ini.

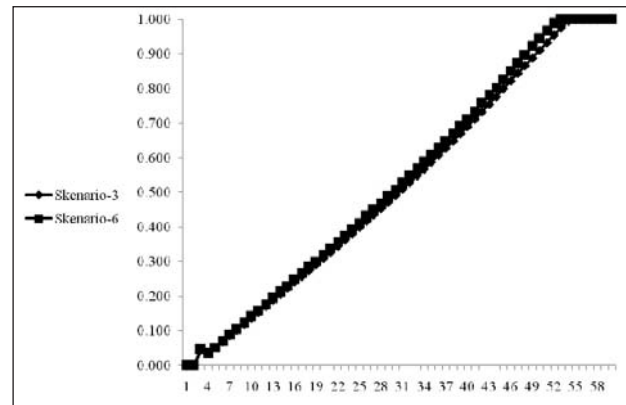


Gambar 10. Perbandingan Efektivitas Skenario 1 dan 4



Gambar 11. Perbandingan Efektivitas Skenario 2 dan 5

Tingkat efektivitas yang ditampilkan dari hasil simulasi adalah rata-rata efektivitas dari seluruh lokasi pengungsian. Ada sebelas daerah yang ditetapkan sebagai lokasi pengungsian. Model logistik yang dikembangkan dalam studi ini menjadikan seluruh kecamatan sebagai daerah pengungsian. Sampai saat ini, jejaring logistik bencana gempa dan tsunami di Kota Padang belum ada yang definitif.



Gambar 12. Perbandingan Efektivitas Skenario 3 dan 6

Apabila sudah ada maka model logistik dapat dikembangkan dengan menjadikan seluruh lokasi pengungsian untuk dilayani.

Studi simulasi dimaksudkan menganalisis kebijakan alokasi dana untuk pengadaan makanan dan obat-obatan dalam fase tanggap darurat. Sumber masukan utamanya adalah besar dana bantuan yang diperoleh dari berbagai sumber. Asumsi yang digunakan adalah nilai efektivitas mencerminkan pengurangan korban kematian akibat bencana. Besar alokasi dana untuk makanan dan obat-obatan harus di *trade off* dengan kebutuhan lainnya seperti perbaikan infrastruktur dan pengadaan komoditas lainnya. Hal ini mengarahkan pada pentingnya mendapatkan kombinasi optimal pengalokasian dana bencana yang tersedia dalam beberapa jenis kebutuhan.

Salah satu skenario simulasi adalah mengalokasikan seluruh dana yang tersedia untuk pengadaan makanan dan obat-obatan. Kebijakan ini menghasilkan nilai efektivitas sebesar satu. Nilai satu berarti seluruh permintaan mampu dipenuhi. Dengan demikian, korban akibat bencana dapat dikurangi mendekati tidak ada tambahan korban jiwa tambahan. Tentunya, alokasi sebesar seratus persen menjadi kurang realistis. Sebab, alokasi dana bencana dimaksudkan untuk mendukung seluruh kegiatan logistik, bukan hanya pengadaan makanan dan obat-obatan saja.

Simulasi sistem logistik yang dikembangkan dalam studi ini telah mengacu pada tipe *agile logistics*. Fase tanggap darurat bertujuan mengurangi banyak korban akibat bencana. Para korban yang luka parah sepatutnya dapat diselamatkan apabila pasokan obat-obatan yang dibutuhkan dapat didistribusikan tepat waktu. Demikian juga dengan pangan, para korban dapat terhindar dari berbagai penyakit apabila menerima pangan tepat waktu. Prinsip ini dikenal dengan istilah *responsiveness*.

Hasil studi simulasi ini mendorong pada pentingnya perencanaan transportasi untuk mendistribusikan bantuan kepada pengungsi secara responsif. Studi ini telah menganalisis pengaruh ketersediaan truk terhadap pencapaian nilai tingkat efektivitas. Pengaruhnya jelas sangat nyata. Optimasi kebutuhan unit truk dan penugasannya menjadi isu penting menuju logistik bencana yang responsif.

Ada tiga isu yang perlu ditindaklanjuti merujuk hasil studi simulasi ini, yaitu:

- a. Prakiraan permintaan dan identifikasi jenis komoditas bantuan.
- b. Integrasi persediaan barang dan transportasi pendistribusian barang bantuan.
- c. Rancangan jejaring logistik bencana.

Kota Padang belum mempunyai jejaring logistik bencana yang *agile* dan *lean*. Saat ini, Pemerintah Kota Padang melalui BNPB telah menetapkan jalur evakuasi tsunami dan zona aman tsunami. Tiga isu di atas belum diperhatikan dengan lebih serius dalam hal kebijakan tanggap darurat. Praktek logistik komersial dapat diterapkan untuk mengakomodir tiga isu tersebut.

Penyelesaian tiga isu yang diusulkan di atas memang harus dilakukan secara matematik. Hal ini telah banyak dipraktekan oleh beberapa studi sebelumnya. Jejaring logistik adalah keputusan strategis, sedangkan prakiraan permintaan dan integrasi persediaan dengan transportasi adalah keputusan operasional. Penyatuan ketiga isu ini dapat dilakukan melalui perancangan sebuah sistim penunjang keputusan.

SIMPULAN

Model simulasi logistik bantuan bencana akibat gempa dan tsunami telah dibangun. Model ini mencerminkan sebagian praktek manajemen logistik bencana yang difokuskan pada pendistribusian bantuan dan akibat yang ditimbulkan oleh bencana. Model simulasi ini sangat bermanfaat bagi pengambil keputusan untuk merumuskan kebijakan logistik bencana. Berbagai skenario telah dirumuskan dalam studi ini dan dianalisis menggunakan model simulasi yang telah dibangun. Ada dua situasi yang dirumuskan dalam simulasi ini, yaitu bencana gempa dan bencana gempa diikuti tsunami. Kesimpulan dari hasil simulasi adalah alokasi dana dan transportasi pendistribusian bantuan menentukan tingkat efektivitas dibandingkan tingkat kerusakan akibat bencana. Simulasi yang dilakukan pada studi ini masih terbatas pada pendistribusian bantuan makanan dan obat-obatan pada fase tanggap darurat. Tentunya kompleksitas akan semakin besar

apabila melibatkan fase-fase lainnya. Pengembangan model simulasi selanjutnya dapat diperluas dengan mempertimbangkan pergerakan sukarelawan dan pendistribusian seluruh jenis komoditas bantuan. Disamping itu, permasalahan logistik bencana adalah kondisi sosial korban bencana. Model juga penting melibatkan biaya sosial yang merepresentasikan tingkat efektivitas total dari sebuah manajemen logistik bencana.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Fakultas Teknik Universitas Andalas yang telah mendanai penelitian ini dalam Program Penelitian Mandiri Tahun 2012. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada *reviewer* yang telah memberikan saran-saran untuk penyempurnaan naskah awal.

DAFTAR PUSTAKA

- Asghar, S., Alahakoon, D., dan Churilov, L., 2004. *A Hybrid Decision Support System Model for Disaster Management*. Proceedings of the Fourth International Conference on Hybrid Intelligent Systems (HIS'04), 1–6.
- Balcik, B., dan Beamon B. M., 2008. Facility Location in Humanitarian Relief. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 11, 101–121.
- Balcik, B., Beamon, B. M., Krejci, C. C., Muramatsu, K. M., dan Ramirez, M., 2010. Coordination in Humanitarian Relief Chains: Practices, Challenges and Opportunities. *International Journal Production Economics*, 126, 22–34.
- Beamon, B. M., dan Kotleba, S. A., 2006. Inventory Modelling for Complex Emergencies in Humanitarian Relief Operations. *International Journal Logistics: Research and Application*, 9, 1–18.
- Ben-Tal, A., Chung, B. D., Mandala, S. R., dan Yao, T., 2011. *Robust Optimization for Emergancy Logistics Planning: Risk Mitigation in Humanitarian Relief Supply Chain*. Transportation Research Part B, 45, 1177–1189.
- Charnkol, T., dan Tanaboriboon, Y., 2006. *Tsunami Evacuation Behavior Analysis: One Step of Transportation Disaster Response*. IATSS Research, 30, 83–96.
- Gatignon, A., Wassenhove, L. N. van., dan Charles, A., 2010. The Yogyakarta Earthquake: Humanitarian Relief Through IFRC's Decentralized Supply Chain. *International Journal Production Economics*, 126, 102–110.
- Gu, Y., 2011. Research on Optimization of Relief Supplies Distribution Aimed to Minimize Disaster Losses. *Journal of Computers*, 6, 603–609.
- Hadiguna, R. A., 2011. *An Inventory Model in Humanitarian Logistic: A Preliminary Study*. 1st Workshop on System Modelling for Policy Development UKP4, 1–7.

- Hellingrath, B., dan Widera, A., 2011. *Survey on Major Challenges in Humanitarian Logistics*. Proceedings of the 8th International ISCRAM Conference, 1–5.
- Kongsomsaksakul, S., Yang, C., dan Chen, A., 2005. Shelter Location-Allocation Model for Flood Evacuation Planning. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 6, 4237–4252.
- Kusumastuti, R. D., Wibowo, S. S., dan Insanita, R., 2010. *Relief Logistics Practices in Indonesia: A Survey*. The 5th International Conference on Business and Management Research (ICBMR), 1–18.
- Lee, Y. M., Ghosh, S., dan Ettl, M., 2009. *Simulating Distribution of Emergency Relief Supplies for Disaster Response Operations*. Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference, 2797–2808.
- McLachlin, R., dan Larson, P. D., 2011. Building Humanitarian Supply Chain Relationships: Lessons from Leading Practitioners. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, 1, 32–49.
- Ozbay, K., dan Ozguven, E. E., 2009. Stochastic Humanitarian Inventory Control Model for Disaster Planning: Transportation Record. *Journal of the Transportation Research Board*, 2022/2007, 63–75.
- Rossum, J. V., dan Krukkert, R., 2010. Disaster Management in Indonesia: Logistical Coordination and Cooperation to Create Effective Relief Operations. *Jurnal Teknik Industri UK Petra*, 12, 25–32.
- Sheu., 2007. *An Emergency Logistics Distribution Approach for Quick Response to Urgent Relief Demand in Disasters*. *Transportation Research Part E*, 43, 687–709.
- Tatham, P., dan Houghton, L., 2011. The Wicked Problem of Humanitarian Logistics and Disaster Relief Aid. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, 1, 15–31.
- Torre, L. E. de la, Dolinskaya, I. S., dan Smilowitz, K. R., 2012. *Disaster Relief Routing: Integrating Research and Practice: Socio-Economic Planning Sciences*, 46, 88–97.
- Widener, M. J., dan Horner, M. W., 2011. A Hierarchical Approach to Modeling Hurricane Disaster Relief Goods Distribution. *Journal of Transport Geography*, 19, 821–828.
- Whybark, D. C., 2007, Issues in Managing Disaster Relief Inventories. *International Journal Production Economics*, 108, 228–235.
- Yi, W., dan Kumar, A., 2007. *Ant Colony Optimization for Disaster Relief Operations*. *Transportation Research Part E*, 43, 660–672.
- Yi, W., dan Ozdamar, L., 2007. A Dynamic Logistics Coordination Model for Evacuation and Support in Disaster Response Activities. *European Journal of Operational Research*, 179, 1177–1193.