

Model Dinamika Sistem Logistik Bantuan Pasca Bencana Gempa Bumi–Tsunami di Kota Padang

Rika Ampuh Hadiguna¹, Agus Wibowo²

^{1,2}Fakultas Teknik, Universitas Andalas

Kampus Limau Manih, Padang 25163, Telp. 0751-72497/Fax. 0751-72566

e-mail: hadiguna@ft.unand.ac.id

Abstrak

Makalah ini telah membahas manajemen logistik bencana untuk para korban gempa atau Tsunami. Pembangunan model berdasarkan studi kasus situasi nyata di Kota Padang. Tujuan dari studi ini adalah menyelidiki berbagai efek dari perilaku operasi-operasi logistik bantuan bencana yang diakibatkan gempa atau Tsunami di Kota Padang menggunakan model simulasi dinamika sistem. Studi ini telah berhasil membangun model simulasi untuk menganalisis operasi logistik bencana gempa dan Tsunami. Pembangunan model telah dilakukan dengan mempelajari kejadian gempa pada 30 September 2009 di Kota Padang. Verifikasi dan validasi model telah berhasil dilakukan dengan cara merumuskan enam skenario operasi logistik bantuan bencana. Keterbatasan dana bencana mengakibatkan konflik antara alokasi dana infrastruktur dan pengadaan komoditas bagi pengungsi. Hasil-hasil simulasi menunjukkan bahwa alokasi bantuan dana bencana akan efektif apabila dialokasikan lebih besar pada pengadaan komoditas konsumsi bagi para pengungsi. Tingkat kerusakan akibat bencana gempa ternyata tidak member pengaruh yang nyata terhadap pencapaian efektifitas operasi logistik bantuan bencana.

Kata kunci: logistik bencana, simulasi, dinamika sistem

Abstract

This paper was discusses logistics management to help the victims of earthquake and tsunami disaster. Model development is performance based on case study in Kota Padang. Purpose of the study is to investigate the effect of operations behavioral of disaster relief logistics system after earthquake and Tsunami disaster in Padang using system dynamics simulation model. This study was build simulation model to analyze logistics relief operations of earthquake and tsunami disaster. Model development refers to the occurrence the earthquake disaster in Padang on September 30, 2009. Verification and validation of the proposed model is applying six scenarios. Limitation of funds in disaster relief operations was always deriving conflict of interest between infrastructure and commodities procurement. The simulation results were show that the allocation of disaster relief funds will reach the best effectiveness when government was allocated the relief budget to procure the commodities. The damage level that caused by earthquake or tsunami did not show a significant influence in achieving the best effectiveness in relief logistics operations.

Keywords: disaster logistics, simulation, system dynamics

1. Pendahuluan

Permasalahan yang terjadi pada saat bencana gempa bumi sangat kompleks, mulai saat sebelum terjadi bencana maupun sesudah terjadi bencana, mulai dari bagaimana penanganan logistik, penanganan korban, penanganan dampak sesudah terjadi bencana dan lain-lain. Pada saat bencana alam terjadi ketidak pastian jumlah permintaan, ketidak normalan situasi. Manajemen bencana adalah pengetahuan untuk menghindari risiko. Ini adalah proses berkelanjutan dimana semua individu, kelompok, dan masyarakat mengelola dampak dari bahaya. Upaya untuk menghindari atau memperbaiki dampak bencana yang dihasilkan dari bahaya. Terlaksananya manajemen bencana sangat membutuhkan integrasi rencana darurat di semua tingkat pemerintah dan non-pemerintah.

Pengelolaan bencana memiliki empat tahap yaitu pencegahan dan mitigasi, kesiapsiagaan, tanggap darurat dan pemulihan. Pencegahan dan mitigasi adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan sebagai upaya menghilangkan dan mengurangi resiko bencana. Kesiapsiagaan adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk mengantisipasi bencana melalui pengorganisasian serta melalui langkah yang tepat guna dan berdaya guna. Tanggap darurat bencana adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan dengan segera pada saat kejadian bencana untuk mengurangi dampak buruk yang ditimbulkan yang meliputi kegiatan penyelamatan dan evakuasi korban, harta benda, pemenuhan kebutuhan dasar, perlindungan, pengurusan pengungsi, penyelamatan serta pemulihan sarana dan prasarana [5].

Salah satu permasalahan manajemen bencana adalah pengelolaan logistik bantuan bencana dalam mendistribusikan bantuan sandang pangan kepada korban gempa dan Tsunami. Pendekatan simulasi dinamika sistem telah dipilih dalam studi ini karena mampu memberikan umpan balik dari waktu

ke waktu sehingga memberikan gambaran secara jelas keadaan tanggap darurat pada saat operasi logistik dilakukan. Simulasi computer yang dibangun dalam studi ini dimaksudkan untuk mengetahui permasalahan pada tahap distribusi. Manfaatnya adalah membantu para pengambil keputusan bisa melakukan perbaikan dengan tepat sasaran sehingga korban bencana bisa segera menerima bantuan.

Menurut Gustavsson [11], bencana alam tidak hanya merusak bangunan secara fisik, namun juga akan mempengaruhi mental dan keadaan sosial dari masyarakat yang terkena bencana. Kekurangan makanan, obat-obatan, penyebaran penyakit pasca bencana, dan kebutuhan untuk tempat berlindung sebagai pengganti rumah yang tidak bisa ditempati menyebabkan keadaan sosial di masyarakat menjadi berbeda dengan keadaan sebelum bencana. Keadaan sosial yang terpengaruh oleh bencana ini bisa diperparah dengan lambatnya penanganan korban bencana dan pengiriman bantuan [10]. Keadaan ini didukung oleh kelemahan utama logistik kemanusiaan, yaitu: kurangnya koordinasi (visibilitas informasi selama proses distribusi bantuan) dan prosedur penanganan yang kurang baik [9].

Berdasarkan kelemahan diatas, koordinasi antar tingkatan dalam logistik kemanusiaan sangat dibutuhkan untuk menentukan jumlah dan jenis barang bantuan apa yang harus dikirim, tempat penyimpanan, dan waktu pendistribusian, transportasi yang dibutuhkan, serta personel yang dibutuhkan [7]. Penyimpangan informasi dalam rantai pasok dapat menyebabkan inefisiensi seperti jumlah inventori yang terlalu banyak atau sedikit, tingkat layanan yang rendah, pemborosan, dan transportasi yang tidak efektif [12].

Studi yang telah dilakukan oleh Cuervo et al. [8] membagi dua jenis barang bantuan yang akan dikirimkan ke pengungsi, yaitu bahan makanan dan air. Kedua jenis barang bantuan tersebut harus dipenuhi tepat pada saat ada permintaan karena kedua barang bantuan tersebut adalah barang bantuan yang dibutuhkan setiap hari dan habis dikonsumsi. Studi tersebut bertujuan untuk membuat sebuah model awal dengan pendekatan dinamika sistem untuk mendukung pemahaman yang lebih baik dari masalah dan untuk memahami kompleksitas dari pengiriman bantuan kemanusiaan. Studi ini tidak untuk menghitung jumlah bantuan yang harus dikirim pada setiap periode waktu atau untuk menghitung jumlah optimum kapasitas yang harus digunakan, karena seperti dikatakan sebelumnya, itu tergantung pada karakteristik khusus dari bencana dan wilayah di mana itu terjadi.

Studi lainnya yang telah dilakukan oleh Arief [1] memfokuskan pada perancangan model distribusi barang bantuan bencana dengan mempertimbangkan banyaknya jumlah barang donasi, kapasitas tempat penyimpanan, kapasitas sarana transportasi, serta karakteristik barang bantuan. Model dinamika sistem ini lebih kompleks dibandingkan model yang dibuat oleh Cuervo et al. [8] telah membangun model yang mempertimbangkan komoditi bantuan berupa makanan dan air mineral, sedangkan model yang dikembangkan oleh Arief [1] sudah dapat melihat berbagai macam pendistribusian barang, mulai dari beras, air, tenda, pakaian dan kantong mayat.

Menurut Ballou [2], logistik merupakan proses perencanaan, implementasi, dan pengendalian efisiensi, aliran biaya yang efektif dan penyimpanan bahan mentah, bahan setengah jadi, barang jadi dan informasi-informasi yang berhubungan, dari asal ke titik konsumsi dengan tujuan memenuhi kebutuhan konsumen. Menurut Blanchard [4], manajemen logistik dapat didefinisikan sebagai bagian dari proses supply chain yang berfungsi untuk merencanakan, melaksanakan dan mengendalikan keefisienan dan keefektifan penyimpanan dan aliran barang, pelayanan dan informasi mulai dari hulu hingga ke hilir dalam tujuannya untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Bowersox [6] dalam bukunya menyatakan bahwa logistik merupakan suatu sistem. Suatu sistem logistik dengan integrasi seimbang di seluruh komponen pembentuknya akan mampu mencapai hasil yang lebih maksimal dibandingkan usaha yang tidak terkoordinir.

Tujuan dari logistik adalah menyampaikan barang jadi dan material dalam jumlah yang tepat pada waktu yang dibutuhkan, dalam keadaan yang dapat dipakai, ke lokasi di mana barang dan material tersebut dibutuhkan dan dengan total biaya yang paling rendah. Menurut Bowersox [6] untuk mencapai tujuan logistik maka ada beberapa komponen yang saling terintegrasi yang perlu diperhatikan, yaitu jaringan fasilitas, transportasi, persediaan, komunikasi dan penyimpanan barang.

Logistik pada sektor kemanusiaan yang dikenal dengan istilah *humanitarian logistics* merupakan penerapan dari konsep logistik yang khusus mengatur pengadaan, penyimpanan dan pengiriman bantuan selama fase tanggap darurat untuk orang-orang yang terkena bencana. Jenis dan kuantitas sumber daya, bagaimana cara pengadaan dan penyimpanan persediaan, bagaimana penanganan alat-alat pelacakan dan sarana transportasi ke daerah bencana, bagaimana koordinasi antar personel merupakan beberapa isu penting yang berhubungan langsung dengan logistik kemanusiaan. Menurut Thomas dan Kopczak [14] manajemen logistik bencana adalah proses perencanaan, pelaksanaan dan pengendalian yang efisien, aliran biaya yang efektif, dan penyimpanan barang dan bahan, serta informasi terkait dari titik asal ke titik konsumsi dengan tujuan untuk meringankan beban penderitaan korban bencana

Menurut Tabbara [13], manajemen logistik bencana merupakan suatu proses yang meliputi aktivitas-aktivitas yang terdiri dari komunikasi, pengadaan, distribusi, pemeliharaan alat-alat komunikasi, transportasi, pengadaan sumber energi seperti bahan bakar dan baterai, akomodasi, pengadaan fasilitas sanitasi, pengadaan bahan makanan, pakaian dan obat-obatan, pergudangan, dan shipment yang meliputi staf, alat kelengkapan khusus, dan lain-lain. Keberhasilan dan kinerja dalam rantai pasok bantuan kemanusiaan mempunyai ciri kompleksitas tersendiri. Balcik et al. [3] telah membandingkan perbedaan karakteristik commercial supply chain (rantai pasok komersial) dengan humanitarian relief chain (rantai pasok bantuan bencana) sebagaimana terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbedaan Karakteristik 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 logistik 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 inventori 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 inventori 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
Sistem informasi	Terstruktur dan dapat diandalkan, menggunakan kemajuan teknologi	Informasi seringkali tidak valid, tidak lengkap, atau bahkan tidak ada. Kurangnya konsistensi dan transparansi dalam sistem informasi lembaga kemanusiaan
Mengukur kinerja Sistem	Difokuskan pada ukuran performansi sumber daya	Difokuskan pada ukuran performansi keluaran seperti waktu yang dibutuhkan untuk respon bencana atau kemampuan dalam menyediakan kebutuhan korban bencana

Makalah ini akan membahas manajemen logistik bencana gempa dan tsunami di Kota Padang. Model yang dikembangkan adalah spesifik untuk situasi di Kota Padang. Fokus pembahasan adalah mempelajari pengaruh perilaku sistem logistik bantuan bencana alam gempa dan tsunami di Kota Padang menggunakan model simulasi dinamika sistem. Makalah ini disusun dalam beberapa bagian, yaitu pengantar yang menjelaskan pentingnya studi yang telah dilakukan, tinjauan pustaka yang dikhususkan membahas sistem logistik bencana, metoda penelitian yang menjelaskan tahapan studi yang telah dilakukan, hasil dan pembahasan dan diakhiri dengan kesimpulan dan saran.

2. Metoda Penelitian

Obyek studi penelitian ini adalah dampak yang diakibatkan bencana gempa bumi dan Tsunami yang terjadi di Kota Padang pada 30 September 2012. Alasan memilih gempa bumi dan Tsunami karena berdampak sangat besar seperti korban jiwa dan kerusakan. Pengumpulan data dilakukan di Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Padang, Palang Merah Indonesia (PMI) Kota Padang, data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Padang serta data yang terkait dengan penanggulangan bencana seperti data dari Badan Pemeriksa Keuangan (BPK) dalam bentuk Laporan Pertanggungjawaban Keuangan Penanggulangan Bencana Kota Padang Tahun 2009. Data primer yang dikumpulkan yaitu: jenis-jenis makanan dan moda transportasi yang digunakan. Data Sekunder yang dikumpulkan antara lain populasi penduduk Kota Padang disetiap kecamatan, jenis makanan yang dibutuhkan saat terjadi gempa, laju datangnya bantuan makanan berdasarkan Laporan Penanggulangan Bencana Tahun 2009 oleh Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Padang, *buffer stock* makanan dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Padang, banyak titik-titik pengungsian dan jaraknya, dan jalur evakuasi di Kota Padang.

Studi telah dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu identifikasi kepentingan pemangku kepentingan, formulasi model, verifikasi dan validasi model. Dalam kasus bencana alam gempa ada beberapa pemangku kepentingan yang memiliki peranan dan kepentingan yang berbeda-beda sesuai dengan peraturan perundangan dan peraturan-peraturan yang berlaku dalam manajemen bencana di Indonesia. Upaya memahami kepentingan dari pemangku kepentingan adalah mendapatkan tujuan-tujuan penanganan bencana secara keseluruhan. Setelah memahami kepentingan para pemangku kepentingan maka ukuran-ukuran kinerja dapat ditentukan. Selanjutnya adalah menentukan variabel dan parameter dari model, menentukan *level* dan *flow* untuk proses perhitungan dalam model dan merumuskan algoritma simulasi.

Verifikasi model dilakukan dengan memasukkan data yang diambil dari kegiatan logistik pada saat terjadi Gempa pada September 2009 di Kota Padang. Verifikasi dilakukan dengan teknik pemeriksaan rumus dari model simulasi kemudian dilakukan pengecekan keluaran yaitu efektivitas, permintaan, jumlah bantuan dan kekurangan bantuan apakah masuk akal atau tidak. Selanjutnya, proses validasi dilakukan

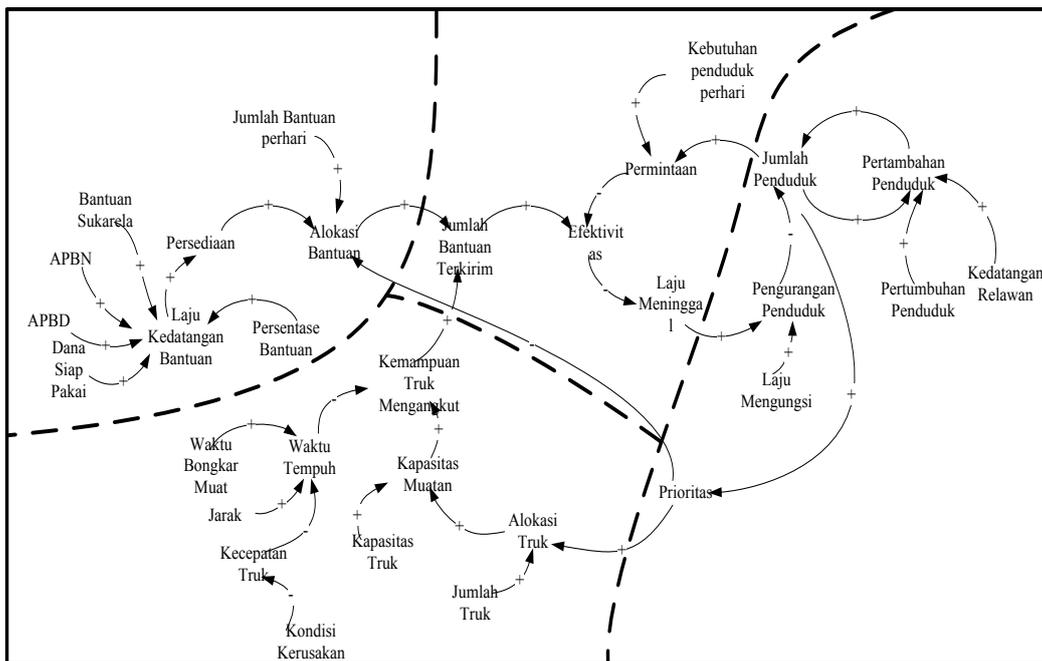
dengan cara membandingkan hasil simulasi dengan data masa lalu yaitu data banyak penduduk yang meninggal dan total bantuan bencana.

3. Hasil dan Analisis

Tujuan dari pembangunan model dinamika sistem adalah untuk mengevaluasi kinerja dari logistik bantuan bencana pasca gempa dengan rujukan situasi nyatanya adalah bencana gempa bumi di Kota Padang pada Tahun 2009. Ukuran kinerja yang digunakan adalah efektivitas. Model konseptual tipe diagram causal loop yang dibangun berdasarkan pemahaman sistem nyata dapat dilihat pada Gambar 1. Diagram tersebut merepresentasikan empat bagian yaitu pasokan, permintaan, transportasi dan pengukuran efektivitas. Variabel dan parameter model dirumuskan dengan memperhatikan diagram *causal loop*. Rumusan variabel dan parameter dapat dilihat pada lampiran. Seluruh variabel dan parameter diterjemahkan dalam bentuk *level* dan *flow* dan digambarkan logika keterkaitannya. Diagram dari model rinci dapat dilihat pada Gambar 2.

Rumusan algoritma dibangun untuk memverifikasi formulasi yang telah dihasilkan. Peta alir dari algoritma simulasi dapat dilihat pada Gambar 3. Simulasi dijalankan untuk periode waktu selama 60 hari. Analisis dilakukan untuk fase tanggap darurat. Verifikasi dan validasi model dilakukan dengan merumuskan beberapa skenario yang logis untuk diterapkan pada logistik bantuan bencana gempa dan tsunami di Kota Padang. Skenario yang dirumuskan dalam pemodelan ini sebagai berikut:

- (1) Skenario yang merujuk pada bencana gempa bumi di Kota Padang pada 30 September 2009.
- (2) Skenario yang berasumsi terjadi gempa bumi dengan kerusakan parah.
- (3) Skenario dengan asumsi terjadi gempa bumi dengan alokasi dana bantuan bencana 100% untuk makanan dan obat.
- (4) Skenario dengan asumsi terjadi gempa bumi disusul Tsunami dengan kebijakan merujuk kejadian gempa bumi di Kota Padang pada 30 September 2009.
- (5) Skenario dengan asumsi terjadi gempa bumi disusul Tsunami dengan kerusakan parah.
- (6) Skenario dengan asumsi terjadi gempa bumi disusul Tsunami dengan alokasi dana bantuan bencana seratus persen untuk makanan dan obat.

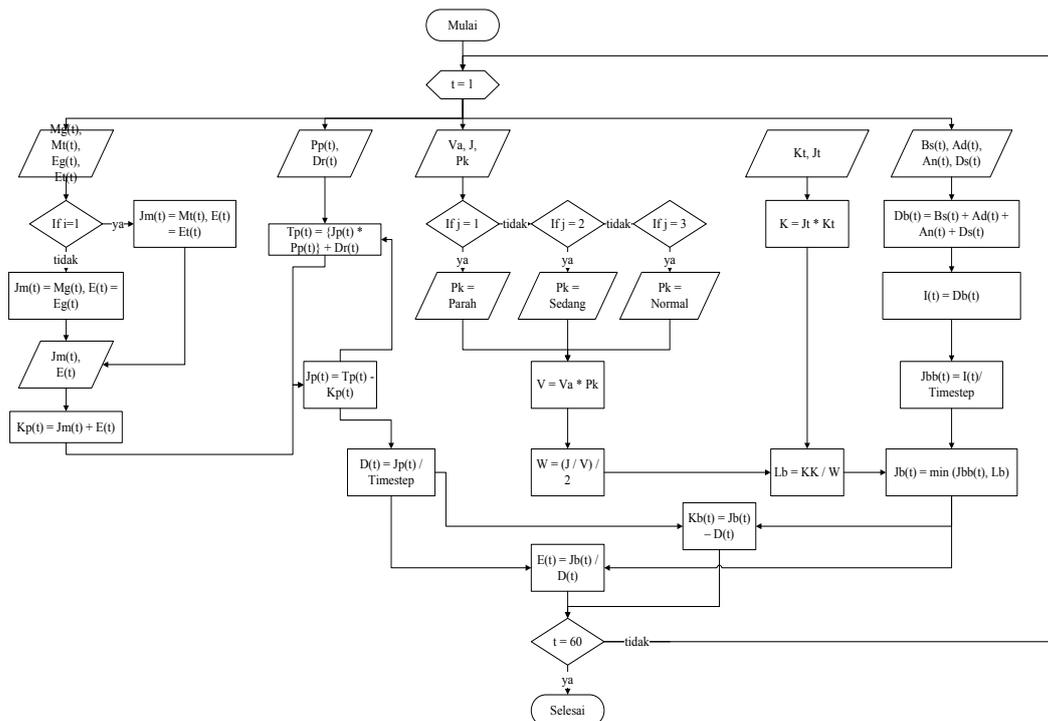


Gambar 1 Diagram Causal Loop Model Logistik Bencana Gempa dan Tsunami

Skenario pertama yang menggambarkan keadaan pada saat terjadi gempa bumi pada 30 September 2009 yang terjadi di Kota Padang. Anggaran untuk bahan makanan yaitu sekitar 25% dari seluruh anggaran bantuan yang tersedia untuk Kota Padang. Truk untuk distribusi bantuan bencana yang tersedia sebanyak 13 unit dengan kapasitas angkut sebesar 5 ton per unit. Keadaan kerusakan jalan masih normal sehingga truk masih dapat melalui jalan dengan sempurna. Pada kondisi ini nilai efektifitas terbesar yang mampu dicapai yaitu 0,30 yang terdapat pada Kecamatan Bungus Teluk Kabung, sedangkan yang paling kecil yaitu 0,11 yang terdapat pada Kecamatan Padang Timur dan Koto Tengah.

Selanjutnya, analisis dilakukan dengan modifikasi dari skenario pertama dengan kondisi jalan pada tingkat kerusakan sedang menghasilkan nilai efektifitas terbesar pada Kecamatan Bungus Teluk Kabung namun nilai efektifitasnya turun menjadi 0,29 sedangkan yang terendah juga tetap pada Kecamatan Padang Timur dan Koto Tengah dengan nilai efektifitas maksimum tetap sama yaitu sebesar

sehingga truk masih dapat melalui jalan dengan sempurna. Pada kondisi ini nilai efektifitas terbesar yang mampu tercapai yaitu 0,61 yang terdapat pada Kecamatan Bungus Teluk Kabung, Padang Selatan, Padang Barat, dan Padang Utara, ini terjadi karena kecamatan tersebut terdapat di daerah pesisir Kota Padang, sehingga mendapatkan prioritas utama, sedangkan yang paling kecil yaitu 0,16 yang terdapat pada Kecamatan Kuranji. Pada skenario dengan kondisi jalan dengan kerusakan sedang, nilai efektifitas terbesar tetap pada Kecamatan Bungus Teluk Kabung, Padang Selatan, Padang Barat, dan Padang Utara dengan nilai efektifitas tetap 0,61 sedangkan yang terendah juga tetap pada Kecamatan Kuranji dengan nilai efektifitas maksimum tetap sama yaitu sebesar 0,16. Skenario dengan melihat bagaimana nilai efektifitas jika kondisi jalan rusak parah menghasilkan nilai efektifitas maksimal pada daerah yang sama.



Gambar 3 peta alir algoritma simulasi

Skenario berikutnya yaitu melihat kondisi antisipasi jika terjadi kerusakan jalan yang sangat parah pada saat terjadi Tsunami, karena kondisi ini merupakan kemungkinan terburuk yang akan terjadi jika terjadi Tsunami di Kota Padang. Pada skenario ini dilakukan penambahan banyak truk yang semula 13 ditingkatkan menjadi 35 unit. Dengan skenario ini terjadi peningkatan efektifitas pada masing-masing kecamatan, efektifitas maksimal terendah yaitu pada Kecamatan Lubuk Kilangan yaitu 0,33. Nilai pencapaian efektifitas terbesar tetap terjadi pada Kecamatan Bungus Teluk Kabung, Padang Selatan, Padang Barat, dan Padang Utara sebesar 0,61. Apabila dilakukan penambahan banyak truk menjadi 50 unit, dan ternyata hampir merata penyebaran bantuan pada masing-masing kecamatan dengan nilai efektifitas sebesar 0,61 namun hanya pada Kecamatan Lubuk Kilangan yang berbeda yaitu sebesar 0,50.

Skenario lainnya yaitu melakukan perubahan pada jumlah alokasi dana bantuan penanggulangan bencana berupa makanan yang semula 25% dirubah jadi 40% dengan banyak truk sebanyak 35 unit. Nilai efektifitas yang dihasilkan yaitu antara 0,33 sampai dengan 0,98 untuk setiap kecamatan. Efektifitas terbesar yaitu Kecamatan Bungus Teluk Kabung, Padang Selatan, Padang Barat, dan Padang Utara sebesar 0,98 dan terendah pada Kecamatan Lubuk Kilangan sebesar 0,33. Apabila dilakukan penambahan banyak truk menjadi 50 unit ternyata terjadi fluktuasi nilai efektifitas pada Kecamatan Padang Selatan, Padang Barat dan Padang Utara, ini terjadi karena perubahan pengalokasian jumlah truk pada setiap kecamatan. Perubahan secara fluktuasi ini terjadi pada hari ke ke 43 sampai hari ke 57. Efektifitas terbesar tetap terjadi pada Kecamatan Bungus Teluk Kabung, Padang Selatan, Padang Barat, dan Padang Utara sebesar 0,98, sedangkan posisi terendah masih pada Kecamatan Lubuk Kilangan sebesar 0,50. Pada skenario dengan keadaan agar nilai efektifitasnya bisa mencapai 1 dengan melakukan kebijakan yang cukup ekstrim yaitu dengan meningkatkan alokasi bantuan makanan menjadi 50% dan banyak truk menjadi 75 unit. Semua kecamatan hampir merata mencapai nilai efektifitas 1 bahkan ada yang melebihi, namun di Kecamatan Lubuk Kilangan hanya bisa mencapai 0,83.

4. Kesimpulan

Model simulasi logistik bantuan bencana gempa dan tsunami yang telah dihasilkan adalah sebuah sistem penunjang keputusan yang berguna untuk menganalisis dan merumuskan strategi logistik bencana. Pembangunan model merujuk pada kejadian dan penanganan bencana gempa di Kota Padang pada 30 September 2009. Ukuran kinerja simulasi yang digunakan dalam studi ini adalah efektifitas pemenuhan permintaan bantuan bencana oleh para korban di lokasi pengungsian di setiap kecamatan. Verifikasi dan validasi model dilakukan dengan menerapkan enam skenario. Hasil simulasi menunjukkan bahwa alokasi dana bantuan bencana akan mencapai efektifitas satu apabila seluruhnya dialokasikan pada pengadaan makanan dan obat-obatan. Tingkat kerusakan dan tipe bencana tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai efektifitas. Studi ini belum menganalisis kombinasi alokasi yang terbaik antara alokasi dana untuk perbaikan infrastruktur dan pengadaan komoditas bagi pengungsi.

Studi selanjutnya dapat diarahkan pada logistik bencana yang lebih luas dengan mempertimbangkan pergerakan sukarelawan dan pendistribusian seluruh jenis komoditas bantuan. Model simulasi dalam studi ini hanya mempertimbangkan jenis komoditas makanan dan obat-obatan saja. Disamping itu, hambatan logistik bencana ataupun logistik kemanusiaan pada umumnya adalah kondisi sosial korban bencana. Pengembangan model selanjutnya dapat diarahkan pada penentuan kombinasi optimal dari alokasi dana bencana antara perbaikan infrastruktur logistik dan pengadaan komoditas bagi pengungsi.

Ucapan Terima Kasih

Makalah ini merupakan bagian dari hasil penelitian yang didanai dalam program Hibah Penelitian Mandiri Dana DIPA Fakultas Teknik Universitas Andalas Tahun 2012.

Referensi

- [1] Arief, T. Pengembangan Model Distribusi Barang Bantuan Kepada Korban Bencana Dengan Transportasi Darat Menggunakan Sistem Dinamik. Tesis Magister. Surabaya: Pascasarjana Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember; 2011.
- [2] Ballou, R. H. Business Logistics Management, Third Edition. USA: Prentice Hall International. 1992.
- [3] Balci, B., Beamon, B. M., Krejci, C. C., Muramatsu, K. M., Ramirez, M. Humanitarian Relief Chain: Issues and Challenges. *International Journal of Production Economics*. 2010. 126(1): 22-34.
- [4] Blanchard, B.S. Logistics Engineering and Management, 4th Edition. New Jersey: Prentice Hall Inc. 1992.
- [5] BNPB. 2011. Panduan Perencanaan Kontinjensi Menghadapi Bencana Edisi Ke 2. Jakarta: BNPB.
- [6] Bowersox, D. J. Manajemen Logistik: Integrasi Sistem-Sistem Manajemen Distribusi Fisik dan Manajemen Material. Jakarta: Bumi Aksara. 2002.
- [7] Chandes J. dan Paché, G. To Ponder on the Collective Actions in the Context of Humanitarian Logistics: Lessons from the Earthquake in Pisco. *Journal of Economics, Finance & Administrative Science*. 2009. 14(27): 47-61.
- [8] Cuervo, R., Diaz, F., Namen, I., Palacio, C. dan Sierra, C. Humanitarian Crisis: when Supply Chains Really Matter. The 28th International Conference of the System Dynamics Society. Seoul. 2010: 1182-1218.
- [9] Davidson, A. L. Key Performance Indicators in Humanitarian Logistics. Master Thesis. Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology. 2006.
- [10] Duran, S., Gutierrez, S. A., Keskinocak, P. Pre-Positioning of Emergency Items Worldwide for CARE International. Care Prepositioning of Inventory Paper. *Interface*. 2010; 41(3): 223-237.
- [11] Gustavsson, L. Humanitarian Logistics: Context and challenges. *Forced Migration Review*. 2003; 18: 6-8.
- [12] Lee, H. L., Padmanabhan, V., Whang, S. The Bullwhip Effect In Supply Chains. *Journal of Supply Chains*. 2007; 38(3): 93-102.
- [13] Tabbara, L.N. Emergency Relief Logistics: Evaluation of Disaster Response Models Base on Asian Tsunami Logistics Response. UK: Oxford Brookes University. 2008.
- [14] Thomas, A., Kopczak L. From Logistics to Supply Chain Management. The Path Forward in the Humanitarian Sector. San Francisco: Fritz Institute. 2005.

Lampiran

Alokasi Bantuan	Jumlah Bantuan perhari**Prioritas
Alokasi Truk	MAX('Maximum Alokasi Truk','Minimum Alokasi Truk')
Efektivitas	'Jumlah Bantuan Terkirim'/Permintaan
Jumlah Bantuan	STEP('Jumlah Penerimaan Bantuan', STARTTIME+1<<da>>)
Jumlah Bantuan perhari	('Laju Bantuan'/TIMESTEP)+'Laju Persediaan'
Jumlah Bantuan Terkirim	MIN('Kemampuan Truk Mengangkut','Alokasi Bantuan')

Jumlah penduduk netto	ROUND('Jumlah Penduduk')
Kapasitas Muatan	'Alokasi Truk'*'Kapasitas Truk'
Persentase yang Membutuhkan Bantuan	DELAYINF('Persentase Penduduk Membutuhkan', 'Delay Penduduk', 3)
Kedatangan Relawan	PULSE(40<<orang>>, STARTTIME+7<<da>>, 60<<da>>)
Kekurangan Bantuan	'Jumlah Bantuan Terkirim'-Permintaan
Kemampuan Truk Mengangkut	'Kapasitas Muatan'/'Waktu Tempuh'
Laju Kedatangan Bantuan	('Persentase Bantuan'*APBD)+('Persentase Bantuan'*APBN)+('Persentase Bantuan'*Dana Siap Pakai') Sukarela)+('Persentase Bantuan'*Dana Siap Pakai')
Laju Bantuan	DELAYINF('Jumlah Bantuan', 'Delay Bantuan', 2)
Laju Kedatangan Relawan	DELAYINF('Kedatangan Relawan', 'Delay Time Relawan', 1)
Laju Mengungsi	IF('Pemilihan Kondisi Gempa'=1,'Laju Mengungsi ke Luar Daerah Jika Tsunami','Laju Mengungsi ke Luar Daerah Jika Gempa')
Laju Mengungsi ke Luar Daerah Jika Gempa	{DELAYINF('lokasi(i)', 'delay time mengungsi', 1)}
Laju Mengungsi ke Luar Daerah Jika Tsunami	{DELAYINF('Pindah lokasi dari (i)', 'delay time mengungsi', 1)}
Laju Meninggal	IF('Pemilihan Kondisi Gempa'=1,'Laju Meninggal Tsunami','Laju Meninggal Gempa')
Laju Meninggal Gempa	IF(Efektivitas>0.15,'Meninggal Jika Gempa','Meninggal Gempa')
Laju Meninggal Tsunami	IF(Efektivitas>0.2,'Meninggal Jika Tsunami','Meninggal Tsunami')
Laju Pengurangan Penduduk	'Laju Meninggal'+ 'Laju Mengungsi'
Laju Pertambahan Penduduk	('Jumlah Penduduk'*'Pertumbuhan Penduduk')+ 'Laju Kedatangan Relawan'
Maximum Alokasi Truk	ROUND(Prioritas*Jumlah Truk',1<<unit>>,0<<unit>>)
Korban gempa di kecamatan <i>i</i>	PULSE(nilai <i>i</i> <<orang>>, STARTTIME+0<<da>>, 60<<da>>)
Meninggal Jika Gempa	{DELAYINF('Meninggal Gempa lokasi <i>i</i> ', 'delay time meninggal', 1)}
Meninggal Jika Tsunami	{DELAYINF('Meninggal Tsunami lokasi <i>i</i> ', 'delay time meninggal', 1)}
Panggil Kondisi Kerusakan	'Kondisi Kerusakan Jalan'[INDEX('Pilih Kondisi Kerusakan')]
Permintaan	'Jumlah penduduk netto'*'Persentase yang Membutuhkan Bantuan'
Laju Persediaan	DELAYINF('Jumlah Persediaan', 'Delay Persediaan', 1)
Prioritas	'Jumlah Penduduk'/'Total Penduduk Padang'
Total Penduduk Padang	ARRSUM('Jumlah Penduduk')
Waktu Tempuh	((Jarak/'Kecepatan Truk')*2)+'Waktu Bongkar Muat'