

PENENTUAN LOKASI GUDANG DARURAT BENCANA DI PROVINSI DKI JAKARTA DENGAN PENDEKATAN AHP, *CLUSTER ANALYSIS*, DAN TOPSIS

Aries Susanty, Arfan Bakhtiar dan Adhitya Sulistyawan
Universitas Diponegoro

ariessusanty@gmail.com, arfanbakhtiar@gmail.com, adhityasulis@gmail.com

Abstract: This study aims to determine the location of the disaster emergency warehouse as a place for storing food and beverages as well as medicines for first aid during a flood. Objects selected for this study is Jakarta. Flooding is a problem that often occurs in Jakarta as a result of heavy rainfall and the geographical conditions of Jakarta. Forty percent of the area of Jakarta is below sea level and there are 13 rivers flowing through Jakarta and has estuary in Jakarta Bay. This study uses three approaches, namely analytic hierarchy process (AHP), cluster analysis and technique for an order of preference by similarity to ideal solution (TOPSIS). The results of data processing by using AHP showed that criteria and sub-criteria with the highest weighting for selecting the location of disaster emergency warehouse were owned by delivery time. Furthermore, the results of data processing using cluster analysis and TOPSIS indicated that there were five potential sites for disaster emergency warehouse in order of priority: Sub-district Makasar followed by Kebon Jeruk, Tanjung Priok, Senen, and Cilandak.

Keywords: Disaster Emergency Warehouse, DKI Jakarta, Cluster Analysis, AHP, TOSIS

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menentukan lokasi gudang darurat bencana sebagai tempat menyimpan makanan dan minuman serta obat-obatan untuk pertolongan pertama pada saat banjir. Obyek yang dipilih untuk penelitian ini adalah Provinsi DKI Jakarta. Banjir merupakan masalah yang seringkali terjadi di Provinsi DKI Jakarta sebagai dampak dari curah hujan yang tinggi dan kondisi geografis Provinsi DKI Jakarta. Empat puluh persen dari luas Provinsi DKI Jakarta berada dibawah permukaan air laut dan terdapat 13 sungai yang melewati dan bermuara di teluk Jakarta. Penelitian ini menggunakan tiga buah pendekatan pendekatan, yaitu. *analytic hierarchy process* (AHP), *cluster analysis* dan *technique for order of preference by similarity to ideal solution* (TOPSIS). Hasil pengolahan data dengan menggunakan AHP menunjukkan bahwa bobot tertinggi untuk pemilihan lokasi gudang darurat bencana dimiliki oleh kriteria waktu pengiriman. Selanjutnya, hasil pengolahan data dengan menggunakan *cluster analysis* dan TOPSIS mengindikasikan bahwa terdapat 5 lokasi potensial untuk gudang darut bencana dengan urutan prioritas: Kecamatan Makasar diikuti dengan Kebon Jeruk, Tanjung Priok, Senen, dan Cilandak

Kata Kunci: Disaster Emergency Warehouse, DKI Jakarta, Cluster Analysis, AHP, TOSIS,

PENDAHULUAN

Data rekapitulasi bencana dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) menunjukkan bahwa, selama kurun waktu 1815-2014, banjir merupakan bencana yang paling sering terjadi di Indonesia. Dalam hal ini, banjir menempati urutan pertama dengan jumlah 3.990 kejadian (39%), disusul oleh angin puting beliung dengan jumlah 1.771 kejadian (17%) dan tanah longsor dengan jumlah 1.600 kejadian (16%). Selanjutnya, diantara seluruh provinsi di Indonesia, Provinsi DKI Jakarta merupakan daerah yang paling sering terkena bencana banjir. DKI Jakarta adalah Ibukota Negara Indonesia dengan kepadatan penduduk terbesar di Indonesia, yaitu sebesar 13,9 ribu jiwa/km². Bencana banjir yang berlangsung di Provinsi DKI Jakarta terutama disebabkan oleh kondisi geografis dari provinsi tersebut dan curah hujan yang tinggi. Empat puluh persen dari luas total Provinsi DKI Jakarta berada dibawah permukaan laut dan terdapat terdapat 13 sungai yang melewati Provinsi DKI Jakarta yang bermuara ke Teluk DKI Jakarta (BPBD Provinsi DKI Jakarta, 2014). Provinsi DKI Jakarta memiliki siklus banjir besar lima tahunan, dimana banjir yang terjadi di Jakarta pada tahun 2007 merupakan salah satu banjir terbesar yang pernah dicatat. Hampir 60% wilayah DKI Jakarta terendam banjir. Disamping itu, bencana banjir tahun 2007 merupakan bencana banjir yang paling banyak memakan korban jiwa, yaitu sebesar 8 orang meninggal pada saat kejadian bencana banjir, yang kemudian meningkat menjadi 19 orang pasca terjadinya bencana (BNPB, 2014). Peningkatan jumlah korban jiwa tersebut diakibatkan oleh hal-hal yang timbul pasca terjadinya bencana, seperti munculnya wabah penyakit, kelaparan, serta terlambatnya evakuasi dan penyaluran bantuan. Disamping korban jiwa, banjir juga merugikan di beberapa sektor. Selain kerugian yang bersifat materi, terganggunya fasilitas perkantoran, akses jalan, dan sarana pendidikan tentunya mengganggu aktivitas ekonomi dan sosial di Provinsi DKI Jakarta (BNPB, 2014; United Nations Development Programme, 2007).

Salah satu kegiatan penting dalam penanggulangan bencana adalah kegiatan logistik. Hal ini ditegaskan oleh Ozdamar, *et al.*, (2004), Yuan dan Wang (2009), Van Wassenhove (2006). Sekitar 80% dari kegiatan penanggulangan bencana merupakan kegiatan logistik. Dalam menanggulangi bencana, kegiatan logistik bantuan kemanusiaan memiliki dua fungsi utama yaitu kesiapan dan respon tanggap bencana (Thomas, 2003). Sukses atau gagalnya suatu kegiatan penanggulangan bencana bergantung kepada manajemen logistik yang diterapkan. Didalam manajemen logistik bantuan kemanusiaan yang baik, terdapat sejumlah hal yang perlu diperhitungkan yaitu efisiensi, efektifitas, ketepatan waktu (Nappi dan Souza, 2015), dan kecepatan (Sheu, 2007). Manajemen logistik bantuan kemanusiaan berbeda dari manajemen logistik yang bersifat bisnis. Hal ini dikarenakan tingkat ketidakpastian kebutuhan logistik bantuan kemanusiaan lebih besar daripada logistik bisnis (Sheu, 2007). Ketidakpastian ini yang menjadi dasar untuk pembentukan tindakan pencegahan khusus untuk manajemen logistik bantuan kemanusiaan pada saat terjadi bencana sehingga kesiapan menghadapi bencana dapat meningkat. Salah satu hal yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kesiapan dalam menghadapi bencana adalah dengan menyediakan lokasi-lokasi gudang logistik sebagai sarana penyimpanan bantuan atau yang biasa disebut dengan *pre-positioning*. Hal ini dapat dilakukan dengan membuat kebijakan gudang darurat bencana seperti yang telah dilakukan beberapa negara seperti Dubai, RRC, Amerika Serikat dan masih banyak lagi (Roh, *et al.*, 2013; Turgut, *et al.*, 2011). Gudang darurat bencana sebagai sarana penyimpanan persediaan bantuan merupakan tempat

penyimpanan yang dibuat sebagai pertolongan pertama apabila terjadi bencana (Ye, *et al.*, 2015). Fungsi utama dari gudang darurat bencana ini adalah sebagai sarana penyimpanan pasokan barang-barang medis maupun pertolongan pertama yang dapat berupa barang-barang kebutuhan hidup yang penting yang diharapkan dapat menormalkan kondisi hidup korban pada saat dan setelah bencana (Turgut, *et al.*, 2011). Kebijakan tersebut terbukti dapat membantu mendistribusikan sumberdaya secara lebih cepat pada saat terjadinya bencana dan dapat mengurangi permasalahan terkait logistik jika terjadi bencana (Ye, *et al.*, 2015).

Penelitian ini dilakukan untuk memberikan usulan kepada pihak pemerintah Provinsi DKI Jakarta untuk mengadopsi kebijakan pembangunan gudang darurat bencana sehingga penyaluran bantuan dapat dilakukan dengan cepat dan optimal untuk meminimalisir kerugian yang mungkin ditimbulkan atas kejadian bencana khususnya bencana banjir yang seringkali terjadi di Provinsi DKI Jakarta. Dalam penelitian ini, untuk menentukan lokasi gudang darurat bencana, terlebih dahulu dilakukan pembobotan kriteria dan subkriteria dengan menggunakan metode *namely analytic hierarchy process* (AHP), setelahnya, dilakukan pendekatan *cluster analysis*, yaitu metode pengelompokan berdasarkan jarak dan jumlah penduduk dan diakhiri dengan metode *technique for order of preference by similarity to ideal solution* (TOPSIS) untuk melakukan evaluasi terhadap lokasi yang didapat dari metode *cluster analysis*. Adapun pengelompokan dilakukan per kota administratif di Provinsi DKI Jakarta.

KAJIAN TEORI

Logistik. Menurut Council of Logistics Management (1998), logistik adalah bagian dari proses rantai pasok yang melakukan perencanaan, pengimplementasian, dan pengontrolan atas penyimpanan barang, jasa, dan informasi yang terkait, dimulai dari sumber sampai dengan ke tangan konsumen secara efektif dan efisien. Perbedaan yang jelas antara rantai pasok dengan logistik adalah logistik merupakan kegiatan yang berada didalam batasan lingkup suatu organisasi dan tugas utama dari logistik adalah mengoptimalkan aliran barang di organisasi tersebut; sedangkan manajemen rantai pasok merupakan perluasan dari logistik dan berperan sebagai sambungan serta koordinasi di antara berbagai bagian maupun entitas yang terdiri dari pemasok, konsumen, dan organisasi itu sendiri (Christopher, 1998). Dengan demikian, logistik lebih fokus terhadap memberikan arahan semua aktivitas yang terjadi didalam organisasi dalam rangka penerimaan material sampai dengan pengiriman produk, sedangkan rantai pasok lebih fokus terhadap manajemen hubungan antara berbagai bagian atau entitas yang terlibat (Roh, *et al.*, 2013)

Logistik bantuan kemanusiaan. Logistik bantuan kemanusiaan didefinisikan sebagai proses perencanaan, pengimplementasian, dan pengontrolan aliran material dan penyimpanan barang serta informasi yang terkait secara efektif dan efisien; dari awal mula sampai ke titik dimana bantuan yang diberikan dapat mengurangi penderitaan dari korban (Thomas dan Kopcak, 2005). Tujuan dari logistik bantuan kemanusiaan adalah untuk menyediakan bantuan kemanusiaan dalam bentuk air bersih, obat-obatan, perlindungan, dan bahan pokok bagi tempat yang terkena bencana (Beamon dan Balcik, 2008).

Penyimpanan persediaan pada logistik bantuan kemanusiaan. Penyimpanan persediaan pada logistik bantuan kemanusiaan memiliki hubungan erat dengan fase

persiapan dalam penanggulangan bencana. Penyimpanan persediaan pada logistik bantuan kemanusiaan menjadi salah satu hal yang dapat memastikan cepatnya respon bencana pada saat bencana tersebut terjadi (Tatham dan Kovacs, 2007). United Nations Department of Humanitarian Affairs (UNDHA, 1994) menyatakan bahwa kebijakan penyimpanan persediaan pada logistik bantuan kemanusiaan tidak hanya berperan untuk mempercepat respon pada saat terjadinya bencana, kebijakan tersebut merupakan cara yang efektif untuk mengurangi biaya dan mendapatkan sumber yang terpercaya sebagai penyedia atas barang-barang persediaan. Kondisi ini terjadi karena karena bantuan dapat dibeli terlebih dahulu dengan harga seminimal mungkin melalui penawar terendah.

Selanjutnya, penyimpanan persediaan pada logistik bantuan kemanusiaan perlu ditempatkan di lokasi yang strategis dan kebijakan penempatan logistik bantuan kemanusiaan pada lokasi strategis ini telah diterapkan oleh beberapa organisasi kemanusiaan di dunia sebagai metode peningkatan kapasitas bantuan untuk korban bencana dengan rentang waktu yang singkat (Beamon dan Balcik, 2008). Pada dasarnya, penempatan logistik bantuan kemanusiaan pada lokasi yang strategis memiliki tujuan utama yaitu tersimpannya bantuan di lokasi tertentu yang siap digunakan pada saat dibutuhkan (Rawls dan Turnquist, 2010). Dalam hal ini, tantangan yang dihadapi untuk memenuhi tujuan tersebut adalah menentukan lokasi strategis yang dapat melindungi barang bantuan dari bencana yang terjadi namun pada saat bersamaan cukup dekat dengan lokasi bencana agar pendistribusian bencana dapat dilakukan secara efektif dan cepat (Beamon dan Balcik, 2008).

Gudang. Gudang merupakan fasilitas khusus yang bersifat tetap, yang dirancang untuk mencapai target tingkat pelayanan. Gudang dibutuhkan dalam proses koordinasi penyaluran barang, yang muncul sebagai akibat kurang seimbangnya proses penawaran dan permintaan (Stock dan Lambert, 2001). Gudang adalah bagian dari sistem logistik yang menyimpan produk-produk pada dan antara titik sumber dan titik konsumsi, serta menyediakan informasi kepada manajemen mengenai status, kondisi, dan disposisi dari item-item yang disimpan (Stock dan Lambert, 2001).

METODE

Kriteria dan sub-kriteria untuk pemilihan lokasi gudang darurat bencana. Kriteria dan sub-kriteria yang digunakan untuk pemilihan lokasi gudang darurat bencana didopsi dari dua buah referensi, yaitu Turgut, *et al.*, (2011) dan Degener, *et al.*, (2013). Dalam hal ini, dalam penelitian yang dilakukannya, Turgut, *et al.*, (2011) telah menggunakan kriteria dan sub-kriteria tersebut untuk memilih lokasi gudang darurat bencana untuk gempa bumi di Istanbul; Adapun Degener, *et al.*, (2013) telah menggunakan kriteria dan sub-kriteria tersebut untuk pemilihan lokasi gudang darurat bencana untuk banjir di Bangladesh. Secara rinci, kriteria dan sub-kriteria yang digunakan dalam penelitian ini dan sumbernya dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kriteria dan Sub-kriteria untuk Pemilihan Lokasi Gudang Darurat Bencana

Kriteria	Sub-kriteria	Definisi Operasional	Sumber
Biaya	Biaya investasi	Biaya yang dikeluarkan sebagai investasi pembangunan gudang darurat bencana	Turgut, <i>et al.</i> , (2011), Degener, <i>et al.</i> , (2013)
	Biaya perawatan	Biaya yang dikeluarkan sebagai biaya perawatan gudang darurat bencana	Turgut, <i>et al.</i> , (2011)
	Biaya operasional	Biaya yang dikeluarkan sebagai biaya pengoperasian gudang darurat bencana	Turgut, <i>et al.</i> , (2011), Degener, <i>et al.</i> , (2013)
	Biaya distribusi	Biaya yang dikeluarkan sebagai biaya distribusi bantuan	Degener, <i>et al.</i> , (2013)
	Biaya pengadaan	Biaya yang dikeluarkan sebagai biaya pengadaan bantuan maupun infrastruktur gudang	Degener, <i>et al.</i> , (2013)
Transportasi	Kedekatan dengan jalur transportasi darat	Tersedianya akses sarana transportasi jalur darat dari dan ke gudang darurat bencana	Turgut, <i>et al.</i> , (2011)
	Kedekatan dengan jalur transportasi air/laut	Tersedianya akses sarana transportasi jalur air/laut darat dari dan ke gudang darurat bencana	Turgut, <i>et al.</i> , (2011)
	Kedekatan dengan jalur transportasi udara	Tersedianya akses sarana transportasi jalur udara darat dari dan ke gudang darurat bencana	Turgut, <i>et al.</i> , (2011)
Infrastruktur	Ketersediaan infrastruktur teknologi informasi	Tersedianya akses sarana infrastruktur teknologi informasi gudang darurat bencana	Turgut, <i>et al.</i> , (2011)
	Ketersediaan infrastruktur energi (listrik, dsb)	Tersedianya akses sarana infrastruktur energi gudang darurat bencana	Turgut, <i>et al.</i> , (2011)
	Ketersediaan infrastruktur air bersih	Tersedianya akses sarana infrastruktur air bersih gudang darurat bencana	Turgut, <i>et al.</i> , (2011)
Lokasi Geografis	Kedekatan dengan pusat kota	Kedekatan lokasi gudang darurat bencana dengan pusat kota	Turgut, <i>et al.</i> , (2011)
	Kedekatan lokasi gudang darurat bencana dengan lokasi rawan bencana	Kedekatan lokasi gudang darurat bencana dengan lokasi rawan bencana	Turgut, <i>et al.</i> , (2011), Degener, <i>et al.</i> , (2013)
Kesesuaian Iklim	Temperatur	Kesesuaian kondisi iklim gudang darurat bencana dari segi temperatur	Degener, <i>et al.</i> , (2013)
	Curah hujan	Kesesuaian kondisi iklim gudang darurat bencana dari segi curah hujan	Degener, <i>et al.</i> , (2013)
	Kelembaban	Kesesuaian kondisi iklim gudang darurat bencana dari segi kelembaban	Degener, <i>et al.</i> , (2013)
Waktu Pengiriman	Waktu pengiriman ke tempat bencana	Waktu yang dibutuhkan dalam penyampaian bantuan dari gudang darurat bencana ke lokasi bencana	Degener, <i>et al.</i> , (2013)
Jarak	Jarak dari lokasi gudang darurat bencana ke organisasi kemanusiaan	Kedekatan jarak antara gudang darurat bencana dengan organisasi kemanusiaan sebagai donor potensial	Degener, <i>et al.</i> , (2013)
	Jarak dari lokasi gudang darurat bencana ke pemasok	Kedekatan jarak antara gudang darurat bencana dengan pemasok bantuan bencana	Degener, <i>et al.</i> , (2013)

Kriteria	Sub-kriteria	Definisi Operasional	Sumber
Aspek Sosial Ekonomi	Tingkat kriminalitas	Tingkat kriminalitas daerah sekitar lokasi potensial gudang darurat bencana	Degener, <i>et al.</i> , (2013)
	Stabilitas politik	Stabilitas politik daerah sekitar lokasi potensial gudang darurat bencana	Degener, <i>et al.</i> , (2013)
	Ketersediaan pegawai	Tingkat kemudahan tersedianya pegawai gudang darurat bencana	Degener, <i>et al.</i> , (2013)
	Kemudahan komunikasi (bahasa)	Kemudahan komunikasi (bahasa) daerah potensial gudang darurat bencana	Degener, <i>et al.</i> , (2013)
Aspek Terkait Personal	Kesehatan lingkungan sekitar gudang	Tingkat kesehatan daerah sekitar gudang darurat bencana	Degener, <i>et al.</i> , (2013)
	Keanekaragaman makanan	Keanekaragaman jenis makanan bantuan jika terjadi bencana	Degener, <i>et al.</i> , (2013)
	Kualitas kehidupan	Tingkat kualitas hidup daerah sekitar gudang darurat bencana	Degener, <i>et al.</i> , (2013)

Selanjutnya, sub kriteria yang berasal dari Turgut, *et al.*, (2011) dan Degener, *et al.*, (2013) akan divalidasi dengan cara menyebarkan kuesioner kepada sejumlah pakar, Validasi tersebut bertujuan untuk memastikan kesesuaian antara kriteria dan sub-kriteria dari Turgut, *et al.*, (2011) dan Degener, *et al.*, (2013) dengan kriteria dan sub kriteria yang dapat diterapkan untuk pemilihan lokasi gudang darurat bencana di Provinsi DKI Jakarta.

Rancangan kuesioner penelitian. Penelitian ini menggunakan tiga jenis kuesioner. Kuesioner pertama adalah kuesioner untuk memvalidasi sub-kriteria yang akan digunakan untuk menilai lokasi yang berpotensi sebagai tempat gudang darurat bencana. Kuesioner kedua adalah kuesioner perbandingan perpasangan dan kuesioner ketiga adalah kuesioner untuk memberikan penilaian terhadap sejumlah lokasi yang berpotensi sebagai tempat gudang darurat bencana. Kuesioner pertama dan sejumlah sub-kriteria pada kuesioner ketiga sama-sama menggunakan skala Likert 1 sampai dengan 5. Dalam hal ini, pada kuesioner pertama, nilai 1 berarti sangat tidak penting dan nilai 5 berarti sangat penting. Pada kuesioner ketiga, nilai 1 sampai dengan 5 dapat memiliki arti yang berbeda-beda tergantung dari sub-kriteria yang ditanyakan. Sebagai contoh, pada sub-kriteria biaya investasi, nilai 1 berarti nilai investasi <5.000.000 dan nilai 5 berarti nilai investasi >50.000.001. Pada sub-kriteria lainnya, seperti sub-kriteria tingkat kriminalitas, nilai 1 berarti sangat tidak sesuai untuk lokasi gudang darurat bencana dan nilai 5 berarti sangat sesuai untuk lokasi gudang darurat bencana. Dalam hal ini, terdapat dua sub-kriteria pada kuesioner ketiga yang hanya menggunakan nilai 0 dan 1 yaitu sub-kriteria ketersediaan energi (listrik) dan air. Nilai 0 berarti tidak tersedia dan nilai 1 berarti tersedia. Selanjutnya, kuesioner kedua menggunakan skala dari 1 sampai dengan 9, dimana nilai 1 berarti kedua kriteria atau sub-kriteria memiliki kepentingan yang sama dan nilai 9 berarti satu kriteria atau sub-kriteria mutlak lebih penting dari kriteria bandingannya. Skala ini dikembangkan oleh Saaty (1980)

Responden penelitian. Responden dalam penelitian ini dipilih dengan berdasarkan pada pertimbangan tertentu, yaitu mereka yang dianggap berkompeten dalam permasalahan penentuan lokasi gudang darurat bencana di Provinsi DKI Jakarta. Berdasarkan hal tersebut, terdapat 6 responden yang dipilih untuk mengisi ketiga kuesioner dalam penelitian ini, yaitu Kabid Kedaruratan, Logistik dan Pemulihan BPBD Provinsi DKI Jakarta; Kasi Kedaruratan, Logistik dan Pemulihan Kantor

Penanggulangan Bencana Kota Administratif Jakarta Utara; Kasi Kedaruratan, Logistik dan Pemulihan Kantor Penanggulangan Bencana Kota Administratif Jakarta Timur; Kasi Kedaruratan, Logistik dan Pemulihan Kantor Penanggulangan Bencana Kota Administratif Jakarta Pusat; Kasi Kedaruratan, Logistik dan Pemulihan Kantor Penanggulangan Bencana Kota Administratif Jakarta Selatan dan Kasi Kedaruratan, Logistik dan Pemulihan Kantor Penanggulangan Bencana Kota Administratif Jakarta Barat.

Teknik pengolahan data. Terdapat tiga metoda pengolahan data yang digunakan dalam Penelitian ini yaitu metoda AHP, *cluster analysis*, dan TOPSIS. Pengolahan data dengan menggunakan AHP dimulai dengan menyebarkan kuesioner perbandingan berpasangan, melakukan pengecekan nilai *consistency ratio* atas hasil pengisian kuesioner, menghitung bobot dari masing-masing kriteria dan sub-kriteria dari hasil pengisian kuesioner yang telah valid, serta mengalikan hasil perhitungan bobot setiap sub-kriteria dengan kriteria yang terkait untuk mendapatkan bobot global dari masing-masing sub-kriteria penelitian (Saaty, 1980).

Cluster analysis merupakan metode yang dapat mengelompokkan masing-masing titik *demand* berdasarkan jarak kedekatan dan jumlah *demand* dalam daerah tertentu dengan konsep *center of gravity*. Dalam hal ini, yang dimaksud dengan *demand* adalah jumlah penduduk. Menurut de La Fuente dan Lozano (1998) dan Mulyono dan Ishida (2014), perhitungan dalam *cluster analysis* diawali dengan membuat peta jala-jala dari Provinsi DKI Jakarta sehingga dapat diketahui koordinat dari masing-masing titik *demand*. Setelah masing-masing titik *demand* diketahui koordinatnya, langkah selanjutnya adalah menghitung matriks jarak dengan menggunakan persamaan (1) berikut.

$$D = k\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (1)$$

Selanjutnya, setelah semua jarak diketahui, dilakukan penggambungan pada dua buah titik *demand* yang memiliki jarak terpendek. Koordinat baru dari penggambungan kedua titik *demand* ini dapat dicari dengan persamaan (2) dan (3) berikut.

$$x = \frac{(x_1 \cdot d_1) + (x_2 \cdot d_2)}{d_1 + d_2} \quad (2)$$

$$y = \frac{(y_1 \cdot d_1) + (y_2 \cdot d_2)}{d_1 + d_2} \quad (3)$$

dimana:

x_1 = koordinat x pada lokasi titik *demand* 1

x_2 = koordinat x pada lokasi titik *demand* 2

y_1 = koordinat y pada lokasi titik *demand* 1

y_2 = koordinat x pada lokasi titik *demand* 2

D = jarak lokasi titik *demand* 1 dan titik *demand* 2

k = skala yang digunakan

d_1 = jumlah permintaan (*demand*) pada titik *demand* 1

d_2 = jumlah permintaan (*demand*) pada titik *demand* 2

Perhitungan jarak dilakukan kembali terus menerus sampai tidak mungkin lagi terjadi pengelompokkan karena titik *demand* hanya tersisa satu atau karena jarak maksimal antar titik *demand* telah dicapai.

Adapun langkah-langkah dalam metoda TOPSIS dapat diuraikan sebagai berikut (Shyur dan Shih, 2006) Pertama, membuat hierarki keputusan. Kedua, membuat matriks pengambilan keputusan. Ketiga melakukan normalisasi matriks pengambilan keputusan. Normalisasi matriks pengambilan keputusan dilakukan menggunakan persamaan berikut ini.

$$r_{ij} = \frac{f_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n f_{ij}^2}}, i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n \quad (4)$$

dimana:

r_{ij} = hasil normalisasi kolom i dan baris j

f_{ij} = isi dari matriks pengambilan keputusan kolom i dan baris j

Kelima, setelah dilakukan normalisasi, matriks pengambilan keputusan kemudian dikalikan dengan bobot hasil dari perhitungan menggunakan metode AHP menggunakan persamaan berikut:

$$v_{ij} = r_{ij} \times w_{ij}, i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n \quad (5)$$

dimana:

r_{ij} = hasil normalisasi kolom i dan baris j

w_{ij} = bobot dari perhitungan menggunakan metode AHP

Keenam, menentukan *Positive Ideal Solution* (A^*) dan *Negative Ideal Solution* (A^-). Ketujuh, menghitung jarak dari masing-masing alternatif dengan A^* dan A^- menggunakan persamaan berikut.

$$D_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad i=1,2,\dots,m \quad (6)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad i=1,2,\dots,m \quad (7)$$

dimana :

v_{ij} = nilai dari alternatif

v_j^* = *positive ideal solution*

v_j^- = *negative ideal solution*

Kedelapan, menghitung nilai CC_i dan melakukan pengurutan *ranking* dari sejumlah alternatif. Adapun nilai CC_i dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$CC_i = \frac{D_i^-}{D_i^* + D_i^-} \quad (8)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil validasi kriteria dan subkriteria untuk pemilihan lokasi gudang darurat bencana. Validasi atas sub-kriteria untuk pemilihan lokasi gudang darurat bencana dilakukan berdasarkan pada hasil pengisian kuesioner berskala Likert 1-5 oleh 6 orang responden. Dalam hal ini, suatu kriteria dan sub-kriteria dianggap valid dan dapat digunakan dalam penelitian ini apabila memiliki nilai rata-rata ≥ 3 . Dari 9 kriteria dan 26 subkriteria yang diadopsi dari penelitian terdahulu oleh Turgut, *et al.*, (2011) dan

Degener, *et al.*, (2013), terdapat 7 sub kriteria yang memiliki nilai rata-rata < 3 yaitu sub-kriteria biaya distribusi, biaya pengadaan, jalur udara, jarak ke organisasi kemanusiaan terdekat, jarak dari pemasok, keanekaragaman makanan, serta kualitas kehidupan. Sub-kriteria jarak ke organisasi nirlaba terdekat dan sub-kriteria jarak dari pemasok merupakan sub-kriteria dari jarak. Oleh karena kedua sub-kriteria dari jarak di hapus, maka kriteria jarak secara otomatis dihilangkan dari kriteria untuk pemilihan lokasi gudang darurat bencana. Dengan demikian, berdasarkan hasil validasi, terdapat 8 kriteria dan 19 kriteria yang dinilai sesuai untuk pemilihan lokasi gudang darurat bencana di Provinsi DKI Jakarta.

Hasil pembobotan kriteria dan sub-kriteria menggunakan metode AHP, Secara rinci, hasil pembobotan kriteria dan sub-kriteria dengan menggunakan metode AHP dapat dilihat pada Tabel 2 berikut. Hasil pembobotan pada Tabel 2 mengindikasikan bahwa sub-kriteria yang memiliki bobot tertinggi adalah waktu pengiriman, yang diikuti dengan kedekatan dengan lokasi rawan bencana, kedekatan dengan jalur darat, ketersediaan energi (listrik), dan kesehatan lingkungan sekitar gudang. Sejalan dengan hasil yang diperoleh dari penelitian ini, pentingnya waktu pengiriman untuk lokasi gudang darurat bencana dikemukakan juga oleh Balcik dan Beamon (2008) dan Howden (2009). Dalam hal ini, makin cepat waktu yang dibutuhkan untuk mencapai daerah yang terkena bencana maka posisi gudang darurat bencana dinilai makin baik. Lamanya waktu yang dibutuhkan untuk penanggulangan bencana sangat mempengaruhi jumlah korban yang terancam oleh berbagai hal yang disebabkan oleh bencana (Balcik dan Beamon, 2008). Howden (2009) menyatakan kecepatan waktu pengiriman merupakan salah satu ciri dari gudang darurat bencana yang efisien

Tabel 2. Hasil Pembobotan Kriteria dan Sub-kriteria untuk Pemilihan Lokasi Gudang Darurat Bencana

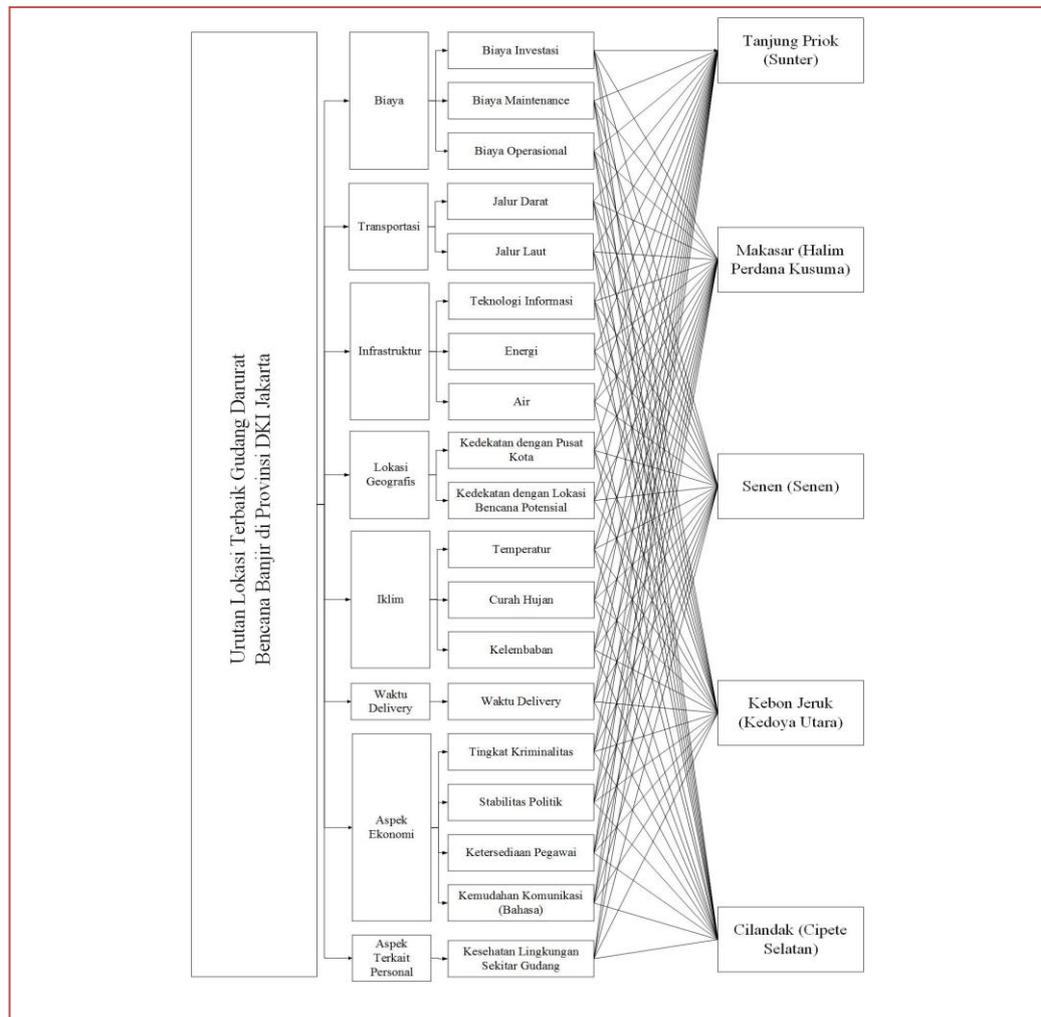
Kriteria	Subkriteria	Bobot Lokal	Bobot Global
Biaya (0,048)	Biaya investasi	0,297	0,0143
	Biaya pemeliharaan	0,170	0,0082
	Biaya operasional	0,533	0,0256
Transportasi (0,150)	Kedekatan dengan jalur transportasi darat	0,865	0,1298
	Kedekatan dengan jalur transportasi air/laut	0,135	0,0203
Infrastruktur (0,133)	Ketersediaan infrastruktur teknologi informasi	0,215	0,0286
	Ketersediaan infrastruktur energi (listrik, dsb)	0,416	0,0553
	Ketersediaan infrastruktur air bersih	0,369	0,0491
Lokasi Geografis (0,174)	Kedekatan dengan pusat kota	0,230	0,0400
	Kedekatan dengan lokasi rawan bencana	0,770	0,1339
Kesesuaian Iklim (0,174)	Temperatur	0,451	0,0230
	Curah Hujan	0,310	0,0158
	Kelembaban	0,239	0,0122
Waktu Pengiriman (0,354)	Waktu pengiriman ke tempat bencana	1,000	0,3540
Aspek Ekonomi (0,034)	Tingkat kriminalitas	0,360	0,0122
	Stabilitas politik (keamanan)	0,200	0,0068
	Ketersediaan pegawai	0,338	0,0115
	Kemudahan komunikasi (bahasa)	0,102	0,0035
Aspek Terkait-Personal (0,055)	Kesehatan lingkungan di sekitar gudang	1,000	0,0550
Jumlah			1,0000

Hasil penentuan lokasi potensial menggunakan metode *cluster analysis*. Hasil penentuan lokasi potensial menggunakan metode *cluster analysis* mengindikasikan adanya sejumlah koordinat lokasi gudang darurat bencana banjir yang potensial. Secara rinci, titik koordinat dari lokasi gudang darurat bencana yang ptensia serta lokasi kecamatan dan kelurahan dari koordinat tersebut dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Lokasi Potensial Terpilih Per Kota Administratif

No.	Kota Administratif	Kecamatan	Kelurahan	Koordinat
1.	Jakarta Utara	Tanjung Priok	Sunter	(16,81 ; 11,50)
2.	Jakarta Timur	Makasar	Halim Perdana Kusuma	(9,07 ; 13,53)
3.	Jakarta Pusat	Senen	Senen	(9,5 ; 14,39)
4.	Jakarta Barat	Kebon Jeruk	Kedoya Utara	(9,55 ; 12,37)
5.	Jakarta Selatan	Cilandak	Cipete Selatan	(10,5 ; 13,85)

Hasil penilaian lokasi potensial dengan menggunakan metode TOPSIS. Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, metoda TOPSIS diawali dengan membuat hierarki keputusan berdasarkan sub-kriteria dalam penelitian beserta masing-masing alternatifnya, dilanjutkan dengan membuat matriks pengambilan keputusan, normalisasi matriks pengambilan keputusan dan mengalikannya dengan bobotnya, menentukan solusi ideal positif dari masing-masing subkriteria, menghitung jarak dari masing-masing alternatif dengan solusi ideal positif dan solusi ideal negatif, menghitung nilai CC_i , dan diakhiri dengan mengurutkan nilai CC_i dari yang paling besar ke yang paling kecil untuk mendapatkan urutan terbaik dari kelima alternatifnya (Shyur dan Shih, 2006). Secara grafis, hieraki keputusan untuk pemilihan sejumlah lokasi gudang darurat bencana banjir yang potensial Provinsi DKI Jakarta berdasarkan sub-kriterianya dapat dilihat pada Gambar 1 berikut. Selanjutnya, matriks pengambilan keputusan dapat dilihat pada Tabel 4. Terdapat dua tipe data yang digunakan dalam matriks pengambilan keputusan. Pertama, tipe data yang diperoleh dari hasil pengisian kuesioner yang menggunakan skala Likert 1 sampai dengan 5 atau yang diperoleh dari hasil pengian kuesioner yang menggunakan skala 0 dan 1. Tipe kedua adalah tipe data yang diperoleh dari hasil pengukuran yang bersumber dari sejumlah literatur atau data sekunder. Dalam hal ini, data yang diperoleh dari hasil pengukuran digunakan untuk menilai sembilan buah sub-kriteria yaitu sub-kriteria biaya operasional, kedekatan dengan jalurdarat (jarak lokasi potensial ke akses tol terdekat), ketersediaan jalur laut (jarak lokasi potensial ke pelabuhan terdekat), kedekatan dengan pusat kota (jarak dari lolasi ptensial ke pusat kota terdekat), kedekatan dengan lokasi rawan bencana (jarak dari lokasi potensial ke lokasi rawan bencana terdekat), temperatur, curah hujan, kelembaban, dan waktu pengiriman ke lokasi rawan bencana. Selain kesembilan sub-kriteria tersebut, data-data untuk penilaian sub-kriteria lainnya diperoleh dari hasil pengisian kuesioner skala Likert 1 sampai dengan 5 atau dari hasil pengisian kuesioner dengan nilai 0 dan 1 oleh enam orang responden yang kemudian dirata-ratakan. Sebagaimana telah dinyatakan sebelumnya, walaupun sama-sama menggunakan nilai 1 sampai dengan 5, arti nilai 1 sampai dengan 5 untuk setiap sub-kriteria dapat berbeda-beda.



Gambar 1. Hierarki Pengambilan Keputusan untuk Pemilihan Lokasi Gudang Darurat Bencana

Tabel 4. Matriks Pengambilan Keputusan

Sub kriteria	Hasil Penilaian				
	Tanjung Priok (Sunter)	Makasar (Halim Perdana Kususma)	Senen (Senen)	Kebon Jeruk (Kedoya Utara)	Cilandak (Cipete Selatan)
Biaya investasi	5	3	3	4	3
Biaya pemeliharaan	3,3	3,15	3,46	3,3	3,73
Biaya operasional	3.100.000	3.100.000	3.100.000	3.100.000	3.100.000
Kedekatan dengan jalur transportasi darat	3,2 km (Ancol Timur)	1,2km (Pintu tol Halim)	3,6km (Tol Cawang)	3,2 km (Tol Kebon Jeruk)	4,8 km (Pondok Labu)
Kedekatan dengan jalur transportasi air/laut	7,1 km (Tandjung Periuk)	26 km (Sunda Kelapa)	15,4 km (Sunda Kelapa)	11,3 km (Sunda Kelapa)	22,8 km (Sunda Kelapa)
Ketersediaan infrastruktur teknologi informasi	4	2	2	4	4
Ketersediaan infrastruktur energi (listrik, dsb)	1	1	1	1	1
Ketersediaan infrastruktur air bersih	1	1	1	1	1
Kedekatan dengan pusat kota	0,85 km (Jl Danau Sunter Utara)	4 km (Bandara Halim Perdana Kusuma)	0,3 km (Jl. Salemba Raya)	0,5 km (Jl. Panjang)	1,9 km (ITC Fatmawati)
Kedekatan dengan lokasi rawan bencana	7,3 km (Kelapa Gading)	4,2 km (Kampung Melayu)	7,7 km (Tanah Abang)	5,7 km (Grogol Petamburan)	11,9 (Bukit Duri)
Temperatur	28,7	28,2	28,13	28,13	28,2
Curah Hujan	196,34	209,9	203,1	209,92	223,05
Kelembaban	75	77,4	74,7	77,41	77,41
Waktu pengiriman ke tempat bencana	12,51 menit	7,20 menit	13,2 menit	9,77 menit	20,40 menit
Tingkat kriminalitas	2,94	3	3,81	2,62	2,8
Stabilitas politik (keamanan)	3,63	3,63	3,63	3,63	3,63
Ketersediaan pegawai	9,67	9,47	8,6	8,69	8,56
Kemudahan komunikasi (bahasa)	3,46	3,3	3,46	3,63	3,81
Kesehatan lingkungan di sekitar gudang	4	3,81	3,15	4	4

Tabel 5. Matriks Pengambilan Keputusan yang Ternormalisasi

Sub-kriteria	Matriks Normalisasi				
	Tanjung Priok (Sunter)	Makasar (Halim Perdana Kusuma)	Senen (Senen)	Kebon Jeruk (Kedoya Utara)	Cilandak (Cipete Selatan)
Biaya investasi	0,6063	0,3638	0,3638	0,4851	0,3638
Biaya pemeliharaan	0,4349	0,4151	0,4559	0,4349	0,4915
Biaya operasional	0,4472	0,4472	0,4472	0,4472	0,4472
Kedekatan dengan jalur transportasi darat	0,4205	0,1577	0,4730	0,4205	0,6307
Kedekatan dengan jalur transportasi air/laut	0,1769	0,6478	0,3837	0,2815	0,5680
Ketersediaan infrastruktur teknologi informasi	0,5345	0,2673	0,2673	0,5345	0,5345
Ketersediaan infrastruktur energi (listrik, dsb)	0,4472	0,4472	0,4472	0,4472	0,4472
Ketersediaan infrastruktur air bersih	0,4472	0,4472	0,4472	0,4472	0,4472
Kedekatan dengan pusat kota	0,1799	0,8892	0,0635	0,1059	0,4022
Kedekatan dengan lokasi rawan bencana	0,4185	0,2408	0,4414	0,3267	0,6822
Temperatur	0,4540	0,4461	0,4450	0,4450	0,4461
Curah Hujan	0,4208	0,4499	0,4353	0,4499	0,4781
Kelembaban	0,4391	0,4531	0,4373	0,4532	0,4532
Waktu pengiriman ke tempat bencana	0,4185	0,2408	0,4414	0,3267	0,6822
Tingkat kriminalitas	0,4295	0,4382	0,5566	0,3827	0,4090
Stabilitas politik (keamanan)	0,4472	0,4472	0,4472	0,4472	0,4472
Ketersediaan pegawai	0,4800	0,4700	0,4268	0,4313	0,4249
Kemudahan komunikasi (bahasa)	0,4376	0,4173	0,4376	0,4591	0,4818
Kesehatan lingkungan di sekitar gudang	0,4700	0,4477	0,3701	0,4700	0,4700

Oleh karena, jenis data yang digunakan untuk menilai kondisi dari setiap sub-kriteria cukup beragam maka perlu dilakukan normalisasi atas matriks pengambilan keputusan dengan menggunakan persamaan 4. Hasil normalisasi atas matriks pengambilan keputusan dapat dilihat pada Tabel 5 berikut. Selanjutnya, matriks pengambilan keputusan yang ternormalisasi tersebut dikalikan dengan bobot dari setiap sub-kriterianya sehingga didapatkan matriks pengambilan keputusan terbobot ternormalisasi sebagaimana tampak dalam Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Matriks Pengambilan Keputusan Terbobot Ternormalisasi

Sub-kriteria	Hasil Penilaian				
	Tanjung Priok (Sunter)	Makasar (Halim Perdana Kusuma)	Senen (Senen)	Kebon Jeruk (Kedoya Utara)	Cilandak (Cipete Selatan)
Biaya investasi	0,0086	0,0052	0,0052	0,0069	0,0052
Biaya pemeliharaan	0,0035	0,0034	0,0037	0,0035	0,0040
Biaya operasional	0,0114	0,0114	0,0114	0,0114	0,0114
Kedekatan dengan jalur transportasi darat	0,0546	0,0205	0,0614	0,0546	0,0818
Kedekatan dengan jalur transportasi air/laut	0,0036	0,0131	0,0078	0,0057	0,0115
Ketersediaan infrastruktur teknologi informasi	0,0153	0,0076	0,0076	0,0153	0,0153
Ketersediaan infrastruktur energi (listrik, dsb)	0,0247	0,0247	0,0247	0,0247	0,0247
Ketersediaan infrastruktur air bersih	0,0219	0,0219	0,0219	0,0219	0,0219
Kedekatan dengan pusat kota	0,0075	0,0352	0,0026	0,0044	0,0167
Kedekatan dengan lokasi rawan bencana	0,0561	0,0323	0,0591	0,0438	0,0914
Temperatur	0,0104	0,0103	0,0102	0,0102	0,0103
Curah Hujan	0,0067	0,0071	0,0069	0,0071	0,0076
Kelembaban	0,0054	0,0055	0,0053	0,0055	0,0055
Waktu pengiriman ke tempat bencana	0,1481	0,0852	0,1563	0,1157	0,2415
Tingkat kriminalitas	0,0053	0,0054	0,0068	0,0047	0,0050
Stabilitas politik (keamanan)	0,0030	0,0030	0,0030	0,0030	0,0030
Ketersediaan pegawai	0,0055	0,0054	0,0049	0,0050	0,0049
Kemudahan komunikasi (bahasa)	0,0015	0,0014	0,0015	0,0016	0,0017
Kesehatan lingkungan di sekitar gudang	0,0258	0,0246	0,0204	0,0258	0,0258

Setelah didapatkan matriks pengambilan keputusan terbobot ternormalisasi, selanjutnya masing-masing sub kriteria dicari solusi ideal positif (A^*) dan solusi ideal negatifnya (A^-). Apabila tujuan dari pemilihan subkriteria adalah maksimasi seperti pada sub-kriteria ketersediaan teknologi informasi, ketersediaan energi (listrik), ketersediaan air bersih, tingkat kriminalitas, stabilitas politik, ketersediaan pegawai, serta kemudahan komunikasi dan kesehatan lingkungan sekitar gudang, maka A^* merupakan nilai terbesar dari masing-masing sub-kriteria tersebut dan A^- merupakan nilai terkecil dari masing-masing sub-kriteria tersebut. Sebaliknya apabila tujuannya minimasi, seperti pada sub-kriteria biaya investasi, biaya pemeliharaan, biaya operasional, kedekatan dengan jalur darat, kedekatan dengan jalur air/laut, kedekatan dengan pusat kota, kedekatan dekat dengan lokasi rawan bencana, temperatur, curah hujan, kelembaban, dan waktu pengiriman ke tempat bencana, maka A^* merupakan nilai terkecil dari setiap sub-kriterianya dan A^- adalah nilai terbesar dari setiap sub-kriterianya. Secara rinci, nilai solusi ideal positif (A^*) dan solusi ideal negatif (A^-) dari setiap sub-kriteria dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai Solusi Ideal Positif (A^*) dan Solusi Ideal Negatif (A^-) dari Setiap Sub-kriteria

Sub-kriteria	Tujuan	A^*	A^-
Biaya investasi	Min	0,0052	0,0086
Biaya pemeliharaan	Min	0,0034	0,0040
Biaya operasional	Min	0,0114	0,0114
Kedekatan dengan jalur transportasi darat	Min	0,0205	0,0818
Kedekatan dengan jalur transportasi air/laut	Min	0,0036	0,0131
Ketersediaan infrastruktur teknologi informasi	Max	0,0153	0,0076
Ketersediaan infrastruktur energi (listrik, dsb)	Max	0,0247	0,0247
Ketersediaan infrastruktur air bersih	Max	0,0219	0,0219
Kedekatan dengan pusat kota	Min	0,0026	0,0352
Kedekatan dengan lokasi rawan bencana	Min	0,0323	0,0914
Temperatur	Min	0,0102	0,0104
Curah Hujan	Min	0,0067	0,0076
Kelembaban	Min	0,0053	0,0055
Waktu pengiriman ke tempat bencana	Min	0,0852	0,2415
Tingkat kriminalitas	Max	0,0068	0,0047
Stabilitas politik (keamanan)	Max	0,0030	0,0030
Ketersediaan pegawai	Max	0,0055	0,0049
Kemudahan komunikasi (bahasa)	Max	0,0017	0,0014
Kesehatan lingkungan di sekitar gudang	Max	0,0258	0,0204

Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan jarak kedekatan setiap alternatif lokasi terhadap solusi ideal positifnya (D^*) dan solusi ideal negatifnya (D^-) dengan menggunakan persamaan 6 dan 7. Selanjutnya, hasil perhitungan jarak kedekatan setiap alternatif lokasi terhadap solusi ideal positif dan negatifnya digunakan untuk menghitung CC_i dengan menggunakan persamaan 8. Nilai tersebut merupakan dasar untuk memilih alternatif lokasi terbaik, dimana lokasi yang terbaik adalah lokasi yang memiliki nilai CC_i paling besar. Hasil perhitungan jarak kedekatan setiap alternatif lokasi terhadap solusi ideal positifnya (D^*) dan solusi ideal negatifnya (D^-) dan nilai CC_i nya dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai Solusi Ideal Positif (D^*), Solusi Ideal Negatifnya, dan CC_i untuk Setiap Alternatif Lokasi

Lokasi Potensial	D^*	D^-	CC_i	Ranking
Tanjung Priok (Sunter)	0,0757	0,1080	0,5890	3
Makasar (Halim Perdana Kusuma)	0,0348	0,1781	0,8364	1
Senen (Senen)	0,0869	0,0991	0,5330	4
Kebon Jeruk (Kedoya Utara)	0,0473	0,1412	0,7491	2
Cilandak (Cipete Selatan)	0,1787	0,0211	0,1056	5

Nilai CC_i dari setiap alternatif lokasi menunjukkan bahwa lokasi gudang darurat bencana yang paling baik adalah Kebon Jeruk (Kedoya Utara) diikuti oleh Makasar (Halim Perdana Kusuma), Tanjung Priok (Sunter), Senen (Senen), dan Cilandak (Cipete Selatan). Penentuan lokasi gudang darurat bencana dengan pendekatan AHP, cluster analysis, dan TOPSIS sebagaimana yang digunakan dalam penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian penentuan lokasi yang umum yang biasanya digunakan untuk penentuan lokasi dari suatu fasilitas seperti lokasi pabrik, lokasi retail, lokasi gudang, lokasi *showroom*, dan sebagainya. Dalam hal ini, penelitian tentang penentuan lokasi memiliki sejarah yang panjang dan melibatkan banyak disiplin ilmu

seperti operations research, teknik industri, geografi, ekonomi, ilmu komputer, matematika, marketing, teknik elektronika, dan perencanaan wilayah (Cheng dan Li, 2004). Selanjutnya, berdasarkan pada penelitian-penelitian sebelumnya, terdapat sejumlah pendekatan lainnya yang dapat digunakan untuk menentukan lokasi seperti pendekatan programa dinamis (Canel, *et al.*, 2001), integer programming (Melkote dan Daskin, 2001), analisis multiple regression (Nicolau, 2002), dan pendekatan AHP (Turgut, *et al.*, 2011) dan pendekatan fuzzy AHP (Celik, *et al.*, 2009; Torfi, *et al.*, 2010, Turgut, *et al.*, 2011). Pada dasarnya, penggunaan berbagai pendekatan ini dapat saja mempengaruhi hasil penentuan lokasi yang diperoleh. Namun demikian, Turgut, *et al.*, (2011) dalam penelitian yang dilakukannya dapat membuktikan bahwa alternatif lokasi yang diperoleh dengan menggunakan pendekatan AHP dan Fuzzy AHP adalah sama walaupun bobot kepentingan yang dihasilkan oleh masing-masing pendekatan berbeda.

PENUTUP

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan lokasi gudang darurat bencana di Provinsi DKI Jakarta untuk pertolongan pertama pada saat banjir dengan menggunakan tiga pendekatan, yaitu AHP, *cluster analysis*, dan TOPSIS. Dalam hal ini, terdapat 8 kriteria dan 19 sub-kriteria yang digunakan untuk menentukan sejumlah alternatif lokasi gudang darurat bencana di empat Kota Administratif di Propinsi DKI Jakarta. Kedelapan kriteria tersebut adalah biaya, transportasi, infrastruktur, lokasi geografis, kesesuaian iklim, waktu pengiriman, sosial ekonomi dan kriteria yang personal. Selanjutnya, kesembilan belas sub-kriteria yang digunakan adalah biaya investasi, biaya pemeliharaan, biaya operasional, kedekatan dengan jalur transportasi darat, kedekatan dengan jalur transportasi laut, ketersediaan infrastruktur teknologi informasi, ketersediaan infrastruktur energi (listrik, dsb), ketersediaan infrastruktur air bersih, kedekatan dengan pusat kota, kedekatan dengan lokasi potensial, temperatur, curah hujan, kelembaban, waktu pengiriman, tingkat kriminalitas, stabilitas ekonomi, ketersediaan pegawai, kemudahan komunikasi, serta kesehatan lingkungan sekitar gudang.

Hasil pembobotan setiap kriteria dan sub-kriteria dengan menggunakan metoda AHP menunjukkan bahwa kriteria yang memiliki bobot tertinggi adalah kriteria waktu pengiriman dan lima sub-kriteria yang memiliki bobot tertinggi adalah waktu pengiriman, kedekatan dengan lokasi potensial, kedekatan dengan jalur transportasi darat, ketersediaan infrastruktur energi (listrik, dsb), serta kesehatan lingkungan sekitar gudang. Adapun hasil dari *cluster analysis* menunjukkan bahwa terdapat lima alternatif lokasi untuk gudang darurat bencana di setiap Kota Administratif di Provinsi Jakarta, yaitu Kecamatan Tanjung Priok, Kelurahan Sunter (Kota Administratif Jakarta Utara), Kecamatan Makasar, Kelurahan Halim Perdana Kusuma (Kota Adminstratif Jakara Timur), Kecamatan Senen, Kelurahan Senen (Kota Administratif Jakarta Pusat), Kecamatan Kebon Jeruk, Kelurahan Kedoya Utara (Kota Administratif Jakarta Barat), dan Kecamatan Cilandak, Kelurahan Cipete Selatan (Kota Adminstratif Jakarta Selatan). Pada akhirnya, lokasi yang menjadi prioritas utama untuk lokasi gudang darurat bencana dari kelima alternatif dipilih dengan menggunakan metoda TOPSIS yang menggunakan hasil pembobtan dengan dari AHP dan nilai yang mencerminkan kondisi dari setiap sub-kriteria pada setiap alternatif lokasi. Hasil pengolahan data dengan metoda TOPSIS menunjukkan bahwa lokasi yang menjadi prioritas utama adalah Kecamatan Makasar.

Penelitian ini memiliki sejumlah kekurangan yang dapat ditindaklanjuti dengan penelitian di masa yang akan datang. Penelitian ini belum melakukan analisa sensitifitas, khususnya terhadap kriteria dan sub-kriteria yang rentan mengalami perubahan seperti kriteria biaya dan waktu pengiriman. Untuk itu, dalam penelitian selanjutnya, dianjurkan untuk menambahkan analisis sensitifitas terhadap kedua kriteria tersebut. Penelitian ini juga belum memasukkan kriteria kedekatan dengan gudang yang sudah ada dan kedekatan dengan negara tetangga sebagai salah satu pertimbangan untuk penentuan alternatif lokasi. Dalam hal ini, kedua kriteria tersebut telah digunakan oleh Roh, *et al.*, (2013) untuk menentukan lokasi pembangunan gudang darurat bencana di Dubai. Penelitian selanjutnya, dapat dilakukan dengan menduplikasi metoda yang digunakan dalam penelitian ini untuk penentuan gudang darurat bencana di lokasi lain. Penelitian lanjutan juga dapat dilakukan dengan mengkombinasikan metoda *multicriteria decision making* lainnya, seperti metoda PROMETHEEII+II (lihat penelitian Degener, *et al.*, 2013) dan pendekatan *Fuzzy* (lihat penelitian Roh, *et al.*, 2013) sehingga akan menambah wawasan tentang metodologi yang dapat digunakan untuk penentuan lokasi gudang darurat bencana.

DAFTAR RUJUKAN

- Beamon, B. M., & Burcu Balcik. (2008). "Performance measurement in humanitarian relief chains". *International Journal of Public Sector Management*, 21 (1), pp.4-25.
- BNPB. (2014). <http://www.bnpb.go.id> [Diakses pada: 27 Februari 2016 10.00 WIB]
- BPBD Provinsi DKI Jakarta. (2014). <http://www.bpbd.jakarta.go.id> [Diakses pada: 03 Maret 2016 09.00 WIB]
- Canel, C, Basheer M. Khumawala, Japhett Law, Anthony Loh. (2001) "An algorithm for the capacitated, multi-commodity multi-period facility location problem". *Computers & Operations Research*, 28 (5), pp. 411-427.
- Celik, M, I. Deha Er, A. Fahri Ozok. (2009) "Application of fuzzy extended AHP methodology on shipping registry selection: The case of Turkish maritime industry." *Expert Systems with Applications*, 36 (1), pp. 190-198.
- Cheng, E.W. L, & Heng Li. (2004). "Exploring quantitative methods for project location selection". *Building and Environment*, 39 (12), pp. 1467-1476.
- Christopher, M. (1998). *Logistics and Supply Chain Management*. Routledge. London
- Council of Logistics Management. (1998). <http://clml.org.mission.html> [Diakses pada 12 Maret 2016 07.00 WIB]
- de La Fuente, D., & Jesus Lozano. (1998). "Determining warehouse number and location in Spain by cluster analysis". *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 28 (1), pp.68-79
- Degener, P., Henning Gosling, Jutta Geldermann. (2013). "Decision Support for The Location Planning in Disaster Areas Using Multi-Criteria Methods". *Proceedings of the 10th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management (ISCRAM), Baden-Baden, Germany*.
- Howden, M. (2009). "How humanitarian logistics information systems can improve humanitarian supply chains: a view from the field". *Proceedings of 6th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management (ISCRAM), Gothenburg, Sweden*.

- Melkote, S. & Mark S. Daskin. (2001), "Capacitated facility location/network design problems". *European Journal of operational Research*, 129 (3), pp. 481-95.
- Mulyono, N. B., & Yoshiteru Ishida (2014). "Clustering inventory locations to improve the performance of disaster relief operations". *Procedia Computer Science*, 35, pp.1388-1397
- Nappi, M. M. L., & Joao Carlos Souza (2015). "Disaster management: hierarchical structuring criteria for selection and location of temporary shelters". *Natural Hazards*, 75 (3), 2421-2436.
- Nicolau, J.L. (2002), "Assessing new hotel opening through an even study". *Tourism Management*, 23, pp. 47-54.
- Özdamar, L., Ediz Ekinci, Beste Küçükyazici. (2004). "Emergency logistics planning in natural disasters". *Annals of operations research*, 129 (1-4), pp.217-245.
- Rawls, C.G dan Mark A. Turnquist. (2010). "Pre-positioning of emergency supplies for disaster response". *Transportation Research Part B* 44, pp. 521-534.
- Roh, S., Stephen Pettit, Irina Harris, Anthony Beresford. (2013). "The pre-positioning of warehouses at regional and local levels for a humanitarian relief organisation". *International Journal of Production Economics*, 170, pp.616-628.
- Saaty, T.L. (1980). *Fundamentals of Decision Making and Priority-Theory with the Analytic Hierarchy Process*. Pittsburgh: RWS Publications.
- Sheu, J. B. (2007). "An emergency logistics distribution approach for quick response to urgent relief demand in disasters". *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 43 (6), pp.687-709.
- Shyur, H.J. dan Hsu-Shih Shih. (2006). "A hybrid MCDM model for strategic vendor selection". *Mathematical and Computer Modelling* 44, pp. 749-761.
- Stock, J. R., & Douglas M. Lambert. (2001). *Strategic logistics management* (Vol. 4). McGraw-Hill/Irwin, Boston, Massachusetts
- Tatham, P. and Gyongyi Kovács. (2007). "An initial investigation into the application of the military sea-basing concept to the provision immediate relief in a rapid onset disaster". POMS 18th Annual Conference, Dallas Texas, United State of America
- Thomas, A. S., & Laura Rock Kopczak. (2005). "From logistics to supply chain management: the path forward in the humanitarian sector". *Fritz Institute*, 15, pp. 1-15.
- Thomas, A.S. (2003). Why Logistics? *Forced Migration Review*. Forced Migration Review, 18 (4), pp.4.
- Torfi, F., Reza Zanjirani Farahani, Shabnam Rezapour. (2010). "Fuzzy AHP to determine the relative weights of evaluation criteria and Fuzzy TOPSIS to rank the alternatives". *Applied Soft Computing*, 10, pp. 520-528
- Turgut , B. Turga, Tas Gamze, Ahmed Herekoglu, Tozan Hakan, & Vayvay Ozalp. (2011). "A fuzzy AHP based decision support system for disaster center location selection and a case study for Istanbul". *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 20 (5), pp.499-520.
- UNDHA. 1994. http://reliefweblint/ocha_ol/programs/response/stocknet/StudyE.html [Diakses pada 12 Maret 2016 07.30 WIB] *Study on Emergency Stockpiles*.
- United Nations Development Programme. (2007). <http://www.undp.or.id/mdg/index.asp> [Diakses pada: 27 Juli 2016 19.00 WIB]

- Van Wassenhove, L.N. (2006). "Humanitarian aid logistics: supply chain management in High Gear". *Journal of Operational Research Society*, 57 (5), pp. 475 – 489.
- Ye, F., Qihong Zhao, Menghao Xi, Maged Dessouky. (2015). "Chinese National Emergency Warehouse Location Research based on VNS Algorithm". *Electronic Notes in Discrete Mathematics*, 47, pp. 61-68.
- Yuan, Y., & Dingwei Wang. (2009). "Path selection model and algorithm for emergency logistics management". *Computers & Industrial Engineering*, 56 (3), pp.1081-1094.