
PENERAPAN *HUNGARIAN INVENTORY CONTROL MODEL* UNTUK MANAJEMEN PERSEDIAAN BANTUAN BENCANA GEMPA YANG BERPOTENSI TSUNAMI DI KOTA PADANG

Haiva Wahyu

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang Sumatera Barat
haiva082@gmail.com

Abstract

Padang is a region in Indonesia that has in danger of earthquake disaster. It is caused by geographic side. Padang is confined by Lautan Hindia, it is possible for happening tectonic earthquake by lempeng Hindia-Australia and Eurasia which located 200 km from seaside of Padang. Now, Padang has a storage place for aids in BPBD, but it is not efficiently and effectively functioned because it does not have enough inventory of aids. If there is a disaster, so aids distribution only happened after getting aids from others. It will make people and government busy and panic. Planning and management inventory of aids are important for Padang to do.

This research will explain the planning and management inventory by using Hungarian Inventory Control Model. It is used for determining how many aids can be saved with minimum cost in BPBD.

Based on the calculation, the first decision variables, the warehouse capacity for each item, 124 packets of family kit, 166 units of tend, 451 packets of baby kit, 577 packets of drinking water, 105 packets of blanket, and 172 packets of hygiene kit. And the second optimal decision variables, number of each item, 124 packets of family kit, 113 units of tend, 451 packets of baby kit, 577 packets of drinking water, 105 packets of blanket, and 172 packets of hygiene kit. with optimal cost is Rp 123.322.100,00.

Keywords: disaster, Hungarian Inventory Control Model, inventory.

1. LATAR BELAKANG

Indonesia terkenal sebagai daerah yang memiliki tingkat aktivitas gempa bumi yang tinggi. Hal tersebut diakibatkan oleh letak geografis Indonesia yang merupakan daerah pertemuan tiga lempeng tektonik utama dunia yakni Samudera India – Australia di sebelah selatan, Samudera Pasifik di sebelah Timur dan Eurasia, dimana sebagian besar wilayah Indonesia berada di dalamnya (Harjadi, 2010). Sejak tahun 1991 sampai dengan 2009 tercatat telah terjadi 30 kali gempa besar dan 14 kali tsunami melanda Indonesia. Pada 12 Desember 1991 Tsunami Flores telah menelan korban 2000 jiwa lebih, diikuti Tsunami Jawa Timur 1994, Tsunami Biak 1996, Tsunami Sulawesi tahun 1998, Tsunami Maluku Utara 2000 dan Tsunami Raksasa Aceh Desember 2004 yang mengakibatkan 173.741 jiwa meninggal, 116.368 orang dinyatakan hilang, serta 2005, Jawa Barat 2006, Bengkulu 2007, dan

Gempa Padang 2009. Berdasarkan data tersebut maka disimpulkan bahwa rata-rata hampir 1 tahun sekali tsunami menghantam pantai kepulauan Indonesia (Harjadi, 2010). ribuan rumah dan bangunan rusak, Nias

Sebagai negara yang rawan bencana, pemerintah Indonesia perlu untuk mempersiapkan diri dalam melakukan penanggulangan bencana. Hal ini dipertegas oleh Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 Pasal 5 tentang penanggulangan bencana. Dalam undang-undang ini disebutkan bahwa penyelenggaraan penanggulangan bencana merupakan tanggung jawab pemerintah dan pemerintah daerah. Penanggulangan bencana dapat dilakukan dengan mengikuti tahap-tahap yang ada dalam manajemen bencana. Menurut Triutomo, dkk (2011), manajemen bencana terdiri atas 4 tahap yaitu tahap perencanaan strategis, tahap persiapan, tahap prabencana, dan tahap pascabencana. Sedangkan tahap terpenting

Penerapan Hungarian Inventory Control Model Untuk Manajemen Persediaan Bantuan Bencana Gempa Yang Berpotensi Tsunami Di Kota Padang

dalam manajemen bencana menurut Altay, dkk (2006) dalam penelitiannya adalah perencanaan strategis. Baik buruknya perencanaan strategis akan sangat mempengaruhi tahap-tahap manajemen selanjutnya. Selain itu, perencanaan merupakan salah satu kegiatan dalam Pra bencana yang ditujukan untuk mengurangi resiko bencana (PNPM Mandiri).

Buruknya penanggulangan bencana dapat diakibatkan oleh tidak adanya perencanaan dari negara terutama dari pemerintah daerah. Hal ini dapat dilihat dari pengalaman Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) dalam melakukan penanggulangan bencana gempa. Kesibukan dan kepanikan yang luar biasa terlihat di Bantul 27 Mei 2006. Pada hari-hari pertama pasca gempa, masing-masing warga disibukkan dengan pembenahan kondisi di lingkungannya, seperti membuat tenda dari bahan seadanya untuk tempat berlindung para pengungsi, sambil terus melakukan koordinasi dan komunikasi antar anggota dan pihak pemerintah/desa. Bantuan belum ada, semua mengandalkan bahan makanan yang tersisa (yang sebenarnya sudah tertimbun reruntuhan), termasuk memanfaatkan tanaman-tanaman pangan yang masih tumbuh di sekitar rumah (PNPM Mandiri). Dengan keadaan demikian, tidak menutup kemungkinan bertambahnya korban bencana dikarenakan tidak adanya persediaan bantuan yang tersedia.

Berbicara mengenai pemenuhan kebutuhan dasar korban bencana, maka sangat diperlukan adanya manajemen persediaan bantuan. Hal ini dikarenakan korban bencana pada umumnya tidak memiliki sumber daya keuangan yang cukup untuk meninggalkan daerah bencana dan mencari makanan, obat, pakaian, dan kebutuhan dasar lainnya. Menurut Ozbey dan Ozguven (2007) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa manajemen persediaan bantuan adalah upaya untuk menyediakan kebutuhan dasar korban bencana secara efisien. Tujuannya adalah untuk meminimasi kekurangan bantuan dan menyelamatkan jiwa korban. Bertolak dari pengertian dan tujuan persediaan tersebut, maka manajemen persediaan bantuan menjadi hal penting guna memenuhi kebutuhan dasar korban bencana.

Adapun kebutuhan dasar korban yang harus dipenuhi menurut Pasal 35 tahun 2007

Penerapan Hungarian Inventory Control Model Untuk Manajemen Persediaan Bantuan Bencana Gempa Yang Berpotensi Tsunami Di Kota Padang

adalah kebutuhan air bersih dan sanitasi, pangan, sandang, layanan kesehatan, psikososial dan papan. Bukan hanya dalam Undang-undang, Altay, dkk (2006) dalam penelitiannya juga menyatakan bahwa manusia sebagai makhluk hidup tidak memiliki kapasitas untuk bertahan hidup tanpa makanan, air, obat dan *shelter* dalam beberapa hari.

Perencanaan dan manajemen persediaan bantuan menjadi hal penting untuk dilakukan bagi kota Padang. Padang berbatasan dengan Lautan Hindia berpotensi terancam bahaya Tsunami yang dipicu oleh adanya gempa tektonik pada zona subduksi lempeng Hindia-Australia dan Eurasia yang berjarak sekitar 200 km dari tepi pantai barat kota ini (Yunarto, dkk 2009). Hal ini menyebabkan Padang menjadi salah satu daerah di Indonesia yang rawan terkena gempa yang berpotensi tsunami. Meskipun ancaman terjadinya gempa yang berpotensi tsunami di Padang begitu besar, namun sampai saat ini pemerintah kota Padang belum melakukan perencanaan secara jelas untuk mengestimasi berapa jumlah bantuan yang dibutuhkan. Menurut Suhendar (2011), dalam menentukan jumlah bantuan yang dibutuhkan, pemerintah kota Padang melakukannya berdasarkan perkiraan karena tidak adanya data yang valid mengenai jumlah korban dan jumlah bantuan yang dibutuhkan, sehingga tidak sesuai dengan kebutuhan. Saat ini, kota Padang telah memiliki *warehouse* untuk menyimpan sejumlah bantuan, namun belum difungsikan secara efisien dan efektif karena belum diisi dengan persediaan bantuan. Sehingga jika terjadi bencana, maka pemberian bantuan hanya akan dilakukan setelah mendapatkan bantuan dari luar. Hal ini akan dapat mengakibatkan kesibukan dan kepanikan yang luar biasa bagi pemerintah dan warga kota Padang jika terjadi bencana tersebut.

Dengan adanya perencanaan dan manajemen persediaan diharapkan dapat menyelamatkan nyawa manusia karena nyawa manusia yang telah terselamatkan dari bencana akan sangat berharga. Segala ancaman nyata terhadap keselamatan orang-orang yang selamat (contohnya kelaparan) harus dapat diminimasi. Hal ini sesuai dengan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana Pasal 26 ayat 2

yang menyatakan bahwa setiap orang yang menjadi korban bencana berhak mendapatkan bantuan pemenuhan kebutuhan dasar. Sehingga penting bagi kota Padang untuk melakukan perencanaan persediaan bantuan kemanusiaan.

2. FORMULASI MASALAH, TUJUAN DAN BATASAN

2.1. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana sebaiknya pemerintah kota Padang menentukan komoditi dan jumlah bantuan yang harus dipersiapkan dalam menghadapi bencana gempa yang berpotensi Tsunami.

2.2. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengidentifikasi komoditi kebutuhan kota Padang dalam hal manajemen persediaan bantuan kebutuhan dasar
2. Menentukan jumlah kebutuhan yang harus disimpan

2.3. Batasan

1. Penelitian hanya dilakukan untuk penanganan bencana gempa yang berpotensi Tsunami pada kota Padang
2. *Warehouse* yang digunakan sebagai tempat penyimpanan persediaan adalah *warehouse* di Kantor Badan Penanggulangan Bencana Daerah.

3. LANDASAN TEORITIS

3.1 Pengertian Bencana dan Jenis-jenis Bencana

Sebelum membahas jauh mengenai bencana, penting untuk diketahui pengertiannya. Berikut ini beberapa pengertian bencana :

1. Menurut UU No.24/2007, bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan baik oleh faktor alam dan/atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.

2. Bencana menurut *International Strategy for Disaster Reduction (ISDR)* adalah suatu gangguan serius terhadap keberfungsian suatu masyarakat, sehingga menyebabkan kerugian yang meluas pada kehidupan manusia dari segi materi, ekonomi atau lingkungan dan melampaui kemampuan masyarakat yang bersangkutan untuk mengatasi dengan menggunakan sumber daya mereka sendiri.(PNPM Mandiri)

Adapun jenis bencana menurut Undang-Undang Nomor 24 Pasal 1 Tahun 2007 adalah sebagai berikut :

1. Bencana alam

Bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh antara lain: gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan/puting beliung, dan tanah longsor. Gempa bumi terjadi karena pergesekan antar lempeng tektonik yang berada di bawah permukaan bumi. Dampak dari pergesekan itu menimbulkan energi luar biasa dan menimbulkan guncangan di permukaan dan seringkali menimbulkan kerusakan hebat pada sarana seperti rumah/bangunan, jalan, jembatan, tiang listrik.

Berdasarkan sumber penyebabnya, ada 3 jenis gempa bumi (Paripurno tahun): Gempa bumi tektonik adalah gempa bumi yang disebabkan oleh pelepasan energi akibat pergerakan lempeng bumi atau patahan. Gempa jenis ini paling banyak menimbulkan kerusakan dan banyak korban. Gempa tektonik pada umumnya berkekuatan lebih dari 5 skala *Richter* Gempa bumi vulkanik adalah gempa bumi yang disebabkan oleh pelepasan energi akibat aktivitas gunung berapi yaitu pergerakan magma yang menekan/mendorong lapisan batuan sehingga pergeseran bebatuan di dalamnya menimbulkan terjadinya gempa bumi. Kekuatan gempa vulkanik hanya berkekuatan kurang dari 4 skala *Richter*.

Gempabumi induksi adalah gempa bumi yang disebabkan oleh pelepasan energi akibat sumber lain seperti runtuhnya tanah. Gempa ini disebut juga gempa terban. Kekuatannya sangat kecil, bahkan tidak terasa sehingga hanya dapat dideteksi seismograf.

Gempa bumi sering diikuti dengan gempa susulan dalam beberapa jam atau hari setelah gempa pertama yang dapat menyebabkan penghancuran pada bangunan yang telah retak/goyah akibat gempa sebelumnya.

2. Bencana non alam

Bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau rangkaian peristiwa non alam yang antara lain berupa gagal teknologi, gagal modernisasi, epidemik, dan wabah penyakit.

3. Bencana sosial

Bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang diakibatkan oleh manusia yang meliputi konflik sosial antar kelompok atau antar komunitas masyarakat, dan teror.

Setiap bentuk bencana akan memerlukan penanggulangan secepat mungkin. Penanggulangan bencana akan berbeda untuk masing-masing jenis bencana.

3.2 Penanggulangan Bencana

Tahapan/bidang kerja penanggulangan bencana dalam manajemen bencana dikenal sebagaimana digambarkan sebagai berikut.



Gambar 1 Tahapan Penanggulangan Bencana Alam (Triutomo dkk, 2011)

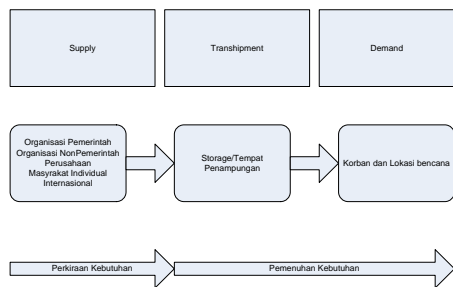
Menurut Triutomo, dkk (2011), tiap kuadran tidak dilakukan secara berurutan pada kenyataannya, contohnya saja tanggap darurat. Tanggap darurat dapat dilakukan pada saat sebelum terjadi bencana atau dikenal dengan istilah "siaga darurat", ketika diprediksi bencana akan segera terjadi. Meskipun saat kejadian bencana belum tiba, namun pada tahap siaga darurat dapat dilaksanakan kegiatan tanggap darurat (evakuasi penduduk, pemenuhan

kebutuhan dasar berupa penampungan sementara, pemberian bantuan pangan dan non-pangan, layanan kesehatan dan lain-lain). Perlu dipahami bahwa meskipun telah dilakukan berbagai kegiatan pada tahapan siaga darurat, terdapat 2 (dua) kemungkinan situasi yaitu bencana benar-benar terjadi atau bencana tidak terjadi. Namun menurut Pasal 33 UU 24/2007 disebutkan terdapat 3 tahapan, yaitu pra-bencana, saat tanggap darurat, dan pasca-bencana. Kuadran Pencegahan dan Mitigasi serta Kesiapsiagaan adalah sama dengan Pra-Bencana.

Menurut PNPM Mandiri, penanggulangan bencana adalah serangkaian upaya komprehensif dalam pra-bencana, saat bencana dan pasca bencana. Tahap pra bencana bersifat preventif yang ditujukan untuk mengurangi resiko bencana. Kegiatan yang termasuk dalam tahap ini meliputi pencegahan, mitigasi atau penjinakan, dan kesiapsiagaan meliputi peringatan dini dan perencanaan. Saat bencana diharapkan adanya peringatan atau tanda bahaya, pengkajian darurat, rencana operasi dan tanggap darurat. Sedangkan pada tahap pasca bencana, upaya yang dilakukan terdiri atas rehabilitasi dan rekonstruksi.

Berbicara mengenai penanggulangan bencana selalu terkait dengan sistem logistik. Menurut Oktarina (2008) dalam penelitiannya, definisi logistik adalah aktivitas yang berkaitan dengan pengadaan (*procurement*), penyimpanan (*storage*) dan penghantaran (*delivery*) barang sesuai dengan jenis, jumlah, waktu, dan tempat yang dikehendaki atau diperlukan konsumen dari titik asal (*point of origin*) ke titik tujuan (*point of destination*). Bila definisi tersebut dikaitkan dengan lingkup aktivitas penanggulangan bencana, maka entitas dan aktivitas manajemen logistik penanggulangan bencana di Indonesia adalah seperti tampak pada Gambar 2.2. Namun, penelitian ini hanya terbatas pada *stage supply*.

Penerapan *Hungarian Inventory Control Model* Untuk Manajemen Persediaan Bantuan Bencana Gempa Yang Berpotensi Tsunami Di Kota Padang



Gambar 2 Sistem Logistik Penanggulangan Bencana (Oktarina, 2008)

Apapun bentuk bencana yang terjadi, khususnya bencana alam pasti membutuhkan bantuan yang terstandar. Standar minimal bantuan pun telah ditetapkan pemerintah dalam peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana nomor 7 tahun 2008.

1. Bantuan Pangan

Bantuan pangan diberikan dalam bentuk bahan makanan, atau masakan yang disediakan oleh dapur umum. Bantuan pangan bagi kelompok rentan diberikan dalam bentuk khusus.

Standar Minimal Bantuan :

- Bahan makanan berupa beras 400 gram per orang per hari atau bahan makanan pokok lainnya dan bahan lauk pauk.
- Makanan yang disediakan dapur umum berupa makanan siap saji sebanyak 2 kali makan dalam sehari.
- Besarnya bantuan makanan (poin a dan b) setara dengan 2.100 kilo kalori (kcal).

2. Bantuan Papan

Bantuan penampungan/hunian sementara diberikan dalam bentuk tenda-tenda, barak, atau gedung fasilitas umum/sosial, seperti tempat ibadah, gedung olah raga, balai desa, dan sebagainya, yang memungkinkan untuk digunakan sebagai tempat tinggal sementara.

Standar Minimal Bantuan :

- Berukuran 3 (tiga) meter persegi per orang.
- Memiliki persyaratan keamanan dan kesehatan.
- Memiliki aksesibilitas terhadap fasilitas umum.
- Menjamin privasi antar jenis kelamin dan berbagai kelompok usia.

3. Bantuan Sandang

Standar minimal bantuan sandang

adalah:

- Memiliki satu perangkat lengkap pakaian dengan ukuran yang tepat sesuai jenis kelamin masing-masing, serta peralatan tidur yang memadai sesuai standar kesehatan dan martabat manusia.
- Perempuan dan anak-anak setidaknya memiliki dua perangkat lengkap pakaian dengan ukuran yang tepat sesuai budaya, iklim, dan musim.
- Perempuan dan anak-anak gadis setidaknya memiliki dua perangkat lengkap pakaian dalam dengan ukuran yang tepat sesuai budaya, iklim, dan musim.
- Bayi dan anak-anak dibawah usia 2 tahun harus memiliki selimut dengan ukuran 100 X 70 cm.

e. Setiap orang yang terkena bencana harus memiliki alas tidur yang memadai, dan terjaga kesehatannya.

f. Setiap kelompok rentan : bayi, anak usia dibawah lima tahun, anak-anak, ibu hamil atau menyusui, penyandang cacat, orang sakit, dan orang lanjut usia, memiliki pakaian sesuai kebutuhan masing-masing.

3.3. Manajemen Persediaan Bencana

Bencana terjadi di seluruh penjuru dunia dan mengakibatkan berbagai penderitaan. Amerika terkenal dengan bencana badai Katrina. Sedangkan Indonesia rentan dilanda gempa bumi yang menyita korban jiwa dan banyak kerusakan. Poin penting dari semua ini adalah bagaimana menyadari bahaya dari setiap bencana. Oleh karena itu, diharapkan adanya perhatian yang cukup besar bagi orang-orang yang terselamatkan dari bencana. Salah satunya adalah memperhatikan bagaimana korban yang telah selamat mendapatkan makanan yang cukup untuk bertahan hidup. Dengan demikian model manajemen persediaan yang realistis diperlukan.

Kita mengasumsikan bahwa korban berkumpul pada *shelter* hanya sebelum dan setelah terjadinya bencana demi keselamatan mereka. Pada penelitiannya, Ozbey dan Ozguven (2007) menyatakan bahwa banyak orang yang tidak memiliki keuangan yang cukup untuk meninggalkan area bencana guna mendapatkan makanan, obat-obatan, pakaian atau kebutuhan dasar lainnya. Sehingga kebutuhan dari para korban sebaiknya disediakan secara efisien selama periode bencana.

Penerapan *Hungarian Inventory Control Model* Untuk Manajemen Persediaan Bantuan Bencana Gempa Yang Berpotensi Tsunami Di Kota Padang

Untuk mendapatkan model perkiraan yang sesuai dengan kasus tersebut, penting dipelajari mengenai proses pengiriman dan konsumsi. Poin yang paling penting adalah bagaimana supaya proses pengiriman terjadi tanpa adanya kekurangan. Keadaan ini menuntut untuk selalu adanya persediaan yang cukup ketika pengiriman dan konsumsi terjadi secara serentak. Untuk itu, kedua proses ini dideskripsikan sebagai proses stokastik. Program stokastik merupakan *tool* yang tepat untuk perencanaan karena memiliki kemampuan untuk mengatasi ketidakpastian dengan skenario probabilistik seperti pada bencana dan akibatnya.

Terdapat 3 persoalan yang perlu dipertimbangkan dengan baik saat terjadinya bencana dan sesaat setelah terjadinya bencana (Ozby and Ozguven, 2007):

1. Persiapkan gudang/pusat penyimpanan untuk persediaan stok yang dibutuhkan, penerimaan, dan pendistribusian.
2. Persiapkan sistem manajemen persediaan terotomasi untuk mengatur dan mendistribusikan bantuan sampai ke tangan korban.
3. Implementasikan proses rotasi stok untuk mencegah kadaluarsanya bantuan yang disimpan di gudang.

Namun penelitian ini hanya difokuskan pada permasalahan pertama dalam hal persediaan stok bantuan. Model persediaan yang sesuai digunakan untuk pada penelitian ini adalah *Hungarian Inventory Control Model*.

3.4 Hungarian Inventory Control Model

Hungarian Inventory Control Model merupakan model pengendalian persediaan yang dikenalkan oleh Prekopa pada tahun 2006. Model ini efektif untuk digunakan pada kasus bencana (Ozby and Ozguven, 2007). Model ini bertujuan untuk menentukan tingkat *safety stock* minimal persediaan dengan tidak mengizinkan adanya kekurangan dan dengan biaya yang minimum. Kalaupun ada, hanya sebuah probabilitas ϵ (ϵ merupakan nilai yang sangat kecil).

Pada penelitian ini, kita akan menformulasikan permasalahan pengendalian persediaan untuk bencana gempa yang berkekuatan tsunami sebagai Penerapan *Hungarian Inventory Control Model* Untuk Manajemen Persediaan Bantuan Bencana Gempa Yang Berpotensi Tsunami Di Kota Padang

Hungarian Inventory Control Model. Model *inventory* ini digambarkan sebagai model program stokastik. Adapun parameter *Hungarian Inventory Control Model* pada penelitian adalah:

T : interval waktu
 ϵ : probabilitas terjadinya kekurangan
 n : jumlah pengiriman pada interval T (frekuensi pengiriman)
 r : jumlah jenis item (bantuan)
 a : kebutuhan ruangan untuk setiap jenis item
 f : cost of adjustment
 g : cost of storage
 q^+ : penalti (biaya) jika kelebihan
 q^- : penalti (biaya) jika kekurangan
 S : level persediaan awal
 δ : Jumlah minimum stok yang disediakan pada saat pengiriman
 D : jumlah total stok/permintaan yang disediakan
 m : *safety stock* awal pada interval T
 s : jumlah konsumsi pada interval T (frekuensi konsumsi)
 γ : jumlah minimal yang dikonsumsi pada saat pengiriman
 C : jumlah total item yang dikonsumsi
 M : kapasitas warehouse
 x : sample from uniformly distributed population pada interval $[0, D-n \delta]$
 L : ukuran sample dari x
 j : integer positif yang dipilih random sampai mencapai L
 X : parameter proses pengiriman
 y : sample from uniformly distributed population pada interval $[0, C-n \gamma]$
 N : ukuran sample dari y
 k : integer positif yang dipilih random sampai mencapai N
 Y : Parameter proses konsumsi
 W : variabel random dari distribusi probabilitas gabungan
 μ : mean dari perkiraan distribusi
 σ : standar deviasi dari perkiraan distribusi
 p : probabilitas setiap permintaan
 m_u : variabel keputusan, jumlah *safety stock* yang ditambahkan untuk memenuhi konstrain probabilistik
 M^l : variabel keputusan, kapasitas penyimpanan untuk setiap item, $l = 1, 2, \dots, r$
 e : variabel diskrit W
 Model ini digunakan untuk mencari jumlah *safety stock* dengan probabilitas $1 - \epsilon$, sehingga pengiriman dan konsumsi berjalan dengan lancar tanpa adanya kekurangan pada biaya yang minimum. Jika diasumsikan

nilai probabilitas terjadinya kekurangan, ϵ adalah 0.2 maka, kemungkinan tidak terjadinya kekurangan adalah 80% pada saat itu. Berikut ini adalah asumsi dasar dari Hungarian Inventory Control Model:

1. Pengiriman terjadi selama interval waktu yang telah ditentukan
2. Pengiriman bersifat diskrit, fix, dan dibentuk oleh n , yang didapatkan dari data sebelumnya.
3. Proses pengiriman dan konsumsi bersifat independen
4. Pada setiap waktu pengiriman n , jumlah minimal δ dikirimkan. Jika jumlah total yang dikirimkan adalah D , maka juga terdapat jumlah random yang ditentukan dengan memilih ukuran sample $n-1$, dari populasi interval $[0, D-n\delta]$.
5. Proses konsumsi serupa dengan proses pengiriman, dengan parameter C sebagai jumlah total konsumsi, γ sebagai jumlah minimal konsumsi, dan s sebagai frekuensi konsumsi.

Pada model ini, langkah pertama yang dilakukan adalah membagi waktu total menjadi n periode. Selama periode tersebut, sejumlah D dikirimkan ke shelter dan sejumlah C dikonsumsi oleh korban. Data D dan C diasumsikan constant dari data histori (berdasarkan pengalaman kota Padang dalam menangani gempa 30 September 2009).

Kemudian model ini mendeskripsikan bagaimana pengiriman dan konsumsi diformulasikan pada interval waktu tertentu. Diasumsikan bahwa pengiriman dan konsumsi memiliki frekuensi yang sama (n sama). Untuk setiap waktu interval, sejumlah minimal bantuan dikirimkan, yaitu $\delta \geq 0$. Dan ukuran sampel dari L ($L \geq n$) didapatkan dari uniformly distributed population pada interval $[0, D-n\delta]$ dan dinyatakan dalam $x_1^* \leq x_2^* \leq \dots \leq x_n^*$. Kemudian $n-1$ merupakan integer positif dan dinyatakan sebagai $j_1 < j_2 < \dots < j_{n-1} \leq L$. Sehingga kuantitas dari bantuan yang dikirimkan diasumsikan sebagai :

$$\delta + x_{j_1}^*, \delta + x_{j_2}^* - x_{j_1}^*, \dots, \delta + x_{j_{n-1}}^* - x_{j_{n-2}}^*, \delta + (D-n\delta) - x_{j_{n-1}}^* \quad \dots(2.1)$$

Model konsumsi tidak berbeda dengan model pengiriman. Dan ukuran sampel dari N didapatkan dari uniformly distributed population pada interval $[0, C-n\gamma]$ dan dinyatakan dalam $y_1^* \leq y_2^* \leq \dots \leq y_n^*$. Kemudian $n-1$ merupakan integer positif dan

dinyatakan sebagai $k_1 < k_2 < \dots < k_{n-1} \leq N$. Sehingga kuantitas dari bantuan yang dikonsumsi diasumsikan sebagai :

$$\gamma + y_{k_1}^*, \gamma + y_{k_2}^* - y_{k_1}^*, \dots, \gamma + y_{k_{n-1}}^* - y_{k_{n-2}}^*, \gamma + (C-n\gamma) - y_{k_{n-1}}^* \quad \dots(2.2)$$

Proses pengiriman dan konsumsi merupakan proses independen, sehingga:

$$X_1 = x_{j_1}^*, X_2 = x_{j_2}^* - x_{j_1}^*, X_{n-1} = x_{j_{n-1}}^* - x_{j_{n-2}}^*, X_n = (D-n\delta) - x_{j_{n-1}}^* \quad \dots(2.3)$$

$$Y_1 = y_{k_1}^*, Y_2 = y_{k_2}^* - y_{k_1}^*, Y_{n-1} = y_{k_{n-1}}^* - y_{k_{n-2}}^*, Y_n = (C-n\gamma) - y_{k_{n-1}}^* \quad \dots(2.4)$$

Asumsikan bahwa pengiriman dan konsumsi proses yang independen dan akan ada l superscript (l) untuk setiap item. Contohnya $P(S)^l$ didefinisikan sebagai probabilitas bahwa semua pertidaksamaan sebelumnya terpenuhi dan didekati oleh distribusi probabilitas gabungan dari variabel-variabel acak yang diberikan sebagai berikut:

$$W_i^{(l)} = i\gamma^{(l)} + Y_1^{(l)} + \dots + Y_n^{(l)} - i\delta^{(l)} - X_1^{(l)} - \dots - X_n^{(l)} \quad \dots(2.6)$$

untuk $l = 1, \dots, r$; $i = 1, \dots, n$

Distribusi gabungan dari variabel random ini diperkirakan sebagai distribusi normal multivariat. Nilai ekspektasi dan variansi dari variabel random $W_i^{(l)}$, $l = 1, \dots, r$; $i = 1, \dots, n$ dapat dihitung sebagai berikut (Perkopa, 2006) :

$$\mu_i^{(l)} = i\gamma^{(l)} - i\delta^{(l)} + (C^{(l)} - n\gamma^{(l)})\left(\frac{k_i^{(l)}}{N^{(l)} + 1}\right) - (D^{(l)} - n\delta^{(l)})\left(\frac{j_i^{(l)}}{L^{(l)} + 1}\right) \quad \dots(2.7)$$

$$(\sigma_i^{(l)})^2 = (C^{(l)} - n\gamma^{(l)})^2 \left(\frac{k_i^{(l)}}{N^{(l)} + 1}\right)^2 \left(\frac{1}{N^{(l)} + 2}\right) + (D^{(l)} - n\delta^{(l)})^2 \left(\frac{j_i^{(l)}}{L^{(l)} + 1}\right)^2 \left(\frac{1}{L^{(l)} + 2}\right) \quad \dots(2.8)$$

sehingga fungsi tujuan permasalahan ini menjadi :

$$\min \left\{ \sum_{l=1}^r \left[g_{0l} M^{(l)} + \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n p_i \left[\int_0^{\infty} m_u^{(l)} + \sum_{i=1}^n q_i^{-i} m_u^{(l)} + \sum_{i=1}^n (q_i^{-i} + q_i^{-i}) \int_0^u (1 - \Phi\left(\frac{e - M^{(l)}}{\sigma_i^{(l)}}\right)) dz \right] \right] \right\} \quad (2.9)$$

dengan konstrain :

$$P(W_i^{(l)} \leq m^{(l)} + m_u^{(l)}) \geq 1 - \epsilon \quad \dots(2.10)$$

$$m^{(l)} + m_u^{(l)} \leq M^{(l)} \quad \dots(2.11)$$

$$m_u^{(l)} \geq 0 \quad \dots(2.12)$$

untuk $l = 1, \dots, r$

$$\sum_{l=1}^r a^{(l)} M^{(l)} \leq M \quad \dots(2.13)$$

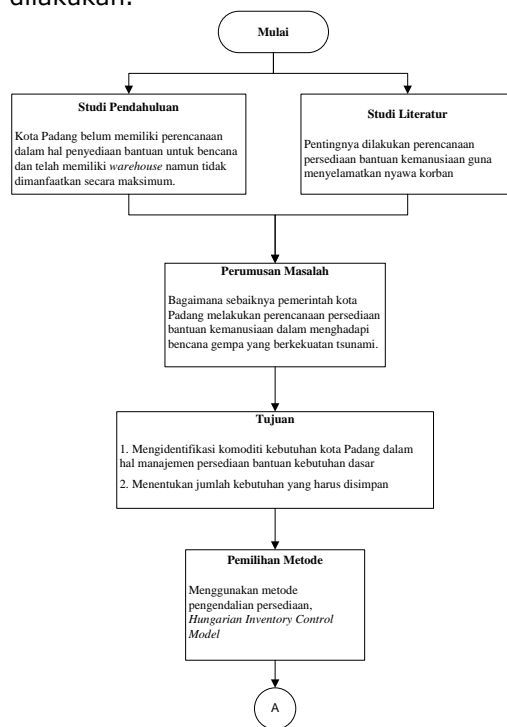
Pada model ini terdapat dua tahap variabel keputusan. Tahap pertama kita memutuskan nilai $M^{(l)}$, $l = 1, \dots, r$ yaitu kapasitas gudang untuk setiap jenis item. Dan $g^{(l)}(y)$, $l = 1, \dots, r$ merupakan fungsi biaya dari kapasitas gudang. Variabel keputusan tahap kedua adalah $m_u^{(l)} \geq 0$, $u \in U$, $l = 1, \dots, r$ adalah nilai penyesuaian (adjustment) dari safety stock

Penerapan Hungarian Inventory Control Model Untuk Manajemen Persediaan Bantuan Bencana Gempa Yang Berpotensi Tsunami Di Kota Padang

untuk membuat konstrain probabilistik yang feasible. Jika pada $kT+t$, level safety stock adalah $m_u^{(l)} \geq 0$, $u \in U$, $l = 1, \dots, r$ maka untuk level stok yang baru adalah $m^{(l)} + m_u^{(l)} \geq 0$, $u \in U$, $l = 1, \dots, r$. dengan demikian ada biaya penyesuaian yang terjadi, fungsi biaya penyesuaian dari proses konsumsi item l didefinisikan sebagai $f^{(l)}(y)$, $l = 1, \dots, r$. sedangkan fungsi biaya lainnya adalah biaya kelebihan (surplus) dan biaya kekurangan (shortage). Biaya ini merupakan akibat dari kelebihan atau kekurangan persediaan di gudang. Biaya kekurangan jauh lebih besar dibandingkan biaya kelebihan. Karena pada prinsipnya, nyawa seseorang sangat berharga, sehingga bantuan harus dapat mencukupi kebutuhan dasar korban bencana.

4. METODOLOGI PENELITIAN

Berikut adalah flowchart dari metodologi penelitian yang dilakukan.



Gambar 3. Flowchart Metode Penelitian

5. PENYELESAIAN DAN ANALISIS

Dalam menghitung jumlah persediaan bantuan yang dibutuhkan kota Padang dalam menanggulangi bencana gempa yang berkekuatan tsunami, dibutuhkan data kebutuhan awal bantuan untuk tenda yang ditampilkan pada Tabel 5.1 dan rekapitulasi semua bantuan pada Tabel 5.2 dengan contoh perhitungan seperti di bawah ini.

1. Jumlah kebutuhan bantuan tenda kelurahan Purus :
 = jumlah penduduk/kapasitas 1 tenda
 = 473/5
 = 94.6 tenda = 95 tenda
2. Total Jumlah bantuan tenda:
 = sum (Jumlah kebutuhan bantuan tenda daerah zona merah)
 = 1696 tenda

Data ini diperoleh berdasarkan jumlah penduduk di masing-masing kelurahan yang berada di zona merah. Untuk hasil perhitungan jumlah kebutuhan untuk semua komoditi dapat dilihat pada Lampiran B. Perhitungan kebutuhan awal ini nantinya akan digunakan sebagai data permintaan (C) untuk setiap komoditi.

Tabel 5.1 Jumlah Bantuan Tenda

No	Zona Merah	Jumlah penduduk(Orang)	Kapasitas (Orang)	Jumlah Bantuan (Unit)
1	Kelurahan Flamboyan Baru	284	5	57
2	Kelurahan Kampung Jao	383		77
3	Kelurahan Olo	402		81
4	Kelurahan Padang Pasir	345		69
5	Kelurahan Purus	473		95
6	Kelurahan Ranbo Kahaung	212		43
7	Kelurahan Utang Gurun	368		74
8	Kelurahan Lolong Belanti	534		107
9	Kelurahan Ulak Karang Utara	419		84
10	Kelurahan Air Tawar Barat	897		180
11	Kelurahan Parupuk Tabang	1372		275
12	Kelurahan Padang Sarai	540		108
13	Kelurahan Labuk Buaya	785		157
14	Kelurahan Pasir Nan Tigo	711		143
15	Kelurahan Batang Kabang	726		146
Jumlah				1696
Jumlah bantuan yang akan disimpan				508,8

Tabel 5.2 Rekapitulasi Jumlah Permintaan

No	Komoditi	Jumlah Permintaan
1	Family Kit	1696
2	Tenda	509
3	Baby Kit	651
4	Air mineral (kardus)	1696
5	Selimut	853
6	Hygine Kit	1696

Perhitungan kebutuhan awal bantuan didasarkan pada jumlah penduduk yang

Penerapan *Hungarian Inventory Control Model* Untuk Manajemen Persediaan Bantuan Bencana Gempa Yang Berpotensi Tsunami Di Kota Padang

berada di zona merah. Namun jumlah penduduk yang digunakan adalah jumlah penduduk yang berusia rentan, yaitu antara usia 65 tahun ke atas. Hal ini dikarenakan bantuan lebih diprioritaskan kepada orang lanjut usia. Namun berbeda halnya dengan baby kit, kebutuhan baby kit didasarkan pada jumlah bayi berusia 0-4 tahun.

Peluang seseorang menjadi korban bencana gempa memang tidak dapat diperhitungkan. Dan semua korban bencana pasti membutuhkan bantuan, namun hal ini juga dibatasi oleh kemampuan pemerintah untuk mempersiapkan persediaan bantuan. Persediaan bantuan ini diharapkan dapat menolong para korban sebelum datangnya bantuan dari pihak lain. Keterbatasan persediaan bantuan inilah yang menyebabkan peneliti memilih usia lanjut untuk menjadi prioritas utama dalam hal pemberian bantuan.

5.2 Nilai Pengiriman dan Konsumsi

Nilai pengiriman merupakan nilai yang menggambarkan jumlah bantuan yang dikirimkan dan dihitung dengan menggunakan persamaan 2.3.

$$X_1 = x_{j1}^*, X_2 = x_{j2}^* - x_{j1}^*, X_{n-1} = x_{jn-1}^* - x_{jn-2}^*, X_n = (D - n\delta) - x_{jn-1}^*$$

Keterangan :

X_n = nilai pengiriman pada tahap periode ke-n, dalam hal ini $n = 1$ (karena frekuensi pengiriman = 1), sehingga terdapat X_1

x_{jn}^* = sampel jumlah kekurangan pengiriman yang didapatkan dengan membangkitkan bilangan *random* menggunakan distribusi *uniform* dengan interval (0, D-n δ). Indeks j_n merupakan

integer positif, dimana $j_n \leq L$ (L = ukuran sampel dari X, dengan ketentuan $L \geq n$, dan ditetapkan L=1). Sehingga didapatkan x_{j1}^* untuk masing-masing komoditi bantuan.

Berdasarkan persamaan 2.3 didapatkan nilai pengiriman untuk masing-masing komoditi. Sebagai contohnya, untuk komoditi *family kit* :

$$X_1 = x_{j1}^* = 800.54$$

Nilai konsumsi tidak begitu berbeda dengan parameter pengiriman, jika pengiriman didasarkan pada nilai total pengiriman, maka nilai konsumsi didasarkan pada nilai total konsumsi dan didasarkan pada persamaan 2.4

$$Y_1 = y_{k1}^*, Y_2 = y_{k2}^* - y_{k1}^*, Y_{n-1} = y_{kn-1}^* - y_{kn-2}^*, Y_n = (C - n\gamma) - y_{kn-1}^*$$

Keterangan :

Y_n = parameter konsumsi pada tahap periode n, dalam hal ini $n = 1$ (karena frekuensi pengiriman = 1), sehingga terdapat Y_1

y_{kn}^* = sampel jumlah kekurangan konsumsi yang didapatkan dengan membangkitkan bilangan *random* menggunakan distribusi *uniform* dengan interval (0, C-n γ). Indeks k_n

merupakan integer positif, dimana $k_n \leq L$ (L = ukuran sampel dari X, dengan ketentuan $L \geq n$, dan ditetapkan L=1).

Berdasarkan persamaan 2.4 didapatkan nilai konsumsi untuk masing-masing komoditi. Nilai D dan C dapat dilihat pada Tabel 5.3 dan hasil X_n dan Y_n untuk semua komoditi tersedia pada Tabel 5.4. Sebagai contohnya, untuk komoditi *family kit* :

$$Y_1 = y_{k1}^* = 858.79$$

Tabel 5.3 Nilai D dan C

No	Jenis Bantuan	D	C
1	<i>Family Kit</i> (Kardus)	1550	1696
2	Tenda (unit)	296	509
3	<i>Baby Kit</i> (Kardus)	147	651
4	Air mineral (kardus)	1078	1696
5	Selimut (unit)	746	853
6	<i>Hygine Kit</i> (Kardus)	1554	1696

Keterangan :

Nilai D merupakan data pengiriman yang didapatkan dari data pembagian bantuan pada tanggal 30 September 2009 lalu. Sedangkan nilai C merupakan permintaan yang didapat berdasarkan jumlah penduduk berusia rentan.

Tabel 5.4 Nilai X_n dan Y_n

Jenis Bantuan	X_{j1}^*	y_{k1}^*	X_1	Y_1
<i>Family Kit</i>	800.54	858.79	800.54	858.79
Tenda	90.66	160.57	90.66	160.57
<i>Baby Kit</i>	76.65	300.78	76.65	300.78
Air mineral (kardus)	569.09	867.99	569.09	867.99
Selimut	378.97	435.31	378.97	435.31
<i>Hygine Kit</i>	783.43	890.88	783.43	890.88

Lalu dilakukan perhitungan nilai W yaitu nilai yang menyatakan selisih antara nilai konsumsi dan pengiriman. Nilai W ini nantinya merupakan batasan dalam penentuan jumlah bantuan yang akan disimpan dan telah dijelaskan pada persamaan 2.6.

$$W_i^{(l)} = i \gamma^{(l)} + Y_1^{(l)} + \dots + Y_n^{(l)} - i\delta^{(l)} - X_1^{(l)} - \dots - X_n^{(l)}$$

untuk $l = 1, \dots, r$; $i = 1, \dots, n$

Dengan menggunakan persamaan 2.6 didapatkan nilai variabel random atau $W_i^{(l)}$ untuk masing-masing komoditi yang dapat dilihat pada Tabel 5.5. Sedangkan untuk perhitungannya dapat dilihat pada Lampiran C. Sebagai contohnya, untuk komoditi *family kit* untuk $i = 1$:

$$W_1^{(1)} = 1\gamma^{(1)} + Y_1^{(1)} - 1\delta^{(1)} - X_1^{(1)}$$

$$W_1^{(1)} = 1 * 763.20 + 858.79 - 1 * 697.50 - 800.54 = 123.95$$

Tabel 5.5 Nilai W_1

Jenis Bantuan	δ	γ	X_1	Y_1	W_1
Family Kit (Kardus)	697.50	763.20	800.54	858.79	123.95
Tenda (unit)	133.20	229.05	90.66	160.57	165.76
Baby Kit (Kardus)	66.15	292.95	76.65	300.78	450.93
Air mineral (kardus)	485.10	763.20	569.09	867.99	577.00
Selamat (unit)	335.70	383.85	378.97	435.31	104.50
Hygiene Kit (Kardus)	699.30	763.20	783.43	890.88	171.34

5.3 Nilai Ekspektasi (μ) dan Variansi (σ^2)

Nilai ekspektasi dan variansi dari $W_i^{(l)}$, $l = 1, \dots, r$ dan $i = 1, \dots, n$ dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.7 dan 2.8 (Perkopa, 2006) :

$$\mu_i^{(l)} = i\gamma^{(l)} - i\delta^{(l)} + (C^{(l)} - n\gamma^{(l)}) \left(\frac{k_i^{(l)}}{N^{(l)} + 1} \right) - (D^{(l)} - n\delta^{(l)}) \left(\frac{j_i^{(l)}}{L^{(l)} + 1} \right)$$

$$(\sigma_i^{(l)})^2 = (C^{(l)} - n\gamma^{(l)})^2 \left(\frac{k_i^{(l)}}{N^{(l)} + 1} \right)^2 \left(\frac{1}{N^{(l)} + 2} \right) + (D^{(l)} - n\delta^{(l)})^2 \left(\frac{j_i^{(l)}}{L^{(l)} + 1} \right)^2 \left(\frac{1}{L^{(l)} + 2} \right)$$

Dengan menggunakan persamaan 2.7 didapatkan nilai ekspektasi atau rata-rata untuk variabel random W dan dapat dilihat pada Tabel 5.6. Sedangkan untuk mengetahui variansi dari W didapatkan melalui persamaan 2.8 dan hasilnya pada Tabel 5.7. Perhitungan untuk semua komoditi dapat dilihat pada Lampiran C.

Tabel 5.6 Nilai Ekspektasi (μ_i)

Jenis Bantuan	D	C	δ	γ	$C-n\gamma$	$D-n\delta$	$k_i/(N+1)$	$j_i/(L+1)$	μ_i
Family Kit (Kardus)	1550	1696	697.5	763.2	932.8	852.5			105.85
Tenda (unit)	296	509	133.2	229.05	279.95	162.8			154.43
Baby Kit (Kardus)	147	451	66.15	292.95	358.05	80.85			365.40
Air mineral (kardus)	1078	1696	485.1	763.2	932.8	592.0	0.5	0.5	448.05
Selamat (unit)	746	853	335.7	383.85	469.15	410.2			77.58
Hygiene Kit (Kardus)	1554	1696	699.3	763.2	932.8	854.7			102.95

Contoh perhitungan untuk komoditi *family kit*:

$$\mu_1 = 763.2 - 697.5 + (932.8 * 0.5) - (852.5 * 0.5) = 105.85$$

Tabel 5.7 Variansi (σ_i^2) dan Standar Deviasi (σ_i)

Jenis Bantuan	$(C-n\gamma)^2$	$(k_i/(N+1))^2$	$1/(N+2)$	$(D-n\delta)^2$	$(j_i/(L+1))^2$	$1/(L+2)$	σ_i^2	σ_i
Family Kit (Kardus)	870116			726756.3			133072.7	364.791
Tenda (unit)	78372			26503.84			8739.654	93.4861
Baby Kit (Kardus)	128200	0.25	0.33	6536.723	0.25	0.33	11228.04	105.962
Air mineral (kardus)	870116			351530.4			101803.9	319.067
Selamat (unit)	220102			168346.1			32370.65	179.918
Hygiene Kit (Kardus)	870116			730512.1			133385.7	365.22

Contoh perhitungan untuk komoditi *family kit*:

$$\sigma_1^2 = (932.8)^2 * 0.25 * 0.33 + (852.5)^2 * 0.25 * 0.33 = 870116 * 0.25 * 0.33 + 72675.3 * 0.25 * 0.33 = 133072.7$$

$$\sigma_1 = 364.791$$

Jumlah pengiriman merupakan jumlah bantuan yang dibutuhkan oleh para korban pada saat bencana terjadi. Sedangkan konsumsi didapatkan dari data masa lalu, jumlah bantuan yang dibagikan pada saat bencana gempa 30 September 2009 lalu. Namun, dikarenakan bencana gempa merupakan suatu kejadian dinamis probabilistik, tidak ada yang mengetahui kapan terjadinya dan seberapa besar bencana tersebut, sehingga dibutuhkan parameter pengiriman dan konsumsi.

Nilai pengiriman dan konsumsi ini didapatkan dari bilangan random yang memiliki interval dari (0, D-n δ) untuk pengiriman dan (0, C-n γ) untuk konsumsi. Interval ini berada antara 0 sampai dengan selisih antara total permintaan/pengiriman dengan jumlah minimum permintaan/pengiriman pada setiap tahapnya.

Nilai pengiriman dan konsumsi ini berbeda-beda dikarenakan merupakan bilangan random dari hasil distribusi yang dipilih. Parameter pengiriman dan konsumsi ini ditentukan untuk setiap komoditi yang akan diberikan. Parameter pengiriman dan konsumsi mengandung nilai variabel random, sehingga memungkinkan terjadinya perbedaan nilai masing-masing parameter dikarenakan variabel random yang didapatkan dapat berbeda-beda.

Setelah didapatkan nilai pengiriman dan konsumsi lalu dilanjutkan dengan perhitungan nilai W yang merupakan variabel random dari distribusi probabilitas gabungan (pengiriman dan konsumsi) untuk setiap komoditi bantuan. Variabel W ini dipengaruhi juga oleh jumlah minimum permintaan dan pengiriman pada setiap tahapnya. Variabel W dapat dilihat persebaran nilainya dari nilai ekspektasi dan variansi yang telah didapatkan.

5.4 Fungsi Tujuan

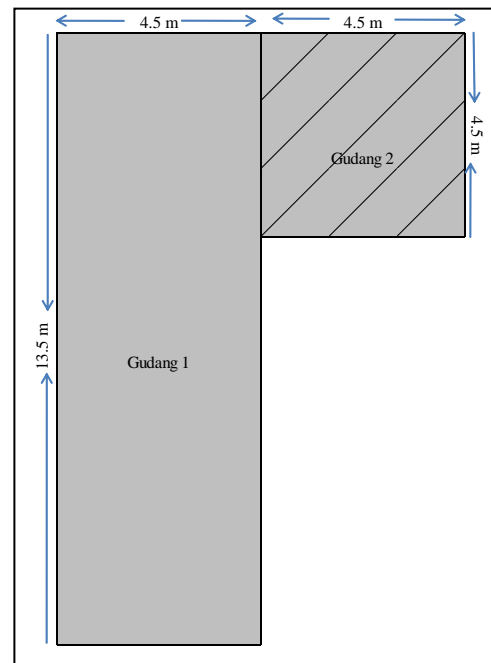
Hasil akhir yang ingin dicapai adalah jumlah bantuan yang akan disimpan di gudang BPBD. Seperti yang telah dijelaskan pada persamaan 2.9, terdapat dua variabel keputusan yang akan ditentukan. Yang pertama adalah $M^{(1)}$, banyaknya total item yang dapat disimpan pada gudang, dan yang kedua adalah $m_u^{(1)}$, jumlah bantuan/stok tambahan yang akan disimpan.

5.4.1 Perhitungan Volume Ruang Gudang yang Akan Digunakan

Perhitungan ini nantinya digunakan untuk pembatas pada fungsi tujuan. Ruang gudang terdiri atas dua bagian seperti yang tertera pada Gambar 5.1. Sehingga total volume gudang yang akan digunakan dapat dilihat pada Tabel 5.8. Tinggi yang digunakan pada perhitungan ini bukanlah tinggi gudang namun merupakan tinggi maksimum tumpukan, yaitu 200 cm. Nilai ini didasarkan pada data antropometri orang dewasa, yaitu jangkauan tangan ke atas yang rata-rata nilainya adalah 200cm. Tinggi tumpukan ini diharapkan memudahkan proses pengambilan bantuan jika dibutuhkan dan dapat menghindari cedera pada

Penerapan *Hungarian Inventory Control Model* Untuk Manajemen Persediaan Bantuan Bencana Gempa Yang Berpotensi Tsunami Di Kota Padang

operator nantinya.



Gambar 5.1 Gudang BPBD yang Akan Digunakan

Contoh perhitungan :

1. Gudang 1
Volume gudang 1 yang akan digunakan = (panjang x lebar x tinggi) = $(1350 * 450 * 200) \text{ cm}^3$
= 121500000 cm^3
2. Gudang 2
Volume gudang 2 = (panjang x lebar x tinggi)
= $(450 * 450 * 200) \text{ cm}^3$
= 40500000 cm^3
3. Total = Gudang 1 + Gudang 2
= $121500000 \text{ cm}^3 + 40500000 \text{ cm}^3$
= 162000000 cm^3

Tabel 5.8 Perhitungan Volume Gudang

Nama Gudang	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Volume Gudang (cm^3)	Total Volume Gudang (cm^3)
Gudang 1	1350	450	200	121500000	162000000
Gudang 2	450	450	200	40500000	

5.4.2 Perhitungan Fungsi Tujuan

Perhitungan untuk mendapatkan hasil dari fungsi tujuan dilakukan dengan menggunakan *software* Lingo 8.0. Tabel 5.9 memperlihatkan hasil yang telah didapatkan, berupa jumlah bantuan tambahan yang akan disimpan untuk setiap komoditi.

Tabel 5.9 Nilai Variabel Keputusan $M^{(1)}$ dan $m_u^{(1)}$

Jenis Bantuan	M	m_u	Aktual m_u
<i>Family Kit</i> (kardus)	123.95	123.95	124.00
Tenda(unit)	165.76	112.76	113.00
<i>Baby Kit</i> (kardus)	450.93	450.93	451.00
Air mineral (kardus)	577.00	577.00	577.00
Selimut (karung)	104.50	104.50	105.00
<i>Hygine Kit</i> (kardus)	171.34	171.34	172.00

Sehingga diketahui kapasitas gudang untuk masing-masing komoditi, $M^{(1)}$ adalah seperti yang tertera pada Tabel 5.9. Gudang BPBD (Badan Penanggulangan Bencana Daerah) kota Padang dapat menyimpan 124 kardus *family kit*, 166 unit tenda, 451 kardus *baby kit*, 577 kardus air mineral, 105 karung selimut, 172 kardus *hygiene kit*. Sedangkan untuk jumlah bantuan tambahan yang diperlukan, $m_u^{(1)}$ adalah 124 kardus *family kit*, 113 unit tenda, 451 kardus *baby kit*, 577 kardus air mineral, 105 karung selimut, 172 kardus *hygiene kit*. Jumlah tenda tidak sesuai dengan kapasitas gudang untuk tenda dikarenakan di gudang telah ada 53 unit tenda yang tersimpan. Dan biaya yang dibutuhkan untuk penyimpanan semua komoditi tersebut adalah sebesar Rp 123322100,00. Biaya ini hanya merupakan biaya dari penggunaan gudang, atau dengan kata lain biaya tersebut belum termasuk biaya pengadaan bantuan yang dibutuhkan. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa pemerintah kota Padang harus menyediakan biaya lebih dari Rp 123.322.100,00 untuk melakukan persediaan bantuan bencana. Biaya ini tergolong rendah jika dibandingkan dengan nyawa yang dapat terselamatkan dengan bantuan tersebut.

Hasil perhitungan yang didapatkan bersifat optimum global. Walaupun demikian, jika dilihat dari kapasitas gudang dan jumlah kebutuhan penduduk kota Padang yang berada pada zona merah, kapasitas gudang belum mencukupi standar minimum dari gudang penyimpanan bantuan. Berdasarkan hasil wawancara dengan Dini Fitriyatie, Kepala Gudang PMI Regional Sumatera, standar minimal untuk suatu gudang penyimpanan

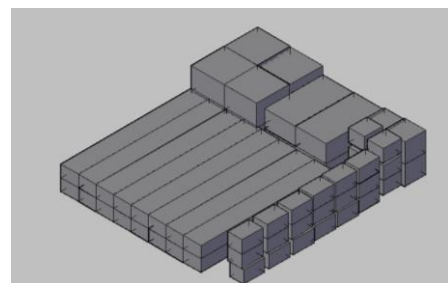
bantuan adalah dapat menampung bantuan untuk 2500 kepala keluarga atau setara dengan bantuan untuk 12500 orang.

Berdasarkan Tabel 5.10, gudang BPBD yang dijadikan sebagai penyimpanan bantuan hanya dapat menampung kurang dari 50% standar minimal dan sangat kurang mencukupi bantuan yang dibutuhkan oleh para korban bencana.

Tabel 5.10 Perbandingan Nilai m_u dan C

Jenis Bantuan	Aktual m_u	C
<i>Family Kit</i> (kardus)	124.00	1696
Tenda(unit)	113.00	509
<i>Baby Kit</i> (kardus)	451.00	651
Air mineral (kardus)	577.00	1696
Selimut (karung)	105.00	853
<i>Hygine Kit</i> (kardus)	172.00	1696

Hal ini sangat disayangkan untuk kota Padang yang rentan akan bencana memiliki gudang penyimpanan bantuan yang tidak mencukupi standar minimum. Padahal hasil yang didapatkan tersebut merupakan hasil kapasitas maksimum gudang BPBD. Dikatakan maksimum, karena pada perhitungannya tidak mempertimbangkan hal-hal lainnya yang penting, seperti kelonggaran untuk setiap komoditi yang disimpan. Sehingga komoditi yang disimpan hanya ditumpuk seperti barang-barang di gudang toko. Gambar 5.2 akan memperlihatkan bagaimana penumpukan bantuan pada gudang BPBD tanpa mempertimbangkan kelonggaran. Penyusunan seperti ini akan menyulitkan proses pengambilan bantuan jika dibutuhkan. Ditambah lagi jika barang yang dibutuhkan terletak pada posisi paling belakang penyimpanan.



Gambar 5.2 Penyusunan Bantuan pada Gudang BPBD Sekarang

Penerapan *Hungarian Inventory Control Model* Untuk Manajemen Persediaan Bantuan Bencana Gempa Yang Berpotensi Tsunami Di Kota Padang

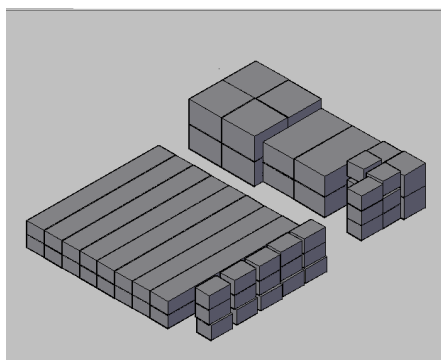
Menurut Hadiguna(2009), terdapat nilai MMA atau *Minimum Manuvering Allowance* yang digunakan untuk menentukan jarak gang sehingga mampu memberikan keleluasaan yang cukup bagi *material handling*. *Material handling* yang dimaksud tidak terbatas pada alat, tetapi termasuk juga *material handling* dengan sistem manual. Nilai MMA berbeda untuk setiap *material handling* yang berbeda. Dalam pertimbangan tersebut Tabel 5.9 menyajikan nilai *Minimum Manuvering Allowance* untuk masing-masing penyimpanan. Berdasarkan Tabel 5.11, nilai MMA yang dapat digunakan untuk penyusunan bantuan pada gudang BPBD adalah nilai MMA untuk manual yaitu sebesar 1.5 m.

Tabel 5.11 Nilai MMA atau *Minimum Manuvering Allowance*

Jenis Alat Material Handling	MMA (ft)	MMA (m)
Tractor	14	4.27 m
Platform truck	12	3.66 m
Forklift	12	3.66 m
Narrow-aisle truck	10	3.048 m
Handlift (jack)	8	2.44 m
Fourwheel hand truck	8	2.44 m
Twosheel hand truck	6	1.83 m
Manual	5	1.52 m

(sumber : Hadiguna,2009)

Dengan mempertimbangkan MMA, maka akan didapat penyusunan bantuan di gudang seperti pada Gambar 5.3. penyusunan yang seperti ini dapat memudahkan pengambilan bantuan jika dibutuhkan.



Gambar 5.3 Penyusunan Bantuan pada Gudang BPBD dengan Memperhatikan MMA

Selain pertimbangan di atas, perhitungan

Penerapan *Hungarian Inventory Control Model* Untuk Manajemen

yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan data jumlah penduduk tahun 2009. Hal ini sangat berpengaruh terhadap jumlah permintaan bantuan. Dilihat dari jumlah penduduk yang terus meningkat dari tahun ke tahun dengan persentase pertumbuhan penduduk 2-3%, kapasitas gudang BPBD tidak mencukupi kebutuhan, sehingga dibutuhkan penambahan luas gudang.

Kapasitas maksimum gudang BPBD untuk setiap jenis komoditi bantuan tanpa memperhitungkan segala biaya dapat dilihat pada Tabel 5.12. Perhitungan kapasitas maksimum dilakukan dengan membagi gudang sama besar untuk media penyimpanan setiap komoditi tanpa ada pertimbangan khusus. Kapasitas gudang BPBD yang sangat minimal ini harus menjadi perhatian bagi pemerintah kota Padang.

Tabel 5.12 Kapasitas Maksimum Gudang BPBD

Jenis Bantuan	Total Volume Gudang (cm ³)	Volume Lokasi Penyimpanan (cm ³)	Jumlah bantuan	Jumlah bantuan aktual
Family Kit (kardus)	162000000	27054000	1456.40	1456
Tenda(uni)		27054000	170.15	170
Baby Kit (kardus)		27054000	229.07	229
Air mineral (kardus)		27054000	632.58	632
Selamat (karung)		27054000	1469.21	1469
Hygiene Kit (kardus)		27054000	200.40	200

5.4.3 Analisis Sensitivitas

Dilakukan beberapa analisis sensitivitas untuk melihat pengaruh perubahan satu parameter terhadap fungsi tujuan permasalahan, dalam hal ini adalah biaya. Analisis sensitivitas dilakukan dengan beberapa cara, yaitu dengan menambah jumlah penduduk, mengubah nilai random untuk $x*j1$ dan $y*k1$ dan mengubah nilai probabilitas setiap komoditi atau bantuan.

1. Dengan menambah jumlah penduduk

Pada perhitungan awal mengasumsikan bahwa yang penting mendapatkan bantuan adalah kelompok usia rentan dan anak-anak. Namun, pada analisis sensitivitas ini dilakukan penambahan jumlah penduduk dengan mengasumsikan bahwa semua kelompok umur mendapatkan bantuan, sehingga terjadi perubahan jumlah kebutuhan awal bantuan yang dapat dilihat pada Lampiran F. Pertambahan jumlah penduduk ini memiliki dampak yang sangat besar terhadap fungsi tujuan.

Persediaan Bantuan Bencana Gempa Yang Berpotensi

Berdasarkan hasil pengolahan Lingo, didapatkan hasil yang *infisible*. Hal ini terjadi dikarenakan kapasitas gudang yang menjadi batasan pada model *inventory* ini. Dapat dikatakan bahwa kapasitas gudang BPBD yang ada saat ini tidak cukup untuk menyimpan bantuan bagi warga kota Padang, sehingga penting bagi BPBD untuk memperluas gudang. Dengan adanya kecukupan kapasitas gudang, diharapkan dapat menyelamatkan nyawa korban bencana lebih banyak.

2. Dengan mengubah nilai random untuk $x*j1$ dan $y*k1$

Nilai random $x*j1$ dan $y*k1$ masing-masing secara tidak langsung merupakan parameter pengiriman dan konsumsi. Dengan melakukan perubahan pada parameter ini, maka semua parameter yang bersangkutan dengan bilangan random ini pun berubah, seperti nilai W , μ , dan σ . Perubahan yang terjadi dapat dilihat pada Lampiran E. Selain itu, perubahan nilai random tersebut mengakibatkan perubahan yang signifikan terhadap fungsi tujuan. Dengan berubahnya nilai random $x*j1$ dan $y*k1$, maka biaya yang akan dikeluarkan pun menurun. Penurunan biaya begitu tinggi, dari Rp 123.322.100,00 menjadi Rp 95.269.830,00 seperti yang tercantum pada Tabel 5.13.

Tabel 5.13 Perubahan Setelah Analisis Sensitivitas 1

Jenis Bantuan	Keadaan Awal				Keadaan Awal		Setelah Analisis Sensitivitas	
	$x*j1$	$y*k1$	$x*j1$	$y*k1$	Variabel Keputusan	Biaya	Variabel Keputusan	Biaya
Family Kit (kardus)	800.54	858.79	770.56	807.79	124		103	
Tenda(umt)	90.66	160.57	155.66	170.57	113		58	
Baby Kit (kardus)	76.65	300.78	74.54	280.78	451	Rp 123322100,00	434	Rp 95269830,00
Air mineral (kardus)	569.09	867.99	559.09	707.89	577		427	
Selamat (karung)	378.97	435.31	379.70	425.78	105		95	
Hygiene Kit (kardus)	783.43	890.88	838.15	910.21	172		136	

3. Dengan mengubah nilai probabilitas setiap komoditi

Pada perhitungan, nilai probabilitas untuk setiap komoditi diasumsikan sama yaitu 0.167. Namun dalam analisis sensitivitas ini, probabilitas setiap komoditi diganti menjadi 0.13 0.17 0.2 0.2 0.17 0.13. Tabel 5.14 menampilkkan perbedaan yang terjadi dengan penggantian nilai probabilitas.

Tabel 5.14 Perubahan Setelah Analisis Sensitivitas 2

Jenis Bantuan	p		Biaya	
	Keadaan Awal	Setelah Analisis Sensitivitas	Keadaan Awal	Setelah Analisis Sensitivitas
Family Kit (kardus)	0.167	0.130	Rp 123322100,00	Rp 658971500,00
Tenda(umt)	0.167	0.170		
Baby Kit (kardus)	0.167	0.200		
Air mineral (kardus)	0.167	0.200		
Selamat (karung)	0.167	0.170		
Hygiene Kit (kardus)	0.167	0.130		

Dengan dilakukannya perubahan nilai probabilitas untuk setiap komoditi, maka menunjukkan perubahan pada biaya yang dikeluarkan. Perubahan yang dilakukan dengan meningkatkan sebagian besar nilai probabilitas setiap komoditi, maka biaya pun bertambah besar. Sehingga dapat dikatakan parameter probabilitas bersifat linear terhadap biaya yang dikeluarkan.

Probabilitas komoditi maksudnya adalah berapa peluang pentingnya setiap komoditi untuk disimpan demi keselamatan para korban bencana. Perhitungan pada persediaan bantuan berbeda dengan persediaan pada perusahaan manufaktur. Persediaan bantuan dipengaruhi oleh nilai probabilitas. Berbeda halnya dengan persediaan pada perusahaan manufaktur yang nilainya walaupun tidak diketahui, namun dapat diramalkan berdasarkan data penjualan masa lalu.

Nilai probabilitas pada persediaan bantuan ini tidak dapat ditentukan secara pasti, dikarenakan bencana gempa yang akan terjadi tidak dapat diprediksi berapa kekuatannya. Semakin besar gempa yang terjadi maka akan menelan korban yang lebih banyak dan membutuhkan bantuan yang lebih banyak.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang dilakukan terhadap hasil pengolahan data, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Komoditi bantuan yang dibutuhkan kota Padang dalam hal manajemen persediaan bantuan adalah air mineral, *hygiene kit*, *baby kit*, *family kit*, selimut, dan tenda. Hal ini

dikarenakan komoditi tersebut sangat dibutuhkan dalam penanganan bencana dan komoditi ini dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama (barang tahan lama).

2. Berdasarkan hasil perhitungan dengan asumsi yang telah dijelaskan, didapatkan jumlah optimal penyimpanan bantuan adalah 124 kardus *family kit*, 166 unit tenda, 451 kardus *baby kit*, 577 kardus air mineral, 105 karung selimut, 172 kardus *hygiene kit*. Sedangkan untuk jumlah bantuan tambahan yang diperlukan, $m_u^{(1)}$ adalah 124 kardus *family kit*, 113 unit tenda, 451 kardus *baby kit*, 577 kardus air mineral, 105 karung selimut, 172 kardus *hygiene kit* dengan biaya sebesar Rp 123.322.100,00

6.2 Saran

Berikut ini adalah beberapa saran yang dapat penulis untuk penelitian selanjutnya:

1. Penelitian selanjutnya dapat menentukan jumlah bantuan yang akan disimpan untuk bencana lainnya baik bencana alam seperti banjir ataupun bencana nonalam seperti kebakaran.
2. *Warehouse* yang diteliti dan digunakan bukan hanya *warehouse* yang ada pada BPBD. Hal ini dikarenakan kapasitas gudang BPBD sangat terbatas untuk jumlah penduduk kota Padang yang banyak. Sebaiknya penelitian selanjutnya dapat menentukan luas gudang yang layak untuk penyimpanan bantuan bencana, sehingga mengantisipasi kekurangan bantuan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada:

1. Orang tua penulis yang telah memberikan dukungan dan doa kepada penulis.
2. Reinny Patrisina, MT selaku dosen pembimbing penulis, yang telah banyak memberikan arahan dan masukan dalam penyelesaian tulisan ini.
3. Rekan-rekan angkatan 2007 di Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Andalas yang telah memberikan bantuan baik moril dan materil.

Penerapan *Hungarian Inventory Control Model* Untuk Manajemen Persediaan Bantuan Bencana Gempa Yang Berpotensi Tsunami Di Kota Padang

4. Dan seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah membantu penulis dalam penyelesaian laporan ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Altay, Nezh., Sameer Prasad, Jayafel S. 2006. *Strategic Planning for International Disaster Relief Logistics: Implications for Research and Practice*. University of Wisconsin.

[2] Direktorat Penataan Ruang Wilayah I. *Rencana Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Evakuasi dalam Rangka Mitigasi Bencana Tsunami di Kota Padang*. Diakses pada 26 Maret 2011, dari http://werdhapura.penataanruang.net/dokuwiki/ib/exe/fetch.php/kajian_mitigasi_bencana_di_kota_padang.pdf

[3] Hadiguna, RA dan Setiawan, Heri. 2008. *Tata Letak Pabrik..* Yogyakarta: Andi Yogyakarta.

[4] Harjadi, Prih dan Fauzi. 2010. *InaTEWS-Indonesia Tsunami Early Warning System Konsep dan Implementasi*. Jakarta : BMKG.

[5] Oktarina, Rienna. 2008. *Pemetaan Sistem Informasi Manajemen Logistik Dalam Penanggulangan Bencana di Indonesia*. Diakses pada 10 Juni 2011, dari <http://journal.uin.ac.id/index.php/Snati/article/download/838/768>

[6] Ozbey, Kaan dan E E Ozguven. 2007. *A Stochastic Humanitarian Inventory Control Model for Disaster Planning*. Paper Submitted for Presentation and Publication at the Transportation Research Board's 86th Annual Meeting, Washington, D.C.

[7] Paripurno, E T. *Modul Manajemen Bencana- Seputar Beberapa Bencana Di Indonesia*. Diakses pada 14 Juni 2011, dari http://bappeda.jabarprov.go.id/docs/perencanaan/20070524_071620.pdf

[8] PNPM Mandiri. *Modul Khusus Fasilitator Pengelolaan Penanganan Bencana*. Diakses pada 3 Juni 2011, dari http://www.p2kp.org/pustaka/files/modul_pelatihan08/C/1/a/Modul-Pengelolaan-Penanganan-Bencana.pdf

[9] Triutomo, Sugeng., B. Wisnu W, R. Sugiharto, Siswanto BP, Yohannes Kristanto. 2011. *Panduan Perencanaan Kontijensi Menghadapi Bencana (edisi Kedua)*. Jakarta : BNPB

[10] Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007, Tentang PenanggulanganBencana. Diakses pada 3 Juni 2011, dari <http://www.yeu.or.id/images/file/UUNo.24Tahun2007.pdf>

[11] Yunarto, Anwar H.Z, Wibowo S, Ruslan M, dan Wahyudin A. 2009. *Kajian Sistem Evakuasi Vertikal Secara Detail Di Kota Padang Sebagai Alternatif Pengurangan Kerentanan Dan Resiko Bahaya Tsunami*. Prosiding Hasil Pemaparan Hasil Penelitian Puslit Geoteknologi-LIPI. Bandung.