

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

Bab ini akan menjelaskan tinjauan pustaka dari penelitian-penelitian yang sudah ada sebelumnya dan dasar teori yang mendukung penelitian yang akan dilakukan.

#### **2.1. Tinjauan Pustaka**

Manajemen bencana menurut Altay dan Green (2006), dibagi menjadi 4 fase, yaitu mitigasi, persiapan, respon, dan pemulihan. Fase mitigasi dan persiapan merupakan fase sebelum terjadinya bencana, dimana pada fase ini dilakukan untuk mencegah atau mengurangi dampak yang ditimbulkan dan membuat prosedur jika bencana terjadi, seperti jumlah dan lokasi pusat distribusi yang akan dibangun. Sedangkan fase respon dan pemulihan dilakukan saat bencana telah terjadi. Pada fase tersebut dilakukan mobilisasi pelayanan bantuan pada area bencana untuk mengurangi korban dan kerusakan yang diakibatkan.

Seperti halnya sistem logistik komersil, sistem logistik bencana meliputi beberapa tahapan yaitu, persiapan, perencanaan, pengadaan, transportasi, penyimpanan, dan pendistribusian (Thomas & Kopczak, 2005). Salah satu yang membedakan adalah fokus utamanya. Dalam sistem logistik komersil, konsumen akhir yang merupakan sumber input dana dari seluruh rantai pasok menjadi fokus utama. Sedangkan pada sistem logistik kemanusiaan, konsumen akhir tidak memiliki partisipasi dalam aktivitas transaksi, kontrol terhadap persediaannya sedikit. Menurut Heaslip *et al* (2010), ketika diaplikasikan pada aktivitas kemanusiaan, rantai pasok harus fleksibel dan mampu untuk merespon dengan cepat kejadian yang tidak dapat diprediksi secara efektif dan efisien. Menurut Huang *et al* (2012) sistem distribusi pasokan logistik bencana berbeda dengan logistik komersil yang lebih mengutamakan masalah biaya dan keuntungan. Pasokan logistik bencana dilakukan agar dapat memiliki respon yang cepat dan alokasi yang tepat dalam merespon suatu bencana.

Untuk mengatasi permasalahan pada sistem logistik bencana, telah banyak dilakukan penelitian pada manajemen bencana. Studi yang dilakukan oleh peneliti, fokus pada penelitian operasional dan ilmu manajemen, tetapi subjek penelitian masih terbatas, terutama pada fase respon (Altay dan Green, 2006). Selama beberapa tahun terakhir, penelitian yang berkaitan dengan manajemen

bencana masih minim dan tidak implementatif. Beberapa penelitian yang sudah dilakukan tentang pasokan logistik bencana dilakukan oleh Yi dan Özdamar (2007), Balcik dan Beamon (2008), Hamedi *et al* (2012), Berkoune *et al* (2012), Afshar dan Haghani (2012), Berkoune *et al* (2012), Najafi *et al* (2013), Suryani *et al* (2013), Abounacer *et al* (2014), Wang *et al* (2014), Abounacer *et al* (2014) dan Ahmadi *et al* (2015).

Penentuan lokasi fasilitas pusat distribusi dan rute distribusi pasokan bantuan menjadi 2 fokus utama untuk memaksimalkan performansi dari suatu operasi kemanusiaan (Costa *et al.*, 2012). Pemilihan lokasi fasilitas pusat distribusi akan berdampak pada biaya operasi, waktu respon, dan jangkauan area menuju titik permintaan. Balcik dan Beamon (2008) menggunakan model jangkauan area maksimal untuk menentukan jumlah dan lokasi pusat distribusi serta jumlah logistik yang harus disimpan pada setiap pusat distribusi untuk memenuhi permintaan. Sedangkan Abounacer *et al* (2014) mengaplikasikan metode *epsilon-constraint* dalam menentukan lokasi pusat distribusi dengan tiga fungsi tujuan, yaitu durasi transportasi, jumlah pekerja, dan jumlah permintaan tak terpenuhi. Penentuan lokasi pusat distribusi juga dilakukan oleh Wang *et al* (2014) mengenai koordinasi pasokan logistik antara suplai dan permintaan bantuan dengan menggunakan pembagian pengiriman berdasarkan waktu pengiriman, total biaya, dan reliabilitas. Sedangkan Afshar dan Haghani (2012) mengembangkan model yang mengontrol aliran pasokan komoditi bantuan dari pusat suplai sampai ke titik permintaan.

Penelitian lain difokuskan pada penentuan rute distribusi pasokan logistik bencana diantaranya oleh Yi dan Ozdamar (2007), Balcik *et al* (2008), Hamedi *et al* (2012), dan Najafi *et al* (2013). Penelitian yang dilakukan oleh Balcik *et al* (2008) menggunakan metode *mixed integer linear programming* dalam melakukan alokasi pengiriman bantuan dengan tujuan meminimasi biaya perjalanan. Pertimbangan kerusakan jalan yang diakibatkan oleh terjadinya bencana menjadi salah satu pertimbangan bagi Hamedi *et al* (2012) dalam melakukan penentuan rute distribusi. Dalam penentuan rute, tidak hanya dilakukan untuk distribusi pasokan logistik, tetapi juga untuk proses evakuasi korban seperti yang dilakukan oleh Najafi *et al* (2013) serta Yi dan Özdamar (2007). Mereka mengembangkan model yang mengkoordinasikan antara pengiriman bantuan ke titik permintaan dan evakuasi korban menuju pusat kesehatan.

Kendala menjadi faktor penting yang harus diperhatikan dalam permasalahan manajemen bencana agar dapat mencapai tujuan yang diinginkan yaitu meminimalkan jumlah korban. Luasan area terkena dampak bencana menjadi suatu perhatian penting untuk memaksimalkan kinerja distribusi logistik bencana. Pada penelitian yang telah dilakukan, memiliki kesamaan dalam hal penentuan batasan, yaitu ketersediaan moda transportasi, kapasitas dan alokasi pada setiap titik permintaan menjadi kendala utama untuk menjangkau seluruh area terdampak seperti yang dilakukan oleh Yi dan Özdamar (2007), Balcik *et al* (2008), Berkoune *et al* (2012), dan Najafi *et al* (2013).

Penelitian yang dilakukan Afshar dan Haghani (2012) dan Abounacer *et al* (2014) mengembangkan model terintegrasi dari pusat logistik hingga distribusi ke titik permintaan dengan mempertimbangkan ketersediaan pasokan logistik yang akan dialokasikan. Selain itu, menurut Vitoriano *et al* (2011) pendistribusian logistik bencana tidak hanya bertujuan untuk meminimasi jumlah permintaan tak terpenuhi dengan respon yang cepat. Alokasi logistik bantuan juga perlu mempertimbangkan pemerataan tingkat pemenuhan kebutuhan komoditi. Penelitian logistik bencana yang dilakukan oleh Suryani *et al* (2013), melakukan pemerataan tingkat pemenuhan dengan meminimalkan rasio permintaan tak terpenuhi, namun penelitian tersebut tidak sempurna karena masih terdapat titik permintaan yang tidak mendapat alokasi sama sekali. Selain itu penentuan rute masih terbatas pada kendaraan yang melakukan satu perjalanan setaip periode.

## **2.2. Dasar Teori**

Pada sub bab ini akan membahas tentang dasar teori yang mendukung penelitian.

### **2.2.1. Definisi Bencana**

Menurut Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang penanggulangan bencana menyebutkan bahwa bencana merupakan peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor nonalam maupu faktor manusia, sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.

Definisi tersebut menyebutkan bahwa bencana disebabkan oleh faktor alam, nonalam, dan manusia. Oleh karena itu, Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007

tersebut juga mendefinisikan mengenai bencana alam, bencana nonalam, dan bencana sosial.

a. Bencana Alam

Bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam, antara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan, dan tanah longsor.

b. Bencana Nonalam

Bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau rangkaian peristiwa nonalam yang antara lain berupa gagal teknologi, gagal modernisasi, epidemi dan wabah penyakit.

c. 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.

### **2.2.2. Prinsip Penanggulangan Bencana**

Seperti yang tercantum dalam Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007, terdapat prinsip-prinsip dalam melakukan penanggulangan bencana, yaitu:

a. Cepat dan tepat

Proses pemenuhan kebutuhan logistik bantuan harus disalurkan dengan cepat dan tepat untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan pada korban sesuai tuntutan keadaan.

b. Prioritas

Pemberian bantuan harus mempertimbangkan hal-hal yang menjadi prioritas, seperti jenis komoditas, kelompok rentan, lokasi terdampak.

c. Koordinasi dan keterpaduan

Proses pengiriman bantuan harus didasarkan pada koordinasi dan keterpaduan yang kuat antara beberapa sektor, mulai dari pemasok bantuan, pusat gudang, gudang penyalur, dan pihak-pihak terkait lainnya agar saling mendukung.

d. Berdaya guna dan Berhasil guna

Penyaluran logistik bantuan harus dilakukan secara efisien, agar tidak banyak membuang waktu dan tenaga, sehingga akan mencapai hasil yang efektif.

e. **Transparansi dan akuntabilitas**

Seluruh proses pemberian bantuan dilakukan secara terbuka agar dapat dipertanggungjawabkan secara etik maupun hukum.

f. **Kemitraan**

Proses pemberian bantuan harus melibatkan beberapa pihak terkait agar penyaluran bantuan menjadi lebih efektif.

g. **Nondiskriminatif**

Pemberian bantuan harus dilakukan semata-mata atas dasar kemanusiaan sehingga setiap korban dapat menerima bantuan secara adil, tidak memperhatikan suku, ras, agama, dan aliran politik apapun.

h. **Nonpreoletisi**

Dalam proses pemberian bantuan tidak boleh dilakukan dengan menyebarkan agama atau keakinan apapun.

Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 juga menyebutkan tujuan-tujuan dari proses penanggulangan bencana, antara lain:

- a. Memberikan perlindungan kepada masyarakat dari ancaman bencana
- b. Menyelaraskan peraturan perundang-undangan yang sudah ada
- c. Menjamin terselenggaranya penanggulangan bencana secara terencana, terpadu, terkoordinasi, dan menyeluruh
- d. Menghargai budaya lokal
- e. Membangun partisipasi dan kemitraan publik serta swasta
- f. Mendorong semangat gotong royong, kesetiakawanan, dan kedermawanan.
- g. Menciptakan perdamaian dalam kehidupan bermasyarakat, berbangsa, dan bernegara.

### **2.2.3. Manajemen Bencana**

Manajemen bencana menurut *The United Nations International Strategy for Disaster Risk* (UNISDR), merupakan proses sistematis dari arahan administratif, organisasi, keterampilan, dan kapasitas untuk mengimplementasikan strategi, kebijakan, dan penanganan untuk mengurangi dampak buruk dari bahaya dan kemungkinan bencana.

*Federal Emergency Management Agency* (FEMA) membagi manajemen bencana kedalam 4 fase, yaitu mitigasi persiapan, respon, dan pemulihan.

a. Fase Mitigasi

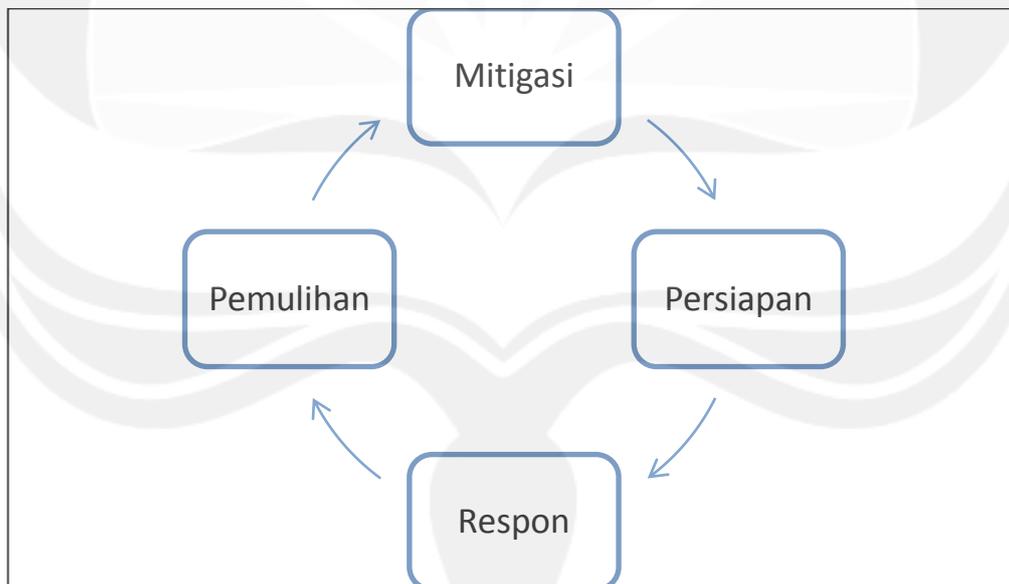
Fase ini meliputi kegiatan yang mencegah keadaan darurat, mengurangi kemungkinan terjadinya, atau mengurangi efek kerusakan dari bahaya yang tidak dapat dihindari. Kegiatan mitigasi ini harus dipertimbangkan jauh sebelum keadaan darurat.

b. Fase Persiapan

Fase ini meliputi pengembangan rencana untuk apa yang harus dilakukan sebelum peristiwa terjadi, dan tindakan yang akan meningkatkan peluang untuk dapat menangani keadaan darurat. Jika mitigasi lebih bertujuan untuk mencegah terjadinya bencana, maka fase persiapan ini berfokus pada penyiapan kelengkapan dan prosedur yang digunakan ketika bencana terjadi.

c. Fase Respon

Tindakan respon dilakukan segera setelah terjadinya bencana untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan, seperti korban jiwa, dan kerugian ekonomi. Fase ini juga meliputi mobilisasi relawan, transportasi, komoditi untuk menjangkau dan menyelamatkan korban bencana.



**Gambar 2.1. Fase Manajemen Bencana**

d. Fase Pemulihan

Fase ini dilakukan untuk mengembalikan ke keadaan semula atau mendekati keadaan semula. Hal ini termasuk pemulihan pelayanan dasar dan perbaikan kerusakan fisik fasilitas, sosial, dan ekonomi. Fase ini dapat dilakukan tepat setelah bencana terjadi.

#### **2.2.4. Karakteristik Sistem Logistik Bencana**

Sistem manajemen logistik dan peralatan penanggulangan bencana, merupakan suatu sistem yang menjelaskan tentang logistik dan peralatan yang dibutuhkan untuk menanggulangi bencana pada masa pra bencana, pada saat terjadi bencana dan pada pasca bencana. Menurut peraturan kepala BNPB nomor 13 tahun 2008, sistem manajemen logistik dan peralatan penanggulangan bencana merupakan suatu sistem yang memenuhi persyaratan antara lain sebagai berikut:

- a. Dukungan logistik dan peralatan yang dibutuhkan harus tepat waktu, tepat tempat, tepat jumlah, tepat kualitas, tepat kebutuhan dan tepat sasaran, berdasarkan skala prioritas dan standar pelayanan.
- b. Sistem transportasi memerlukan improvisasi dan kreatifitas di lapangan, baik melalui darat, laut, sungai, danau maupun udara.
- c. Distribusi logistik dan peralatan memerlukan cara-cara penyampaian yang khusus (a.l. karena keterbatasan transportasi, penyebaran kejadian, keterisolasian ketika terjadi bencana).
- d. Inventarisasi kebutuhan, pengadaan, penyimpanan dan penyampaian sampai dengan pertanggung jawaban logistik dan peralatan kepada yang terkena bencana memerlukan sistem manajemen khusus.
- e. Memperhatikan dinamika pergerakan masyarakat korban bencana
- f. Koordinasi dan prioritas penggunaan alat transportasi yang terbatas.
- g. Kemungkinan bantuan dari pihak militer, kepolisian, badan usaha, lembaga swadaya masyarakat maupun instansi terkait lainnya baik dari dalam maupun luar negeri, atas komando yang berwenang.
- h. Memperhatikan rantai pasokan yang efektif dan efisien.

Faktor utama yang dapat mendukung berjalannya sistem logistik dan peralatan untuk penanggulangan bencana adalah : Kemampuan infrastruktur, ketersediaan dan jumlah alat transportasi penanggulangan bencana baik secara nasional, regional, lokal maupun setempat. Perlu dipertimbangkan faktor politis dan konflik di masyarakat. Efektifitas sistem logistik dan peralatan ini sangat dipengaruhi oleh sistem informasi dan pengendaliannya.

Rantai pasokan dalam sistem manajemen logistik dan peralatan berdasar kepada:

- a. Tempat atau titik masuknya logistik
- b. Gudang utama
- c. Gudang penyalur
- d. Gudang penyimpanan terakhir di pos komando

Semuanya harus didukung oleh fasilitas pendukung dan peralatan yang memadai untuk mengangkut atau memindahkan secara fisik logistik yang akan disampaikan ke lokasi bencana.

#### **2.2.5. Tahapan Proses Manajemen Logistik Bencana**

Dalam peraturan kepala BNPB nomor 13 tahun 2008, proses manajemen logistik dan peralatan dalam penanggulangan bencana ini meliputi delapan tahapan terdiri dari:

- a. Perencanaan Kebutuhan

Proses ini merupakan langkah awal untuk mengetahui apa yang dibutuhkan, siapa yang membutuhkan, di mana, kapan, dan bagaimana cara menyampaikan kebutuhannya. Perencanaan ini membutuhkan ketelitian dan keterampilan serta kemampuan untuk mengetahui kondisi korban bencana yang akan ditanggulangi.

- b. Pengadaan

Pengadaan penanggulangan bencana dimulai dari pencatatan atau inventarisasi termasuk kategori logistik atau peralatan, dari mana bantuan diterima, kapan diterima, apa jenis bantuannya, seberapa banyak jumlahnya, bagaimana cara menggunakan atau mengoperasikan logistik atau peralatan yang disampaikan, apakah ada permintaan untuk siapa bantuan ini ditujukan. Proses penerimaan atau pengadaan logistik dan peralatan untuk penanggulangan bencana dilaksanakan oleh penyelenggara penanggulangan bencana dan harus diinventarisasi atau dicatat.

- c. Pergudangan

Proses penyimpanan dan pergudangan dimulai dari data penerimaan logistik dan peralatan yang diserahkan kepada unit pergudangan dan penyimpanan disertai dengan berita acara penerimaan dan bukti penerimaan logistik dan peralatan pada waktu itu. Pencatatan data penerimaan antara lain meliputi jenis barang logistik dan peralatan apa saja yang dimasukkan ke dalam

gudang, berapa jumlahnya, bagaimana keadaannya, siapa yang menyerahkan, siapa yang menerima, dan cara penyimpanan. Prosedur penyimpanan dan pergudangan, antara lain pemilihan tempat, tipe gudang, kapasitas dan fasilitas penyimpanan, sistem pengamanan dan keselamatan, sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

d. Pendistribusian

Berdasarkan data inventarisasi kebutuhan maka disusunlah perencanaan pendistribusian logistik dan peralatan dengan disertai data pendukung: yaitu yang didasarkan kepada permintaan dan mendapatkan persetujuan dari pejabat berwenang dalam penanggulangan bencana.

Perencanaan pendistribusian terdiri dari data: siapa saja yang akan menerima bantuan, prioritas bantuan logistik dan peralatan yang diperlukan, kapan waktu penyampaian, lokasi, cara penyampaian, alat transportasi yang digunakan, siapa yang bertanggung jawab atas penyampaian tersebut.

e. Pengangkutan

Berdasarkan data perencanaan pendistribusian, maka dilaksanakan pengangkutan. Data yang dibutuhkan untuk pengangkutan adalah: jenis logistik dan peralatan yang diangkut, jumlah, tujuan, siapa yang bertanggung jawab dalam perjalanan termasuk tanggung jawab keamanannya, siapa yang bertanggung jawab menyampaikan kepada penerima. Penerimaan oleh penanggung jawab pengangkutan disertai dengan berita acara dan bukti penerimaan logistik dan peralatan yang diangkut.

f. Penerimaan di tujuan

Langkah-langkah yang harus dilaksanakan dalam penerimaan di tempat tujuan adalah mencocokkan antara data di manifest pengangkutan dengan jenis bantuan yang diterima, mengecek kembali, jenis, jumlah, berat dan kondisi barang, mencatat tempat pemberangkatan, tanggal waktu kedatangan, sarana transportasi, pengirim dan penerima barang, membuat berita acara serah terima dan bukti penerimaan

g. Penghapusan

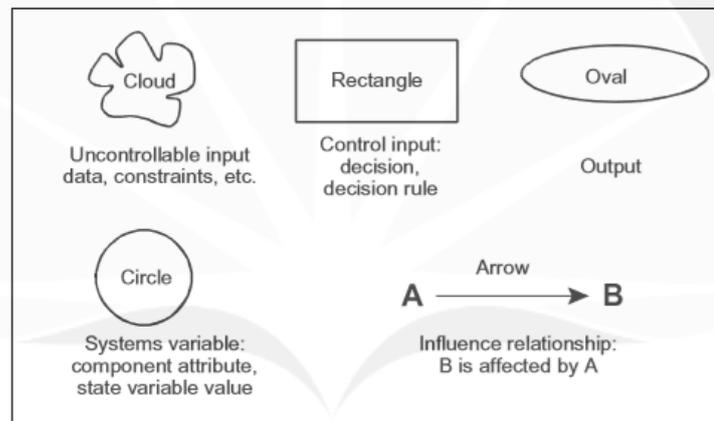
Barang logistik dan peralatan yang dialihkan kepemilikannya atau tidak dapat digunakan atau tidak dapat dimanfaatkan atau hilang atau musnah dapat dilakukan penghapusan. Penghapusan harus dilakukan dengan permohonan penghapusan oleh pejabat yang berwenang melalui proses penghapusan dan diakhiri dengan berita acara penghapusan.

#### h. Pertanggungjawaban

Seluruh proses manajemen logistik dan peralatan yang telah dilaksanakan harus dibuat pertanggung jawabannya. Pertanggungjawaban penanggulangan bencana baik keuangan maupun kinerja, dilakukan pada setiap tahapan proses dan secara paripurna untuk seluruh proses, dalam bentuk laporan oleh setiap pemangku proses secara berjenjang dan berkala sesuai dengan prinsip akuntabilitas dan transparansi.

#### 2.2.4. Influence Diagram

*Influence diagram* merupakan suatu grafik yang menggambarkan keterkaitan antara input, output, dan seluruh komponen yang dapat menggambarkan karakteristik dari suatu model. Terdapat beberapa simbol yang digunakan untuk menggambarkan suatu *influence diagram*. Simbol-simbol yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.2.



**Gambar 2.2. Simbol Influence Diagram (Daellenbach & Mcnickle, 2005)**

Simbol awan menunjukkan *input* yang tidak terkontrol, seperti batasan-batasan sumber daya pada sistem. Simbol kotak menunjukkan *input* yang dapat dikontrol, hal ini termasuk variabel keputusan yang akan diambil dalam sistem. Simbol oval merupakan *output*/tujuan dari adanya sistem. Simbol bulat menunjukkan variabel yang merupakan suatu sub sistem dari sistem itu sendiri. Sedangkan tanda panah menunjukkan hubungan keterkaitan antar tiap simbol lainnya.

#### 2.2.5. Linear Programming

*Linear Programming* merupakan teknik matematik penelitian operasional yang digunakan untuk mencari solusi optimal dalam memecahkan suatu permasalahan yang dapat dinyatakan dengan persamaan dan pertidaksamaan linier. *Linear Programming* akan memberikan representasi yang cukup realistis

pada permasalahan di dunia nyata untuk mendapatkan solusi optimum. Solusi optimum ditentukan berdasarkan algoritma yang memberikan aturan komputasi yang tetap yang diterapkan secara berulang-ulang/iterasi (Taha, 2007).

Permasalahan *linear programming* akan menentukan besarnya nilai-nilai variabel sehingga mendapatkan nilai fungsi tujuan yang optimum (maksimum atau minimum) dengan memperhatikan batasan-batasan yang ada. Permasalahan *linear programming* dapat diselesaikan jika terdapat:

- a. Tujuan (*objective*) yang akan dicapai harus dapat dinyatakan dalam bentuk fungsi linier. Fungsi ini disebut sebagai fungsi tujuan.
- b. Terdapat alternatif pemecahan yang akan membuat fungsi tujuan menjadi optimum.
- c. Adanya batasan-batasan sumber daya. Batasan tersebut harus dinyatakan dalam pertidaksamaan linier.

Suatu penelitian operasional dengan *linear programming* memiliki beberapa fase pengerjaan untuk mengimplementasikannya mengatasi permasalahan (Taha, 2007). Berikut merupakan fase utama dalam mengimplementasikan penelitian operasional :

a. Mendefinisikan Masalah

Fase ini termasuk mendefinisikan cakupan permasalahan yang dihadapi. Tujuan dari fase ini adalah untuk mengidentifikasi tiga elemen dari keputusan permasalahan, yaitu mendeskripsikan alternatif permasalahan, menentukan tujuan dari penelitian, dan spesifikasi batasan-batasan dimana sistem dioperasikan.

b. Membangun Model

Pembangunan model dilakukan dengan menerjemahkan definisi permasalahan kedalam hubungan matematika. Jika hasil model dapat sesuai dengan model matematis, maka biasanya solusi dapat dicapai dengan algoritma yang tersedia.

c. Solusi Model

Fase ini memerlukan penggunaan algoritma optimasi dengan baik. Aspek penting dalam fase ini adalah analisis sensitivitas. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan tambahan informasi pada perilaku solusi optimum ketika beberapa parameter berubah.

d. Validasi Model

Merupakan tahap untuk mengecek apakah model dapat melakukan apa yang harus dilakukannya. Metode umum untuk melakukan pengecekan validasi adalah dengan membandingkan dengan hasil dari data masa lalu. Model akan dinyatakan valid jika dalam kondisi *input* yang mirip, model dapat menirukan performansi sebelumnya.

e. Implementasi Solusi

Proses implementasi dari model yang telah valid termasuk dengan menerjemahkan hasil kedalam instruksi operasi yang dapat dimengerti, yang akan dikeluarkan untuk mengelola sistem yang direkomendasikan.

Fungsi tujuan dan batasan-batasan pada semua fungsi linier harus memenuhi fungsi dari tiga sifat dasar yaitu:

a. *Proportionality*

Merupakan asumsi aktivitas individual yang dipertimbangkan secara bebas dari aktivitas lainnya. Sifat proporsionalitas dipenuhi jika kontribusi setiap variabel pada fungsi tujuan atau penggunaan sumber daya membatasi proporsional terhadap level nilai variabel.

b. *Additivity*

Mengasumsikan bahwa tidak ada bentuk perkalian silang diantara berbagai aktivitas, sehingga tidak akan ditemukan bentuk perkalian silang pada model. Sifat ini berlaku bagi fungsi tujuan dan batasan. Sifat ini dipenuhi jika fungsi tujuan merupakan penambahan langsung kontribusi masing-masing variabel keputusan, sedangkan untuk batasan, sifat ini dipenuhi jika nilai kanan merupakan total penggunaan masing-masing variabel keputusan.

c. *Certainty*

Seluruh tujuan dan koefisien batasan dari model *linear programming* adalah deterministik. Hal ini menunjukkan bahwa tersebut nilainya konstan dan pasti.

### **2.2.7. Integer Linear Programming**

Penyelesaian sebuah kasus pemograman linier mungkin menghasilkan nilai optimal variabel-variabel keputusan yang berupa bilangan pecahan. Bila variabel-variabel keputusan tersebut mewakili item-item yang tidak bisa dipecah, misal: manusia, mesin, dan lain-lain; maka keputusan optimal itu tentunya tidak mungkin diimplementasikan. *Integer Programming* adalah sebuah model

penyelesaian matematis yang memungkinkan hasil penyelesaian kasus pemrograman linier yang berupa bilangan pecahan diubah menjadi bilangan bulat tanpa meninggalkan optimalitas penyelesaian (Siswanto, 2007).

Dalam pemrograman linier, penyelesaian optimal terjadi apabila kombinasi seluruh variabel keputusan membuat nilai fungsi tujuan menjadi ekstrem dan memenuhi seluruh kendala (Siswanto, 2007). Di dalam kasus *integer programming*, satu kendala unik yang muncul adalah seluruh variabel keputusan harus integer. Oleh karena itu, penyelesaian optimal *integer programming* akan diperoleh bila:

- a. Seluruh variabel keputusan berupa bilangan bulat.
- b. Seluruh variabel keputusan berada di *feasible area*.
- c. Seluruh variabel keputusan membuat nilai fungsi tujuan menjadi ekstrem.

*Integer linear programming* sendiri terdiri dari 3 jenis, yaitu *general integer*, *zero-one*, dan *mixed integer* (Carter dan Price, 2001).

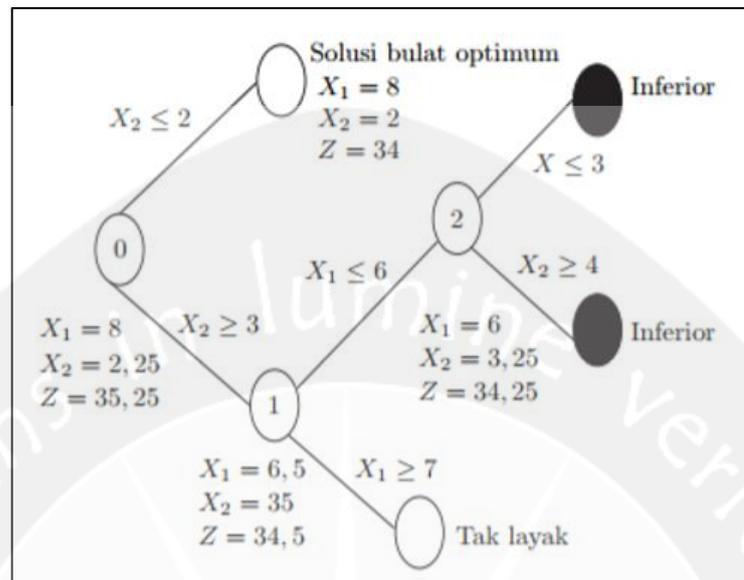
- a. *General integer programming*, jika seluruh variabel keputusannya merupakan bilangan integer.
- b. *Zero-one programming*, jika seluruh variabel keputusannya berupa bilangan biner 0 atau 1.
- c. *Mixed integer programming*, jika hanya sebagian variabel keputusannya yang merupakan bilangan integer.

#### **2.2.6. Branch and Bound**

*Branch and bound* adalah sebuah metode untuk menghasilkan penyelesaian optimal pemrograman linier yang menghasilkan variabel-variabel keputusan bilangan bulat. Metode ini akan membatasi penyelesaian optimal yang akan menghasilkan bilangan pecahan dengan cara membuat cabang atas dan bawah bagi masing-masing variabel keputusan yang bernilai pecahan agar bernilai bulat sehingga setiap pembatasan akan menghasilkan cabang baru (Siswanto, 2007).

Secara sederhana, *branch and bound* hanya cara mengorganisasikan permasalahan yang sulit dan membaginya menjadi dua atau kedalam bentuk permasalahan yang lebih kecil atau sub masalah. Jika permasalahan yang lebih kecil ini masih terlalu sulit untuk dipecahkan, maka akan dibagi lagi menjadi lebih kecil. Proses ini akan berulang terus hingga permasalahan menjadi mudah untuk diselesaikan. Proses *branching* akan diselesaikan sedemikian rupa agar hasil

penyelesaian setiap sub masalah sama dengan penyelesaian masalah sesungguhnya. (Carter dan Price, 2001).



Gambar 2.3. Contoh Penyelesaian Branch and Bound (Pane, 2012)

#### 2.2.6. Software LINGO 13.0

Lingo merupakan alat komprehensif yang dirancang untuk membangun dan menyelesaikan permasalahan *linear*, *nonlinear (convex & nonconvex/global)*, *quadratic*, *quadratically constrained*, *second order cone*, *stochastic*, dan optimasi model integer secara cepat dan lebih efisien.

Software LINGO 13.0 akan melakukan penyelesaian model dengan metode *branch and bound* secara simultan. Versi edukasi LINGO 13.0 yang digunakan mampu menyelesaikan model dengan 4000 kendala, 8000 variabel, 800 integer variabel, 800 nonlinier variabel, dan 20 global variabel. Sehingga model yang dibuat harus sesuai dengan batasan kemampuan software LINGO 13.0 yang digunakan.