

BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Tinjauan pustaka meliputi kajian pustaka dan teori-teori yang digunakan untuk memahami permasalahan yang dibahas pada penelitian ini. Pada bab ini dijelaskan tentang kajian pustaka optimasi, algoritme genetika, dan permasalahan optimasi pada mobil *box*.

2.1 Kajian Pustaka

Penelitian pertama tentang perancangan program simulasi optimasi penyusunan barang dalam kontainer dengan menggunakan algoritme *greedy* (Gazali dan Manik, 2013). Luas kontainer dan jumlah barang yang akan dikirim harus dioptimalkan agar tidak menggunakan kontainer yang lain sehingga akan menghemat biaya pengeluaran. Ketika akan dimasukkan ke dalam kontainer, barang yang berada dalam kotak dapat dirotasi ataupun tidak sesuai dengan keadaan dan keinginan. Kemungkinan rotasi posisi kotak terdapat enam posisi. Kotak yang dimasukkan terlebih dahulu adalah yang memiliki ukuran yang lebih besar dari yang lain.

Penelitian kedua tentang penyusunan barang pada mobil *box* dengan menerapkan algoritme *firefly* (Safrina, 2015). Pada tahap sebelum optimalisasi, representasi awal penyusunan ditentukan secara acak. Hasil akhir dari penelitian ini menunjukkan bahwa metode tersebut dapat memberikan pola penyusunan barang dalam mobil *box* dengan optimal tanpa melanggar peraturan seperti batasan orientasi barang, kapasitas ruang di dalam mobil *box*, dan beban maksimal yang mampu di tampung mobil *box*.

Penelitian terakhir yaitu tentang penerapan algoritme genetika untuk permasalahan penentuan optimal protfolio saham (Wahyuni, Mahmudy & Setiawan, 2017). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan proporsi saham yang mampu menghasilkan keuntungan yang optimal dan kerugian yang kecil.

Perbandingan dalam peneletian di atas dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kajian Pustaka

No.	Judul	Object (Input)	Metode (Proses)	Hasil
1.	Perancangan Program Simulasi Optimasi Penyusunan Barang dalam Kontainer Menggunakan Algoritma <i>Greedy</i> . Gazali & Manik (2013)	Objek: barang 3D Input: <ul style="list-style-type: none"> - panjang, lebar, tinggi dan berat kontainer - panjang, lebar, tinggi dan berat barang - jumlah barang yang dimasukkan ke kontainer 	Metode: Algoritma <i>Greedy</i>	Output yang dihasilkan berupa gambar 3D koordinat susunan barang dan keterangan barang yang masuk / tidak.
2.	Optimalisasi Penyusunan Barang pada Mobil Box Menggunakan Algoritma <i>Firefly</i> . Safrina (2015)	Objek: barang 3D Input: <ul style="list-style-type: none"> - Data barang (panjang, lebar, tinggi) & data mobil box 	Metode: Algoritma <i>Firefly</i> Proses: <ul style="list-style-type: none"> - Input data - Inisialisasi - Penyusunan barang - Optimalisasi 	Output yang dihasilkan berupa urutan dan posisi akhir barang serta gambar 3D tata letak akhir barang.
3.	Penentuan Portofolio Saham Optimal Menggunakan Algoritma Genetika. Wahyuni, Mahmudy, Setiawan (2017)	Objek: Input: <ul style="list-style-type: none"> - Data alpa saham - Data beta saham - Data kesalahan residu saham 	Metode: Algoritma Genetika Proses: <ul style="list-style-type: none"> - Input data - Inisialisasi awal - Reproduksi - Perhitungan nilai <i>fitness</i> - Proses seleksi 	Output yang dihasilkan berupa individu terbaik yang mewakili masing-masing saham

2.2 Optimasi

Optimasi adalah sebuah proses yang berfungsi untuk menemukan solusi terbaik dengan optimal dari beberapa solusi alternatif dengan formulasi matematika (Safrina, 2015). Pendapat lainnya tentang optimasi merupakan pendekatan secara matematis untuk tujuan yang optimal dengan biaya yang minimum (Sianturi, 2012). Biaya yang dimaksud berupa uang, tenaga kerja, sumber daya, dan lain-lain. Sehingga dengan adanya optimasi tersebut dapat memberikan hasil yang efektif dan efisien dalam berbagai bidang (Lesmawati, Rahmi & Mahmudy, 2016). Hal ini tentunya sesuai dengan prinsip ekonomi yaitu meminimalkan pengeluaran dan mengoptimalkan output (Fachrurrazi, 2013).

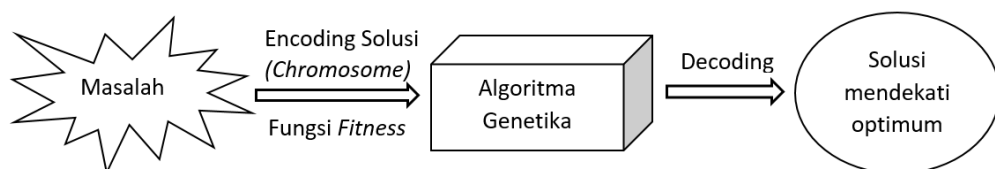
2.3 Algoritme Genetika

Algoritme genetika merupakan bagian dari algoritme evolusi (Panhares & Mahmudy, 2015), yang ditemukan pertama kali awal tahun 1970 an di New York Amerika Serikat oleh John Holland dari Universitas Michigan (Wahyuni, Mahmudy dan Setiawan, 2017). Kemudian John Holland dan anak didik serta teman kerjanya berhasil membukukan karyanya untuk pertama kali dengan judul “*Adaption in Natural and Artificial Sitemas*” tahun 1975 (Wahyuni, Mahmudy dan Setiawan, 2017).

Algoritme genetika merupakan metode algoritme yang populer untuk memecahkan permasalahan baik kompleks maupun non-kompleks seperti dalam bidang fisika, sosiologi, biologi, dan lain-lain dengan solusi yang optimal (Mahmudy, 2015). Terdapat beberapa penerapan algoritme genetika seperti permasalahan penjadwalan kuliah, optimasi penugasan mengajar bagi dosen (Mahmudy, 2015).

Solusi dari permasalahan tersebut dipetakan (*encoding*) menjadi string *chromosome* yang tersusun atas gen-gen yang merepresentasikan sebuah variabel-variabel solusi (Mahmudy, 2015). *Chromosome* terbaik tersebut terbentuk setelah melalui beberapa generasi (Mahmudy, 2015). Atau bisa diibaratkan hanya individu yang kuatlah yang akan mampu mempertahankan diri (Sianturi, 2012).

Terdapat beberapa elemen dasar dari genetika yang ada di alam, yaitu reproduksi, *crossover* dan mutasi (Sianturi, 2012). Penyelesaian masalah dengan algoritme genetika dapat digambarkan seperti Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Mencari solusi dengan algoritme genetika

Sumber: Mahmudy (2013)

Deskripsi struktur umum algoritme genetika terdapat dalam Gambar 2.2 (Mahmudy, 2015):

```
Procedure AlgortimeGenetika
Begin
  t = 0
  inisialisasi P(t)
  while (bukan kondisi berhenti) do
    reproduksi C(t) dari P(t)
    evaluasi P(t) dan C(t)
    seleksi P(t+1) dari P(t) dan C(t)
    t = t + 1
  end while
end
```

Gambar 2.2 Struktur Umum Algoritme Genetika

2.3.1 Proses Pencarian Solusi (*Chromosome*) Terbaik

Proses pencarian solusi dalam algoritme genetika diselesaikan melalui tahap-tahap di bawah ini (Mahmudy, 2015):

- Representasi kromosom.
- Proses inisialisasi.
- Proses reproduksi dapat menghasilkan anak dari induk acak yang terdapat dalam populasi. Di dalam proses reproduksi terdapat proses *crossover* dan mutasi.
- Proses evaluasi digunakan untuk menghitung *fitness*, dan mencari *fitness* yang optimal. Semakin besar nilai *fitness*, semakin besar juga untuk mendapatkan solusi yang optimal.
- Proses seleksi digunakan untuk memilih individu terbaik yang tetap akan bertahan pada generasi selanjutnya sebanyak populasi. Pada proses ini terdiri dari bermacam-macam jenis, yaitu metode *elitsm*, metode *roulette wheel* dan metode turnamen.
- Proses memperoleh generasi baru.
- Melakukan pengecekan kondisi berhenti (*termination condition*).

2.3.1.1 Representasi Kromosom

Representasi kromosom merupakan proses pengkodean dari penyelesaian asli sebuah permasalahan (Wahyuni, Mahmudy dan Setiawan, 2017). Solusi yang dihasilkan harus dikodekan dalam string kromosom (Mahmudy, 2015). Representasi kromosom yang biasa digunakan adalah representasi biner,

representasi *real coded*, representasi integer, representasi matriks dan representasi permutasi (Panharsi & Mahmudy, 2015). Representasi biner calon solusi dinyatakan dalam bilangan biner yaitu 0 dan 1, representasi integer dinyatakan dengan angka integer, representasi *real coded* dinyatakan dengan bilangan real (Wahyuni, Mahmudy dan Setiawan, 2017). Contoh representasi kromosom antara lain (Wahyuni, Mahmudy dan Setiawan, 2017):

1. String bit: 10011, 111011, dst.
2. Bilangan real: 65.65, 562.88, dst.
3. Elemen permutasi: E2, E10, dst.
4. Daftar aturan: R1, R2, dst.
5. Elemen program : pemograman genetika, dst.

2.3.1.2 Proses Inisialisasi Kromosom

Langkah yang dilakukan yaitu membangun sejumlah himpunan solusi awal yang dipilih secara acak (*random*) yang terdiri atas sejumlah string kromosom yang ditempatkan di penampungan atau disebut dengan populasi untuk mencari penyelesaian dengan optimal (Mahmudy, 2015).

Dalam langkah ini harus menentukan nilai ukuran populasi atau *popSize* yang menyatakan banyaknya jumlah individu yang akan ditampung dan ditentukan panjang setiap string kromosom yang dihitung berdasarkan variabel solusi yang dicari (Mahmudy, 2015).

2.3.1.3 Proses Reproduksi

Reproduksi merupakan proses menghasilkan keturunan. Di dalam proses reproduksi terdiri atas dua proses, yaitu tukar silang (*crossover*) dan mutasi (*mutation*) (Mahmudy, 2015).

1) *Crossover*

Metode *crossover* yang biasa digunakan antara lain *one-cut point crossover*, *extended intermediate crossover*, *partially mapped crossover (PMX)*, *order crossover (OX)*, *cycle crossover (CX)*, *position-based crossover*, *order-based crossover* dan *heuristic crossover* (Mahmudy, 2015). Beberapa metode *crossover* antara lain (Wahyuni, Mahmudy dan Setiawan, 2017):

a. *One cut point crossover*

Metode *one cut point crossover*, dengan memilih satu titik potong dan menukarkan bagian kanan dari masing-masing *parent* atau induk untuk menghasilkan *offspring*.

Misalkan ada dua kromosom:

Induk 1: 0 1 1 1 | 0 0 1 0 1 1 1 0

Induk 2: 1 1 0 1 | 0 0 0 0 1 1 0 1

Posisi yang terpilih secara acak adalah bit ke-4. Setelah dilakukan *crossover*, diperoleh kromosom-kromosom baru:

Anak 1: 0 1 1 1 | 0 0 0 0 1 1 0 1

Anak 2: 1 1 0 1 | 0 0 1 0 1 1 1 0

Metode *one cut point crossover* dapat digunakan representasi biner dan representasi permutasi, sedangkan *extended intermediate crossover* dapat digunakan pada representasi *real coded*.

b. *Extended intermediate crossover*

Metode *extended intermediate crossover* menghasilkan anak dari nilai dua induk yang kombinasi (Mahmudy, 2015). Misalkan secara random terpilih P1 dan P2 sebagai kromosom induk, maka *offspring* C1 dan C2 dapat dibangkitkan sebagai berikut:

$$C_1 = P_1 + \alpha (P_2 - P_1) \quad (2.1)$$

$$C_2 = P_2 + \alpha (P_1 - P_2) \quad (2.2)$$

Nilai α dipilih secara acak dengan interval yang sebelumnya telah ditentukan.

c. *Partially Mapped Crossover (PMX)*

Untuk langkah-langkah *Partially Mapped Crossover (PMX)* sebagai berikut (Deep & Mebrahtu, 2012):

- *Substring selection* : memotong dua substring pada masing-masing induk dengan posisi yang sama.
- *Substring exchange* : menukar antara dua substring yang terpilih antar induk.
- *Mapping list determination* : menentukan hubungan pemetaan berdasarkan substring yang terpilih.
- *Offspring legalization* : menentukan kromosom turunan sesuai dengan hubungan pemetaan.

Misalkan, pilih P1 dan P2 sebagai induk (*parents*)

P1: 1 2 5 6 4 3 8 7

P2: 1 4 2 3 6 5 7 8

Misalkan dipilih secara acak dua titik potong sebagai berikut:

P1: 1 2 | 5 6 4 | 3 8 7

P2: 1 4 | 2 3 6 | 5 7 8

Kemudian range (di dalam dua titik potong) ditukar antara induk, menjadi:

P1: 1 2 | 2 3 6 | 3 8 7

P2: 1 4 | 5 6 4 | 5 7 8

Sehingga di dapatkan hasil pemetaan:

2 ↔ 5, berarti 2 akan diganti dengan 5 dan sebaliknya, berlaku diluar dua titik potong

3 ↔ 6 ↔ 4, 4 dapat diganti dengan 6 atau 3, sehingga menjadi:

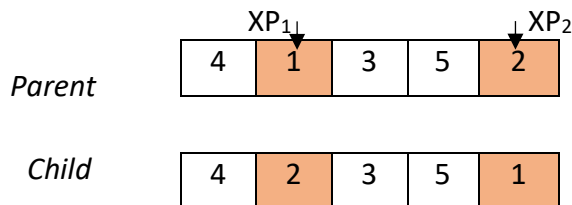
C1: 1 5 2 3 6 4 8 7

C2: 1 3 5 6 4 2 7 8

Metode *Partially Mapped Crossover (PMX)* akan digunakan dalam penentuan *crossover* dalam penelitian ini.

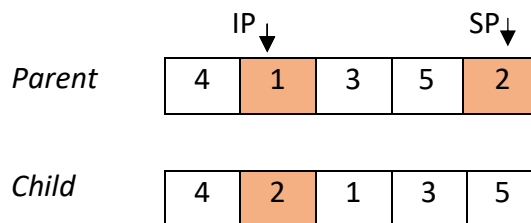
2) Mutasi

Proses mutasi berfungsi untuk menciptakan anak atau individu baru yang diperoleh dari proses modifikasi gen yang satu dengan yang lain (Wahyuni, Mahmudy dan Setiawan, 2017). *Reciprocal exchange mutation* adalah metode yang paling sederhana (Mahmudy, 2015). Metode tersebut bekerja dengan cara menukarkan nilai yang terdapat pada dua posisi (*exchange point / XP*) yang sebelumnya telah dipilih secara acak seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Reciprocal Exchange Mutation

Metode yang lain yaitu *insertion mutation*, dengan cara memilih satu posisi (*selected point / SP*) secara acak yang kemudian diambil dan disisipkan nilai yang ada pada posisi lain (*insertion point / IP*) secara random seperti Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Insertion Mutation

2.3.1.4 Proses Evaluasi

Proses evaluasi yaitu menentukan perhitungan *fitness* setiap kromosom yang nantinya akan menjadi tolak ukur untuk penentuan generasi selanjutnya (Panharesi & Mahmudy, 2015). Semakin besar nilai *fitness* maka peluang akan menjadi calon solusi semakin besar (Mahmudy, 2015). Untuk kasus mencari nilai maksimum, nilai *fitness* dapat ditentukan dengan rumus di bawah ini (Mahmudy, 2015):

$$fitness = f(x) \tag{2.4}$$

Sedangkan jika nilai minimum yang dicari, dapat ditentukan dengan salah satu rumus ini (Mahmudy, 2015):

$$fitness = C - f(x) \quad (2.5)$$

$$fitness = 1/f(x) \quad (2.6)$$

Keterangan:

C = nilai konstanta yang telah ditentukan awal

2.3.1.5 Proses Seleksi

Proses seleksi digunakan untuk menentukan individu yang dapat dipertahankan untuk hidup pada generasi berikutnya yang berasal dari himpunan populasi (*parent*) dan *offspring* (Mahmudy, 2015). Hal tersebut berfungsi untuk memperbaiki generasi selanjutnya agar yang terlahir generasi yang baik (Panhares & Mahmudy, 2015). Terdapat beberapa metode untuk menentukan proses seleksi, diantaranya (Panhares & Mahmudy, 2015):

- *Elitism Selection*

Pada metode ini yaitu dengan mengurutkan nilai *fitness* dari yang terbesar ke yang kecil atau yang dikenal dengan istilah perankingan. Jadi individu yang terbaik dipilih dari nomor urut satu sampai ukuran *popSize* yang ditentukan, sehingga terlahirlah populasi baru untuk generasi berikutnya. Metode *Elitism Selection* akan digunakan dalam penentuan proses seleksi dalam penelitian ini.

- *Roulette Wheel*

Pada metode *roulette wheel*, dalam melakukan seleksi menggunakan probabilitas dengan menghitung probabilitas kumulatif (*probCum*). Semua individu dalam *roulette wheel* memiliki peluang untuk menjadi generasi selanjutnya. Dalam metode ini dilakukan dengan cara menghitung nilai probabilitas seleksi (*prob*) masing-masing individu berdasarkan nilai *fitness*nya (Mahmudy, 2015).

- *Binary tournament selection*

Pada metode *binary tournament selection* dilakukan dengan membandingkan individu yang nilai *fitness*nya terbaik diantara individu yang terpilih lainnya secara random. Misalkan individu yang terpilih P2 dan P3. P2 dengan nilai *fitness* 16.8562 dan P3 20.2378. Dengan seleksi ini, P2 dan P3 dibandingkan, dipilih *fitness* yang nilainya terbaik yaitu yang memiliki nilai tertinggi. Jadi P3 terpilih untuk menjadi individu baru untuk generasi berikutnya.

- *Replacement selection*

Pada metode *replacement selection* individu terbaik akan selalu dijamin lolos untuk generasi berikutnya, tetapi peluang individu yang memiliki nilai *fitness* rendah bisa juga lolos untuk generasi selanjutnya (Mahmudy, 2015). Metode seleksi ini memiliki dua aturan (Mahmudy, 2015):

- Akan menggantikan nilai induk jika ada nilai *fitness* yang lebih baik saat produksi *offspring*.

- Induk yang lemah diganti jika nilai *fitness* lebih baik dari induk yang lemah saat produksi *offspring*.

2.3.1.6 Proses Kondisi Berhenti

Terdapat beberapa kriteria proses iterasi akan berhenti (Mahmudy, 2015):

1. Ketika sudah mencapai kondisi generasi n . Nilai n ditentukan sebelumnya sesuai dengan penelitian sebelumnya. Nilai n semakin besar saat ukuran dan kompleksitas masalah semakin tinggi.
2. Ketika tidak dijumpai solusi terbaik saat sudah mencapai generasi ke n .
3. Ketika telah mencapai t satuan waktu.

2.3.2 Kelebihan Algoritme Genetika

Algoritme genetika memiliki banyak kelebihan, diantaranya yaitu (Mahmudy, 2015):

- Dapat memecahkan permasalahan kompleks .
- Dalam sebuah populasi, individu dapat dibagi menjadi sub-populasi yang mampu diproses komputer secara paralel, sehingga meminimalkan waktu komputasi pada permasalahan kompleks.
- Himpunan solusi yang dihasilkan sangat optimal dan berguna untuk menyelesaikan permasalahan dengan berbagai obyek.
- Dapat menyelesaikan permasalahan kompleks dengan banyak variabel, bisa variabel kontinyu, diskrit atau campuran dari keduanya.
- Dalam mengkodekan solusi, menggunakan *chromosome* sehingga dapat melakukan pencarian tanpa memperhatikan informasi deviatif yang spesifik dari permasalahan yang akan diselesaikan.
- Dapat diimplementasikan ke dalam berbagai macam data seperti data numerik atau menggunakan fungsi analisis.
- Dapat dihibridasi dengan algoritme lainnya.
- Bersifat *ergodic* yang mampu menghasilkan sembarang solusi dari solusi yang lain hanya dengan beberapa langkah.

2.4 Mobil Box

Mobil box dapat digunakan sebagai salah satu sarana keperluan bisnis atau industri yang tidak kalah pentingnya yang digunakan sebagai armada transportasi. Proses pengiriman barang dengan alat transportasi dilakukan agar lebih efisien (Safrina, 2015). Mobil box dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu: mobil box berukuran kecil, sedang dan besar (PT Medika Renta Mobolindo, 2015).

- a. Mobil Box Kecil

Mobil ini biasanya cukup banyak digunakan untuk para pelaku bisnis. Mobil tersebut dapat digunakan untuk membawa berbagai barang yang tidak terlalu besar atau banyak. Terdapat berbagai brand dan pabrikan seperti: Suzuki APV, Suzuki Carry dan Daihatsu Grnd Max. Mobil ini sering digunakan untuk keperluan bisnis catering, bisnis toko online, pabrik rumahan, jasa ekspedisi barang, pabrik tas dan lain-lain. Pemilihan mobil ini dilakukan ketika barang yang akan didistribusikan ukurannya kecil, jumlah yang tidak terlalu banyak, perjalanan tidak terlalu jauh dan untuk meminimalisasi budget.

b. Mobil Box Sedang

Mobil Box berukuran sedang ini sangat banyak peminatnya karena mobil ini dapat menampung lebih banyak barang. Terdapat berbagai brand di Indonesia, seperti: mobil box sedang dari Isuzu dan dari Mitsubishi. Kedua brand ini merupakan yang paling banyak diminati. Biasanya memiliki sekitar 4 sampai 6 jumlah ban. Mobil ini sering digunakan untuk catering, pabrik, jasa ekspedisi, penyalur sembako dan lain-lain. Mobil ini dapat dipilih sebagai alternatif jika jumlah barang yang dibawa lumayan banyak, ukuran barang lebih besar dan perjalanan jarak jauh.

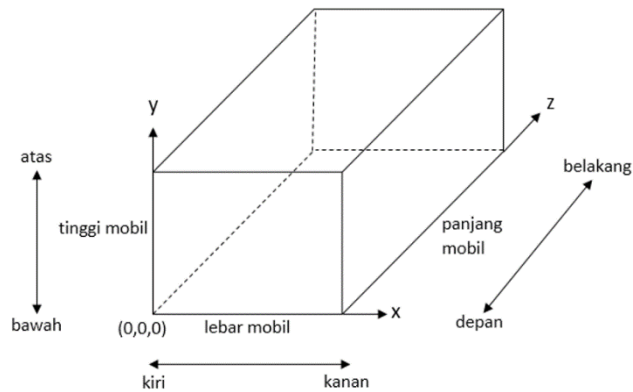
c. Mobil Box Besar

Mobil Box berukuran besar ini digunakan untuk mendistribusikan barang dengan jumlah yang sangat banyak, barang yang dibawa cukup berat dan jarak perjalanan yang ditempuh cukup jauh. Brand yang paling terkenal dengan kualitas yang handal seperti Mitsubishi dan Hino. Jumlah ban sekitar 6 atau bahkan lebih dari 6. Mobil ini sering digunakan untuk pabrik, jasa ekspedisi, distributor sparepart, distributor bahan baku dan lain-lain.

2.5 Permasalahan Optimasi Barang pada Mobil *Box*

2.5.1 Gambaran Umum Objek

Dalam permasalahan optimasi penyusunan barang pada mobil *box* menggunakan dua buah objek, yaitu barang dan mobil *box*. Mobil *box* yang dipakai untuk penelitian memiliki panjang, lebar, tinggi dan beban maksimal yang mampu ditampung mobil *box*. Gambaran umum objek sebuah mobil *box* seperti Gambar 2.5.

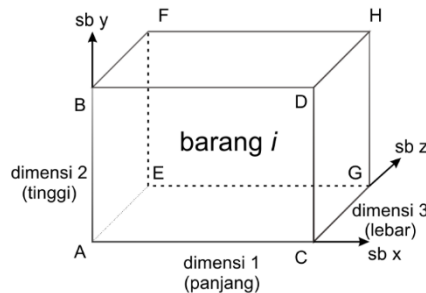


Gambar 2.5 Gambaran Mobil *Box* dalam Koordinat Tiga Dimensi

Sumber: Susanto (2009)

Pada Gambar 2.5, sumbu x menggambarkan lebar mobil, sumbu y menggambarkan tinggi mobil dan sumbu z menggambarkan panjang mobil.

Barang yang disusun berbentuk tiga dimensi yang memiliki panjang, lebar dan tinggi. Setiap barang mempunyai berat yang digunakan sebagai batasan kapasitas maksimal mobil *box*. Gambaran umum objek barang dapat dilihat pada Gambar 2.6.

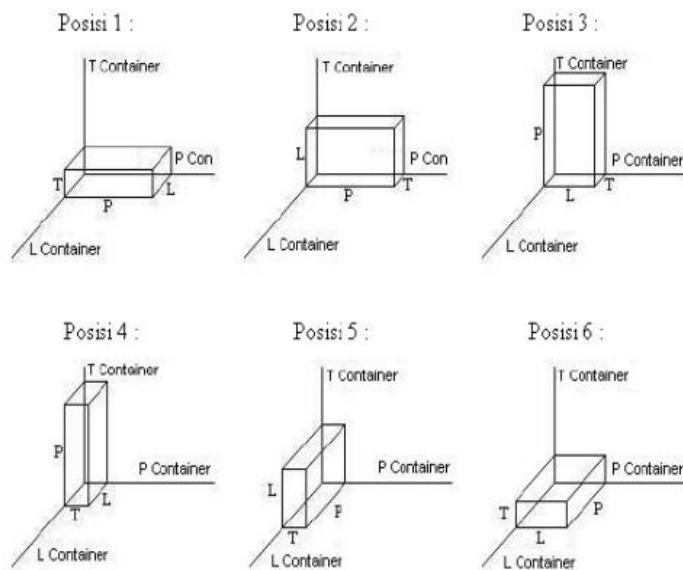


Gambar 2.6 Objek Barang

Sumber: Safrina (2015)

Pada Gambar 2.6 dapat dilihat bahwa barang *i* memiliki dimensi 1 (panjang) pada sumbu x, dimensi 2 (tinggi) sumbu y dan dimensi 3 (lebar) sumbu z. Terdapat beberapa asumsi untuk menyederhanakan dalam penyelesaian masalah penyusunan barang dalam mobil *box* (Susanto, 2009):

- Barang berbentuk persegi panjang atau kotak atau balok atau kubus yang memiliki ukuran yang berbeda-beda.
- Barang dirotasi atau tidak sesuai dengan kebutuhan dan keadaan. Suatu barang *i* juga bisa dirotasi dengan enam variasi seperti Gambar 2.7.

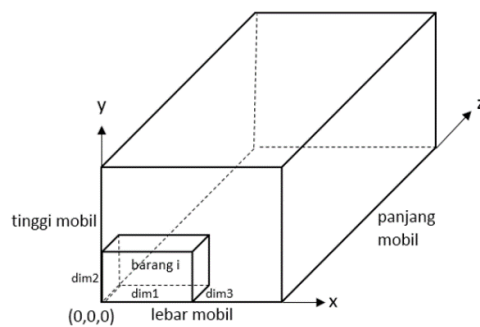


Gambar 2.7 Variasi Perotasian Barang

Sumber: Susanto (2009)

- c) Barang yang disusun terlebih dahulu adalah barang yang memiliki ukuran lebih besar yang kemudian diikuti kotak yang lebih kecil.
- d) Barang yang berada di paling atas berada di atas barang yang dibawahnya.

Gambaran umum penempatan barang i pada mobil *box* dapat dilihat seperti pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Penempatan Barang pada Mobil Box

Sumber: Safrina (2015)

Pada Gambar 2.8 dimensi 1 barang menempati posisi lebar mobil, dimensi dua menempati tinggi mobil, dan dimensi tiga menempati panjang mobil.

2.5.2 Fungsi Objektif

Dalam melakukan penyusunan barang dalam mobil *box* diperlukan optimasi agar barang yang disusun tersebut maksimal. Hal yang harus diperhatikan dalam penyusunan barang yaitu fungsi objektif (*objective function*) dan batasan (*constraint*) (Safrina, 2015). Fungsi objektif berfungsi untuk mengoptimalkan penggunaan ruang yang tersedia dengan menggunakan total volume barang yang

dapat disusun pada mobil *box*. Fungsi objektif dapat dilihat dalam Persamaan 2.7. Persamaan tersebut akan digunakan sebagai *fitness* dari masing-masing calon solusi (Lim, Gunadi & Gang, 2004):

$$f(x) = \frac{\sum Vb}{Vk} * 100\% \quad (2.7)$$

Dimana: $f(x)$ = Fungsi objektif / *fitness*
 Vb = Seluruh volume barang yang masuk
 Vk = Volume kendaraan

2.5.3 Batasan (*constraints*)

Selain fungsi objektif, permasalahan optimasi juga menentukan batasan permasalahan (*constraint*). Batasan (*constraint*) merupakan suatu kondisi yang harus dipenuhi dalam optimasi penyusunan barang. Solusi yang dihasilkan tidak boleh melanggar batasan-batasan tersebut. Batasan-batasan dalam penyusunan barang adalah sebagai berikut (Safrina, 2015):

1. Orientasi Barang

Barang yang disusun berbentuk balok atau kubus yang memiliki dimensi panjang, lebar dan tinggi. Ada barang yang dapat dirotasi atau tidak. Barang yang dapat dirotasi memiliki enam variasi orientasi. Sedangkan barang yang tidak bisa dirotasi, hanya mempunyai satu orientasi variasi.

2. Beban Maksimal Mobil *Box*

Masing-masing dari mobil *box* memiliki batas beban maksimal barang yang dapat ditampung. Sehingga beban barang tidak boleh melebihi beban maksimal mobil *box*. Model matematika yang digunakan terdapat pada Persamaan 2.8.

$$\forall i \in \{1, \dots, n\} \sum_{i=1}^n w_i * x_i \leq W \quad (2.8)$$

Keterangan:

i = Indeks Barang
 n = Jumlah Barang
 w_i = Berat barang i
 W = Beban maksimum mobil *box*
 x_i = Variabel biner yang mengidentifikasi dapat atau tidaknya barang i disusun pada mobil *box*. Bernilai 1 jika barang berada di mobil, 0 jika tidak.

3. Kapasitas Ruang Mobil *Box*

Batasan kapasitas ruang mobil *box* digunakan supaya barang-barang yang akan disusun ke dalam mobil *box* memiliki ukuran sama atau kurang dari kapasitas

mobil *box*. Volume barang yang disusun tidak boleh melebihi volume mobil *box*. Persamaan yang digunakan seperti pada Persamaan 2.9

$$\forall i \in \{1, \dots, n\} \sum_{i=1}^n p_i * l_i * t_i * x_i \leq P * L * T \quad (2.9)$$

Masing-masing dimensi panjang, lebar dan tinggi barang juga tidak boleh melebihi panjang, lebar dan tinggi mobil *box*. Persamaan yang digunakan seperti pada Persamaan 2.10:

$$\forall i \in \{1, \dots, n\} \sum_{i=1}^n p_i \leq L \text{ dan } l_i \leq P \text{ dan } t_i \leq T \quad (2.10)$$

Dimana:

- i = Indeks Barang
- n = Jumlah Barang
- p_i, l_i, t_i = Masing-masing panjang, lebar dan tinggi barang i
- P, L, T = Masing-masing panjang, lebar dan tinggi mobil *box*
- x_i = Variabel biner yang mengidentifikasi dapat atau tidaknya barang i disusun pada mobil *box*. Bernilai 1 jika barang berada di dalam mobil *box* dan 0 jika tidak.