

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Optimalisasi Produksi

Optimalisasi merupakan pendekatan normatif dengan mengidentifikasi penyelesaian terbaik dari suatu permasalahan yang diarahkan pada titik maksimum atau minimum suatu fungsi tujuan (Nasendi, 1985 dikutip oleh Nasrun, 2009). Optimalisasi produksi diperlukan perusahaan dalam rangka mengoptimalkan sumber daya yang digunakan agar suatu produksi dapat menghasilkan produk dalam kuantitas dan kualitas yang diharapkan, sehingga perusahaan dapat mencapai tujuannya (Nasrun, 2009). Optimalisasi juga dapat diartikan sebagai pencapaian suatu keadaan yang terbaik. Apabila dikaitkan dengan produksi, maka pengertian optimalisasi produksi berarti pencapaian suatu keadaan terbaik dalam kegiatan produksi (Nasrun, 2009).

Berdasarkan langkah-langkah optimalisasi, setelah masalah diidentifikasi dan tujuan ditetapkan maka langkah selanjutnya adalah memformulasikan model matematik yang meliputi tiga tahap, yaitu (Mulyono, 1991 dikutip oleh Nasrun, 2009):

1. Menentukan variabel yang tidak diketahui (variabel keputusan) dan nyatakan dalam simbol matematik.
2. Membentuk fungsi tujuan yang ditunjukkan sebagai hubungan linear (bukan perkalian) dari variabel keputusan,
3. Menentukan semua kendala masalah tersebut dan mengekspresikan dalam persamaan atau pertidaksamaan yang juga merupakan hubungan linear dari variabel keputusan yang mencerminkan keterbatasan sumber daya masalah tersebut.

Perilaku optimasi yang dilakukan perusahaan, bertujuan untuk memperoleh keuntungan maksimum, adapun keuntungan maksimum dapat ditempuh melalui dua cara yaitu (Nasrun, 2009):

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Maksimisasi, yaitu menggunakan atau mengalokasikan masukan (biaya) yang sudah tertentu untuk mendapatkan keuntungan atau penerimaan maksimum.
2. Minimisasi, yaitu untuk menghasilkan tingkat *output* tertentu dengan menggunakan masukan (biaya) yang paling minimal.

Persoalan optimisasi adalah suatu persoalan untuk membuat nilai suatu fungsi dari beberapa variabel menjadi maksimum atau minimum dengan memperhatikan pembatasan-pembatasan yang ada. Biasanya pembatasan-pembatasan tersebut meliputi tenaga kerja (*men*), uang (*money*), material yang merupakan *input* serta waktu dan ruang (Supranto, 1980 dikutip oleh Nasrun, 2009).

2.2 Sejarah Roti

Roti adalah makanan tertua didunia yang hampir semua orang mengenal roti sebagai sajian yang memiliki varian. Roti yang terbuat dari bahan terigu, ragi, mentega, gula dan garam yang sudah ada sejak ribuan tahun yang lalu. Makanan ini berasal dari bangsa Mesir. Roti ditemukan saat mereka mencari cara lain untuk menikmati gandum kemudian dikembangkan pula jenis gandum yang baru yang memungkinkan terciptanya jenis roti yang baru. Dari Mesir inilah bangsa Yunani mengambil teknologi pembuatan roti, teknologi yang kemudian menyebar di seluruh Eropa dan menjadikan roti sebagai makanan yang dianggap penting oleh masyarakatnya. Roti masa itu belum seempuk dan seenak sekarang dan cara membuatnya pun menjijikan. Dimana tepung, air dan adonan ragi di campur lalu diinjak-injak oleh para budak. Namun roti tidak lagi dibakar di api terbuka, tetapi didalam tungku primitif berbentuk kerucut (Auliya, 2014).

Di Indonesia, orang-orang biasa makan roti tawar empuk, berwarna putih, berbentuk kotak dan kulitnya tipis. Orang Perancis lebih menyukai roti panjang dan langsing seperti tabung, kulitnya tebal tetapi di dalamnya empuk (*baguette*). Sementara orang Jerman dan Rusia menyukai roti dari gandum. Pada saat ini roti sudah menjadi bagian dari kehidupan sehari-hari, tidak hanya berbentuk datar tetapi juga dalam aneka bentuk, rasa dan ukuran yang berbagai macam variasinya (Auliya, 2014).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.1 Produk Roti Bobo

2.2.1 Bahan-Bahan Membuat Roti

Untuk membuat roti tentu tidak lupa dengan penggunaan bahan-bahan dasar yang digunakan, berikut adalah bahan-bahan dasar yang digunakan untuk membuat roti (Auliya, 2014):

1. Tepung Terigu

Tepung terigu adalah bahan dasar dalam pembuatan roti. Tepung terigu terbuat dari gandum yang melalui proses tahap penggilingan hingga menjadi tepung terigu. Dibutuhkan takaran yang tepat dalam membuat roti. Hal ini dikarenakan agar roti yang dihasilkan tidak terlalu tebal dan tidak juga tipis.



Gambar 2.2 Tepung Terigu

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Gula

Gula merupakan salah satu bahan utama dalam pembuatan roti selain itu gula juga digunakan untuk bahan pemanis pada isian roti rasa coklat susu dan mocca susu. Gula juga dapat mengatur fermentasi dan juga sebagai penambah gizi. Gula dibutuhkan untuk bahan dasar roti dan bahan tambahan isian rasa coklat susu dan mocca susu.



Gambar 2.3 Tepung Gula

3. Garam

Garam mempunyai fungsi yang tidak bisa diabaikan dalam pembuatan roti selain pemberi rasa asin, garam dapat berguna menambah aroma serta mempertajam rasa manis pada proses pembuatan roti, penambahan sedikit garam juga dapat mencegah terjadinya *over* fermentasi pada ragi, pada proses pemanggangan garam berperan dalam menjaga kandungan uap air sedangkan pada kondisi yang lembab garam pada roti menyerap air dari atmosfer sehingga membuat tekstur menjadi lembut.



Gambar 2.4 Garam

4. Margarine

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

a. Margarine roti

Berfungsi mengempukan. Margarine berkontribusi terhadap kelembapan roti pada pemanggangan. Margarine berkontribusi memberikan aroma dengan meningkatkan aroma dari bahan-bahan yang lain.



Gambar 2.5 Margarine Roti

b. Margarine cream

Berfungsi menambah volume dan kelembutan pada cream isian. Cream ini dikhususkan untuk membuat bahan isian Roti Bobo rasa coklat susu dan mocca susu dengan tambahan bahan lainnya.



Gambar 2.6 Margarine Cream

5. Air

Merupakan bahan yang sangat penting dalam pembentukan adonan. Adonan tidak akan terbentuk tanpa penambahan air. Air yang berlebih dapat membentuk kondisi menjadi lebi lengket, membuat adonan menjadi lebih melebar, memiliki lubang, dan teksturnya kenyal.

6. Ragi

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Ragi merupakan bahan yang sangat penting dalam pembuatan roti, berguna sebagai pengembang. Ragi *instant* yang berbentuk seperti tepung. Ragi juga berfungsi dalam mengatur ukuran roti yang diinginkan.



Gambar 2.7 Ragi Instant

7. Bahan Pengisi

Bahan Pengisi

Bahan pengisi digunakan sebagai bahan pembantu dalam pembuatan roti manis, agar meningkatkan cita rasa dari roti manis yang dihasilkan. Bahan pengisi yang digunakan dalam pembuatan sebuah Roti Bobo antara lain:

a. Selai Cokelat



Gambar 2.8 Selai Cokelat

b. Selai Blueberry

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.9 Selai Blueberry

c. Selai Sarikaya



Gambar 2.10 Selai Sarikaya

d. Selai Raspberry/Strawberry

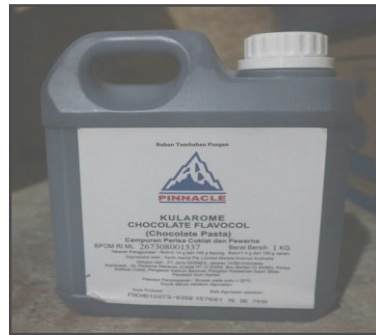


Gambar 2.11 Selai Raspberry/Strawberry

e. Perasa Cokelat

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.12 Perasa Cokelat

f. Perasa Mocca



Gambar 2.13 Perasa Mocca

2.2.2 Proses Pembuatan Roti

Berikut adalah tahap-tahap proses pembuatan roti (Auliya, 2014):

1. Seleksi Bahan

Bahan baku merupakan faktor yang menentukan dalam proses produksi atau pembuatan bahan makanan. Jika bahan baku yang digunakan mutunya baik maka diharapkan produk yang dihasilkan juga berkualitas. Bahan baku perusahaan Bobo Bakery diperoleh dari pembelian pada pemasok setiap hari nya agar menghindari bahan yang digunakan tidak kadaluarsa, dalam kondisi baik atau tidak rusak yang bertujuan untuk menjaga agar bahan yang digunakan dapat sesuai dengan syarat mutu yang telah ditetapkan oleh perusahaan, sehingga dihasilkan produk yang sesuai dengan standar mutu yang ditetapkan.

2. Penimbangan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Semua bahan ditimbang sesuai dengan formula. Penimbangan bahan harus dilakukan dengan benar agar tidak terjadi kesalahan dalam penggunaan jumlah bahan. Proses penimbangan menggunakan timbangan digital dan wadah.

3. Pembuatan Adonan (*Mixer*)

Proses pencampuran bahan berfungsi mencampur secara homogen semua bahan dengan tujuan untuk membuat adonan roti hingga kalis agar adonan mudah dibentuk. Pada proses ini bahan-bahan yang dicampur meliputi tepung terigu, gula pasir, garam, margarine, ragi dan air yang sudah ditimbang.

4. Pemotongan Adonan

Agar adonan sesuai dengan besarnya cetakan atau mesin yang akan digunakan untuk pencetakan, adonan perlu diukur lebih kurang 1 meter dan dibentuk sesuai spesifikasi mesin, adonan dipotong-potong dalam beberapa bagian. Adapun pemotongan dilakukan di atas meja dengan menggunakan pisau.

5. Pencetakan Adonan dan Pengisian

Selanjutnya adonan yang telah di potong-potong hingga beberapa bagian langsung dimasukkan ke dalam mesin *breadline*. Tujuannya adalah untuk membentuk adonan menjadi unit roti yang telah berisi rasa yang diinginkan. Dimana pembuatan dari rasa roti dilakukan ditempat terpisah untuk cream coklat susu dan mocca susu.

6. Peletakan Adonan dalam Loyang

Adonan yang sudah dibulatkan disusun kedalam loyang. Sebelum dimasukkan kedalam pembakaran proses ini dilakukan agar roti berkembang sehingga hasil akhir roti diperoleh dengan bentuk dan mutu yang baik. Dalam hal ini roti-roti diletakkan pada loyang yang disusun dalam rak.

7. Pengembangan atau fermentasi

Pada tahap ini roti akan diistirahatkan selama 180 menit diruangan khusus fermentasi dengan suhu 38-39°C dan kelembapan 80°C selama 3 jam untuk tiap raknya. Tujuannya adalah agar adonan tersebut dapat mengembang.

8. Pemanggangan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Setelah dibentuk sesuai yang dikehendaki dan dikembangkan secara optimal, adonan siap dipanggang di dalam oven.

9. Pendinginan

Setelah di oven hingga matang, roti didinginkan untuk menurunkan suhu pada roti sebelum dimasukkan ke dalam kemasan proses ini memakan waktu selama maksimal 20 menit untuk tiap raknya.

10. Pembuatan cream mocca susu dan cokelat susu

Proses pembuatan cream mocca dan cokelat susu lebih kurang sama namun yang membedakan adalah perasa yang digunakan. Perasa mocca untuk cream mocca susu dan perasa cokelat untuk cream cokelat susu. Bahan-bahan cream terdiri dari campuran margarine untuk cream, tepung gula dan perasa mocca/cokelat.

11. Pengisian cream mocca dan cokelat susu

Tahap ini merupakan untuk pengisian cream mocca dan cokelat susu. Karena proses isian pada jenis roti ini berbeda dengan jenis yang lainnya. Roti di susun diatas mesin untuk dipotong dan diisi cream. Tahapan ini hanya dilakukan untuk roti dengan cream coklat dan mocca susu. Proses ini berlangsung selama 50 pcs/menit dengan menggunakan mesin slasher. Sebelum dimasukkan ke mesin slasher, cream mocca dan cokelat susu dibuat dengan mencampurkan margarine, gula dan perasa cokelat atau mocca.

12. Pengepakan

Setelah semua proses produksi dilalui maka tahap akhir adalah proses pengepakan atau pengemasan sebelum dipasarkan. Menggunakan mesin packing dapat dihasilkan 70-90 pcs/menit. Setelah proses *packing*, roti disimpan didalam kardus besar untuk siap dikirim ke konsumen.

2.3 *Linear programming*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Fungsi tujuan dalam program linear dimaksudkan untuk menentukan nilai optimum yaitu nilai maksimal untuk masalah keuntungan dan nilai minimum untuk masalah biaya. Fungsi pembatas atau fungsi kendala diperlukan berkenaan dengan adanya keterbatasan sumber daya yang tersedia. Kendala-kendala ini diekspresikan dalam bentuk sejumlah persamaan atau pertidaksamaan linear dalam variabel atau peubahnya. Dengan demikian, tujuan utama program linear adalah menentukan nilai optimum (maksimal/minimal) dari fungsi tujuan yang telah ditetapkan (Dwijanto, 2008 dikutip oleh Winarsih, 2011). Petunjuk untuk menyusun model matematika adalah sebagai berikut (Winarsih, 2011):

1. Menentukan tipe dari masalah (maksimasi atau minimasi).
2. Mendefinisikan variabel keputusan. Koefisien kontribusi digunakan untuk menentukan tipe masalah dan untuk membantu mengidentifikasi variabel keputusan.
3. Merumuskan fungsi tujuan. Sesudah menentukan tipe masalah dan variabel keputusan dilanjutkan dengan mengkombinasikan informasi ke rumusan fungsi tujuan.
4. Merumuskan kendala.

Dalam tahap ini ada 2 pendekatan dasar, yaitu:

- a. pendekatan ruas kanan merupakan besar maksimum dari sumber daya yang tersedia dalam masalah maksimum maupun minimum dari sumber daya yang tersedia dalam masalah yang minimum.
- b. pendekatan ruas kiri, merupakan koefisien teknis dari daftar dalam tabel atau baris-baris. Meletakkan semua nilai sebagai koefisien teknis dan daftarnya dalam baris dan kolom.

2.3.1 Kelebihan dan Kekurangan Linear Program

Sebagai alat kuantitatif untuk melakukan pemrograman, program linear mempunyai beberapa kelebihan dan kekurangan. Kelebihan-kelebihan program linear yaitu (Soekartawi, 1995 dikutip oleh Nasrun, 2009):

1. Mudah dilaksanakan terutama jika menggunakan alat bantu komputer.
2. Dapat menggunakan banyak variabel sehingga berbagai kemungkinan untuk memperoleh pemanfaatan sumber daya yang optimal dapat dicapai.
3. Fungsi tujuan dapat difleksibelkan / *direlax* sesuai dengan tujuan penelitian atau berdasarkan data yang tersedia.

Kekurangan-kekurangan dari program linear yaitu (Soekartawi, 1995 dikutip oleh Nasrun, 2009):

1. Apabila alat bantu komputer tidak tersedia, maka program linear dengan menggunakan banyak variabel akan menyulitkan analisisnya bahkan mungkin tidak dapat dikerjakan secara manual. Metode ini tidak dapat digunakan secara bebas dalam setiap kondisi, tetapi dibatasi oleh asumsi-asumsi.
2. Metode ini hanya dapat digunakan untuk satu tujuan misalnya hanya untuk maksimisasi keuntungan atau minimisasi biaya.

2.3.2 Prinsip-Prinsip Program Linear

Tidak semua masalah optimasi dapat diselesaikan dengan program linear. Adapun prinsip-prinsip utama program linear antara lain sebagai berikut (Winarsih, 2011):

1. Adanya sasaran
 Sasaran dalam model matematika adalah masalah program linear berupa fungsi tujuan (fungsi objektif) yang akan dicari nilai optimalnya (maksimal/minimal).
2. Adanya tindakan alternatif
 Artinya nilai fungsi tujuan dapat diperoleh dengan berbagai cara dan diantaranya alternatif itu memberikan nilai optimal.
3. Adanya keterbatasan sumber daya
 Sumber daya atau *input* dapat berupa waktu, tenaga, biaya, bahan, dan sebagainya. Pembatas sumber daya disebut sebagai kendala (*constraints*) pembatas.
4. Masalah harus dapat dituangkan dalam bahasa matematika yang disebut model matematika.

5. Antara variabel yang membentuk fungsi tujuan dan kendala ada keterkaitan.

2.3.3 Asumsi Dasar Program Linear

Dalam mengatasi masalah optimasi sebagai program linear diperlukan beberapa asumsi yang terkandung dalam formula program linear. Asumsi-asumsi itu antara lain sebagai berikut (Winarsih, 2011):

1. Asumsi Kesebandingan (*Proporsionalitas*)

Asumsi ini berarti bahwa naik turunnya fungsi tujuan dan penggunaan sumber daya atau fasilitas yang tersedia akan berubah secara proporsional atau sebanding dengan perubahan tingkat kegiatan.

2. Asumsi Penambahan (*Aditivitas*)

Asumsi ini berarti bahwa nilai tujuan setiap kegiatan tidak saling mempengaruhi atau dalam program linear dianggap bahwa kenaikan dari nilai tujuan yang diakibatkan oleh kenaikan kegiatan dapat ditambahkan tanpa mempengaruhi bagian nilai tujuan yang diperoleh dari kegiatan lain.

3. Asumsi pembagian (*Divisibilitas*)

Asumsi ini menyatakan bahwa output yang dihasilkan oleh setiap kegiatan dapat berupa bilangan pecahan dan juga dengan nilai tujuan yang dihasilkan.

4. Asumsi Kepastian (*Deterministik*)

Asumsi ini menyatakan bahwa semua parameter yang terdapat dalam program linear (yaitu harga-harga a_j , b_j dan c_j) dapat diperkirakan dengan pasti, meskipun terkadang kurang tepat.

2.3.4 Bentuk Standar Model Program Linear

Di dalam menentukan masalah program linear diperlukan bentuk dasar agar lebih mudah dalam menyelesaikannya. Beberapa istilah yang banyak digunakan dalam model program linear antara lain sebagai berikut (Winarsih, 2011):

1. Z adalah nilai fungsi tujuan yang belum diketahui dan yang akan dicari nilai optimalnya. Fungsi tujuan merupakan pernyataan matematika yang menyatakan hubungan z dengan jumlah dari perkalian semua koefisien fungsi tujuan.

2. Koefisien fungsi tujuan (*koefisien kontribusi*) ialah nilai yang menyatakan kontribusi per unit kepada zuntuk setiap x_j dan biasa diberi simbol c_j .
3. Pembatas (*constraint*)
Pembatas merupakan kendala yang dihadapi sehingga kita tidak bisa menentukan harga-harga variabel keputusan secara sembarang (Tarliah, 2010). Adapun untuk mengubah suatu bentuk formulasi yang belum standar ke dalam bentuk standar dapat dilakukan cara-cara sebagai berikut (Suyitno, 2007 dikutip oleh Winarsih, 2011):
 - a. Pembatas yang bertanda \leq dan \geq dapat dijadikan suatu persamaan (bertanda $=$) dengan menambahkan atau mengurangi dengan suatu variabel *slack* pada ruas kiri pembatas itu.
 - b. Ruas kanan dari suatu persamaan dapat dijadikan bilangan nonnegatif dengan cara mengalikan kedua ruas dengan -1 .
 - c. Arah pertidaksamaan dapat berubah apabila kedua ruas dikalikan dengan -1 .
 - d. Pembatas dengan ketidaksamaan yang ruas kirinya berada dalam tanda mutlak dapat diubah menjadi dua ketidaksamaan.
4. Variabel keputusan (*decision variable*) adalah kumpulan variabel yang akan dicari untuk ditentukan nilainya. Jika variabel keputusan cukup banyak menggunakan x_1, x_2, \dots, x_n , dan sebagainya.
5. Koefisien teknis biasanya diberi simbol a_{ij} , menyatakan setiap unit penggunaan bidari setiap variabel x_j .
6. Nilai ruas kanan (*right hand side value*) adalah nilai-nilai yang biasanya menunjukkan jumlah (kuantitas, kapasitas) ketersediaan sumber daya untuk dimanfaatkan sepenuhnya. Simbol yang digunakan biasanya b_i (i menyatakan banyaknya kendala).
7. Variabel tambahan (*slack variable/surplus variable*) adalah variabel yang menyatakan penyimpanan positif atau negatif dari nilai ruas kanan. Variabel tambahan dalam program linear sering diberi simbol S_1, S_2, \dots

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.4 Metode Simpleks

Pada masa sekarang masalah-masalah program linear yang melibatkan banyak variabel keputusan dapat dengan cepat dipecahkan dengan bantuan komputer. Bila variabel keputusan yang dikandung tidak terlalu banyak, maka masalah tersebut dapat diselesaikan menggunakan suatu algoritma yang biasa disebut dengan metode simpleks (Subagyo, 1984 dikutip oleh Rochman, 2009).

Metode simpleks adalah salah satu prosedur aljabar yang bersifat iteratif, yang bergerak tahap demi tahap. Dengan penggunaan metode simpleks kita dapat memperhitungkan dan menentukan jumlah setiap produk yang semestinya untuk diproduksi untuk mencapai hasil yang optimum bagi usaha tersebut, sehingga dapat mengurangi biaya produksi yang berlebihan yang menyebabkan kerugian pada unit usaha dan banyaknya produk yang tidak habis di pasaran. Kelebihan lainnya adalah metode simpleks juga dapat memanfaatkan sumber daya yang terbatas seperti waktu proses, tenaga kerja, pemesinan dan bahan baku, untuk dapat mencapai hasil yang terbaik. (Kakiay, 2008).

Beberapa ketentuan yang perlu diperhatikan dalam penyelesaian. Dalam menyelesaikan persoalan pemrograman linear dengan metode simpleks pada beberapa contoh yang terkait dengan formulasi persoalan dalam bentuk standar simpleks unntuk dapat dimasukkan pada table simpleks yang pertama. Formulasi ini sangat penting untuk dapat mengubah persoalan kehidupan nyata menjadi bentuk matematis dalam metode simpleks (Sundry, 2014).

Metode simpleks merupakan prosedur aljabar yang bersiat intertif yang bergerakkn selangkah demi selangkah dimulai dari suatu titik ekstrim pada daerah fisibel (ruang solusi) menuju ke titik ekstrim yang optimum (Sumiyanto, 2008). Karena kesulitan menggambar grafik berdimensi banyak, maka penyelesaian masalah *linear programming* yang melibatkan lebih dari dua variabel menjadi tidak praktis atau tidak mungkin (Sumiyanto, 2008). Algoritma simpleks dirancang untuk menyelesaikan seluruh masalah *linear programming* baik yang melibatkan dua variabel atau lebih dari dua variabel (Sumiyanto, 2008).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
© Halqiatamrik UIN Suska Riau
Syaikh Muhammad Syarif Kasim Riau

2.4.1 Formulasi Standar Model *Linear programming*

Pertidaksamaan linear pada pembatas diubah menjadi suatu persamaan linear. Untuk mengubah pertidaksamaan linear yang bertanda “ \leq ” dengan menambah suatu variabel baru yang tidak negatif dan disebut variabel *slack* (Aminudin, 2005). Adapun bentuk formulasi pembatas “kecil sama dengan” dapat ditemukan sebagai berikut (Tarliah, 2010):

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m$$

Dapat ditulis dengan:

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n + S_m = b_m \quad \dots (2.3)$$

Keterangan:

a_{mn} : Koefisien teknis dalam kendala ke-m pada aktivitas ke-n

x_n : Peubah pengambilan keputusan atau kegiatan ke-n (tingkat kegiatan)

b_m : Sumber daya yang terbatas / konstanta dari kendala ke-m

S_m : Variabel *slack* dari kendala ke-m

Apabila pertidaksamaan linear bertanda “=” maka dapat dilakukan dengan menambah variabel baru yang nonnegatif dan disebut variabel *surplus*. Kedua macam variabel tersebut biasanya disimpulkan dengan S. Masuknya variabel *slack* dan variabel *surplus* karena perubahan pertidaksamaan menjadi persamaan pada pembatas menyebabkan perubahan model matematika. Adapun bentuk formulasi pembatas “besar sama dengan” dapat ditemukan sebagai berikut (Tarliah, 2010):

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \geq b_m$$

Dapat ditulis dengan:

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n - S_m + R_m = b_m \quad \dots (2.4)$$

Keterangan:

a_{mn} : Koefisien teknis dalam kendala ke-m pada aktivitas ke-n

x_n : Peubah pengambilan keputusan atau kegiatan ke-n (tingkat kegiatan)

b_m : Sumber daya yang terbatas / konstanta dari kendala ke-m

S_m : Variabel *surplus* dari kendala ke-m

R_m : Variabel *dummy* (artifisial) dari kendala ke-m

Selanjutnya untuk mengubah pertidaksamaan linear yang bertanda “=” dengan menambah suatu variabel baru yang tidak negatif dan disebut variabel variabel *dummy* (artifisial). Adapun bentuk formulasi pembatas (Tarliah, 2010):

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n = b_m$$

Dapat ditulis dengan:

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n + R_m = b_m \quad \dots (2.5)$$

Keterangan:

a_{mn} : Koefisien teknis dalam kendala ke-m pada aktivitas ke-n

x_n : Peubah pengambilan keputusan atau kegiatan ke-n (tingkat kegiatan)

b_m : Sumber daya yang terbatas / konstanta dari kendala ke-m

R_m : Variabel *dummy* (artifisial) dari kendala ke-m

Berdasarkan bentuk persamaan tersebut dapat ditabulasikan dalam bentuk umum tabel simpleks (Tarliah, 2010):

Tabel 2.2 Bentuk Umum Tabel Simpleks

	c_j	c_1	c_2	.....	c_n		
						b_i	$Ratio_i$
c_i	x_j	x_1	x_2	.....	a_{1n}		
c_1	x_1	a_{11}	a_{12}	.....	a_{1n}	b_1	$Ratio_1$
c_2	x_2	a_{21}	a_{22}	.....	a_{2n}	b_2	$Ratio_1$
\cdot	\cdot	\cdot	\cdot	\cdot	\cdot	\cdot
\cdot	\cdot	\cdot	\cdot	\cdot	\cdot	\cdot
\cdot	\cdot	\cdot	\cdot	\cdot	\cdot	\cdot
c_n	x_n	a_{m1}	a_{m2}	.....	a_{mn}	b_m	$Ratio_m$
	Z_j	Z_1	Z_2	.....	Z_n	Z	
	$Z_j - C_j$	$Z_1 - C_1$	$Z_2 - C_2$	.....	$Z_n - C_n$	Z	

Sumber: Tarliah(2010)

Langkah selanjutnya untuk menyelesaikan model program linear dengan langkah sebagai berikut (Aminudin, 2005):

1. Menentukan kolom kunci di antara kolom-kolom variabel yang ada, yaitukolom yang mengandung nilai $(z_j - c_j)$ paling negatif untuk kasus maksimasi dan atau mengandung nilai $(z_j - c_j)$ paling positif untuk kasus minimasi.

- Menentukan baris kunci di antara baris-baris variabel yang ada dengan angka pada kolom kunci dan baris yang sama, yaitu baris yang memiliki rasio kuantitas dengan nilai positif terkecil. Formula menentukan rasio kunci:

$$\text{Rasio kuantitas ke-}i = \frac{b_m}{\text{unsur kolom kunci yang positif}} \quad \dots (2.6)$$

- Bentuk tabel berikutnya dengan memasukkan variabel pendatang ke kolom variabel dasar dan mengeluarkan variabel perantau dari kolom tersebut, serta lakukan transformasi baris-baris baru variabel selain baris kunci dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Baris baru} = \text{baris lama} - (\text{rasio kunci} \times \text{baris kunci lama}) \quad \dots(2.7)$$

Perhitungan transformasi untuk baris kunci baru ialah:

$$\text{Baris kunci baru} = \frac{\text{baris kunci lama}}{\text{angka kunci}} \quad \dots (2.8)$$

- Uji optimalitas. Dengan kriteria jika semua koefisien pada baris ($z_j - c_j$) tidak ada lagi yang bertanda negatif, berarti tabel sudah optimal. Jika kriteria di atas belum terpenuhi maka diulangi langkah ke-3 sampai ke-6, hingga terpenuhi kriteria tersebut.

2.4.2 Komponen Metode Simpleks

Ada beberapa komponen yang sangat sering digunakan dalam metode simpleks, diantaranya (Kikiay, 2008):

- Iterasi adalah tahapan perhitungan dimana nilai dalam perhitungan itu tergantung dari nilai tabel sebelumnya.
- Variabel non basis adalah variabel yang nilainya diatur menjadi nol pada sembarang iterasi. Dalam terminologi umum, jumlah variabel non basis selalu sama dengan derajat bebas dalam sistem persamaan.
- Variabel basis merupakan variabel yang nilainya bukan nol pada sembarang iterasi. Pada solusi awal, variabel basis merupakan variabel *slack* (jika fungsi kendala merupakan pertidaksamaan \leq) atau variabel buatan (jika fungsi kendala menggunakan pertidaksamaan \geq atau $=$). Secara umum, jumlah

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

variabel basis selalu sama dengan jumlah fungsi pembatas (tanpa fungsi non negatif).

4. Solusi atau nilai kanan merupakan nilai sumber daya pembatas yang masih tersedia. Pada solusi awal, nilai kanan atau solusi sama dengan jumlah sumber daya pembatas awal yang ada, karena aktivitas belum dilaksanakan.
5. Variabel *slack* adalah variabel yang ditambahkan ke model matematik kendala untuk mengkonversikan pertidaksamaan \leq menjadi persamaan ($=$). Penambahan variabel ini terjadi pada tahap inisialisasi. Pada solusi awal, variabel *slack* akan berfungsi sebagai variabel basis.
6. Variabel *surplus* adalah variabel yang dikurangkan dari model matematik kendala untuk mengkonversikan pertidaksamaan \geq menjadi persamaan ($=$). Penambahan ini terjadi pada tahap inisialisasi. Pada solusi awal, variabel *surplus* tidak dapat berfungsi sebagai variabel basis.
7. Variabel buatan adalah variabel yang ditambahkan ke model matematik kendala dengan bentuk \geq atau $=$ untuk difungsikan sebagai variabel basis awal. Penambahan variabel ini terjadi pada tahap inisialisasi. Variabel ini harus bernilai 0 pada solusi optimal, karena kenyataannya variabel ini tidak ada. Variabel hanya ada di atas kertas.
8. Kolom *pivot* (kolom kerja) adalah kolom yang memuat variabel masuk. Koefisien pada kolom ini akan menjadi pembagi nilai kanan untuk menentukan baris *pivot* (baris kerja).
9. Baris *pivot* (baris kerja) adalah salah satu baris dari antara variabel basis yang memuat variabel keluar.
10. Elemen *pivot* (elemen kerja) adalah elemen yang terletak pada perpotongan kolom dan baris *pivot*. Elemen *pivot* akan menjadi dasar perhitungan untuk tabel simpleks berikutnya.
11. Variabel masuk adalah variabel yang terpilih untuk menjadi variabel basis pada iterasi berikutnya. Variabel masuk dipilih satu dari antara variabel non basis pada setiap iterasi. Variabel ini pada iterasi berikutnya akan bernilai positif.

atau satu untuk variabelnya, dinamakan *zero one integer programming* (Sumiyanto, 2008).

2.6 Metode *Cutting Plane*

Metode *cutting plane* merupakan metode yang digunakan untuk menyelesaikan program linear bilangan bulat, baik bilangan bulat murni maupun campuran dengan penambahan batasan baru yang disebut *gomory*. Batas *gomory* diberikan jika nilai dari variabel keputusan belum bulat (bernilai pecahan) (Taha, 1996 dikutip oleh Nico, 2014). Batasan-batasan tersebut secara efektif akan menyingkirkan beberapa ruang penyelesaian yang tidak berisi titik bilangan bulat yang layak, tetapi tidak pernah menyingkirkan satupun titik bilangan bulat yang layak (Taha, 1996 dikutip oleh Nico, 2014).

Pendekatan yang dilakukan dalam teknik *cutting plane* adalah dengan membuat pembatas tambahan yang memotong ruang fisibel dari *linearprogramming* relaksasi sehingga dapat mengeliminasi solusi yang tidak *integer*. Proses pemotongan akan terus berlangsung sehingga diperoleh solusi dengan seluruh variabel berharga *integer* (Tarliah, 2010).

Dalam metode *cutting plane* dibuat kendala tambahan yang memotong daerah penyelesaian yang layak dari persoalan masalah *integer* atau *mixed integer* sehingga dapat mengeliminasi penyelesaian yang bukan *integer*. Proses pemotongan pada daerah penyelesaian yang layak ini terus berlangsung sehingga diperoleh penyelesaian yang diinginkan (Pujiastuti, 2008).

Langkah-langkah prosedur *gomory* diringkas seperti berikut (Nico, 2014):

1. Selesaikan masalah program *integer* dengan menggunakan metode simpleks. Jika masalah sederhana, *gomory* dapat diselesaikan dengan pendekatan grafik, sehingga pendekatan *gomory* kurang efisien.
2. Buatlah suatu batasan *gomory*, apabila memiliki nilai $w_j = 0$ berarti $S_i = -f_i$ maka solusi tidak layak. Untuk mengatasi penyelesaian ketidaklayakan ini dapat digunakan metode dual.
3. Lakukan operasi transformasi baris-baris seperti penyelesaian operasi metode simpleks.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Selesai UIN Suska Riau

4. Periksa solusi optimum. Jika semua variabel basis memiliki nilai *integer*, solusi optimum *integer* telah diperoleh dan proses solusi telah berakhir. Jika satu atau lebih variabel basis masih memiliki nilai pecah, teruskan ke tahap 2.

Tabel 2.3 Optimum Masalah Program Linear

Basis	x_1	...	x_i	...	x_m	w_1	...	w_j	...	w_n	Solusi
z	0	...	0	...	0	\bar{c}_1	...	\bar{c}_j	...	\bar{c}_n	β_0
x_1	1	...	0	...	0	α_1^1	...	α_1^j	...	α_1^n	β_1
·	·		·		·	·		·		·	·
·	·		·		·	·		·		·	·
·	·		·		·	·		·		·	·
x_i	0	...	1	...	0	α_i^1	...	α_i^j	...	α_i^n	β_i
·	·		·		·	·		·		·	·
·	·		·		·	·		·		·	·
·	·		·		·	·		·		·	·
x_m	0	...	0	...	1	α_m^1	...	α_m^j	...	α_m^n	β_m

Sumber: Tarliah (2010)

Mengasumsikan variabel x_i bukan bilangan bulat, maka perlu dilakukan penambahan persamaan untuk *fractional cut*, persamaan diambil dari persamaan yang lebih kuat, definisi kekuatan ini digunakan pada pembatas baru yang diturunkan dari baris yang mempunyai (Tarliah, 2010)

- a. $\max_i (f_i)$: Baris dengan pecahan terbesar

b. $\max_i \frac{f_i}{\sum_{j=1}^n f_{ij}}$: Baris dengan rasio $\frac{f_i}{\sum_{j=1}^n f_{ij}}$ terbesar

Apabila f_i pada aturan (a) tidak berlaku maka memakai aturan (b) dan sebaliknya apabila f_i pada aturan (b) tidak berlaku maka memakai aturan (a). maka baris baru dapat dituliskan sebagai berikut (Tarliah, 2010):

$$G_i = \sum_{j=1}^n f_{ij} w_j - f_i \quad \dots (2.9)$$

Keterangan:

G_i : *Fractional cut*

f_{ij} : Total koefisien pecahan persamaan ke i

w_j : Variabel non basis

f_i : Koefisien solusi pecahan

Tabel 2.4 Optimum Penambahan Pembatas

Basis	x_1	...	x_i	...	x_m	w_1	...	w_j	...	w_n	S_i	Solusi
z	0	...	0	...	0	\bar{c}_1	...	\bar{c}_j	...	\bar{c}_n	0	β_0
x_1	1	...	0	...	0	α_1^1	...	α_1^j	...	α_1^n	0	β_1
...
x_i	0	...	1	...	0	α_i^1	...	α_i^j	...	α_i^n	0	β_i
...
x_m	0	...	0	...	1	α_m^1	...	α_m^j	...	α_m^n	0	β_m
S_i	0	...	0	...	0	$-f_{i1}$	...	$-f_{ij}$	...	$-f_{in}$	1	$-f_i$

Sumber: Tarliah (2010)

2.7 Metode Dual Simpleks

Apabila pada suatu iterasi mendapat persoalan program linear yang sudah optimum (berdasarkan kondisi optimalitas), tetapi belum fisibel (ada pembatas *nonnegatif* yang tidak terpenuhi). Maka persoalan tersebut harus diselesaikan dengan metode dual simpleks. Syarat digunakannya metode ini adalah bahwa seluruh pembatas harus merupakan ketidaksamaan yang bertanda (\leq), sedangkan fungsi tujuan bisa berupa maksimasi atau minimasi (Tarliah, 2010).

Pada dasarnya metode dual simpleks menggunakan tabel yang sama seperti metode simpleks pada primal, tetapi *leaving* dan *entering* variabelnya ditentukan sebagai berikut (Tarliah, 2010):

1. *Leaving variabel* (kondisi fisibilitas)

Yang menjadi *leaving variabel* pada dual simpleks adalah variabel basis yang memiliki harga negatif terbesar. Jika semua variabel basis telah berharga positif atau nol, berarti keadaan fisibel telah tercapai.

2. *Entering variabel* (kondisi optimalitas)

b. Tentukan perbandingan (rasio) antara koefisien persamaan z dengan persamaan *leaving variabel*. Abaikan penyebut yang positif atau nol. Jika semua penyebut berharga positif atau nol, berarti persoalan yang bersangkutan tidak memiliki solusi fisibel.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- c. Untuk persoalan minimasi, *entering variabel* adalah variabel dengan rasio terkecil sedangkan untuk persoalan maksimasi, *entering variabel* adalah variabel dengan rasio absolut terkecil. Pencarian *entering variabel*

$$\text{Entering variabel} = \frac{\text{koefisien persamaan } z}{\text{koefisien baris kunci}} \quad \dots (2.10)$$

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam metode ini (Sumiyanto, 2008):

1. Pada persoalan minimasi c_j harus dijaga agar tidak negatif
2. Pada persoalan maksimasi c_j harus dijaga agar tidak positif

Metode dual simpleks dipergunakan untuk mengatasi ketidaklayakan dengan memotong bidang solusi ke arah solusi *integer* optimal (Nico, 2014). Jika solusi baru (setelah menerapkan metode dual simpleks) adalah *integer* maka proses berakhir. Jika tidak, sebuah *gomory* baru ditambahkan dari tabel yang dihasilkan dan metode dual simpleks digunakan sekali lagi untuk mengatasi ketidaklayakan (Nico, 2014). Prosedur ini dilakukan sampai solusi *integer* dicapai. Tetapi, jika di salah satu iterasi metode dual simpleks menunjukkan bahwa tidak ada solusi layak, berarti masalah itu tidak memiliki solusi *integer* yang layak bahwa tidak ada solusi layak, berarti masalah itu tidak memiliki solusi *integer* yang layak (Nico, 2014).

2.8 Analisis Sensitivitas

Menurut (Tarliah, 2010) Analisis sensitivitas adalah analisis yang dilakukan untuk mengetahui akibat atau pengaruh dari perubahan yang terjadi pada parameter-parameter *linear programming* terhadap solusi optimal yang telah dicapai. Analisis sensitivitas terdiri atas dua tipe, yaitu analisis perubahan nilai koefisien dari fungsi tujuan dan analisis sisi kanan dari fungsi tujuan (*Right Hand Side*). Analisis perubahan koefisien fungsi tujuan dilakukan untuk mengetahui efek perubahan tanpa mengubah solusi optimal dengan parameter lain dipertahankan konstan. Tujuan dari analisis *Right Hand Side* (RHS) adalah untuk menentukan berapa banyak nilai sisi kanan dari fungsi kendala (b_j) dapat ditingkatkan atau diturunkan tanpa mengubah nilai *shadow price*-nya dengan parameter lain dipertahankan konstan (Nasrun, 2009).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Analisis sensitivitas dapat dikelompokkan menjadi lima berdasarkan perubahan-perubahan parameter yang terjadi, yaitu (Tarliah, 2010):

1. Perubahan koefisien fungsi tujuan (c_j)
2. Perubahan koefisien teknologi (a_{ij}) atau koefisien teknis
3. Perubahan koefisien kapasitas sumber daya dari fungsi kendala (b_i)
4. Adanya tambahan fungsi kendala baru
5. Adanya tambahan variabel pengambilan keputusan (x_j) atau adanya penambahan kegiatan baru.

Perubahan yang dimaksud dalam penelitian ini adalah perubahan koefisien fungsi tujuan pada masalah program linear bialngan bulat murni. Prinsip-prinsip dasar dalam menjalankan analisis sensitivitas antara lain (Tarliah, 2010):

1. Perubahan koefisien fungsi tujuan

Perubahan koefisien fungsi tujuan merupakan perubahan yang terjadi karena adanya penambahan atau pengurangan pada koefisien ongkos yang merupakan kontribusi dari setiap satuan kegiatan terhadap tujuan.

- a. Perubahan koefisien fungsi tujuan dari variabel non basis

Dalam kombinasi barang optimum, barang C tidak diproduksi karena keuntungan per unitnya rendah, yaitu: 1. Menjadi menarik untuk mencari interval suatu nilai demikian hingga solusi optimum yang ada tidak berubah. Jika nilai c_3 turun, ia tak berpengaruh terhadap solusi optimum yang ada. Namun, jika bertambah melebihi suatu nilai tertentu, barang C mungkin menjadi menguntungkan untuk diproduksi. Jika nilai c_3 berubah, nilai koefisien persamaan z dari variabel non basis x_3 pada tabel optimum turut berubah.

- b. Perubahan koefisien fungsi tujuan variabel basis

Penaruh perubahan keuntungan per unit suatu barang. Jika barang pertama turun dibawah satu tingkat yang tertentu dapat menjadi tidak menguntungkan untuk memproduksi barang lainnya pula. Begitu juga sebaliknya.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

c. Perubahan koefisien fungsi tujuan pada variabel basis dan non basis
Suatu kasus koefisien persamaan yang sederhana dapat mudah diselesaikan.

2. Perubahan konstan sisi kanan

Suatu perubahan pembatas dapat terjadi, dan perusahaan ingin menentukan bagaimana pengaruh terhadap kombinasi produk optimum. Tambahan pembatas mengubah vektor konstan sisi kanan pada tabel simpleks awal.

3. Perubahan kendala

a. Penambahan variabel-variabel atau kegiatan-kegiatan baru bagian penelitian dan pengembangan perusahaan dalam produk baru, yang dimana perusahaan ingin mengetahui produksi menguntungkan atau tidak.

b. Perubahan kebutuhan sumber daya dari kegiatan-kegiatan yang ada. Pemenuhan atas kebutuhan bahan mentah atau buruh dari kegiatan non basis berubah, pengaruh pada solusi optimum dapat dipelajari dengan mengikuti langkah-langkah yang sama. Disisi lain koefisien kendala dari suatu kegiatan basis berubah, maka matriks basis dengan sendirinya terpengaruh, yang apda gilirannya dapat mempengaruhi semua angka-angka.

c. Penambahan kendala baru.

Penambahan suatu kendala jasa administrasi terhadap masalah dimana barang a, b dan c. Masing-masing membutuhkan 1,2, dan 1 jam jasa administrasi, sementara tersedia 10 jam administrasi. Terhadap perumusan masalah, untuk mempelajari pengaruh terhadap solusi optimum yang ada, cukup membuktikan apakah kombinasi barang optimum yang ada memenuhi kendala baru.

4. Penambahan variabel baru

Penambahn suatu variabel atau produk baru akan mempengaruhi keuntungan ataupun perhitungan dari solusi optimum. Misalnya kita menambahkan produk A lainnya dengan kendala-kendalanya yang ada maka perhitungannya akan dihitung dari awal lagi untuk mencari keuntungan yang dituju.

5. Penambahan kendala baru

Penambahan kendala baru akan menghasilkan suatu solusi optimum yang berbeda dari sebelumnya.

2.9 LINDO (*Linear Interactive Discrete Optimizer*)

LINDO (*Linear Interactive and Discrete Optimizer*) adalah sebuah paket program yang didesain oleh Prof. Linus Schrage, *Graduate School of Business Chicago*, untuk menyelesaikan soal pemrograman linear, termasuk pemrograman linear *integer* biner. Dari sudut pandang teori sistem, program ini menghendaki masukan model matematik pemrograman linear dengan format standar. Masukan tersebut kemudian akan diolah dengan proses tertentu agar menghasilkan luaran (Sulistianing, 1995).

LINDO merupakan *software* yang digunakan untuk menyelesaikan masalah program linear dengan n variabel. Jika hanya menggunakan program linear secara manual atau dengan menggunakan metode simpleks akan lebih sulit dan memakan waktu lebih lama karena membutuhkan ketelitian dan ketekunan yang tinggi. Dengan LINDO penyelesaian permasalahan optimasi akan diperoleh secara cepat dan tepat, serta tingkat kesalahannya kecil. Program LINDO mampu mengolah kasus pemrograman linear yang memiliki ukuran matriks maksimum 119 kolom dan 59 baris. Untuk itu sangatlah tepat jika masalah dalam program linear seperti di atas ataupun segala permasalahan optimasi dalam dunia nyata dicari penyelesaiannya dengan LINDO (Patulak, 2012).

2.9.1 Mencari Solusi *Integer* dengan LINDO

Seperti yang telah dipelajari terdahulu, solusi optimal dari LINDO dapat berupa pecahan dan bilangan bulat. Akan tetapi, jika dibatasi lagi bahwa solusi yang diharapkan merupakan bilangan bulat, dengan memberi perintah tambahan kepada LINDO agar solusinya adalah solusi dari pemrograman *integer* bukan solusi dari pemrograman linier (Nachrowi, 2004).

Perintah tambahan pada LINDO untuk membatasi solusi *integer* adalah GIN (*General Integer*), sedangkan aturan mainnya (syntax-nya) dengan cara

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

meletakkan perintah tersebut setelah perintah END. Ada 2 cara penggunaannya (Nachrowi, 2004):

1. GIN n, artinya sebanyak n variabel keputusannya *integer*.
2. GIN x, yang berarti bahwa variabel x_i harus *integer*.

Sementara bila solusi yang diharapkan berupa bilangan bulat yang bernilai nol atau satu (bilangan biner), tambahan perintah yang diberikan adalah *INTEGER*, sedangkan syntax-nya adalah *INTEGER* x_i yang berarti bahwa variabel x_i berharga nol atau satu (Nachrowi, 2004).

2.9.2 Analisis Sensitivitas Keputusan dengan Menggunakan LINDO

Dalam pemodelan *linear programming*, semua parameter yang digunakan dalam model diasumsikan dapat diketahui secara pasti. Meskipun demikian, teknik *linear programming* ini dapat digunakan untuk menganalisis parameter-parameter yang sensitif terhadap perubahan. Artinya, ada parameter-parameter yang bila nilainya berubah, solusi optimalnya dapat berubah. Sementara ada parameter yang meskipun nilainya berubah perubahannya itu tidak mempengaruhi solusi optimal (Nachrowi, 2004).

Prinsip kerja utama LINDO adalah memasukkan data, menyelesaikan, serta menaksir kebenaran dan kelayakan data berdasarkan penyelesaiannya. Langkah-langkah yang dilakukan dalam menggunakan program LINDO adalah (Rochman, 2009):

1. Pilih *Start – Program – Winston – LINDO*.
2. Pada layar akan muncul *untitled* baru yang siap untuk digunakan. Kata pertama untuk mengawali pengetikan formula pada LINDO adalah MAX atau MIN. Persamaan yang diketikkan setelah kata MAX atau MIN disebut fungsi tujuan. Setelah itu diketikkan suatu batasan yang berupa pertidaksamaan diawali dengan menyetikkan kata SUBJECT TO dan diakhir batasan diketikkan kata END
3. Setelah formulasi diketikkan, maka langkah selanjutnya adalah pilih menu *solve*. LINDO akan mengoreksi kesalahan pada formula terlebih dahulu,

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

kemudian apabila terjadi kesalahan pada pengetikan, maka kursor akan menunjukkan ke arah kesalahan tersebut.

4. Selanjutnya ada pertanyaan untuk menentukan tingkat kesensitivitasan solusi. Apabila memilih *yes*, maka nantinya pada *output* akan diberikan keterangan tentang analisis sensitivitas dari persoalan tadi. Tetapi apabila memilih *no*, maka pada *output* tidak akan muncul keterangan tentang analisis sensitivitas.
5. Setelah formulasi diketikkan, kemudian pilih *solve*. Pada layar akan muncul tampilan apakah nantinya pada *output* akan muncul analisis sensitivitas ataukah tidak.

Setelah hasil *output* LINDO keluar, maka akan memberikan banyak angka.

Berikut akan dibahas interpretasi nilai-nilai *output* antara lain (Nachrowi, 2004):

1. *Objective Function Value*

Nilai yang tertera pada *objective function value* merupakan solusi optimal dari fungsi objektif.

2. *Slack or Surplus Variables*

Apabila nilai *slack* yang tertera pada kendala bernilai sama dengan 0, ini berarti bahwa strategi telah optimal dimana *input* seluruhnya diperlukan dan tidak bersisa. Sebaliknya apabila nilai *slack* yang tertera pada kendala bernilai tidak sama dengan 0 maka *input* ini tidak semua digunakan dan menghasilkan sisa yang masih bisa dimanfaatkan untuk strategi produksi yang optimal.

3. *Dual Prices*

Harga dual menunjukkan kontribusi kenaikan keuntungan apabila kapasitas suatu *input* dinaikkan. Apabila diketahui nilai dual untuk kendala tidak sama dengan 0 artinya apabila kapasitas kendala dinaikkan 1 unit maka keuntungan akan naik sebesar harga dual. Begitu juga sebaliknya apabila diketahui nilai dual untuk kendala sama dengan 0 artinya hal ini mengindikasikan bahwa meskipun kendala tersebut dinaikkan 1 unit, keuntungan tidak meningkat. Hal ini disebabkan karena pada strategi optimal, kendala ini belum dimanfaatkan semua sehingga bila kapasitas kendala ini ditingkatkan akan sia-sia. Lebih lanjut, harga dual sangat berkaitan erat dengan nilai *slack* bahkan ada hubungan yang jelas antara harga dual dan nilai *slack* (Apabila dual berharga

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

nol, *slack* atau *surplus* berharga tidak nol. Sebaliknya apabila dual berharga tidak nol maka nilai *slack* atau *surplus* berharga nol).

4. *Objective Function Coefficient Ranges*

Koefisien awal dari keuntungan variabel dapat ditolerir kenaikan dan menjadi 1-2 kali lipat dan juga koefisien awal dari keuntungan variabel dapat ditolerir penurunannya menjadi 1-2 kali lipat pula dengan tanpa mengubah solusi optimal variabel.

5. *Righthand Side Range*

Apabila kapasitas *input* dinaikkan atau diturunkan 1 unit atau lebih (*current RHS +/- Allowable Increase*) maka tiap unit kenaikan dan penurunan keuntungannya akan berubah menjadi sebesar harga dual. Sebaliknya apabila kapasitas *input* tidak memiliki nilai *allowable increase* meskipun dinaikkan atau diturunkan 1 unit atau lebih saja (*current RHS +/- Allowable Increase*) tidak akan mengubah keuntungan.

Disamping itu, menurut (Siswanto, 2007) hasil *output* LINDO dapat diuraikan pada bagian pertama hasil olahan LINDO yaitu:

1. *Objective function value*

Informasi ini ditandai dengan tanda “1)” untuk menunjukkan bahwa didalam struktur *input* LINDO, fungsi tujuan ditempatkan dibaris ke-1 dan fungsi kendala mulai dari urutan baris ke-2.

2. *Value*

Variabel keputusan pada output LINDO ditandai dengan label variabel.

3. *Reduced cost*

Memberikan informasi mengenai sampai sejauh mananilai c_j harus diturunkan agar nilai variabel keputusan menjadi positif. Dari penjelasan ini dapat dimengerti bahwa nilai *reduced cost* akan selalu nol apabila nilai variabel keputusan positif dan sebaliknya nilai variabel *reduced cost* akan menjadi positif apabila nilai variabel keputusan adalah nol. Informasi ini pada dasarnya sama dengan informasi analisis sensitivitas c_j pada saat nilai $x_j = 0$, namun dimunculkan dengan label lain dan ditempatkan diatas agar memperoleh perhatian segera bila kasus $x_j = 0$ muncul.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4. *Slack or surplus*

Informasi ini menunjukkan nilai *slack* atau *surplus* masing-masing kendala ketika nilai fungsi tujuan mencapai nilai ekstrem. Karena struktur *input* LINDO telah menempatkan fungsi kendala-kendala mulai urutan ke-2 maka pada label *row* dimulai dengan angka 2 yang berarti baris ke-2. Dengan demikian jelas sekali bahwa baris ke-2 menandai kendala ke-1, baris ke3 menandai kendala ke-2.

5. *Dual price*

Informasi ini menjelaskan tentang perubahan yang akan terjadi pada nilai fungsi tujuan bila nilai ruas kanan kendala berubah satu unit. Dengan demikian, Nilai *slack variabel* nol pada baris ke-2 dan ke-3 menandai kendala I dan II sebagai kendala aktif dan nilai *slack variabel* 4 dan 1 pada baris ke-4 dan ke-5 menandai kendala III dan IV sebagai kendala tidak aktif sehingga bisa segera dimengerti bahwa perubahan NRK kendala-kendala itu jelas tidak akan mempengaruhi nilai fungsi tujuan.