

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Transportasi

Transportasi berasal dari kata Latin “*transportare*”, *trans* berarti seberang atau sebelah lain dan *portare* berarti mengangkut atau membawa. Jadi, transportasi berarti mengangkut atau membawa (sesuatu) ke sebelah lain atau suatu tempat ke tempat lainnya. Transportasi dapat didefinisikan sebagai suatu usaha dan kegiatan mengangkut atau membawa barang dan/atau penumpang dari suatu tempat ke tempat lainnya.¹

Transportasi merupakan pergerakan atau pemindahan produk dari suatu lokasi ke lokasi lain dengan menggunakan moda transportasi. Proses distribusi pada umumnya dilaksanakan (dieksekusi) oleh sistem dan moda transportasi atau dapat juga melalui media lain. Manajemen transportasi dan manajemen distribusi merupakan pengelolaan kegiatan pergerakan produk dari suatu lokasi ke lokasi lain yang terkoordinasi dalam suatu jaringan.²

Distribusi produk secara fisik dikenal adanya kegiatan pengangkutan dan penggudangan produk yang akan memberikan manfaat dalam menstabilkan harga. Menstabilkan harga ini juga dapat dipengaruhi oleh pola distribusi fisik yang dilakukan oleh produsen kepada berbagai lembaga perantara.

Transportasi mendukung proses pemindahan barang di antara pihak-pihak dalam rantai pasok, yang akan mempengaruhi persediaan, fasilitas, tingkat efisiensi dan *responsive* organisasi terhadap pemenuhan kebutuhan konsumen. Pertimbangan :

- a. Moda transportasi, penjadwalan, ukuran pengiriman (konsolidasi). Semua ini dengan pertimbangan skala ekonomis, harga terbaik, waktu transit antarmoda dan/atau pihak dalam rantai pasok.

¹ Hermawan, Herry. 2014. *Pengantar Transportasi dan Logistik*. Jakarta : Rajawali Pers. Hal. 1

² Siahaya, Willem. 2013. *Sukses Supply Chain Management Akses Demand Chain Management*. Jakarta: in Media. Hal. 87.

- b. Biaya transportasi
- c. Pemilihan rute (Aliran produk selama pengiriman) dan jaringan (gabungan dari lokasi, rute, pertimbangan produksi sendiri atau membeli).³

Dengan demikian keputusan transportasi yang penting terkait model transportasi yang akan digunakan perlu mempertimbangkan hal-hal berikut ini:

- a. Apakah akan membeli atau me-*leasing*-kan kendaraan,
- b. Bagaimana proses pembuatan rencana pengiriman,
- c. Berapa sering melakukan pengiriman.

Prinsip ekonomi terkait dengan bidang transportasi adalah biaya transportasi per unit berat dan per unit jarak akan lebih murah jika pengiriman dilakukan dalam jumlah besar dan jarak jauh (*principle of transportation cost*), pengiriman akan lebih efisien jika pengiriman barang dipisahkan dengan pengiriman berkas-berkasnya (*separation principles*), dan pengiriman akan lebih murah jika pengiriman barang dilakukan sebelum dirakit dalam palet atau container disbanding pengiriman barang setelah dirakit (*unit load principles*).⁴

1.2 Pengiriman

Pengiriman atau *shipping* adalah bagian penting dalam suatu rantai persediaan yang berfungsi untuk menyiapkan dan mengirimkan barang ke *customer*. Transportasi berhubungan dengan model transportasi apa yang dipakai agar efektif dan efisien, baik dari sisi biaya, kecepatan waktu pengiriman dan ketepatan waktu.

Shipping adalah aktivitas pengiriman barang meliputi proses pembuatan dokumen pengiriman, pemuatan barang ke truk dan pengupdatean data barang yang sudah dimuat truk (*loading*). Pada langkah ini stok dan *booking* di lokasi *shipping* akan berkurang sebanyak barang yang dikirim. Di

³ Martono, Ricky. 2015. *Manajemen Logistik Terintegrasi*. Jakarta: PPM. Hal. 12

⁴ Suryanto, Mikael Hang. 2016. *Sistem Operasional Manajemen Distribusi*. Jakarta: Gramedia. Hal. 63-64

beberapa perusahaan *shipping* kadang disebut sebagai *good issue, shipment, dispatch*.⁵

Perencanaan pengiriman sangat mutlak dilakukan untuk :

1. Mencapai sasaran pengiriman produk yang didistribusikan,
2. Mengurangi kendala tidak terfokusnya pada masalah pengiriman yang akan sangat merugikan pendistribusian produk, dan
3. Mempersiapkan bagian pengiriman agar benar-benar siap untuk mengirim produk dalam keadaan darurat sekalipun dengan rentang waktu 24 jam.

1.3 *Third Party Logistics (3PL)*

Salah satu yang menjadi perhatian dan memegang peranan penting dalam meningkatkan kinerja *supply chain* saat ini adalah keputusan melakukan *sourcing*. *Sourcing* dapat dilakukan dalam berbagai aktivitas logistik, meliputi pergudangan, *inbound* dan *outbound logistics*, dan sebagainya.

Jasa pihak ketiga logistik ini atau dikenal dengan istilah *Third Party Logistics (3PL)* telah banyak digunakan oleh perusahaan. Hal ini disebabkan bahwa 3PL menawarkan kepada perusahaan berbagai pelayanan sebagai transportasi logistik yang profesional seperti pergudangan, system informasi logistik, manajemen pergudangan, manajemen persediaan, pengepakan produk dan *product return service*.

Dengan meningkatkannya permintaan untuk jasa logistik, tentunya membuat peran yang strategis untuk *Third Party Logistics (3PL)*. Dalam suatu sistem rantai pasok, salah satu yang menjadi objek pembahasan yaitu tentang penilaian dan evaluasi kinerja 3PL, khususnya dibidang transportasi. Hal ini dikarenakan segmen transportasi menjadi kontributor terbesar dalam biaya logistik yang diikuti oleh *freight forwarding, sea forwarding* dan pergudangan.⁶

Alasan paling masuk akal untuk menggunakan jasa 3PL adalah kurangnya kemampuan internal. Perusahaan dengan sedikit keahlian dibidang

⁵ Holy Icu Yunarto dan Martinus Getty Santika. 2005. *Bussiness Concept Implementation Series in Inventory Management*. Jakarta: Elex Media.

⁶ Sari, Diana Puspita. 2017. Evaluasi Kinerja *Third Party Logistics (3PL)* Pengiriman Lokal dengan Metode AHP dan TOPSIS Di PT . Apac Inti Corpora. *Jurnal Simetris Vol 8 No.2, ISSN;2252-4983*. Hal. 2

transportasi dan logistik sangat dianjurkan untuk menggunakan pihak ketiga daripada mencoba mendirikan operasi internalnya sendiri. 3PL digunakan ketika dibutuhkan untuk mereduksi biaya, mengurangi kapasitas sumber daya, dan meminimalisir penggunaan lahan.⁷

2.3.1 Biaya Penggunaan Jasa 3PL

1. Biaya Transportasi

a. Jarak yang ditempuh (*Linehaul cost*)

Semakin jauh pengiriman barang, semakin mahal biayanya. Apalagi jika infrastruktur atau akses menuju lokasi tujuan sulit. Di sini harus diatur rute pengiriman yang ekonomis, atau bekerja sama dengan jasa pengiriman lain.

b. Biaya penanganan barang di titik pengiriman (*loading* dan *unloading*)

Tergantung dari kompleksitas penanganan dan teknologi yang digunakan.

c. Biaya administrasi, perizinan, dan pajak

Pajak untuk setiap jenis barang dan tiap negara sangat bervariasi tergantung kebijakan di setiap negara. Biaya perizinan pengiriman untuk setiap jenis barang yang bervariasi.⁸

2. *Custom Clearance*

Secara garis besar pengertian *custom clearance* adalah pembayaran bea-bea yang dikenakan untuk pengeluaran barang dari dalam daerah pabean atau sebaliknya dari luar daerah pabean ke dalam daerah pabean. Pengertian *customs clearance* menurut Amir MS adalah “pelaksanaan pengeluaran barang dari daerah pabean ke dalam peredaran. Pelaksanaan pengeluaran dilakukan

⁷ Coyle, John J. 2011. *Transportation A Supply Chain Perspective*. USA: Executive Vice President Publisher.. Hal 409

⁸ Martono, Ricky. *Op Cit*. Hal. 12

oleh importir dengan menyerahkan dokumen pengapalan dan penyelesaian bea masuk kepada bea dan cukai”⁹.

2.3.2 Manfaat Penggunaan 3PL

Perusahaan yang menggunakan 3PL untuk mengelola aktivitas rantai pasok akan memperoleh manfaat :

1. Fokus pada kekuatan inti

Perusahaan akan lebih focus pada membangun dan mengembangkan kekuatan inti dan pelayanan pada pelanggan. Perusahaan tidak perlu disibukkan dengan urusan pengelolaan transportasi, pergudangan dan distribusi produk karena aktivitas ini sudah dikelola dengan baik oleh perusahaan 3PL.

2. Fleksibilitas

Fleksibilitas dalam kapasitas dan kapabilitas pergudangan, transportasi, dan teknologi akan diperoleh perusahaan yang melakukan aliansi strategik dengan perusahaan 3PL.

Namun demikian potensi resiko atas penggunaan 3PL akan terjadi, umumnya perusahaan akan kehilangan kendali dalam pengelolaan rantai pasok, meskipun resiko ini dapat dimitigasi melalui penetapan *service level agreement* (SLA) yang jelas dan komitmen untuk memenuhinya.¹⁰

1.4 Optimalisasi

Optimasi (*Optimization*) adalah aktivitas untuk mendapatkan hasil terbaik di bawah keadaan yang diberikan. Tujuan akhir ini dari semua aktivitas tersebut adalah meminimumkan usaha (*effort*) atau memaksimalkan manfaat (*benefit*) yang diinginkan. Karena usaha yang diperlukan atau manfaat yang diinginkan dapat dinyatakan sebagai fungsi dari variabel keputusan, maka optimasi dapat didefinisikan sebagai proses untuk menemukan kondisi yang memberikan nilai minimum atau maksimum dari sebuah fungsi. Pengertian optimasi atau yang lebih sering disebut optimalisasi.

⁹ Ms, Amir. 2007. *Ekspor Impor Teori dan Penerapannya*. Jakarta: Pustaka Binaman Pressindo. Hal. 20

¹⁰ Zaroni. 2017. *Logistics & Supply Chain*. Jakarta: Prasetya Mulya Publishing. Hal. 20

Optimalisasi adalah hasil yang dicapai sesuai dengan keinginan, jadi optimalisasi merupakan pencapaian hasil sesuai dengan keinginan merupakan pencapaian hasil sesuai harapan secara efektif dan efisien.

Optimalisasi adalah ukuran yang menyebabkan tercapainya tujuan sedangkan jika dipandang dari sudut usaha, optimalisasi adalah usaha memaksimalkan kegiatan sehingga mewujudkan keuntungan yang diinginkan atau yang dikehendaki.¹¹

1.5 *Linear Programming*

Model matematis perumusan masalah umum pengalokasin sumber daya untuk berbagai kegiatan , disebut sebagai model *linear programming*. Model merupakan bentuk dan susunan dari dalam menyajikan masalah-masalah yang akan dipecahkan dengan teknik LP.¹²

Pemrograman Linier yaitu sebagai metode matematis yang berbentuk linear untuk menentukan suatu penyelesaian optimal dengan cara memaksimumkan atau meminimumkan fungsi tujuan terhadap suatu susunan kendala. Secara keseluruhan, berdasarkan definisi maka tujuan pemrograman linear adalah memecahkan persoalan memaksimumkan atau meminimumkan untuk mendapatkan penyelesaian yang optimal.

Terdapat tiga unsur utama yang membangun suatu program linear yaitu :

1. Variabel keputusan

Variabel keputusan adalah variabel yang mempengaruhi nilai tujuan yang hendak dicapai. Pada proses pembentukan suatu model, menentukan variabel keputusan merupakan langkah pertama sebelum menentukan fungsi tujuan dan fungsi kendala.

2. Fungsi tujuan

Fungsi tujuan pada model pemrograman linear haruslah berbentuk linear. Selanjutnya, fungsi tujuan tersebut dimaksimumkan atau diminimalkan terhadap fungsi-fungsi kendala yang ada.

¹¹Rao, Singiresu S. 2009. *Engineering Optimization: Theory and Practice*. New Jersey: John Wiley and Sons, Inc.

¹² Mulyono, Sri. 2004. *Riset Operasi Edisi Revisi*. Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia. Hal. 10

3. Fungsi kendala

Fungsi kendala adalah suatu kendala yang dapat dikatakan sebagai suatu pembatas terhadap variabel-variabel keputusan yang dibuat. Fungsi kendala untuk model pemrograman linear juga harus berupa fungsi linear.

4. Fungsi *non-negative*

Fungsi yang menyatakan bahwa setiap variabel yang terdapat di dalam model pemrograman linear tidak boleh negatif. Secara matematis ditulis sebagai $x_1, x_2, \dots, x_j \geq 0$.¹³

2.5.1 Bentuk Umum Model *Linear Programming*

Pada setiap masalah, ditentukan variabel keputusan, fungsi tujuan, dan sistem kendala, yang bersama-sama membentuk suatu model matematika dari dunia nyata. Bentuk umum model LP itu adalah :

$$\text{Maksimumkan (Minimumkan) } Z = \sum_{j=1}^n C_j \cdot X_j$$

Agar memudahkan pembahasan model LP ini, digunakan simbol-simbol sebagai berikut :

m : macam batasan-batasan sumber atau fasilitas yang tersedia

n : macam kegiatan-kegiatan menggunakan sumber atau fasilitas tersebut.

i : nomor setiap macam sumber atau fasilitas yang tersedia (i = 1, 2,,m)

j : nomor setiap macam kegiatan yang menggunakan sumber atau fasilitas yang tersedia (j = 1, 2,,n)

x_j : banyaknya kegiatan j, di mana j = 1, 2, ...n. berarti di sini terdapat n variabel keputusan

a_{ij} : banyaknya sumber i yang diperlukan untuk menghasilkan setiap unit keluaran (*output*) kegiatan j (i = 1, 2,, m dan j = 1, 2,, n)

¹³ Siswanto. 2007. *Pengantar Manajemen*. Jakarta: PT. Bumi Aksara. Hal. 26

b_i : banyaknya sumber (fasilitas) i yang tersedia untuk dialokasikan ke setiap unit kegiatan ($i = 1, 2, \dots, m$)

Z : nilai yang dioptimalkan (maksimum atau minimum)

c_j : sumbangan per unit kegiatan j , untuk masalah maksimasi c_j menunjukkan keuntungan atau penerimaan per unit, sementara dalam kasus minimasi menunjukkan biaya per unit atau kenaikan nilai Z apabila ada pertambahan tingkat kegiatan (x_j) ngan satu satuan (unit); atau merupakan sumbangan setiap satuan kegiatan j terhadap nilai Z .¹⁴

Keseluruhan simbol-simbol di atas selanjutnya disusun ke dalam bentuk tabel standar LP seperti tampak pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Data Model *Linear Programming*

Kegiatan Sumber	Pemakaian sumber per unit kegiatan (keluaran)					Kapasitas sumber
	1	2	3	.....	n	
1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	.....	a_{1n}	b_1
2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	.....	a_{2n}	b_2
3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	.....	a_{3n}	b_3
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
m	a_{m1}	a_{m2}	a_{m3}	.....	a_{nm}	b_m
ΔZ pertam- bahan tiap unit	C_1	C_2	C_3	.....	C_n	
Tingkat kegiatan	X_1	X_2	X_3	.....	X_n	

Sumber : Sri Mulyono, Dasar-dasar *Operation Research* Edisi 2

Perlu diperhatikan bahwa “harga” suatu kegiatan tak dapat hanya dinilai berdasarkan koefisien fungsi tujuan c_j , konsumsi sumberdaya dari kegiatan yang bersangkutan juga merupakan faktor penting. Karena semua kegiatan dalam model saling berebut akan sumber yang terbatas, sehingga sumbangan relatif dari setiap kegiatan tergantung

¹⁴ Mulyono, Sri. *Op Cit.* Hal. 10-11

baik pada koefisien fungsi tujuan c_j maupun konsumsinya terhadap sumber daya a_{ij} . Ini berarti suatu kegiatan dengan keuntungan per unit yang tinggi mungkin tak jadi dijalankan karena penggunaannya akan sumberdaya langka yang berlebihan.¹⁵

2.5.2 Asumsi-Asumsi Dasar *Linear Programming*

Model LP mengandung asumsi-asumsi implisit tertentu yang harus dipenuhi agar definisinya sebagai suatu masalah LP menjadi absah. Asumsi-asumsi dasar LP dapat diperinci sebagai berikut :

1. *Proportionality*

Asumsi ini berarti naik turunnya nilai Z dan penggunaan sumber atau fasilitas yang tersedia akan berubah secara sebanding (*pro-portional*) dengan perubahan tingkat kegiatan.

Misal :

$$a. \quad Z = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \dots\dots\dots C_nX_n$$

Setiap penambahan 1 unit X_1 akan menaikkan Z dengan C_1 .
Setiap penambahan 1 unit X_2 akan menaikkan Z dengan C_2 ,
dan seterusnya.

$$b. \quad a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 + \dots\dots\dots a_nX_n \leq b_i$$

Setiap penambahan 1 unit X_1 akan menaikkan penggunaan sumber/fasilitas 1 dengan a_{11} . Setiap penambahan 1 unit X_2 akan menaikkan penggunaan sumber/fasilitas 1 dengan a_{12} ,
dan seterusnya. Dengan kata lain, setiap ada kenaikan kapasitas riil tidak perlu ada biaya persiapan (*set up cost*).

2. *Additivity*

Asumsi ini berarti bahwa nilai tujuan tiap kegiatan tidak saling mempengaruhi, atau dalam LP dianggap bahwa kenaikan dari nilai tujuan (Z) yang diakibatkan oleh kenaikan suatu kegiatan dapat ditambahkan tanpa mempengaruhi bagian nilai Z yang diperoleh dari kegiatan lain.

Misal :

$$Z = 3 X_1 + 5 X_2$$

$$\text{di mana} \quad X_1 = 10; X_2 = 2;$$

$$\text{sehingga} \quad Z = 30 + 10 = 40$$

¹⁵ Mulyono, Sri. *Ibid.* Hal. 18-19

Andaikata X_1 bertambah 1 unit, maka sesuai dengan asumsi pertama, nilai Z menjadi $40 + 3 = 43$. Jadi, nilai 3 karena kenaikan X_1 dapat langsung ditambahkan pada nilai Z mula-mula tanpa mengurangi bagian Z yang diperoleh dari kegiatan 2 (X_2). Dengan kata lain tidak ada korelasi antara X_1 dan X_2 .

3. *Divisibility*

Asumsi ini menyatakan bahwa keluaran (*output*) yang dihasilkan oleh setiap kegiatan dapat berupa bilangan pecahan. Demikian pula dengan nilai Z yang dihasilkan. Misal: $X_1 = 6,5$; $Z = 1.000,75$.

4. *Deterministic (Centrainty)*

Asumsi ini menyatakan bahwa semua parameter yang terdapat dalam model LP (dapat diperkirakan dengan pasti, meskipun jarang yang tepat).¹⁶

2.5.3 Metode-metode *Linear Programming*

Linear programming dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa macam metode sesuai dengan tingkat persoalannya.¹⁷ Metode-metode tersebut sama-sama dapat memecahkan persoalan yang mengandung beberapa permasalahan. Berikut ini metode yang dapat dilakukan dalam memecahkan persoalan *linear programming*.

1. Metode Aljabar

Metode aljabar yaitu mempunyai bentuk perhitungan formulasi *standard* dengan mengkombinasi dua variabel yang nilainya dianggap nol hingga diperoleh nilai z terbesar.

2. Metode Grafik

Metode grafik yaitu metode yang digunakan untuk memecahkan persoalan yang mengandung dua permasalahan.

¹⁶ Subagyo, Pangestu. 2000. *Dasar-dasar Operations Research Edisi 2*. Yogyakarta: BPFE. Hal. 13-15

¹⁷ Siringoringo, Hotniar. 2005. *Riset Operasional Seri Pemrograman Linear*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Metode grafik hanya dapat digunakan dalam pemecahan masalah LP yang berdimensi : $2 \times n$ atau $m \times 2$,¹ karena keterbatasan kemampuan suatu grafik dalam “menyampaikan” suatu (sebenarnya grafik 3 dimensi dapat digambarkan, tetapi tidak sangat praktis). Hal ini merupakan persyaratan dan asumsi-asumsi dasar di muka.

Langkah-langkah penggunaan metode grafik dapat ditunjukkan secara ringkas sebagai berikut :

- a. Menentukan fungsi tujuan dan menformulasikannya dalam bentuk matematis.
- b. Mengidentifikasi batasan-batasan yang berlaku dan menformulasikannya dalam bentuk matematis.
- c. Menggambar masing-masing garis fungsi batasan dalam satu sistem salib sumbu.
- d. Mencari titik yang paling menguntungkan (optimal) dihubungkan dengan fungsi utama.¹⁸

3. Metode Simpleks

Metode simpleks dapat digunakan untuk memecahkan persoalan yang mengandung tiga atau lebih permasalahan dan didasarkan pada proses perhitungan ulang supaya mendapat hasil yang optimal.

Apabila suatu masalah LP hanya mengandung 2 (dua) kegiatan (atau variabel-variabel keputusan) saja, maka akan dapat diselesaikan dengan metode grafik. Tetapi bila melibatkan lebih dari dua kegiatan maka metode grafik tidak dapat digunakan lagi, sehingga diperlukan metode simpleks. Metode simpleks merupakan suatu cara yang lazim dipakai untuk menentukan kombinasi optimal dari tiga variabel atau lebih. Pada masa sekarang masalah-masalah LP yang melibatkan banyak variabel-variabel keputusan (*decision variables*) dapat dengan cepat dipecahkan dengan bantuan komputer. Bila variabel keputusan yang dikandung tidak terlalu banyak masalah tersebut dapat diselesaikan dengan suatu algoritma yang biasanya sering disebut metode simpleks tabel. Disebut

¹⁸ Subagyo, Pangestu. *Op Cit.* Hal. 17

demikian karena kombinasi variabel keputusan yang optimal dicari dengan menggunakan tabel-tabel.¹⁹

4. Metode big-m biasanya dipakai untuk memecahkan persoalan yang memiliki pembatas “=” atau “>”

2.5.4 *Integer Linear Programming*

Integer Linear Programming adalah suatu *linear programming* yang membatasi variabel bernilai bulat nonnegatif, tetapi tidak perlu bahwa parameter model juga bernilai bulat. *Integer Linear Programming* adalah sebuah model matematis yang memungkinkan hasil penyelesaian pemrograman linear yang berupa bilangan pecahan diubah menjadi bilangan bulat tanpa peninggalkan optimalitas penyelesaian.

Pada dasarnya *integer linear programming* merupakan bentuk khusus dari model *linear programming*. *Integer Linear Programming* (ILP) merupakan sebuah model pemrograman *linear* bilangan bulat yang dapat menghasilkan solusi dengan nilai-nilai baik integer dan maupun non-integer.²⁰

Berdasarkan ketentuan variabel keputusan yang dihadapi, ILP dapat diklasifikasikan menjadi empat yaitu :

1. *Pure Integer Linear Programming* (PILP)
Jika seluruh variabel keputusan yang digunakan berupa bilangan bulat.
2. *Mixed Integer Linear Programming* (MILP)
Jika variabel keputusan yang digunakan sebagian berupa bilangan bulat dan sebagian lagi berupa bilangan pecahan.
3. *Binary Integer Linear Programming* (BILP)
Jika semua variabel keputusan memiliki nilai berupa bilangan biner (0 atau 1)

¹⁹ Subagyo, Pangestu. *Ibid.* Hal. 33

²⁰ Mulyono, Sri. *Op Cit.* Hal. 95

4. *Mixed Binary Integer Linear Programming* (MBILP)

Jika beberapa variabel keputusan memiliki nilai biner, beberapa variabel keputusan memiliki nilai integer dan sisanya memiliki nilai *real* (boleh pecahan).

Ada beberapa pendekatan solusi terhadap masalah *integer linear programming* yaitu pendekatan pembulatan, metode grafik, *cutting plane algorithm* serta *branch and bound*.

1. Pendekatan Pembulatan

Suatu pendekatan yang sederhana dan kadang-kadang praktis untuk menyelesaikan masalah *integer programming* adalah dengan membulatkan nilai variabel keputusan yang diperoleh melalui LP. Pendekatan ini mudah dan praktis dalam hal usaha, pembulatan dapat merupakan cara yang sangat efektif untuk masalah *integer programming* yang besar di mana biaya perhitungan sangat tinggi untuk masalah di mana nilai-nilai solusi variabel keputusan sangat besar.

2. Metode Grafik

Masalah *integer programming* yang melibatkan hanya dua variabel dapat diselesaikan secara grafik. Pendekatan ini identik dengan metode grafik LP dalam semua aspek kecuali bahwa solusi optimum harus memenuhi persyaratan bilangan bulat. Metode grafik ini juga mungkin menjadi pendekatan yang termudah untuk menyelesaikan masalah *integer programming* dua dimensi adalah dengan menggunakan kertas grafik dan menggambarkan sekumpulan titik-titik *integer* dalam ruang solusi layak.

3. Metode Gomory (*Cutting Plane Algorithm*)

Suatu prosedur sistematis untuk memperoleh solusi *integer* optimum terhadap *pure integer programming* pertama kali dikemukakan oleh R.E Gomory pada tahun 1958. Ia kemudian memperluas prosedur ini untuk menangani kasus yang lebih sulit, yaitu *mixed integer programming*.

Langkah-langkah prosedur Gomory diringkas seperti berikut :

- a. Selesaikan masalah *integer programming* dengan menggunakan metode simpleks. Jika masalahnya sederhana, ia dapat diselesaikan dengan pendekatan grafik, sehingga pendekatan Gomory kurang efisien.
- b. Periksa solusi optimum. Jika semua variabel basis memiliki nilai *integer*, solusi optimum *integer* telah diperoleh dan proses solusi berakhir. Jika satu atau lebih variabel basis memiliki nilai pecah, teruskan ke tahap 3.
- c. Buatlah suatu kendala Gomory (suatu bidang pemotong atau *cutting plane*) dan cari solusi optimum melalui prosedur *dual simplex*.

4. Metode *Branch and Bound*

Metode *Branch and Bound* telah menjadi kode komputer standar untuk *integer programming*, dan penerapan-penerapan dalam praktik tampaknya menyarankan bahwa metode ini lebih efisien dibandingkan dengan pendekatan Gomory. Metode *Branch and Bound* pertama kali dikenalkan oleh Land and Doig, dan dikembangkan lebih lanjut oleh Little dan peneliti-peneliti lain. Teknik ini dapat diterapkan baik untuk masalah *pure* maupun *mixed integer programming*.

Langkah-langkah metode *Branch and Bound* untuk masalah maksimisasi dan minimalisasi dapat diringkass sebagai berikut :

- a. Selesaikan masalah LP dengan metode simpleks bisa tanpa pembatasan bilangan bulat.
- b. Teliti solusi optimumnya. Jika variabel basis yang diharapkan bulat adalah bulat, solusi optimum bulat telah tercapai. Jika satu atau lebih variabel basis yang diharapkan bulat ternyata tidak bulat, lanjutkan ke langkah 3.
- c. Nilai solusi pecah yang layak dicabangkan ke dalam sub-sub masalah. Tujuannya adalah untuk menghilangkan solusi kontinu yang tidak memenuhi persyaratan bulat dari masalah itu. Pencabangan itu dilakukan melalui kendala-kendala *mutually exclusive* yang perlu untuk memenuhi persyaratan bulat dengan jaminan tak ada solusi bulat layak yang tak diikutsertakan.

- d. Untuk setiap submasalah, nilai solusi optimum kontinu fungsi tujuan ditetapkan sebagai batas atas. Solusi bulat terbaik menjadi batas bawah (pada awalnya, ini adlah solusi kontinu yang dibulatkan ke bawah). Sub-sub masalah yang memiliki batas atas kurang dari batas bawah yang ada tak diikutsertakan pada analisis selanjutnya. Suatu solusi bulat layak adalah sama baik atau lebih baik dari batas atas untuk setiap submasalah yang dicari. Jika solusi demikian ada, suatu submasalah dengan batas atas terbaik dipilih untuk dicabangkan. Kembali ke langkah 3.²¹

²¹ Mulyono, Sri. *Ibid.* Hal. 94 -102