

ANALISIS OPTIMALISASI PRODUKSI DENGAN LINEAR PROGRAMMING MELALUI METODE SIMPLEKS

Teguh Sriwidadi; Erni Agustina

Management Department, School of Business Management, BINUS University
Jln. K. H. Syahdan No.9, Palmerah, Jakarta Barat 11480
teguhsriwidadi@ymail.com

ABSTRACT

PD Utama Jaya Plasindo is a trading company which processes plastic resin. In the daily process, the company has many problems or constraints in production planning. Uncertainty demand of goods fluctuation has effect on shortage or surplus production. Other problems are raw materials, machine work hour, labour work hour, and the demand of the products. Simplex Method of Linear Programming purposes to maximize profit in linear function, Profit = $37 A + 46 B + 38 C + 46 D$ and linear functions of the seven constraints, Raw materials = $7 A + 5,8 B + 8,6 C + 7,6 D \leq 180.000$ grams, Machine Work Hour = $2,5 A + 3 B + 2 C + 2,5 D \leq 86.400$ seconds, Labor Work Hour = $5 A + 5 B + 5 C + 5 D \leq 115.200$ seconds, Demands of GRX 25 = $A \leq 2400$ pcs, demand of GTW 25 = $B \leq 7200$ pcs, demand of GTX 25 = $C \leq 3000$ pcs, and demand of GTX 25 M = $D \leq 6600$ pcs. The total profit earned by PD Utama Jaya Plasindo from plastic buckle products is Rp 837,000.00 per day and for 20 efective days is Rp 16,752,000.00 with the assumption of profit is in accordance with fixed objective and constraint functions.

Keywords: linear programming, plastic buckle, simplex method

ABSTRAK

PD Utama Jaya Plasindo merupakan salah satu perusahaan dagang yang bergerak dalam pengolahan biji plastik. Dalam menjalankan usahanya, PD Utama Jaya Plasindo memiliki beberapa masalah atau kendala dalam perencanaan produksi. Fluktuasi permintaan barang yang tidak menentu dari satu periode ke periode lain menyebabkan kekurangan atau kelebihan produksi. Masalah-masalah lainnya adalah bahan baku, jam kerja mesin, jam kerja tenaga kerja, dan permintaan-permintaan akan produk-produk yang dihasilkan. Analisis menggunakan Metode Simplex yang merupakan salah satu Linear Programming bertujuan untuk memaksimalkan laba berupa fungsi linear, yaitu Laba = $37 A + 46 B + 38 C + 46 D$ dan persamaan linear ketujuh kendala yaitu: Bahan Baku = $7 A + 5,8 B + 8,6 C + 7,6 D \leq 180.000$ gram, Jam Kerja Mesin = $2,5 A + 3 B + 2 C + 2,5 D \leq 86.400$ detik, Jam Tenaga Kerja = $5 A + 5 B + 5 C + 5 D \leq 115.200$ detik, Permintaan GRX 25 = $A \leq 2400$ pcs, Permintaan GTW 25 = $B \leq 7200$ pcs, Permintaan GTX 25 = $C \leq 3000$ pcs, dan Permintaan GTX 25 M = $D \leq 6600$ pcs. Total laba keseluruhan yang diperoleh PD Utama Jaya Plasindo dari produk gesper plastik untuk per harinya yaitu Rp. 837.600 dan untuk per bulannya dengan 20 hari masa aktif Rp. 16.752.000 dengan asumsi perolehan laba sesuai dengan fungsi tujuan dan fungsi kendala tetap.

Kata kunci: linear programming, gesper plastik, metode simpleks

PENDAHULUAN

Saat ini, persaingan bisnis makin ketat dan sulit, apalagi dengan bertambahnya perusahaan yang makin banyak. Kondisi ini menyebabkan banyak perusahaan berlomba untuk menjadi yang terdepan dalam bidangnya. Oleh karena itu, setiap perusahaan harus mengembangkan dan meningkatkan kinerja agar dapat mencapai efektivitas dan efisiensi. Setiap orang (pengusaha) juga harus bisa mencari kesempatan yang ada untuk dapat bersaing dalam persaingan bisnis dengan melihat peluang yang ada di lingkungan sekitarnya.

Dalam kehidupan sehari-hari, plastik dikenal sebagai bahan pengemas untuk berbagai jenis produk termasuk makanan. Pengemasan merupakan hal terpenting untuk mempertahankan kualitas bahan pangan karena pengemas mampu bertindak sebagai penahan migrasi uap air, gas, aroma, dan zat lain dari bahan ke lingkungan atau sebaliknya. Plastik dipilih sebagai bahan pengemas karena bersifat aman, kuat (tahan air, cahaya, dan panas), dan murah harganya.

Setiap tahun sekitar 100 juta ton plastik kemasan sintetik diproduksi dunia untuk digunakan di berbagai sektor industri; dan kira-kira sebesar itulah sampah plastik yang dihasilkan setiap tahun. Sementara kebutuhan plastik dalam negeri mencapai 2,3 juta ton (Utomo, Argo, & Hermanto, 2013). Namun yang menjadi permasalahan, sebagian besar plastik yang sekarang beredar di masyarakat termasuk bahan yang *nondegradable* (tidak bisa diurai) sehingga akan menjadi masalah tersendiri bagi lingkungan. Seiring dengan perkembangan industri di bidang makanan, hal ini secara tidak langsung dapat meningkatkan kebutuhan plastik sebagai pengemas produk. Jika hal ini terus dibiarkan akan berdampak buruk pada lingkungan sekitar.

PD Utama Jaya Plasindo merupakan salah satu perusahaan dagang yang bergerak dalam pengolahan biji plastik. PD Utama Jaya Plasindo memiliki pabrik untuk kegiatan pengolahan biji plastik dilakukan. Namun demikian, PD Utama Jaya Plasindo juga memiliki beberapa masalah dalam perencanaan produksi. Fluktuasi permintaan barang yang tidak menentu dari satu periode ke periode lain menyebabkan kekurangan atau kelebihan produksi.

Ada kalanya peningkatan permintaan menimbulkan kekurangan barang produksi sehingga permintaan tidak dapat dipenuhi dengan baik. Hal ini menyebabkan keuntungan yang diperoleh perusahaan tidak menentu dan terkadang tidak sesuai dengan harapan pemiliknya. Selain itu, ada kalanya penurunan permintaan yang menimbulkan kelebihan barang produksi dan terjadi penumpukan. Dengan mengacu pada hal tersebut, perusahaan perlu melakukan pembenahan dalam perencanaan produksi agar kegiatan produksi yang dilakukan dapat memenuhi permintaan pasar secara lebih optimal. Perencanaan produksi yang dimaksud adalah suatu perencanaan yang memberikan keputusan optimum berdasarkan sumber daya yang dimiliki perusahaan untuk memenuhi permintaan akan produk yang dihasilkan.

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan di PD Utama Jaya Plasindo, perusahaan manufaktur yang memproduksi gesper plastik dengan merek: "eagle's", diketahui bahwa perusahaan mengalami kesulitan dalam menentukan jumlah produksi yang optimal sesuai dengan sumber daya yang dimiliki sehingga permintaan dapat terpenuhi dan keuntungan perusahaan dapat dioptimalkan. Oleh karena itu, dilakukan penelitian mengenai jumlah yang sebaiknya diproduksi untuk variasi gesper plastik agar keuntungan yang diperoleh perusahaan dapat menjadi maksimal. Dengan adanya perkembangan teknologi yang makin maju, masalah tersebut dapat diatasi dengan memodelkan sejumlah variabel terkait dalam suatu persamaan *linear programming*, untuk kemudian menghasilkan sebuah aplikasi yang dapat menunjang perencanaan dan pengendalian produksi di PD Utama Jaya Plasindo.

Dari hasil pengamatan yang dilakukan di PD Utama Jaya Plasindo, ditemukan permasalahan perusahaan belum dapat menentukan jumlah produksi yang optimal untuk produk gesper plastik (berbagai variasi) agar sesuai dengan kapasitas produksi yang dimiliki oleh perusahaan. Perusahaan berproduksi sesuai pengalaman produksi masa lalu sehingga terkadang terjadi kelebihan produksi dan kekurangan produksi. Hal ini dapat memengaruhi perusahaan dapat memenuhi permintaan konsumen dan perusahaan mencapai keuntungan yang optimal. Contohnya, jika produksi perusahaan kurang, ada permintaan konsumen yang tidak dapat dipenuhi maka konsumen akan merasa tidak puas dan perusahaan dapat saja kehilangan customer. Masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah apa saja yang menjadi kendala dalam memproduksi variasi gesper plastik agar memperoleh laba maksimal, bagaimana perusahaan menentukan jumlah produksi yang optimal untuk variasi gesper plastik agar sesuai dengan kapasitas produksi yang dimiliki oleh perusahaan, dan berapa hasil produksi variasi gesper plastik dan laba maksimal yang dapat dicapai dari hasil produksi variasi gesper plastik. Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk mengatasi permasalahan-permasalahan tersebut. Hasil penelitian diharapkan dapat bermanfaat bagi perusahaan dalam pengambilan keputusan untuk alokasi sumber daya (mesin, tenaga kerja, uang, waktu, dan bahan baku), sehingga bisa berproduksi secara optimal yang akhirnya berdampak pada kepuasan konsumen.

Program Linear (*Linear Programming*)

George B. Dantzig diakui umum sebagai pionir *Linear Programming* karena jasanya dalam menemukan metode dalam mencari solusi masalah *Linear Programming* dengan banyak variabel keputusan. Dantzig bekerja pada penelitian teknik matematika untuk memecahkan masalah logistik militer ketika dia dipekerjakan oleh angkatan udara Amerika Serikat selama Perang Dunia II. Penelitiannya didukung oleh ahli-ahli lainnya. Nama asli teknik ini adalah program saling ketergantungan kegiatan-kegiatan dalam suatu struktur linear yang kemudian dipendekkan menjadi *Linear Programming*. *Linear Programming* lahir tahun 40-an di Departemen Pertahanan Inggris dan Amerika untuk menjawab masalah optimisasi perencanaan operasi perang melawan Jerman dalam Perang Dunia ke-II dan dikembangkan oleh Dantzig (1947) dan para pakar lainnya. Wujud permasalahan yaitu mengoptimalkan suatu fungsi linear yang terbatas oleh kendala-kendala berupa persamaan dan pertidaksamaan linear.

Menurut Mulyono (2004) Program linear (*Linear Programming* yang disingkat LP) merupakan salah satu teknik *Operating Research* yang digunakan paling luas dan diketahui dengan baik. Program Linear merupakan metode matematika dalam mengalokasikan sumber daya yang langka untuk mencapai tujuan. Program Linear (*Linear Programming*) merupakan sebuah teknik matematika yang didesain untuk membantu para manajer operasi dalam merencanakan dan membuat keputusan yang diperlukan untuk mengalokasikan sumber daya berdasarkan pendapat Heizer dan Render (2006). Program Linear menyatakan penggunaan teknik matematika tertentu untuk mendapatkan kemungkinan terbaik atas persoalan yang melibatkan sumber yang serba terbatas. Program Linear adalah suatu cara untuk menyelesaikan persoalan pengalokasian sumber-sumber yang terbatas di antara aktivitas yang bersaing dengan cara terbaik yang mungkin dilakukan. *Linear programming* merupakan suatu teknik yang membantu pengambilan keputusan dalam mengalokasikan sumber daya (mesin, tenaga kerja, uang, waktu, kapasitas gudang, dan bahan baku). *Linear programming* merupakan penggunaan secara luas dari teknik model matematika yang dirancang untuk membantu manajer dalam merencanakan dan mengambil keputusan dalam mengalokasikan sumber daya.

Sebelum melihat pemecahan program linear, syarat-syarat utama persoalan program linear dalam perusahaan tertentu harus dipelajari. Berikut ini adalah syarat pembentukan model program linear: variabel keputusan merupakan unsur-unsur dalam persoalan yang dapat dikendalikan oleh pengambil keputusan; persoalan *Linear Programming* bertujuan untuk memaksimalkan atau meminimalkan kuantitas (pada umumnya berupa laba atau biaya); fungsi tujuan (*objective function*) dari suatu persoalan *Linear Programming*; tujuan utama suatu perusahaan pada umumnya untuk

memaksimalkan keuntungan pada jangka panjang (dalam kasus sistem distribusi suatu perusahaan angkutan atau penerbangan, tujuan pada umumnya berupa meminimalkan biaya); batasan (*constraints*) atau kendala, yang membatasi tingkat sampai di mana sasaran dapat dicapai. Sebagai contoh, keputusan untuk memproduksi banyaknya jumlah unit dari tiap produk dalam suatu lini produk perusahaan, dibatasi oleh tenaga kerja dan mesin yang tersedia. Oleh karena itu, untuk memaksimalkan atau meminimalkan suatu kuantitas (fungsi tujuan) bergantung kepada sumber daya yang jumlahnya terbatas (batasan); beberapa alternatif tindakan yang dapat diambil. Sebagai contoh, jika suatu perusahaan menghasilkan tiga produk berbeda, manajemen dapat menggunakan *Linear Programming* untuk memutuskan cara mengalokasikan sumber daya yang terbatas (tenaga kerja, permesinan, dan seterusnya). Jika tidak ada alternatif yang dapat diambil, *Linear Programming* tidak diperlukan; uji linearitas dipergunakan untuk melihat apakah model yang dibangun mempunyai hubungan linear atau tidak. Uji ini jarang digunakan pada berbagai penelitian karena biasanya model dibentuk berdasarkan telaah teoretis bahwa hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikatnya adalah linear. Hubungan antarvariabel yang secara teori bukan merupakan hubungan linear sebenarnya sudah tidak dapat dianalisis dengan regresi linear, misalnya masalah elastisitas. Asumsi linearitas adalah asumsi yang menetapkan atau memastikan jika data yang kita miliki sesuai dengan garis linear atau tidak.

Dalam *Linear Programming* terdapat kesamaan dan ketidaksamaan. Meskipun kesamaan lebih populer dibandingkan dengan ketidaksamaan, ketidaksamaan merupakan suatu hubungan yang penting dalam program linear. Perbedaan antara ketidaksamaan dan kesamaan yaitu kesamaan digambarkan dengan tanda "=" dan merupakan pernyataan khusus dalam matematika. Namun banyak persoalan perusahaan yang tidak dapat dinyatakan dalam bentuk kesamaan yang jelas dan rapi. Hitungan yang dicari tidak selalu satuan bulat tetapi bisa juga berupa angka kira-kira. Untuk itu dibutuhkan ketidaksamaan, yakni hubungan lain yang dinyatakan dalam bentuk matematika. Sebagian besar batasan dalam persoalan program linear dinyatakan sebagai ketidaksamaan.

Untuk memecahkan masalah program linear bisa dilakukan secara grafik sepanjang jumlah variabel (produk, misalnya) tidak lebih dari 2. Metode grafik merupakan cara yang baik untuk mulai mengembangkan suatu pengertian teknik kuantitatif. Tahap-tahap dalam menyelesaikan program linear dengan metode grafik, yaitu: menentukan variabel keputusan atau barang apa saja yang akan diproduksi oleh suatu perusahaan atau pabrik dengan memberikan pemisalan pada variabel keputusan; menentukan fungsi tujuan yaitu memaksimalkan profit atau meminimalkan biaya; menentukan fungsi kendala yang ada (batasan yang berkaitan dengan kasus); menyelesaikan permasalahannya atau persamaan fungsi yang ada dengan persamaan atau ketidaksamaan matematika, menentukan titik-titik yang memenuhi daerah yang memenuhi syarat. Daerah bagian atas yang dibatasi titik-titik merupakan daerah minimum dan daerah bawah yang dibatasi titik-titik merupakan daerah maksimum.

Penerapan Program Linear

Semua organisasi harus membuat keputusan bagaimana mengalokasikan sumber-sumbernya, dan tiada organisasi yang beroperasi secara permanen dengan sumber yang tidak terbatas. Akibatnya, manajemen harus secara terus-menerus mengalokasikan sumber yang langka untuk mencapai tujuan organisasi, bagaimanapun caranya. Dan organisasi bisa mencapai banyak tujuan ini. Beberapa contoh dari penerapan program linear. Pertama, sebuah bank hendak mengalokasikan dananya untuk mencapai kemungkinan hasil tertinggi. Bank tersebut harus beroperasi dalam peraturan likuiditas yang dibuat pemerintah, dan harus mampu menjaga fleksibilitas yang memadai untuk memenuhi permintaan pinjaman dari nasabahnya. Kedua, agen periklanan juga harus mencapai kemungkinan terbaik bagi nasabah produknya dengan biaya advertising terendah. Ada berlusinan kemungkinan yang dapat dijadikan tempat, masing-masing dengan tarif dan pembaca yang berbeda. Ketiga, perusahaan mebel juga harus memaksimumkan labanya. Kedua departemennya menghadapi batas waktu produksi yang tidak bisa ditawar untuk memenuhi permintaan para pelanggannya. Keempat, membuat suatu jadwal produksi yang akan mencukupi permintaan pada masa mendatang akan suatu produk

perusahaan dan pada saat yang bersamaan meminimalkan biaya persediaan dan biaya produksi total. Kelima, memilih bauran produk pada suatu pabrik untuk memanfaatkan penggunaan mesin dan jam kerja yang tersedia sebaik mungkin selagi memaksimalkan laba perusahaan. Keenam, mengalokasikan ruangan untuk para penyewa yang bercampur dalam pusat pembelanjaan baru untuk memaksimalkan pendapatan perusahaan penyewaan. Setiap organisasi mencoba untuk mencapai tujuan tertentu (tingkat hasil atau pendapatan maksimum dengan biaya minimum), sesuai dengan batasan sumber (tabungan, anggaran advertensi nasabah, tersedianya bahan-bahan).

Metode Simpleks (*Simplex Method*)

Metode ini dikembangkan oleh George Dantzig pada 1946 dan sepertinya cocok untuk komputerisasi masa kini. Pada 1946 Narendra Karmarkar dari *Bell Laboratories* menemukan suatu cara untuk memecahkan masalah program linear yang lebih besar, sehingga memperbaiki dan meningkatkan hasil dari metode simpleks. Metode ini menyelesaikan masalah program linear melalui perhitungan berulang-ulang (*iteration*) yang langkah-langkah perhitungan yang sama diulang berkali-kali sebelum solusi optimum dicapai. Dantzig (2002) mempublikasikan Linear Programming dalam suatu jurnal ilmiah.

Metode simpleks merupakan prosedur algoritma yang digunakan untuk menghitung dan menyimpan banyak angka pada iterasi-iterasi yang sekarang dan untuk pengambilan keputusan pada iterasi berikutnya. Metode Simpleks merupakan suatu metode untuk menyelesaikan masalah-masalah program linear yang meliputi banyak pertidaksamaan dan banyak variabel. Dalam menggunakan metode simpleks untuk menyelesaikan masalah-masalah program linear, model program linear harus diubah ke dalam suatu bentuk umum yang dinamakan "bentuk baku". Ciri-ciri dari bentuk baku model program linear adalah semua kendala berupa persamaan dengan sisi kanan nonnegatif, fungsi tujuan dapat memaksimumkan atau meminimumkan.

Salah satu teknik penentuan solusi optimal yang digunakan dalam pemrograman linear adalah metode simpleks. Penentuan solusi optimal menggunakan metode simpleks didasarkan pada teknik eliminasi Gauss Jordan. Penentuan solusi optimal dilakukan dengan memeriksa titik ekstrem satu per satu dengan cara perhitungan iteratif. Sehingga penentuan solusi optimal dengan simpleks dilakukan tahap demi tahap yang disebut dengan iterasi. Iterasi ke-*i* hanya tergantung dari iterasi sebelumnya.

Bentuk Baku dan Bentuk Tabel Metode Simpleks

Sebelum melakukan perhitungan iteratif untuk menentukan solusi optimal, pertama sekali bentuk umum pemrograman linear diubah ke dalam bentuk baku terlebih dahulu. Bentuk baku dalam metode simpleks tidak hanya mengubah persamaan kendala ke dalam bentuk sama dengan, tetapi juga setiap fungsi kendala harus diwakili oleh satu variabel basis awal. Variabel basis awal menunjukkan status sumber daya pada kondisi sebelum ada aktivitas yang dilakukan. Dengan kata lain, variabel keputusan semuanya masih bernilai nol. Dengan demikian, meskipun fungsi kendala pada bentuk umum pemrograman linier sudah dalam bentuk persamaan, fungsi kendala tersebut masih harus tetap berubah.

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam membuat bentuk baku, yaitu: (1) Fungsi kendala dengan pertidaksamaan \leq dalam bentuk umum, diubah menjadi persamaan ($=$) dengan menambahkan satu variabel *slack*; (2) Fungsi kendala dengan pertidaksamaan \geq dalam bentuk umum, diubah menjadi persamaan ($=$) dengan mengurangi satu variabel surplus; (3) Fungsi kendala dengan persamaan dalam bentuk umum, ditambahkan satu variabel artifisial (variabel buatan).

Dalam perhitungan *iterative*, digunakan tabel. Bentuk baku yang sudah diperoleh, harus dibuat ke dalam bentuk tabel. Semua variabel yang bukan variabel basis mempunyai solusi (nilai kanan)

sama dengan nol dan koefisien variabel basis pada baris tujuan harus sama dengan 0. Oleh karena itu, pembentukan tabel awal harus dibedakan berdasarkan variabel basis awal.

Tahap-tahap Metode Simpleks

Berikut adalah tahap dalam menyelesaikan program linear dengan metode simpleks. Pertama, memeriksa tabel layak atau tidak. Kelayakan tabel simpleks dilihat dari solusi (nilai kanan). Jika solusi ada yang bernilai negatif, tabel tidak layak. Tabel yang tidak layak tidak dapat diteruskan untuk dioptimalkan. Kedua, menentukan kolom pivot. Penentuan kolom pivot dilihat dari koefisien fungsi tujuan (nilai di sebelah kanan baris z) dan tergantung dari bentuk tujuan. Jika tujuan maksimisasi, kolom pivot adalah kolom dengan koefisien paling negatif. Jika tujuan minimisasi, kolom pivot adalah kolom dengan koefisien positif terbesar. Jika kolom pivot ditandai dan ditarik ke atas, variabel keluar akan diperoleh. Jika nilai paling negatif (untuk tujuan maksimisasi) atau positif terbesar (untuk tujuan minimisasi) lebih dari satu, pilih salah satu secara sembarang. Ketiga, menentukan baris pivot. Baris pivot ditentukan setelah membagi nilai solusi dengan nilai kolom pivot yang bersesuaian (nilai yang terletak dalam satu baris). Dalam hal ini, nilai negatif dan 0 pada kolom pivot tidak diperhatikan, artinya tidak ikut menjadi pembagi. Baris pivot adalah baris dengan rasio pembagian terkecil. Jika baris pivot ditandai dan ditarik ke kiri, variabel keluar akan diperoleh. Jika rasio pembagian terkecil lebih dari satu, pilih salah satu secara sembarang. Keempat, menentukan elemen pivot. Elemen pivot merupakan nilai yang terletak pada perpotongan kolom dan baris pivot. Kelima, membentuk tabel simpleks baru. Tabel simpleks baru dibentuk dengan pertama sekali menghitung nilai baris pivot baru. Baris pivot baru adalah baris pivot lama dibagi dengan elemen pivot. Baris baru lainnya merupakan pengurangan nilai kolom pivot baris yang bersangkutan dikali baris pivot baru dalam satu kolom terhadap baris lamanya yang terletak pada kolom tersebut. Keenam, memeriksa jika tabel sudah optimal. Keoptimalan tabel dilihat dari koefisien fungsi tujuan (nilai pada baris z) dan tergantung dari bentuk tujuan. Untuk tujuan maksimisasi, tabel sudah optimal jika semua nilai pada baris z sudah positif atau 0. Pada tujuan minimisasi, tabel sudah optimal jika semua nilai pada baris z sudah negatif atau 0. Jika belum, kembali ke langkah kedua; jika sudah optimal, baca solusi optimal.

Metode Revised Simplex (Metode Simpleks yang Diperbaiki)

Metode ini didesain untuk mencapai hal yang tepat seperti pada metode simpleks yang asli. Metode ini menghitung dan menyimpan hanya informasi yang diperlukan sekarang dan data yang penting disimpan dalam bentuk lebih padat. Metode *revised simplex* secara eksplisit memakai manipulasi matriks, maka masalah harus dinyatakan dalam notasi matriks.

Istilah-istilah dalam Metode Simpleks

Ada beberapa istilah yang sangat sering digunakan dalam metode simpleks, di antaranya: (a) Iterasi adalah tahapan perhitungan dimana nilai dalam perhitungan itu tergantung dari nilai tabel sebelumnya; (b) Variabel nonbasis adalah variabel yang nilainya diatur menjadi nol pada sembarang iterasi. Dalam terminologi umum, jumlah variabel nonbasis selalu sama dengan derajat bebas dalam sistem persamaan; (c) 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 variabel basis selalu sama dengan jumlah fungsi pembatas (tanpa fungsi nonnegatif); (d) 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; (e) Variabel *slack* adalah variabel yang ditambahkan ke model matematika kendala untuk mengonversikan pertidaksamaan \leq menjadi persamaan ($=$). Penambahan variabel ini terjadi pada tahap inisialisasi. Pada solusi awal, variabel *slack* akan berfungsi sebagai variabel basis; (f) 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; (f) 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; (g) 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); (h) Baris pivot (baris kerja) adalah salah satu baris dari antara variabel basis yang memuat variabel keluar; (i) Elemen pivot (elemen kerja) adalah elemen yang terletak pada perpotongan kolom dan baris pivot. Elemen pivot akan menjadi dasar perhitungan untuk tabel simpleks berikutnya; (j) Variabel masuk adalah variabel yang terpilih untuk menjadi variabel basis pada iterasi berikutnya. Variabel masuk dipilih satu dari antara variabel nonbasis pada setiap iterasi. Variabel ini pada iterasi berikutnya akan bernilai positif; (k) Variabel keluar adalah variabel yang keluar dari variabel basis pada iterasi berikutnya dan digantikan oleh variabel masuk. Variabel keluar dipilih satu dari antara variabel basis pada setiap iterasi. Variabel ini pada iterasi berikutnya akan bernilai nol.

Biji Plastik

Plastik merupakan bahan baru yang semakin berkembang. Dewasa ini plastik banyak digunakan untuk berbagai macam bahan dasar. Penggunaan plastik dapat dipakai sebagai bahan pengemas, konstruksi, elektroteknik, automotif, mebel, pertanian, peralatan rumah tangga, bahan pesawat, kapal mainan, dan sebagainya. Penggunaan plastik di berbagai bidang tersebut didasarkan pada alasan bahwa bahan plastik mempunyai keunggulan dibandingkan dengan bahan lain antara lain, seperti tidak mudah berkarat, kuat, tidak mudah pecah, ringan, dan elastis.

Ada beberapa proses yang terjadi pada industri plastik, yaitu bahan dasar biji plastik mengalami pemanasan, kemudian dikirim ke tempat pembentukan. Pembentukan bisa dilakukan dengan berbagai cara antara lain: pencetakan, pengepresan, dan pembentukan dengan pemanasan atau dengan vakum. Setelah mengalami pembentukan, selanjutnya dilakukan proses pendinginan. Proses ini bertujuan agar plastik yang sudah terbentuk tidak mengalami perubahan bentuk lagi.

Secara umum plastik dikategorikan menjadi dua kelompok. Kelompok thermo halus adalah plastik yang mempunyai sifat jika dipanaskan akan menjadi halus. Jenis plastik ini sering digunakan karena sifat plastik ini mudah dibentuk sesuai dengan keinginan. Kelompok thermo kasar adalah plastik yang mempunyai sifat jika dipanaskan akan menjadi keras dan tidak akan menjadi lunak. Jenis plastik ini sering digunakan pada industri-industri besar dan juga digunakan pada pesawat ruang angkasa. Selain pengelompokan plastik tersebut, plastik secara komersial dikenal dengan berbagai macam nama. Penamaan ini dibuat berdasarkan bahan penyusunnya. Jenis-jenis plastik tersebut adalah (a) *Polyethen (PE)*; (b) *Poly Vinyl Chlorida (PVC)*; (c) *Poly Propylen (PP)*; (d) *Poly Methil Meth Acrylaat (PMMA)*; (e) *Acrylonitrit butadien Styreen (ABS)*; (f) *Poly Amide (PA)*; (g) *Polyester (Cairan pengeras dan perapat)*; (h) *Poly Ethen Three (PET)*.

Masing-masing jenis plastik tersebut mempunyai karakteristik yang berbeda. Berikut ini beberapa karakteristik jenis-jenis plastik: (1) *Polyethen lunak*, bersifat mengambang di air, mudah dibentuk, jika dibakar terjadi tetesan api, asap warna hitam dan bau seperti lilin; (2) *Poly Methil Meth Acrylaat (PMMA)*, bersifat tenggelam di air, mudah terbakar, jika dibakar terjadi percikan api, bau sedikit manis, dan nyala api kuning kebiru-biruan; (3) *Polystyreen (PS)*, bersifat tenggelam di air, mudah terbakar, asap tebal, dan nyala api oranye kekuningan; (4) *Poly Vynil Chlorida (PVC) lunak*, bersifat tenggelam di air, relatif sulit dibakar, bau menyengat dan menusuk (keasam-asaman), dan mudah dibentuk; (5) *Poly Vynil Chlorida (PVC) keras*, bersifat tenggelam di air, relatif sulit dibakar, bau menyengat dan menusuk (keasam-asaman), dan susah dibentuk. Yang digunakan untuk *injection gesper* plastik adalah *Poly Propylen (PP)* karena bahan dibentuk sesuai dengan cetakan dan bisa mengeras setelah di-*inject*.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan memiliki tujuan studi yaitu studi deskriptif. Menurut pendapat Sekaran dan Bougie (2010), studi deskriptif (*descriptive study*) dilakukan untuk mengetahui dan menjadi mampu untuk menjelaskan karakteristik variabel yang diteliti dalam suatu situasi. Cukup sering, studi deskriptif dilakukan oleh organisasi untuk mempelajari dan menjelaskan karakteristik sebuah kelompok karyawan, misalnya usia, tingkat pendidikan, status kerja dan lama kerja orang yang bekerja dalam sistem. Studi deskriptif juga dilakukan untuk memahami karakteristik organisasi yang mengikuti praktik umum tertentu. Tujuan studi deskriptif adalah memberikan kepada peneliti sebuah riwayat atau untuk menggambarkan aspek-aspek yang relevan dengan fenomena perhatian dari perspektif seseorang, organisasi, orientasi industry, dan lainnya.

Dalam pelaksanaannya penelitian ini menggunakan metode survei karena penelitian dilakukan pada populasi besar, tetapi data yang dipelajari adalah data dari sampel yang diambil dari populasi tersebut. Unit analisis yang dituju adalah PD Utama Jaya Plasindo terutama pada bagian produksi. Time Horizon yang digunakan adalah *cross sectional (one shot study)*. Studi *one shot* merupakan sebuah studi yang dapat dilakukan dengan data hanya sekali dikumpulkan, mungkin selama periode bulanan dalam rangka menjawab pertanyaan penelitian. (Sekaran & Bougie, 2010)

Operasionalisasi variabel penelitian dibuat berdasarkan variabel atau subvariabel dan terdapat dalam penelitian. Konsep variabel atau subvariabel merupakan definisi sesuai dengan pengertian dalam penelitian berdasarkan teori yang mendukung. Indikator merupakan hal-hal yang dapat dilihat atau diukur untuk menjelaskan variabel atau subvariabel dalam penelitian. Definisi operasional adalah penentuan suatu *construct* (hal-hal yang sulit diukur) sehingga menjadi variabel atau variabel-variabel yang dapat diukur. Definisi operasional menjelaskan cara tertentu yang dapat digunakan dalam mengoperasionalkan *construct*, sehingga memungkinkan peneliti lain untuk melakukan *replikasi* (pengulangan) pengukuran dengan cara yang sama, atau mencoba untuk mengembangkan cara pengukuran *construct* yang lebih baik (Umar, 2005).

Maka dari itu variabel penelitian pada dasarnya adalah sesuatu hal yang berbentuk apa saja yang ditetapkan dalam penelitian untuk dipelajari, sehingga diperoleh informasi tentang hal tersebut, kemudian ditarik simpulan. Dengan kata lain, variabel penelitian adalah suatu atribut, sifat atau nilai dari orang, objek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan penulis untuk dipelajari atau ditarik kesimpulan (Sugiyono, 2005). Pembahasan dilakukan dengan analisis terhadap optimalisasi produksi dengan 4 tipe produk melalui konsep *Linear Programming* untuk memaksimalkan laba. Tabel 1 menunjukkan operasionalisasi variabel penelitian.

Tabel 1 Operasionalisasi Variabel Penelitian

Variabel	Subvariabel	Indikator	Ukuran
Menentukan Variabel keputusan	1. GRX 25	1. Jumlah produksi GRX 25	Nominal
	2. GTW 25	2. Jumlah produksi GTW 25	
		3. Jumlah produksi GTX 25	
		4. Jumlah produksi GTX 25M	
Menentukan fungsi tujuan	3. GTX 25		Nominal
	4. GTX 25 M		
	$Z_{\max} = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + c_4x_4$	1. Memaksimalkan keuntungan total yang diperoleh dari produk GRX 25 2. Memaksimalkan keuntungan total yang diperoleh dari produk GTW 25 3. Memaksimalkan keuntungan total yang diperoleh dari produk GTX 25	

Menentukan fungsi kendala	Bahan baku=	4. Memaksimalkan keuntungan total yang diperoleh dari produk GTX 25 M	Nominal
	$a_{11}x_1+a_{12}x_2+a_{13}x_3+a_{14}x_4\leq b_1$	Ruas kiri tidak boleh lebih besar dari ruas kanan	
	Jam kerja mesin=	Kemampuan menyediakan bahan baku sebesar b_1	
	$a_{21}x_1+a_{22}x_2+a_{23}x_3+a_{24}x_4\leq b_2$	Kemampuan ketersediaan jam kerja mesin sebesar b_2	
	Jam tenaga kerja=	Kemampuan ketersediaan jam tenaga kerja sebesar b_3	
	$a_{31}x_1+a_{32}x_2+a_{33}x_3+a_{34}x_4\leq b_3$	Kemampuan permintaan pasar produk A sebesar b_4	
	Permintaan produk GRX 25=	Kemampuan permintaan pasar produk B sebesar b_5	
	$a_{41}x_1\leq b_4$	Kemampuan permintaan pasar produk C sebesar b_6	
	Permintaan produk GTW 25 =	Kemampuan permintaan pasar produk D sebesar b_7	
	$A_{51}x_1\leq b_5$		
Permintaan produk GTX 25=			
$A_{61}x_1\leq b_6$			
Permintaan produk GTX 25			
M=			
$A_{71}x_1\leq b_7$			

(Sumber: data perusahaan yang diolah)

Berdasarkan tujuan penelitian ada beberapa data yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Jenis dari masing-masing data tersebut adalah data kualitatif, yaitu data yang bersifat tidak terstruktur sehingga variasi data dari sumbernya sangat beragam dan data kuantitatif, yaitu data yang bersifat struktur dan ragam data yang diperoleh dari sumbernya yaitu berupa angka. Sumber data dari penelitian ini adalah data primer, yaitu didapat langsung dari perusahaan dan data sekunder yang didapat dari riset kepustakaan. Sumber data terbagi dua, yaitu data internal dan data eksternal. Data internal adalah data yang didapat dalam perusahaan, dapat berupa biaya produksi. Data eksternal adalah data yang didapat di luar perusahaan seperti hasil penemuan yang sebelumnya pernah diteliti oleh pihak lain seperti bahan landasan teori yang dijadikan dasar penelitian.

Penelitian bisnis ini menggunakan metode pengumpulan data kualitatif dan data kuantitatif. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini, yaitu menggunakan (1) data primer, merupakan data yang didapat dari sumber pertama baik individu atau perseorangan, berupa wawancara, pengamatan langsung, dan pengamatan tidak langsung; (2) data sekunder, merupakan data primer yang diolah lebih lanjut dan disajikan oleh pihak pengumpul data primer atau oleh pihak lain misalnya dalam bentuk tabel-tabel atau diagram-diagram. Pengumpulan data dilakukan dengan dua cara. Pertama, penelitian kepustakaan (*library research*) dilakukan dengan mencari teori-teori yang mendukung dan berhubungan dengan analisis yang dilakukan terhadap data yang telah dikumpulkan. Studi pustaka dapat digunakan untuk membantu dalam menganalisis data dan dijadikan sebagai landasan teori. Data diperoleh dari buku yang ada di perpustakaan (*library research*). Kedua, media Internet (*online research*) diperoleh dari Internet atau pencarian data secara *online*.

Teknik pengambilan sampel atau teknik *sampling* adalah suatu cara mengambil sampel yang representatif dari populasi yang pengambilan sampel harus dilakukan sedemikian rupa sehingga diperoleh sampel yang benar-benar dapat mewakili dan dapat menggambarkan keadaan populasi yang sebenarnya (Riduwan & Kuncoro, 2008). Dalam melakukan identifikasi sampel diperlukan teknik pengambilan sampel, teknik pengambilan sampel yang diterapkan dalam penelitian ini adalah *proportionate stratified random sampling*. Menurut Riduwan dan Kuncoro (2008), *proportionate stratified random sampling* adalah pengambilan sampel secara acak dan berstrata secara proporsional.

Menurut Riduwan dan Kuncoro (2008), populasi adalah keseluruhan dari karakteristik atau unit hasil pengukuran yang menjadi objek penelitian atau populasi merupakan objek atau subjek yang berada pada suatu wilayah dan memenuhi syarat tertentu berkaitan dengan masalah penelitian. Sedangkan menurut Sugiyono (2005), populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas objek atau subjek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya. Sugiyono juga mengatakan bahwa sampel merupakan bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut (Sugiyono, 2005).

Sebuah sampel haruslah dipilih sedemikian rupa sehingga setiap satuan elementer mempunyai kesempatan dan peluang yang sama untuk dipilih dan besarnya peluang tersebut boleh sama dengan 0. Di samping itu, pengambilan sampel yang diambil secara acak (*random*) haruslah menggunakan metode yang tepat yang sesuai dengan ciri-ciri populasi dan tujuan penelitian. Meskipun sebuah sampel terdiri dari sebagian populasi, sebagian populasi ini tidak selalu dapat disebut sebagai sebuah sampel jika cara-cara pengambilannya tidak benar.

Suatu pengambilan sampel yang ideal mempunyai sifat-sifat: dapat menghasilkan gambaran yang dapat dipercaya dari seluruh populasi yang diteliti; dapat menentukan persisi (*precision*) dari hasil penelitian dengan menentukan penyimpangan baku (*standar*) dari taksiran yang diperoleh; sederhana, sehingga mudah dilaksanakan; dapat memberikan data sebanyak mungkin dengan biaya serendah-rendahnya. Sampel dari penelitian ini adalah data dari arsip PD Utama Jaya Plasindo.

Karakteristik permasalahan pemrograman linear. Semua permasalahan PL memiliki tujuan (*objective function*) untuk memaksimalkan atau meminimumkan sesuatu (kuantitas), seperti profit atau biaya. Permasalahan PL memiliki kendala (*constraint*) yang membatasi tingkatan pencapaian tujuan (*objective function*). Adanya beberapa alternatif tindakan yang bisa dipilih. Sebagai contoh, jika suatu perusahaan menghasilkan tiga produk, alternatif solusinya adalah apakah perusahaan akan mengalokasikan semua *resource* untuk satu produk, membagi rata *resource* untuk ketiga produk, atau mendistribusikannya dengan cara lain.

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n + d$$

Fungsi tujuan dan kendala (*constraint*) dalam permasalahan pemrograman linear diekspresikan dalam bentuk persamaan atau pertidaksamaan linear. Langkah-langkah dalam formulasi *linear programming*: (1) mengidentifikasi dan menotasikan variabel dalam fungsi dan kendala; (2) memformulasikan fungsi tujuan, memaksimalkan dan meminimalkan:

$$c_1x_1 + c_2x_2;$$

(3) memformulasikan fungsi kendala

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 &\leq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 &\leq b_2 \\ a_{31}x_1 + a_{32}x_2 &\leq b_3; \end{aligned}$$

Memaksimalkan dengan kendala, dengan:

- C_j = nilai profit per unit untuk setiap X_j
 - X_j = variabel keputusan ke- j
 - a_{ji} = kebutuhan resource i untuk setiap X_j
 - b_i = jumlah resource i yang tersedia
 - j = banyaknya variabel keputusan mulai dari 1, 2, ..., J .
 - i = banyaknya macam resource yang digunakan mulai dari 1, 2, ..., I
- Asumsi dasar *Linear Programming* adalah sebagai berikut. Kepastian (*certainty*), koefisien

dalam fungsi tujuan (C_j) dan fungsi kendala (a_{ji}) dapat diketahui dengan pasti dan tidak berubah. Proporsionalitas (*proportionality*) dalam fungsi tujuan dan fungsi kendala, semua koefisien dalam formulasi, C_j dan a_{ji} merupakan koefisien yang bersifat variabel terhadap besarnya variabel keputusan. Additivitas (*additivity*), total aktivitas sama dengan jumlah (*additivitas*) setiap aktivitas individual. Divisibilitas (*divisibility*), solusi permasalahan PL (dalam hal ini nilai X_j) tidak harus dalam bilangan bulat. Nonnegative (*nonnegativity*), variabel keputusan tidak boleh bernilai negatif.

Berdasarkan asumsi-asumsi penelitian sebagaimana diuraikan, maka dapat dirumuskan rancangan implikasi hasil penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk memaksimalkan keuntungan perusahaan. Fungsi tujuan dibuat dalam persamaan sebagai berikut:

$$Z_{\max} = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + C_4X_4;$$

dan ada 7 fungsi kendala, yaitu: pertama adalah bahan baku; kedua adalah jam kerja mesin; ketiga adalah jam tenaga kerja; keempat adalah permintaan GRX 25; kelima adalah permintaan GTW 25; keenam adalah permintaan GTX 25; ketujuh adalah permintaan GTX 25 M. Dengan menggunakan analisis *Linear Programming* berdasarkan program *Quantitative Management (QM)*, maka akan diketahui kendala-kendala yang ada dalam memproduksi variasi gesper plastik agar memperoleh laba maksimal, menentukan jumlah produksi yang optimal untuk variasi gesper plastik agar sesuai dengan kapasitas produksi yang dimiliki oleh perusahaan, dan menghitung hasil produksi variasi gesper plastik dan laba maksimal yang dapat dicapai dari hasil produksi variasi gesper plastik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

PD Utama Jaya Plasindo memperoleh bahan baku dari beberapa *supplier* di antaranya yaitu PT Tri Mega Jaya Perkasa Plastik, Surya Mas Jaya Plastik, Kana Plastic, dan beberapa perusahaan penghasil biji plastik. Rata-rata pemesanan bahan baku biji plastik per bulannya mencapai 60 ton – 100 ton tergantung pada jumlah pemesanan produk dari para *customer*. Penjualan produk PD Utama Jaya Plasindo bukan hanya produk sendiri tetapi bisa juga menerima pesanan sesuai dengan sampel yang diberikan. Penjualan produk sangat beraneka variasi bukan hanya gesper plastik. Saat ini omzet penjualan bisa mencapai 1 miliar per bulan.

Kendala-kendala Produksi PD Utama Jaya Plasindo

Berdasarkan data PD Utama Jaya Plasindo, diperoleh bahwa laba yang diperoleh atau margin keuntungan per unit barang yaitu: (1) Total ongkos produksi = (harga bahan baku per kg / ((1000 gram – 100 gram) / gram barang)) + ongkos. Dengan demikian, maka: Total ongkos produksi = (Rp. 5.000/((1000 gram – 100 gram)/gram barang)) + ongkos. (2) Profit = Harga jual – Total ongkos produksi. Dengan demikian, maka: Profit = Harga jual – Total ongkos produksi. Sehingga berdasarkan perhitungan tersebut dapat dibuat suatu persamaan linear, yaitu:

$$\text{Laba} = 37 A + 46 B + 38 C + 46 D$$

Tujuan dari perusahaan tentu saja untuk memaksimalkan laba atau keuntungan semaksimal mungkin, namun ada beberapa kendala yang dihadapi oleh perusahaan dalam memproduksi gesper plastik. (1) Kendala keterbatasan bahan baku biji plastik, yaitu bahan baku biji plastik yang datang setiap harinya diperkirakan hanya berjumlah 2000 kg per hari atau sekitar 2 ton namun untuk bahan baku yang digunakan untuk *inject* gesper plastik diperkirakan 10% dari kapasitas bahan baku yang tersedia setiap harinya. (2) Kendala penggunaan mesin, yaitu jam kerja mesin adalah 24 jam setiap hari dan 1 kali cetak membutuhkan waktu 30 detik. Mesin berhenti beroperasi setiap 2 minggu sekali.

Akan tetapi, diasumsikan bahwa mesin bisa berkerja setiap hari dan tidak ada kerusakan pada mesin produksinya. (3) Kendala keterbatasan jam kerja tenaga kerja sama dengan 12 jam (terbagi atas 2 *shift*, yaitu siang pukul 07.00 s/d 19.00 dan malam pukul 19.00 s/d 07.00). Setiap tenaga kerja diperkirakan membutuhkan waktu 5 detik untuk memotong 1 buah gesper dan jam aktif diasumsikan 8 jam dan setiap mesin dipegang oleh 1 orang pekerja. (4) Kendala perkiraan permintaan GRX 25 yang dihitung berdasarkan rata-rata permintaan setiap bulannya dan dibagi 20 hari (hari aktif). (5) Kendala perkiraan permintaan GTW 25 yang dihitung berdasarkan rata-rata permintaan setiap bulannya dan dibagi 20 hari (hari aktif). (6) Kendala perkiraan permintaan GTX 25 yang dihitung berdasarkan rata-rata permintaan setiap bulannya dan dibagi 20 hari (hari aktif). (7) Kendala perkiraan permintaan GTX 25 M yang dihitung berdasarkan rata-rata permintaan setiap bulannya dan dibagi 20 hari (hari aktif).

Kendala Keterbatasan Bahan Baku Biji Plastik

Karena produksi bahan baku biji plastik yang setiap harinya terbatas, bahan baku biji plastik yang dikirim untuk perusahaan kami pun terbatas. Kadang-kadang bahan pembuatan biji plastik pun tidak banyak sehingga harga bahan baku biji plastik pun naik. Biji plastik yang tersedia digunakan untuk memproduksi berbagai macam produk dan untuk produk gesper plastik pun mengalami keterbatasan. Berdasarkan data, maka dibuat persamaan linear untuk kendala pertama, yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Bahan Baku} &= 7 A + 5,8 B + 8,6 C + 7,6 D \leq (200 \text{ kg} - 10\% * 200 \text{ kg}) \\ &= 7 A + 5,8 B + 8,6 C + 7,6 D \leq 180.000 \text{ gram} \end{aligned}$$

Kendala Penggunaan Mesin (Jam Kerja Mesin)

Penggunaan mesin tentu saja memiliki keterbatasan dalam hal jam operasional. Akan tetapi, pembelian mesin baru membutuhkan biaya yang sangat tinggi. Kendala penggunaan mesin yaitu jam kerja mesin adalah 24 jam setiap hari dan 1 kali cetak membutuhkan waktu 30 detik. Mesin berhenti beroperasi setiap 2 minggu sekali. Namun demikian, diasumsikan bahwa mesin bisa berkerja setiap hari; dan rumus dalam menghitung jam kerja mesin dalam memproduksi setiap gesper plastik, yaitu:

$$\text{Jam Kerja Mesin} = \frac{\text{Waktu untuk } 1x \text{ inject}}{\text{Kapasitas Cetakan}}$$

Berdasarkan hasil perhitungan jam kerja mesin untuk masing-masing produk, maka didapatkan persamaan linear untuk kendala kedua, yaitu:

$$\text{Jam Kerja Mesin} = 2,5 A + 3 B + 2 C + 2,5 D \leq 86.400 \text{ detik} (24 \text{ jam} * 60 \text{ menit} * 60 \text{ detik})$$

Kendala Keterbatasan Jam Kerja Tenaga Kerja

Kendala keterbatasan jam kerja tenaga kerja yaitu jam kerja dari setiap tenaga kerja yaitu 12 jam (terbagi atas 2 *shift*, yaitu siang pukul 07.00 s/d 19.00 dan malam pukul 19.00 s/d 07.00). Setiap tenaga kerja diperkirakan membutuhkan waktu 5 detik untuk memotong 1 buah gesper, jam aktif diasumsikan 8 jam, dan jumlah pekerja yang membantu dalam memotong ada 4 orang. Untuk penambahan tenaga dinilai kurang efisien karena pekerja tidak akan bekerja maksimal. Jadi berdasarkan data yang ada, dibuat persamaan untuk kendala ketiga, yaitu:

$$\text{Jam Tenaga Kerja} = 5 A + 5 B + 5 C + 5 D \leq 115.200 \text{ detik} (4 \text{ orang} * 8 \text{ jam kerja aktif} * 60 \text{ menit} * 60 \text{ detik})$$

Kendala Perkiraan Permintaan GRX 25

Ada kendala permintaan karena tidak semua produk bisa diserap oleh pasar atau dengan kata lain tidak laku dijual. Bauran produk dibutuhkan agar produk yang diproduksi tidak menumpuk dan bisa terjual sesuai dengan perkiraan permintaan. Berdasarkan hal itu, konsep *Linear Programming* sangatlah dibutuhkan untuk melihat bauran produk yang bagaimanakah yang seharusnya diproduksi PD Utama Jaya Plasindo agar dapat memaksimalkan laba.

Kendala perkiraan permintaan GRX 25 dihitung berdasarkan rata-rata permintaan setiap bulannya dan dibagi 20 hari (hari aktif). Rata-rata permintaan produk setiap bulan adalah total permintaan selama 18 bulan / 18 bulan. Rata-rata permintaan produk setiap hari adalah Rata-rata permintaan setiap bulan / 20 hari.

$$\begin{aligned}\text{Rata-rata permintaan GRX 25} &= \frac{\text{Total permintaan GRX 25}}{18 \text{ bulan}} \\ &= \frac{71.000 \text{ lusin}}{18 \text{ bulan}} = 3.944 \text{ lusin}\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan jumlah permintaan untuk produk GRX 25, maka didapatkan persamaan linear untuk kendala keempat, yaitu:

$$\text{Permintaan GRX 25} = A \leq 2400 \text{ pcs}$$

Kendala Perkiraan Permintaan GTW 25

Kendala perkiraan permintaan GTW 25 dihitung berdasarkan rata-rata permintaan setiap bulannya dan dibagi 20 hari (hari aktif). Rata-rata permintaan produk setiap bulan adalah Total permintaan selama 18 bulan / 18 bulan. Rata-rata permintaan produk setiap hari adalah Rata-rata permintaan setiap bulan / 20 hari.

$$\begin{aligned}\text{Rata-rata permintaan GTW 25} &= \frac{\text{Total permintaan GTW 25}}{18 \text{ bulan}} \\ &= \frac{212.680 \text{ lusin}}{18 \text{ bulan}} \\ &= 11.815 \text{ lusin}\end{aligned}$$

Jadi berdasarkan hasil perhitungan jumlah permintaan untuk produk GTW 25, maka didapatkan persamaan linear untuk kendala kelima, yaitu:

$$\text{Permintaan GTW 25} = B \leq 7200 \text{ pcs}$$

Kendala Perkiraan Permintaan GTX 25

Kendala perkiraan permintaan GTX 25 yang dihitung berdasarkan rata-rata permintaan setiap bulannya dan dibagi 20 hari (hari aktif). Rata-rata permintaan produk setiap bulan adalah Total permintaan selama 18 bulan / 18 bulan. Rata-rata permintaan produk setiap hari adalah Rata-rata permintaan setiap bulan / 20 hari.

$$\begin{aligned}\text{Rata-rata permintaan GTX 25} &= \frac{\text{Total permintaan GTX 25}}{18 \text{ bulan}} \\ &= \frac{87.700 \text{ lusin}}{18 \text{ bulan}} \\ &= 4.872 \text{ lusin}\end{aligned}$$

Jadi berdasarkan hasil perhitungan jumlah permintaan untuk produk GTX 25 maka di dapatkan persamaan linear untuk kendala keenam, yaitu:

$$\text{Permintaan GTX 25} = C \leq 3000 \text{ pcs}$$

Kendala Perkiraan Permintaan GTX 25 M

Kendala perkiraan permintaan GTX 25 M dihitung berdasarkan rata-rata permintaan setiap bulannya dan dibagi 20 hari (hari aktif). Rata-rata permintaan produk setiap bulan adalah Total permintaan selama 18 bulan / 18 bulan. Rata-rata permintaan produk setiap hari adalah Rata-rata permintaan setiap bulan / 20 hari.

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata permintaan GTX 25 M} &= \frac{\text{Total permintaan GTX 25 M}}{18 \text{ bulan}} \\ &= \frac{197.470 \text{ lusin}}{18 \text{ bulan}} \\ &= 10.970 \text{ lusin} \end{aligned}$$

Jadi berdasarkan hasil perhitungan jumlah permintaan untuk produk GTX 25 M maka didapatkan persamaan linear untuk kendala ketujuh, yaitu:

$$\text{Permintaan GTX 25 M} = D \leq 6600 \text{ pcs}$$

Keterangan: Barang per bungkus = 10 lusin jadi dibuat kelipatan 10 lusin

Kombinasi produk gesper plastik yang seharusnya diproduksi PD Utama Jaya Plasindo untuk mendapatkan *output* dengan memaksimalkan laba total menggunakan analisis *Linear Programming* berdasarkan program *Quantitative Management (QM)*; berikut adalah persamaan fungsi tujuan yang memaksimalkan laba yaitu:

$$\text{Laba} = 37 A + 46 B + 38 C + 46 D$$

Berikut adalah persamaan dari tujuh fungsi kendala yang membatasi produksi, yaitu:

- Kendala pertama: Bahan Baku = $7 A + 5,8 B + 8,6 C + 7,6 D \leq 180.000$ gram
- Kendala kedua: Jam Kerja Mesin = $2,5 A + 3 B + 2 C + 2,5 D \leq 86.400$ detik
- Kendala ketiga: Jam Tenaga Kerja = $5 A + 5 B + 5 C + 5 D \leq 115.200$ detik
- Kendala keempat: Permintaan GRX 25 = $A \leq 2400$ pcs
- Kendala kelima: Permintaan GTW 25 = $B \leq 7200$ pcs
- Kendala keenam: Permintaan GTX 25 = $C \leq 3000$ pcs
- Kendala ketujuh: Permintaan GTX 25 M = $D \leq 6600$ pcs

Perhitungan program linear menggunakan *software* QM for windows version 2.2 dan excel for QM berdasarkan Render, Stair, dan Hanna (2012). Hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut.

Tabel 2 Data Fungsi Tujuan dan Fungsi Kendala

	GRX 25	GTW 25	GTX 25	GTX 25 M	RHS
Maximize	37	46	38	46	
Bahan Baku	7	5,8	8,6	7,6	\leq 180000
Jam Kerja Mesin	2,5	3	2	2,5	\leq 86400
Jam Tenaga Kerja	5	5	5	5	\leq 115200
Permintaan GRX 25	1	0	0	0	\leq 2400

Permintaan GTW 25	0	1	0	0	<=	7200
Permintaan GTX 25	0	0	1	0	<=	3000
Permintaan GTX 25 M	0	0	0	1	<=	6600

(Sumber: Persamaan Fungsi Tujuan dan Fungsi Kendala)

Tabel 3 Hasil Analisis *Linear Programming QM*

	GRX 25	GTW 25	GTX 25	GTX 25 M	RHS	Dual
Maximize	37	46	38	46		
Bahan Baku	7	5,8	8,6	7,6	<=	180000
Jam Kerja Mesin	2,5	3	2	2,5	<=	86400
Jam Tenaga Kerja	5	5	5	5	<=	115200
Permintaan GRX 25	1	0	0	0	<=	2400
Permintaan GTW 25	0	1	0	0	<=	7200
Permintaan GTX 25	0	0	1	0	<=	3000
Permintaan GTX 25 M	0	0	0	1	<=	6600
Solution->	2400	7200	3000	6600		\$837.600,

(Sumber: Hasil Analisis Program *Quantitative Management*)

Berdasarkan Tabel 3 Hasil Analisis *Linear Programming QM* diperoleh hasil atau solusi produksi yang sesuai dengan fungsi tujuan, yaitu memaksimalkan laba dengan memproduksi produk: gesper plastik GRX 25 sebanyak 2.400 pcs, gesper plastik GTW 25 sebanyak 7.200 pcs, gesper plastik GTX 25 sebanyak 3.000 pcs, gesper plastik GTX 25 M sebanyak 6.600 PCS. Keuntungan maksimal yang dihasilkan oleh PD Utama Jaya Plasindo pada 2010 dengan kondisi tetap untuk produk gesper plastik. Sehingga berdasarkan fungsi tujuan, diperoleh:

$$\begin{aligned}
 \text{Laba} &= 37 A + 46 B + 38 C + 46 D \\
 \text{Laba} &= 37 [2.400] + 46 [7.200] + 38 [3.000] + 46 [6.600] \\
 &= 88.800 + 331.200 + 114.000 + 303.600 \\
 &= \text{Rp. } 837.600 \text{ per hari}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan fungsi tujuan tersebut, diperoleh informasi sebagai berikut. Laba yang diperoleh dari produk gesper plastik GRX 25 adalah Rp. 37 per pcs dengan memproduksi sebanyak 2.400 pcs per hari untuk memaksimalkan laba. Hasil penerimaan dari produk GRX 25 (A) sebesar Rp. 88.800 per hari. Laba yang diperoleh dari produk gesper plastik GTW 25 adalah Rp. 46 per pcs dengan memproduksi sebanyak 7.200 pcs per hari untuk memaksimalkan laba. Hasil penerimaan dari produk GTW 25 (B) sebesar Rp. 331.200 per hari. Laba yang diperoleh dari produk gesper plastik GTX 25 adalah Rp. 38 per pcs dengan memproduksi sebanyak 3.000 pcs per hari untuk memaksimalkan laba. Hasil penerimaan dari produk GTX 25 (C) sebesar Rp. 114.000 per hari. Laba yang diperoleh dari produk gesper plastik GTX 25 M adalah Rp. 46 per pcs dengan memproduksi sebanyak 6.600 pcs per hari untuk memaksimalkan laba. Hasil penerimaan dari produk GTX 25 M (D) sebesar Rp. 303.600 per hari. Total laba keseluruhan yang diperoleh PD Utama Jaya Plasindo untuk per harinya yaitu Rp. 837.600 dan untuk per bulannya dengan 20 hari masa aktif Rp. 16.752.000 dengan asumsi perolehan laba sesuai dengan fungsi tujuan dan fungsi kendala tetap.

Penggunaan bahan baku biji plastik dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Bahan Baku} &= 7 A + 5,8 B + 8,6 C + 7,6 D \leq 180.000 \text{ gram} \\
 &= 7 [2.400] + 5,8 [7.200] + 8,6 [3.000] + 7,6 [6.600] \\
 &= 16.800 + 41.760 + 25.800 + 50.160 \\
 &= 134.520 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

Jadi bahan baku yang tersisa adalah $180.000 \text{ gram} - 134.520 \text{ gram} = 45.480 \text{ gram}$. Berdasarkan fungsi kendala ke-1, persamaan linear penggunaan bahan baku biji plastik diatas, maka diperoleh informasi sebagai berikut. Penggunaan bahan baku untuk GRX 25 (A) adalah sebanyak 16.800 gram atau 16,8 kg. Penggunaan bahan baku untuk GTW 25 (B) adalah sebanyak 41.760 gram atau 41,76 kg. Penggunaan bahan baku untuk GTX 25 (C) adalah sebanyak 25.800 gram atau 25,8 kg. Penggunaan bahan baku untuk GTX 25 M (D) adalah sebanyak 50.160 gram atau 50,16 kg. Bahan baku yang tersisa 45.480 gram atau 45,48 kg.

Penggunaan jam kerja mesin dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jam Kerja Mesin} &= 2,5 A + 3 B + 2 C + 2,5 D \leq 86.400 \text{ detik} \\ &= 2,5 [2.400] + 3 [7.200] + 2 [3.000] + 2,5 [6.600] \\ &= 6.000 + 21.600 + 6.000 + 16.500 \\ &= 50.100 \text{ detik} \end{aligned}$$

Jadi jam kerja mesin yang tersisa adalah $86.400 \text{ detik} - 50.100 \text{ detik} = 36.300 \text{ detik}$. Berdasarkan fungsi kendala kedua, persamaan linear penggunaan jam kerja mesin tersebut, diperoleh informasi sebagai berikut. Penggunaan jam kerja mesin untuk GRX 25 (A) adalah sebanyak 6000 detik atau 1,67 jam. Penggunaan jam kerja mesin untuk GTW 25 (B) adalah sebanyak 21.600 detik atau 6 jam. Penggunaan jam kerja mesin untuk GTX 25 (C) adalah sebanyak 6.000 detik atau 1,67 jam. Penggunaan jam kerja mesin untuk GTX 25 M (D) adalah sebanyak 16.500 detik atau 4,58 jam. Jam kerja mesin yang tersisa 36.300 detik atau 10,08 jam.

Penggunaan jam tenaga kerja dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jam Tenaga Kerja} &= 5 A + 5 B + 5 C + 5 D \leq 115.200 \text{ detik} \\ &= 5 [2.400] + 5 [7.200] + 5 [3.000] + 5 [6.600] \\ &= 12.000 + 36.000 + 15.000 + 33.000 \\ &= 96.000 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi jam tenaga kerja yang tersisa} &= 115.200 - 96.000 \\ &= 19.200 \text{ detik} \end{aligned}$$

Berdasarkan fungsi kendala ketiga, persamaan linear penggunaan jam tenaga kerja tersebut, diperoleh informasi sebagai berikut. Penggunaan jam tenaga kerja untuk GRX 25 (A) adalah sebanyak 12.000 detik atau 3,33 jam. Penggunaan jam tenaga kerja GTW 25 (B) adalah sebanyak 36.000 detik atau 10 jam. Penggunaan jam tenaga kerja untuk GTX 25 (C) adalah sebanyak 15.000 detik atau 4,17 jam. Penggunaan jam tenaga kerja GTX 25 M (D) adalah sebanyak 33.000 detik atau 9,17 jam. Jam kerja mesin yang tersisa 19.200 detik atau 5,33 jam

Permintaan GRX 25 dengan perhitungan permintaan $GRX 25 = A \leq 2400 \text{ pcs}$, telah terpenuhi karena produksi maksimal yang dapat dihasilkan adalah 2400 pcs. Permintaan GTW 25 dengan perhitungan permintaan $GTW 25 = B \leq 7200 \text{ pcs}$, telah terpenuhi karena produksi maksimal yang dapat dihasilkan adalah 7200 pcs. Permintaan GTX 25 dengan perhitungan permintaan $GTX 25 = C \leq 3000 \text{ pcs}$, telah terpenuhi karena produksi maksimal yang dapat dihasilkan adalah 3000 pcs. Permintaan GTX 25 M dengan perhitungan permintaan $GTX 25 M = D \leq 6600 \text{ pcs}$, telah terpenuhi karena produksi maksimal yang dapat dihasilkan adalah 6600 pcs.

SIMPULAN

Dari hasil analisis dengan Linear Programming, diperoleh simpulan bahwa untuk memaksimalkan laba pada PD Utama Jaya Plasindo, dengan kendala-kendala bahan baku, jam kerja mesin, jam kerja tenaga kerja, dan permintaan-permintaan terhadap produk GRX 25, GTW 25, GTX 25, dan GTX 25 M, maka: produksi gesper plastik GRX 25 sebanyak 2.400 pcs, produksi gesper plastik GTW 25 sebanyak 7.200 pcs, produksi gesper plastik GTX 25 sebanyak 3.000 pcs, produksi gesper plastik GTX 25 M sebanyak 6.600 pcs. Sehingga laba maksimal yang dapat dicapai dari hasil produksi variasi gesper plastik, yaitu:

$$\begin{aligned}\text{Laba} &= 37 A + 46 B + 38 C + 46 D \\ \text{Laba} &= 37 [2.400] + 46 [7.200] + 38 [3.000] + 46 [6.600] \\ &= 88.800 + 331.200 + 114.000 + 303.600 \\ &= \text{Rp. } 837.600 \text{ per hari}\end{aligned}$$

Jadi total laba keseluruhan yang diperoleh PD Utama Jaya Plasindo dari produk gesper plastik untuk per harinya yaitu Rp. 837.600 dan untuk per bulannya dengan 20 hari masa aktif adalah Rp. 16.752.000 dengan asumsi perolehan laba sesuai dengan fungsi tujuan dan fungsi kendala tetap.

Berdasarkan penelitian dan analisis yang telah dilakukan, disarankan sebagai berikut. Untuk masa yang akan datang, jika PD Utama Jaya Plasindo akan meningkatkan jumlah produksi, perusahaan perlu memperhitungkan biaya-biaya pengembangan dan perlu menganalisis lebih lanjut penggunaannya dari semua kapasitas produksi yang ada agar produksi bisa dilakukan secara maksimal. Pemerintah dan masyarakat lebih memerhatikan sampah plastik dengan melakukan daur ulang agar tidak mengganggu lingkungan sekitar. Pengembangan penelitian berikutnya, dapat menggunakan analisis tren yang mendukung inovasi sebagai masukan untuk perusahaan dan pengembangan dalam pengetahuan. Dalam hal ini, perlu diketahui bahwa ini lebih menguntungkan dibandingkan analisis *linear programming* karena kondisi pasar yang cepat berubah.

DAFTAR PUSTAKA

- Dantzig, G. B. (2002). *Linear Programming. Operation Research* , 50 (1), 42-47.
- Mulyono, S. (2004). *Riset Operasi*. Jakarta: Penerbitan Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Render, B., Stair, J. R., and Hanna, M. (2012). *Quantitative Analysis for Management*. 9th Ed. New Jersey: Pearson Education.
- Riduwan dan Kuncoro, E. A. (2008). *Cara Menggunakan dan Memaknai Analisis Jalur (Path Analysis)*. Bandung: Alfabeta.
- Sekaran, U., and Bougie, R. (2010). *Research Methods for Business A Skill Building Approach*. 5th Ed. Chichester, West Sussex, United Kingdom: John Willey & Sons.
- Sugiyono. (2005). *Metode Penelitian Kuantitatif*. Bandung: Alfabeta.
- Umar, H. (2005). *Metode Penelitian untuk Skripsi dan Tesis Bisnis*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Utomo, A. W., Argo, B. D., & Hermanto, M. B. (2013). Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan terhadap Karakteristik Fisika Kimiawi Plastik Biodegradable dari Komposit Pati Lidah Buaya (Aloe Vera)-Kitosan. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis* , 1 (1).