

**PENERAPAN KONSEP *THEORY OF CONSTRAINS* (TOC) DALAM
AKTIVITAS PERENCANAAN PRODUKSI DI PT XYZ**
*APPLICATION OF THE THEORY OF CONSTRAINS (TOC) CONCEPT IN PRODUCTION
PLANNING ACTIVITIES AT PT XYZ*

***Hendi Dwi Hardiman*¹ dan *Subekti*²**

E-mail: hdhstmi@gmail.com

UPPM Politeknik APP Jakarta, Jalan Timbul No. 34 Jagakarsa, Jakarta Selatan, 12630, Indonesia

ABSTRAK

PT XYZ telah menetapkan beberapa tujuan yang ingin dicapai dalam melaksanakan aktivitas produksinya, antara lain adalah memaksimalkan tingkat pemenuhan permintaan, memaksimalkan penjualan, meminimalkan biaya produksi, memaksimalkan utilisasi mesin dan peralatan, meminimalkan jam kerja lembur, dan meminimalkan biaya kualitas. Tujuan ini mengandung aspek-aspek yang berbeda atau bahkan bertentangan. Untuk itu, diperlukan suatu metode yang dapat memberikan solusi optimal yang merupakan titik temu (trade-off) dari tujuan-tujuan tersebut. Metode goal programming yang merupakan metode khusus dalam linear programming potensial untuk digunakan, karena mampu menyelesaikan masalah menjadi optimal dengan tujuan lebih dari satu (multi objective). Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk menghasilkan keuntungan yang optimal, jumlah produk FC5Susun yang harus dibuat adalah sebanyak 22.368 unit, produk FC3Susun sebanyak 8.240 unit, produk FC1Susun sebanyak 2.515 unit, produk FC531Susun sebanyak 5.677 unit. Dengan kombinasi produk hasil optimasi goal programming ini semua tujuan yang telah ditetapkan dapat terpenuhi. Keuntungan perusahaan dengan solusi goal programming ini adalah selisih antara maksimasi pendapatan penjualan dengan minimasi biaya produksi, yaitu Rp.76.264.751.104,- - Rp.49.264.951.296,- = Rp.26.999.799.808,-

Kata kunci: *Perencanaan Produksi, Multi Objective, Goal Programming*

ABSTRACT

PT XYZ has set several goals to be achieved in carrying out its production activities, including maximizing the level of demand fulfillment, maximizing sales, minimizing production costs, maximizing machine and equipment utilization, minimizing overtime hours, and minimizing quality costs. This goal contains aspects that are different or even contradictory. For this reason, we need a method that can provide an optimal solution which is a trade-off point for these goals. The goal programming method, which is a special method in linear programming, has the potential to be used, because it is able to solve problems optimally with more than one objective (multi-objective). The results showed that in order to produce optimal profits, the number of FC5 Susun products that must be made is 22,368 units, FC3 Susun products are 8,240 units, FC1 Susun products are 2,515 units, FC531 Susun products are 5,677 units. With this combination of goal programming optimization products, all the goals that have been set can be fulfilled. The company's advantage with this goal programming solution is the difference between maximizing sales revenue and minimizing production costs, which is Rp.76.264.751.104,- - Rp.49.264.951.296,- = Rp.26.999.799.808,-

Keywords: *Production Planning, Multi Objective, Goal Programming*

1. PENDAHULUAN

Meningkatnya persaingan dalam dunia usaha, tentunya menuntut setiap perusahaan untuk lebih meningkatkan kualitas manajemennya agar dapat tetap bertahan. Strategi yang dapat digunakan adalah dengan meningkatkan kemampuan produksi agar dapat memenuhi permintaan konsumen secara tepat waktu dan dengan tingkat keuntungan yang seoptimal mungkin. Salah satu strategi yang dapat dikembangkan adalah melakukan kegiatan produksi dengan kombinasi produk yang menguntungkan. Melalui konsep *theory of constraints* (TOC) dan *linear programming* (LP) diharapkan tercapai tingkat keuntungan yang seoptimal mungkin.

Dalam kegiatan bisnisnya PT XYZ dituntut untuk selalu dapat memenuhi jumlah permintaan (*demand*) konsumen. Untuk itu perusahaan berusaha untuk memaksimalkan volume produksi agar dapat memenuhi jumlah permintaan konsumen dengan membuat perencanaan produksi yang optimal. Dalam perencanaan produksi perusahaan tidak hanya memperhatikan permintaan konsumen tetapi perusahaan juga perlu memperhatikan tiga elemen, yaitu konsumen, produk, dan proses manufaktur.

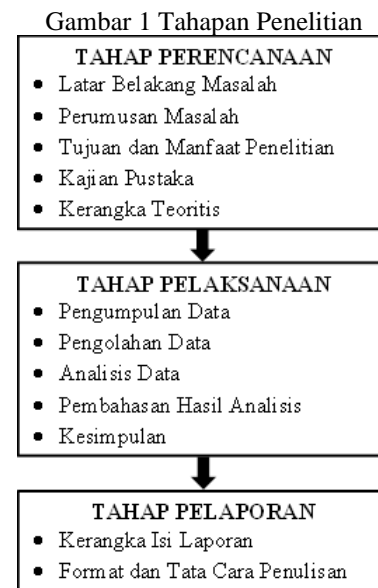
Selama ini PT XYZ hanya berorientasi pada pemenuhan jumlah permintaan yang berarti perusahaan hanya mempertimbangkan elemen produk dalam perencanaan produksinya. Hal ini mengakibatkan perencanaan produksi kurang efisien. Agar jumlah produksi mencapai target, biasanya perusahaan memberlakukan jam lembur, tetapi jam lembur ini membuat tenaga kerja mengalami kerugian karena di PT XYZ tidak menyediakan biaya tambahan untuk lembur sehingga tenaga kerja mengalami kerugian waktu dan tenaga. Untuk itu perusahaan perlu memaksimalkan jam kerja reguler agar jam lembur dapat diminimasi.

Selain itu jumlah produk cacat dari produksi relatif tinggi sehingga perusahaan harus mengeluarkan biaya bahan baku tambahan dan biaya tenaga kerja tambahan, dan hal itu mengakibatkan perusahaan harus mengeluarkan biaya kualitas. Jumlah produk yang cacat sebagian besar disebabkan karena tenaga kerja yang ada rata-rata memiliki tingkat SDM yang rendah dan mesin-mesin/fasilitas yang digunakan dalam proses produksi sudah perlu diperbaharui karena mesin-mesin tersebut sudah mengalami penurunan produktivitas. PT XYZ saat ini memproduksi beberapa jenis produk. Dari semua jenis produk mungkin saja ada jenis produk tertentu yang tidak perlu diproduksi karena kurang menguntungkan perusahaan. Oleh karena itulah, perusahaan perlu mengoptimalkan kombinasi produk yang dibuat.

Berdasarkan pengamatan terhadap beberapa hasil penelitian terdahulu yang sejenis, konsep *theory of constraints* (TOC) dan *linear programming* (LP) yang dikembangkan tidak dengan mempertimbangkan variabel konsumen, produk, dan proses manufaktur yang merupakan variabel utama dalam penelitian ini.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 3 (tiga) tahapan, yaitu Tahapan Perencanaan, Tahapan Pelaksanaan, dan Tahapan Pelaporan. Gambar 1 adalah tahapan yang dimaksud.



1. Tahapan Perencanaan.

Tahapan perencanaan ini terdiri dari latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, kajian pustaka, dan kerangka teoritis.

a. Latar belakang masalah,

Latar belakang masalah akan mendeskripsikan informasi yang tersusun sistematis berkenaan dengan permasalahan yang akan diteliti.

b. Perumusan masalah,

Dalam perumusan masalah ini akan diuraikan pernyataan spesifik mengenai ruang lingkup masalah yang akan diteliti.

c. Tujuan dan manfaat penelitian,

Dalam tujuan penelitian ini akan dirumuskan kalimat yang menunjukkan adanya hasil, sesuatu yang diperoleh setelah penelitian selesai, atau sesuatu yang akan dicapai dalam penelitian ini. Sedangkan dari manfaat penelitian ini akan dilihat dampak dari pencapaian tujuan dimaksud.

d. Kajian pustaka,
Kajian pustaka dilakukan untuk mengkaji teori-teori dan konsep-konsep yang berkaitan dengan *theory of constraints* (TOC) dan *linear programming* (LP).

e. Kerangka teoritis.
Sebagai langkah terakhir dari tahapan perencanaan ini, kerangka teoritis akan mengidentifikasi teori-teori yang dijadikan landasan berfikir dalam melaksanakan penelitian ini atau mendiskripsikan kerangka teori yang digunakan untuk mengkaji permasalahan yang berkaitan dengan *theory of constraints* (TOC) dan *linear programming* (LP).

2. Tahap Pelaksanaan.

Tahapan pelaksanaan ini terdiri dari pengumpulan data, pengolahan data, analisis data, pembahasan hasil analisis, dan kesimpulan.

a. Pengumpulan data,

Data yang dibutuhkan adalah data yang berkaitan dengan aktivitas perencanaan produksi di perusahaan. Pengumpulan data dilakukan dengan beberapa metode, antara lain:

- 1) Observasi, yaitu melakukan pengamatan langsung terhadap objek penelitian.
- 2) Dokumentasi, yaitu mengumpulkan dokumen atau catatan dari pihak perusahaan yang berhubungan dengan data historis yang diperlukan.
- 3) Wawancara, yaitu melakukan wawancara dengan karyawan perusahaan, khususnya pada bagian yang terkait langsung dengan aktivitas perencanaan produksi, sehingga diperoleh informasi yang dapat menunjang penelitian.

Sedangkan jenis data yang dibutuhkan dalam penelitian ini, yaitu:

- Data primer.
Data primer adalah data yang didapat langsung dengan cara observasi di lapangan dan wawancara dengan karyawan. Data primer dibutuhkan untuk mengetahui kondisi yang terjadi di lapangan. Data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:
 - Produk yang dihasilkan.
 - Proses produksi produk yang diamati.
 - Waktu penyelesaian produk.
 - Kapasitas produksi.
- Data sekunder.
Data sekunder adalah data yang didapat secara tidak langsung dari pengamatan yang dilakukan di lapangan, tetapi diperoleh dari dokumen historis perusahaan. Data sekunder

yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Jenis dan harga produk.
- Penjualan produk.
- Biaya bahan baku dan bahan penolong.
- Biaya tenaga kerja.
- Biaya *overhead*.
- Biaya produksi.
- Biaya kualitas.
- Aturan jam kerja perusahaan.
- Jadwal pemeliharaan mesin.
- Status persediaan awal atau akhir.
- Kebijakan produksi.

b. Pengolahan data,

Selanjutnya data diolah dengan langkah sebagai berikut:

- Penentuan data jenis, harga produk, dan biaya bahan,
- Perhitungan biaya produksi,
- Perhitungan biaya kualitas,
- Perhitungan kapasitas jam kerja lembur tiap mesin,
- Data permintaan.

c. Analisis data,

Selanjutnya hasil pengolahan data dianalisis dengan formulasi konsep *theory of constraints* (TOC) dan *linear programming* (LP) dengan sasaran sebagai berikut:

- 1) Sasaran memaksimalkan volume produksi untuk memenuhi jumlah permintaan,
- 2) Sasaran memaksimalkan pendapatan penjualan,
- 3) Sasaran meminimalkan biaya produksi,
- 4) Sasaran memaksimalkan utilisasi mesin/fasilitas yang dimiliki,
- 5) Sasaran meminimalkan jam lembur,
- 6) Sasaran meminimalkan biaya kualitas.

d. Pembahasan hasil analisis,

Kombinasi produk yang didapatkan dari *theory of constraints* (TOC) dan *linear programming* (LP) yang telah dibentuk dibandingkan dengan yang ada di perusahaan selama ini. Hal ini untuk membuktikan bahwa hasil dari peramalan permintaan dapat terpenuhi. Agar perusahaan dapat mencapai keuntungan yang maksimal, maka akan disarankan untuk memproduksi produk sesuai dengan solusi optimal.

e. Kesimpulan.

Langkah terakhir dari tahapan pelaksanaan ini adalah mengambil kesimpulan dan memberikan saran yang berkenaan dengan

konsep *theory of constraints* (TOC) dan *linear programming* (LP).

3. Tahap Pelaporan.

Tahapan pelaporan ini terdiri dari kerangka isi laporan serta format dan tata cara penulisan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan Data

1. Produk yang dihasilkan.

Produk yang dihasilkan oleh perusahaan ini adalah *Filing Cabinet* (FC) dengan ketebalan plat besi sebesar 0,7mm. Sedangkan tipe produknya dikelompokkan berdasarkan jumlah laci, yaitu 5 (lima) laci atau 5 susun (FC5Susun), 3 (tiga) laci atau 3 susun (FC3Susun), (satu) laci atau 1 susun (FC1Susun), dan 531 sanding laci atau 531 sanding susun (FC531Susun). Prinsip berproduksinya adalah *make to stock* dan *make to order*, dimana produksi dilakukan untuk memenuhi tingkat persediaan minimal dan permintaan pelanggan. Produk yang dihasilkan dipasarkan hanya di dalam negeri. Produk *filing cabinet* ini biasanya dikirim ke pelanggan dalam bentuk CBU (*Completely Built Up*) atau CKD (*Completely Knocked Down*). Tetapi yang paling sering terjadi adalah dalam bentuk CBU.

2. Proses produksi.

Proses produksi *filing cabinet* membutuhkan bahan baku yang terdiri dari plat besi 0,7mm, pembatas plastik, roda plastik, plastik untuk penahan *railing*, karet untuk penahan *suspense*, cat, obat cuci plat, mur, baut, kunci, *chrome* dan *sticker*.

Proses produksi *filing cabinet* secara umum dan sederhana adalah sebagai berikut:

Filing cabinet terdiri dari beberapa bagian utama yaitu :

- *Top*.
- *Bottom*.
- *Frame Kiri*.
- *Frame Kanan*.
- *Frame Depan (Rangka)*.
- *Frame Belakang*.
- *Laci*.

Rangkaian proses produksi dari bahan baku sampai menjadi produk *filing cabinet*, diantaranya adalah dimulai dari plat besi dipotong menjadi lembaran, lalu dipotong lagi sesuai dengan bentuk produk yang akan dibuat, kemudian di *on/ punch* (membuat lobang), kemudian ditekuk dan *diclaim/ las*, terakhir adalah dicat lalu dirakit sampai menjadi produk *filing cabinet*.

Tahapan proses produksi rinci.

Proses produksi *filing cabinet* dilakukan dalam 3 (tiga) kelompok proses, yaitu:

- Kelompok proses pertama terdiri dari proses *slitting*, *cutting*, dan sebagian *punching*.
- Kelompok proses kedua terdiri dari sebagian proses *punching*, *rolling*, *bending*, dan *welding*.
- Kelompok proses ketiga terdiri dari *assembling*, *finishing*, dan *packaging*.

Sedangkan proses *coating* dan *painting* merupakan kelompok proses tersendiri.

Proses *Slitting*.

Bahan baku yang berupa gulungan plat besi dimasukkan ke dalam mesin *slitting* dengan tujuan untuk membuka gulungan, kemudian meratakannya sehingga menjadi bentuk lembaran plat besi yang panjang dan rata. Hasil pembukaan gulungan dan perataan plat besi ini kemudian dikirim ke mesin potong untuk dipotong berdasarkan ukuran yang diperlukan.

Proses *Cutting*.

Plat besi hasil proses *slitting* kemudian dipotong sesuai dengan ukuran.

Proses *Punching*.

Plat besi hasil proses *cutting* dengan ukuran yang lebih spesifik dan sesuai dengan kebutuhan, kemudian dibawa ke mesin *punching*. Proses *punching* dilakukan untuk membuat lubang baut, lubang kunci, dan kaitan untuk pengunci dengan komponen lainnya. Mesin *punching* umumnya *disetting* berdasarkan jenis komponen dari *filing cabinet* yang akan dikerjakan, misalnya komponen *top* atau *bottom*.

Proses *Rolling* atau *Bending*.

Proses selanjutnya adalah proses penekukan, dimana penekukan dapat dilakukan dengan mesin *bending* atau mesin *rolling*. Untuk penekukan pada plat besi besar dengan jumlah penekukan yang banyak, umumnya dilakukan dengan mesin *rolling*. Pada mesin *rolling*, plat besi hanya perlu dimasukkan ke dalam mesin dan *roller* akan membawa plat besi untuk kemudian dilakukan proses penekukan di kedua sisi (kiri dan kanan) secara otomatis, sehingga dengan sekali proses, beberapa penekukan dapat dilakukan sekaligus.

Sedangkan dengan mesin *bending*, penekukan dilakukan berkali-kali dan kemudian membalik plat untuk menekuk sisi lainnya atau bahkan memindahkan ke mesin *bending* lainnya. Untuk plat yang besar sangat sulit untuk membalik dan mengoperasikan penekukan dengan mesin *bending*.

Proses *Welding*.

Proses selanjutnya adalah proses *welding* atau pengelasan titik.

Proses *Coating* atau *Painting*.

Komponen-komponen yang sudah digabung dalam proses *welding* akan direndam di dalam bak yang berisi cairan obat untuk membersihkan minyak dan atau kotoran lainnya yang mungkin menempel, seperti karat yang terjadi selama proses pengerjaan. Komponen gabungan ini kemudian diberikan cairan dasar dengan tujuan cat dapat melekat dengan baik dan tidak mudah mengelupas. Selanjutnya dilakukan proses pengecatan di dalam ruang penyemprotan cat.

Proses *Oven Drying*.

Pada proses *oven drying* ini, komponen gabungan dimasukkan ke dalam oven untuk dikeringkan.

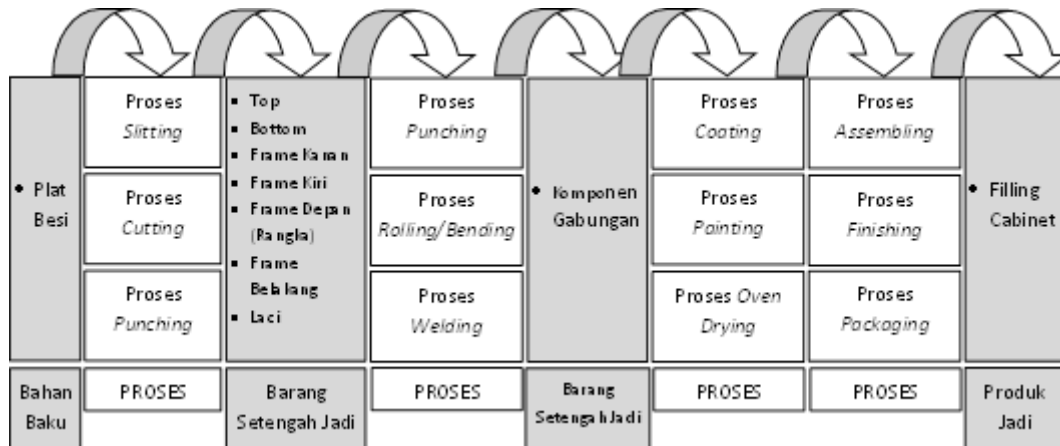
Proses *Assembling* atau *Finishing*.

Komponen gabungan dirakit secara manual, dimana komponen gabungan ini akan dirakit hingga siap untuk langsung digunakan. Terakhir, produk *filing cabinet* akan dikemas dan dikirim ke gudang atau pelanggan.

Gambar 3.1 Proses Produksi *Filing Cabinet* secara umum

3. Kapasitas produksi rata-rata = 1,25 unit per hari kerja per tenaga kerja.
4. Data permintaan produk *filing cabinet* periode Juli 2019-Desember 2020 (FC5Susun, FC3Susun, dan FC1Susun) dan periode Januari 2020-Desember 2020. Tabel 3.1, Tabel 3.2, dan Tabel 3.3.

Gambar 3.1 Proses Produksi *Filing Cabinet* secara umum



Contoh: Hasil Pengolahan Data

Tabel 3.1 Data Permintaan *Filing Cabinet* FC5Susun

Bulan	Unit Penjualan
Juli	1,000
Agustus	1,200
September	1,250
Oktober	1,300
November	1,320
Desember	1,350
Januari	1,350
Februari	1,400
Maret	1,425
April	1,430
Mei	1,500
Juni	1,550
Juli	1,575
Agustus	1,575
September	1,580
Oktober	1,580
November	1,590
Desember	1,600

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Tabel 3.2 Data Permintaan *Filing Cabinet* FC3Susun

Bulan	Unit Penjualan
Juli	600
Agustus	625
September	625
Oktober	650
November	675
Desember	675
Januari	675
Februari	680
Maret	685
April	690
Mei	700
Juni	710
Juli	725
Agustus	735
September	740
Oktober	755
November	755
Desember	760

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Tabel 3.3 Data Permintaan *Filing Cabinet* FC1Susun

Bulan	Unit Penjualan
Juli	220
Agustus	220
September	225
Oktober	230
November	230
Desember	245
Januari	250
Februari	250
Maret	255
April	262
Mei	265
Juni	268
Juli	270
Agustus	275
September	275
Oktober	280
November	286
Desember	290

Sumber: Hasil Pengolahan Data

5. Jenis dan harga produk.

Tabel 3.4 berikut adalah jenis dan harga jual berdasarkan jenis produknya.

Tabel 3.4 Jenis dan Harga Jual Produk

No	Kode Produk	Nama Produk	Harga Jual
1	FC5Susun	Filling Cabinet 5 Susun	2,000,000
2	FC3Susun	Filling Cabinet 3 Susun	1,500,000
3	FC1Susun	Filling Cabinet 1 Susun	850,000
4	FC531Susun	Filling Cabinet 531 Susun	3,000,000

Sumber: Hasil Pengolahan Data

6. Harga pokok produksi rata-rata rata-rata *filing cabinet* = Rp.1.000.000,-.

7. Jam kerja perusahaan.

Jam kerja biasa = 8 jam kerja per hari (Senin sampai dengan Kamis, jam 08.00-12.00, istirahat jam 12.00-13.00, jam 13.00-16.00, sedangkan hari Jum'at, jam 08.00-11.30, istirahat jam 11.30-13.30, jam 13.30-17.00) dan jam kerja lembur = 4 jam kerja per hari.

8. Jumlah mesin dan jam kerja tersedia.

Tabel 3.5 berikut adalah jumlah mesin/ peralatan dan jam kerja tersedia.

Tabel 3.5 Jumlah Jam Mesin/ Peralatan dan Jam Kerja Tersedia

No	Nama Mesin/ Peralatan	Jumlah Mesin/ Peralatan	Jumlah Jam Kerja
1	Slitting	1	51,000
2	Cutting	1	51,000
3	Punching	1	51,000
4	Rolling/ Bending	1	51,000
5	Welding	1	51,000
6	Coating dan Painting	1	51,000
7	Oven Drying	1	51,000
8	Assembling	1	51,000
9	Finishing	1	51,000
10	Packaging	1	51,000

Sumber: Hasil Pengolahan Data

9. Biaya-biaya:

- Biaya bahan baku dan bahan penolong adalah sebagai berikut:

Tabel 3.6 Biaya Bahan Baku dan Bahan Penolong

No	Kode Produk	Bahan Baku		Bahan Penolong
		Barang	Kemasan	
1	FC5Susun	600,000	100,000	250,000
2	FC3Susun	400,000	75,000	200,000
3	FC1Susun	250,000	50,000	150,000
4	FC531Susun	750,000	200,000	350,000

Sumber: Hasil Pengolahan Data

- Biaya produksi adalah sebagai berikut:

Tabel 3.7 Biaya Produksi

No	Kode Produk	Biaya Bahan	Biaya Tenaga Kerja Langsung	Biaya Overhead
1	FC5Susun	950,000	200,000	200,000
2	FC3Susun	675,000	150,000	150,000
3	FC1Susun	350,000	100,000	100,000
4	FC531Susun	1,300,000	200,000	200,000

Sumber; Hasil Pengolahan Data

- Biaya kualitas adalah sebagai berikut:

Tabel 3.8 Biaya Produksi

No	Kode Produk	Biaya Bahan	Biaya Tenaga Kerja Langsung	Biaya Overhead	Jumlah Biaya Produksi
1	FC5Susun	950,000	200,000	200,000	1,350,000
2	FC3Susun	675,000	150,000	150,000	975,000
3	FC1Susun	350,000	100,000	100,000	550,000
4	FC531Susun	1,300,000	200,000	200,000	1,700,000

Sumber: Hasil Pengolahan Data

10. Peramalan Permintaan

Untuk menentukan metode peramalan yang akan digunakan, lebih dahulu harus digambarkan pola datanya.

3.2 Pengolahan Data

3.2.1 Peramalan

Model peramalan yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah model regresi linear sederhana, karena dapat terlihat bahwa pola data permintaan masing-masing tipe produk menunjukkan kecenderungan meningkat. Untuk mempercepat proses peramalan, maka akan digunakan aplikasi WinQSB 2.0.

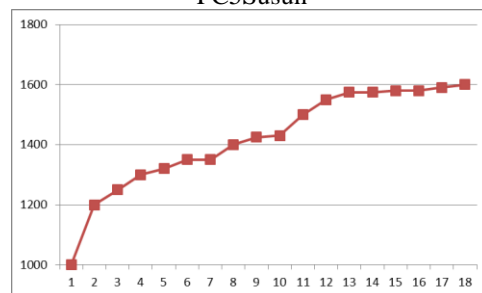
Berikut adalah hasil peramalan permintaan untuk masing-masing produk *filing cabinet* dengan menggunakan model peramalan regresi linear sederhana, yaitu:

1. Produk *filing cabinet* FC5Susun.

- a. Pola data.

Berdasarkan data permintaan selama periode Juli 2019-Desember 2020 diperoleh pola data sebagai berikut:

Gambar 3.2 Pola Data Permintaan Produk FC5Susun



Sumber: Hasil Pengolahan Data

- b. Hasil peramalan.

Berdasarkan data permintaan selama periode Juli 2019-Desember 2020 diperoleh hasil peramalan permintaan untuk periode Januari 2021-Desember 2021 seperti terlihat pada tabel 3.9.

Tabel 3.9 Hasil Peramalan Permintaan Produk FC5Susun Dengan Metode Regresi Linear Sederhana

Tahun	Bulan	Ramalan (Unit)	
2020	Januari	19	1.701.18
	Februari	20	1.730.69
	Maret	21	1.760.20
	April	22	1.789.71
	Mei	23	1.819.22
	Juni	24	1.848.73
	Juli	25	1.878.24
	Agustus	26	1.907.75
	September	27	1.937.26
	Oktober	28	1.966.77
	November	29	1.996.28
	Desember	30	2.025.79

Persamaan Regresi
 $Y = 1.140.49 + 29.51 (X)$

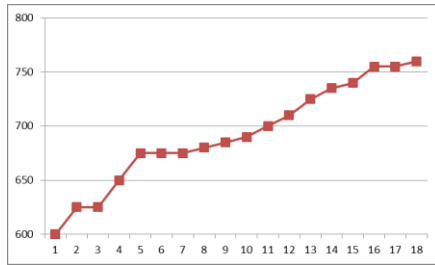
Sumber: Hasil Pengolahan Data

Sumber: Hasil Pengolahan Data

2. Produk *filing cabinet* FC3Susun.
 a. Pola data.

Berdasarkan data permintaan selama periode Juli 2019-Desember 2020 diperoleh pola data sebagai berikut:

Gambar 3.3 Pola Data Permintaan Produk FC3Susun



Sumber: Hasil Pengolahan Data

- b. Hasil peramalan.
 Berdasarkan data permintaan selama periode Juli 2019-Desember 2020, diperoleh hasil peramalan permintaan untuk periode Januari 2021-Desember 2021 seperti terlihat pada tabel 3.10

Tabel 3.10 Hasil Peramalan Permintaan Produk FC3Susun Dengan Metode Regresi Linear Sederhana

Tahun	Bulan	Ramalan (Unit)	
2020	Januari	19	775.35
	Februari	20	784.11
	Maret	21	792.86
	April	22	801.61
	Mei	23	810.36
	Juni	24	819.11
	Juli	25	827.86
	Agustus	26	836.61
	September	27	845.36
	Oktober	28	854.11
	November	29	862.86
	Desember	30	871.62

Persamaan Regresi
 $Y = 609.09 + 8.75 (X)$

Sumber: Hasil Pengolahan Data

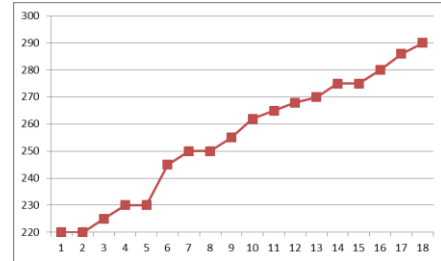
Sumber: Hasil Pengolahan Data

3. Produk *filing cabinet* FC1Susun.

- a. Pola data.

Berdasarkan data permintaan selama periode Juli 2019-Desember 2020 diperoleh pola data sebagai berikut:

Gambar 3.4 Pola Data Permintaan Produk FC1Susun



- b. Hasil peramalan.

Berdasarkan data permintaan selama periode Juli 2019-Desember 2020, diperoleh hasil peramalan permintaan untuk periode Januari 2021-Desember 2021 seperti terlihat pada tabel 3.11.

Tabel 3.11 Hasil Peramalan Permintaan Produk FC1Susun Dengan Metode Regresi Linear Sederhana

Tahun	Bulan	Ramalan (Unit)	
2020	Januari	19	295.66
	Februari	20	299.90
	Maret	21	304.14
	April	22	308.39
	Mei	23	312.63
	Juni	24	316.88
	Juli	25	321.12
	Agustus	26	325.36
	September	27	329.61
	Oktober	28	333.85
	November	29	338.10
	Desember	30	342.34

Persamaan Regresi
 $Y = 215.02 + 4.24 (X)$

Sumber: Hasil Pengolahan Data

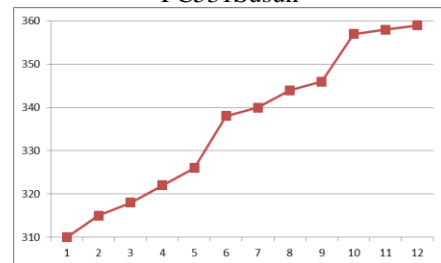
Sumber: Hasil Pengolahan Data

4. Produk *filing cabinet* FC531Susun.

- a. Pola data.

Berdasarkan data permintaan selama periode Juli 2019-Desember 2020 diperoleh pola data sebagai berikut:

Gambar 3.5 Pola Data Permintaan Produk FC531Susun



b. Hasil peramalan.

Berdasarkan data permintaan selama periode Januari 2020-Desember 2020, diperoleh hasil peramalan permintaan untuk periode Januari 2021-Desember 2021 seperti terlihat pada tabel 3.12.

Tabel 3.12 Hasil Peramalan Permintaan Produk Fk₄ FC531Susun Dengan Metode Regresi Linear Sederhana

t	Penjualan	Peramalan	t ²	Ft = 304,83 + 4,81t
1	310	310	1	309.64
12	359	4308	144	362.53
13				367.33
14				372.14
15				376.95
16				381.76
17				386.56
18				391.37
19				396.18
20				400.99
21				405.79
22				410.60
23				415.41
24				420.22
Total	78	4,033	26,902	650
Average	6.5	336.08333		
a	304.83			
b	4.81			

Sumber: Hasil Pengolahan Data

5. Jumlah hasil peramalan permintaan produk *filing cabinet*.

Hasil peramalan permintaan untuk masing-masing produk *filing cabinet* kemudian dijumlahkan dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 3.12 Penjumlahan Hasil Peramalan Permintaan Produk *Filing Cabinet*

Periode Ke-	Bulan	Pro duk				Jumlah
		FC5Susun	FC3Susun	FC1Susun	FC531Susun	
1	Januari	1,702	647	194	368	2,911
2	Februari	1,731	654	197	373	2,955
3	Maret	1,761	661	200	377	2,999
4	April	1,790	669	203	382	3,044
5	Mei	1,820	676	205	387	3,088
6	Juni	1,849	682	208	392	3,131
7	Juli	1,879	690	211	397	3,177
8	Agustus	1,908	698	214	401	3,221
9	September	1,938	705	217	406	3,266
10	Oktober	1,967	712	219	411	3,309
11	November	1,997	720	222	416	3,355
12	Desember	2,026	726	225	421	3,398
						37,854
	Jumlah	22,368	8,240	2,515	4,731	37,854
		0,20	0,20	0,20	0,20	
	Maksimal Kelebihan	4,474	1,648	503	946	

Sumber: Hasil Pengolahan Data

3.2.2 Formulasi model *goal programming*

Formulasi model *linear programming* akan dikhususkan pada model *goal programming* yang merupakan modifikasi atau variasi khusus dari model *linear programming* yang memiliki banyak tujuan. *Goal programming* bertujuan untuk meminimumkan penyimpangan-penyimpangan dari tujuan-tujuan tertentu dengan mempertimbangkan hirarki prioritas. Berikut adalah hasil formulasi model *goal programming*:

FC₁ = jumlah produk *filing cabinet* 5 (lima) laci atau 5 susun.

FC₂ = jumlah produk *filing cabinet* 3 (tiga) laci atau 3 susun.

FC₃ = jumlah produk *filing cabinet* 1 (satu) laci atau 1 susun.

= jumlah produk *filing cabinet* 531 sanding laci atau 531 sanding susun.

Tujuan-tujuan yang ingin dicapai PT MNO secara berurutan adalah memenuhi jumlah permintaan produk, memaksimalkan pendapatan penjualan, meminimalkan biaya produksi, memaksimalkan utilitas mesin yang dimiliki, meminimalkan jam lembur, dan meminimalkan biaya kualitas. Dengan demikian formulasi model untuk mencapai tujuan-tujuan PT MNO ini adalah sebagai berikut:

1. Sasaran memaksimalkan volume produksi untuk memenuhi jumlah permintaan.

$$FC_i + A_i - a_i = D_i \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

FC_i = jumlah produk *filing cabinet* i yang diproduksi

D_i = tingkat permintaan produk *filing cabinet* i

A_i = nilai penyimpangan di bawah D_i

a_i = nilai penyimpangan di atas D_i

supaya A dan a minimal maka persamaan fungsi tujuan Z menjadi:

$$\text{Minimal } Z = \sum_{i=1}^4 (A_i - a_i) \dots\dots\dots (2)$$

2. Sasaran memaksimalkan pendapatan penjualan.

Fungsi tujuan Z berikut:

$$\text{Maksimal } Z = \sum_{i=1}^4 H_i FC_i \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

H_i = harga jual per unit produk *filing cabinet* i

FC_i = jumlah produk *filing cabinet* i yang diproduksi

Angka 4 = banyaknya jenis produk *filing cabinet*

3. Sasaran meminimalkan biaya produksi.

Fungsi tujuan:

$$\text{Minimal } Z = \sum_{i=1}^4 B_i FC_i \dots\dots\dots (4)$$

Dimana:

B_i = biaya produksi per unit produk *filing cabinet* i

4. Sasaran memaksimalkan utilisasi mesin/ fasilitas yang dimiliki.

$$\sum_{i=1}^4 O_{ik} FC_i + A_j - a_j = JR_j \dots\dots\dots (5)$$

Dimana:

O_{ik} = waktu proses per unit produk *filing cabinet* i di mesin/fasilitas k

JR_j = kapasitas jam kerja reguler mesin/ fasilitas j

A_j = nilai penyimpangan di bawah JR_j

a_j = nilai penyimpangan di atas JR_j

Fungsi tujuan Z menjadi:

$$\text{Minimal } Z = \sum A_j \dots\dots\dots (6)$$

5. Sasaran meminimalkan jam lembur.

Kendala sasaran:

$$a_j \leq JL_j \dots\dots\dots (7)$$

Dimana :

JL_j = kapasitas maksimum jam kerja lembur mesin/ fasilitas j

Fungsi tujuan:

$$\text{Minimal } Z = \sum a_j \dots \dots \dots (8)$$

6. Sasaran meminimalkan biaya kualitas.

Fungsi tujuan:

$$\text{Minimal } Z = \sum_i^4 K_i FC_i \dots \dots \dots (9)$$

Dimana:

K_i = biaya kualitas per unit produk *filing cabinet* i

3.2.3 Penggunaan formulasi model *goal programming*

1. Sasaran memaksimalkan volume produksi untuk memenuhi jumlah permintaan.

Berdasarkan horizon waktu perencanaan selama 12 bulan, maka jumlah permintaan masing-masing produk *filing cabinet* adalah total peramalan selama horizon waktu 12 bulan. Sasaran ini digambarkan dalam persamaan kendala (1), yang dapat diuraikan sebagai berikut:

$$FC_1 + A_1 - a_1 = D_1$$

$$FC_1 + A_1 - a_1 = 22.368 \dots \dots \dots (10)$$

$$FC_2 + A_2 - a_2 = 8.240 \dots \dots \dots (11)$$

$$FC_3 + A_3 - a_3 = 2.515 \dots \dots \dots (12)$$

$$FC_4 + A_4 - a_4 = 4.731 \dots \dots \dots (13)$$

Dalam rangka memenuhi permintaan konsumen, maka fungsi tujuannya adalah meminimalkan angka penyimpangan negatif (A_i) sebagaimana ditunjukkan oleh persamaan fungsi tujuan sebagai berikut:

$$\text{Min}Z = \sum A_i$$

$$\text{Min}Z = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 \dots \dots \dots (14)$$

Penyimpangan positif terhadap jumlah permintaan (A_i) dibatasi maksimal 20% dari jumlah permintaan itu sendiri. Oleh karena itu nilai (A_i) harus dibatasi sebagaimana digambarkan dalam persamaan kendala sebagai berikut:

$$A_i \leq 0,2 D_i$$

$$A_1 \leq 4.474 \dots \dots \dots (15)$$

$$A_2 \leq 1.648 \dots \dots \dots (16)$$

$$A_3 \leq 503 \dots \dots \dots (17)$$

$$A_4 \leq 946 \dots \dots \dots (18)$$

2. Sasaran memaksimalkan pendapatan penjualan.

Dalam rangka memperoleh pendapatan maksimal dari masing-masing penjualan produk *filing cabinet*, maka fungsi tujuannya adalah sebagaimana ditunjukkan dari persamaan (3), yaitu:

$$\text{Mak}Z =$$

$$2.000.000FC_1 + 1.500.000FC_2 + 850.000FC_3 + 3.000.000FC_4 \dots \dots \dots (19)$$

3. Sasaran meminimalkan biaya produksi.

Dalam rangka memperoleh total biaya produksi minimal, maka fungsi tujuannya adalah sebagaimana ditunjukkan dari persamaan (4), yaitu:

$$\text{Min}Z =$$

$$1.350.000FC_1 + 975.000FC_2 + 550.000FC_3 + 1.700.000FC_4 \dots \dots \dots (20)$$

4. Sasaran memaksimalkan utilitas.

Dalam rangka memaksimalkan utilitas mesin/ fasilitas yang berarti memaksimalkan penggunaan kapasitas jam kerja reguler, maka fungsi tujuannya adalah meminimalkan angka penyimpangan negatif (A_j) sebagaimana ditunjukkan dari persamaan (5), sehingga fungsi tujuannya adalah:

$$\text{Min}Z = A_5 + A_6 + A_7 + A_8 + A_9 + A_{10} + A_{11} + A_{12} + A_{13} + A_{14} \dots \dots \dots (21)$$

4. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Uji linear membuktikan bahwa pola data penjualan untuk masing-masing tipe produk, baik FC5Susun, FC3Susun ataupun FC1Susun, menunjukkan kecenderungan meningkat secara linear, sehingga model peramalan regresi linear dapat digunakan untuk meramalkan tingkat penjualan masing-masing tipe produk.
- Agregasi produk untuk menentukan satuan agregat harus dilakukan terlebih dahulu sebelum menyusun rencana produksi agregat, karena PT MNO memproduksi 3 (tiga) tipe produk, yaitu FCSusun5, FCSusun3 dan FCSusun1 yang menggunakan fasilitas produksi yang sama. Yang menjadi satuan agregatnya adalah waktu terbesar, yaitu Tipe Produk FC5Susun.
- Sebelum menjadi rencana produksi agregat PT MNO, rencana produksi agregat berdasarkan agregasi produk perlu dirinci kembali dengan proses disagregasi agar menjadi rencana produksi agregat untuk masing-masing produk. Adapun model perencanaan produksi agregat yang digunakan adalah model transportasi (*transport shipment*), model *spreadsheet* (tingkat persediaan nol/ *zero inventory*), model *spreadsheet* (dengan serah-susul/ *backorder*) dan model *spreadsheet* (tidak dengan serah-susul/ *no backorder*)
- Hasil perhitungan biaya untuk setiap model rencana produksi agregatnya adalah sebagai berikut: model transportasi (*transport shipment*) sebesar Rp.5.285668.470,-, model *spreadsheet* (tingkat persediaan nol/ *zero inventory*) sebesar Rp.6.114.660.000,-, model *spreadsheet* (dengan serah-susul/ *backorder*) sebesar Rp.6.477.379.181,-, dan model *spreadsheet* (tidak dengan serah-susul/ *no backorder*) sebesar Rp.6.620.767.677,-. Sedangkan analisis biaya menunjukkan bahwa model transportasi

(*transport shipment problems*) memiliki biaya terkecil, yaitu sebesar Rp.5.285668.470,-.

4.2 Rekomendasi

Beberapa rekomendasi yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Perlu dikaji lebih rinci lagi mengenai biaya-biaya terkait perencanaan produksi agregat.
- b. Untuk lebih memberikan nilai tambah terhadap model *transport shipment problem* ini, perlu dilakukan analisis perbandingan lebih lanjut dengan model-model perencanaan produksi yang lain.

**Ucapan Terima Kasih,
Daftar Pustaka,
Lampiran.**

DAFTAR PUSTAKA

- a. Gaspersz, Vincent. (2002). *Production Planning and Inventory Control: Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufaktur 21*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- b. Kusuma, Hendra. (2002). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- c. Santoso, Singgih. (2003). *SPSS Versi 10: Mengolah Data Statistik Secara Profesional*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- d. Sipper, Daniel. & Bulfin, JR. Robert. (1997). *PRODUCTION: Planning, Control, and Integration*. United States of America.: Graw-Hill.
- e. Walpole, Ronald E. (1992). *Pengantar Statistik*. Edisi 3. Terjemahan. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- f. Wignjosoebroto, Sritomo. (1991). *Teknik Tata Cara*. Jakarta: Gunawidya.