

ALTERNATIF PERENCANAAN PRODUKSI AGREGAT DENGAN BIAYA MINIMUM UNTUK MENDUKUNG KONTINUITAS RANTAI PASOK PADA PT. MNO

ALTERNATIVE OF AGGREGATE PRODUCTION PLANNING WITH MINIMUM COST TO SUPPORT SUPPLY CHAIN CONTINUITY IN PT. MNO

Hendi Dwi Hardiman¹, Juli Astuti² dan Amrin Rapi³.

E-mail: hdhstmi@gmail.com

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

ABSTRAK

Perencanaan agregat merupakan perencanaan mengenai jumlah tenaga kerja dan tingkat produksi. Rencana produksi agregat merupakan pedoman yang digunakan untuk melaksanakan kegiatan produksi. Rencana produksi agregat yang baik adalah rencana yang secara menyeluruh dapat menyeimbangkan antara kapasitas yang dimiliki oleh perusahaan dengan kebutuhan pasar sehingga berdampak minimum terhadap biaya. Banyak model yang dapat dikembangkan untuk menyusun rencana produksi agregat ini, khusus untuk PT MNO, karena sifat produksinya adalah make to stock, maka rencana produksi agregat yang dikembangkan berpedoman kepada agregasi produk dan hasil peramalan penjualan. Pola data hasil penjualan 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 FC5Susun, FC3Susun dan FC1Susun dan menggunakan fasilitas produksi yang sama. Yang menjadi satuan agregatnya adalah yang memiliki waktu penyelesaian produk terbesar, yaitu Tipe Produk FC5Susun. Model rencana produksi agregat yang dikembangkan sehubungan dengan penelitian ini adalah model transportasi (transport shipment) dan model spreadsheet yang didasarkan atas tingkat persediaan nol (zero inventory), dengan serah-susul (backorder), dan 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,-. Disarankan agar PT MNO memilih model perencanaan produksi agregat yang memberikan biaya minimum, yaitu model transportasi (transport shipment).

Kata kunci: Make to Stock, Regresi Linear, Perencanaan Agregat, Transport Shipment, Spreadsheet, Agregasi Produk.

ABSTRACT

The aggregate production plan is a guideline used to carry out production activities. A good aggregate production plan is a plan that can thoroughly balance the capacity of the company with market needs so that it has a minimum impact on costs. Many models can be developed to compile this aggregate production plan, especially for PT MNO, because the nature of production is make to stock, the aggregate production plan developed is guided by product aggregation and sales forecasting results. The sales data pattern shows an increasing trend linearly, so that the linear regression forecasting model can be used to predict the level of sales of each type of product. Product aggregation to determine aggregate units must be carried out first before compiling an aggregate production plan, because PT MNO produces 3 (three) types of products, namely FC5Susun, FC3Susun and FC1Susun which use the same production facilities. The aggregate unit is the largest time in production, which is the product type FC5Susun. The model for the aggregate production plan developed in connection with this research is the transport shipment model and the spreadsheet model which is based on zero inventory levels, with backorder, and no back-orders. The results of cost calculations for each model of the aggregate production plan are as

follows: *transport shipment of Rp.5,285,668,470,-, spreadsheet model (zero inventory level) of Rp.6,114,660,000,-, spreadsheet model (with a backorder) of Rp.6,477,379,181,-, and a spreadsheet model (not with no backorder) of Rp.6,620,767,677,-. While the cost analysis shows that the transportation model (transport shipment problems) has the smallest cost, which is Rp.5.285668.470,-. It is recommended that PT MNO choose an aggregate production planning model that provides the minimum cost, namely the transport shipment model.*

Keywords: *Make to Stock, Linear Regression, Aggregate Planning, Transport Shipment, Spreadsheet, Product Aggregation.*

1. PENDAHULUAN

Perencanaan produksi agregat adalah perencanaan yang menentukan kuantitas dan waktu produksi pada jangka menengah (biasanya antara 3 hingga 18 bulan ke depan). Perencanaan produksi agregat dapat digunakan dalam menentukan cara terbaik untuk memenuhi permintaan yang diramalkan dengan menyesuaikan nilai produksi, tingkat tenaga kerja, tingkat persediaan, pekerjaan lembur, tingkat subkontrak, dan variabel lain yang dapat dikendalikan.

Sebagai salah satu perusahaan yang sedang berkembang dan dalam rangka meningkatkan daya saing perusahaan, PT MNO selalu berupaya mencari sistem perencanaan yang lebih baik dari sistem perencanaan yang ada sekarang. Diantara upaya yang sedang dilakukan saat ini adalah mencari model perencanaan produksi yang sesuai dengan perusahaan dan berdampak biaya minimum.

PT MNO merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi *filing cabinet* dengan 3 (tiga) tipe, yaitu *filing cabinet* dengan 5 laci (FC5Susun), *filing cabinet* dengan 3 laci (FC3Susun), dan *filing cabinet* dengan 1 laci (FC1Susun). *Filing Cabinet* ini diproduksi secara kontinue oleh PT MNO pada 1 (satu) lintasan produksi yang sama dengan target pasar di dalam negeri. Sifat produksinya adalah kontinue atau terus menerus (*production to stock* atau *make to stock*).

Pada perusahaan yang sifat produksinya kontinue atau terus menerus (*production to stock* atau *make to stock*), umumnya perencanaan produksi merupakan kegiatan yang bertujuan menyeimbangkan kapasitas yang dimiliki oleh perusahaan dengan kebutuhan yang diramalkan dari permintaan pasar. Artinya adalah setelah dilakukan perhitungan terhadap kapasitas yang dimiliki oleh perusahaan, kemudian dilakukan peramalan terhadap permintaan pasar yang didasarkan atas data hasil penjualan periode sebelumnya yang dimiliki oleh perusahaan, serta diakhiri dengan proses penyeimbangan

antara kapasitas dan hasil ramalan tersebut sehingga pada akhirnya dihasilkanlah apa yang biasa disebut dengan rencana produksi agregat.

Permasalahan yang sering muncul sehubungan dengan sistem perencanaan dalam uraian di atas adalah sebagai berikut:

- Bagaimana pola data hasil penjualan dan pelaksanaan peramalan yang sesuai dengan pola data hasil penjualan tersebut dalam menentukan jumlah penjualan ?
- Bagaimana pelaksanaan agregasi produk ?
- Bagaimana perencanaan produksi yang bersifat agregat dan pelaksanaan disagregasi produk ?
- Bagaimana perhitungan biaya dan model perencanaan produksi agregat yang menghasilkan biaya terkecil ?

Sehingga dapat ditetapkan tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Menentukan pola data hasil penjualan dan metode peramalan yang sesuai dengan pola data hasil penjualan tersebut dalam menentukan jumlah penjualan.
- Menentukan agregasi produk.
- Menentukan model perencanaan produksi agregat dan pelaksanaan disagregasi produk.
- Menentukan perhitungan biaya produksi dan model perencanaan produksi agregat yang menghasilkan biaya terkecil.

Banyak model yang dapat dikembangkan guna menyusun rencana produksi agregat ini, tetapi pada penelitian ini model yang akan digunakan adalah model transportasi (*transport shipment problem*) dan model *spreadsheet*, yang terdiri dari model tingkat persediaan nol (*zero inventory*), serta model dengan serah-susul (*backorder*) atau model tidak dengan serah-susul (*no backorder*). Model-model inilah yang akan direkomendasikan pada perusahaan. Diharapkan model rencana produksi agregat yang direkomendasikan nanti akan sesuai dengan kondisi

produksi di PT MNO dan tentunya berdampak minimum terhadap biaya.

2. METODE PENELITIAN

Tahapan pemecahan masalah yang dilakukan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.

Penjelasan mengenai tahapan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

- Melakukan studi literatur tentang metode perencanaan produksi agregat.
- Memahami dan mempelajari metode perencanaan produksi agregat.
- Mengidentifikasi masalah.
- Mengumpulkan data.

Teknik pengumpulan datanya adalah sebagai berikut:

- Observasi.
- Dokumentasi.
- Wawancara.

Sedangkan data yang dibutuhkan dalam penelitian ini, yaitu:

- Data primer.

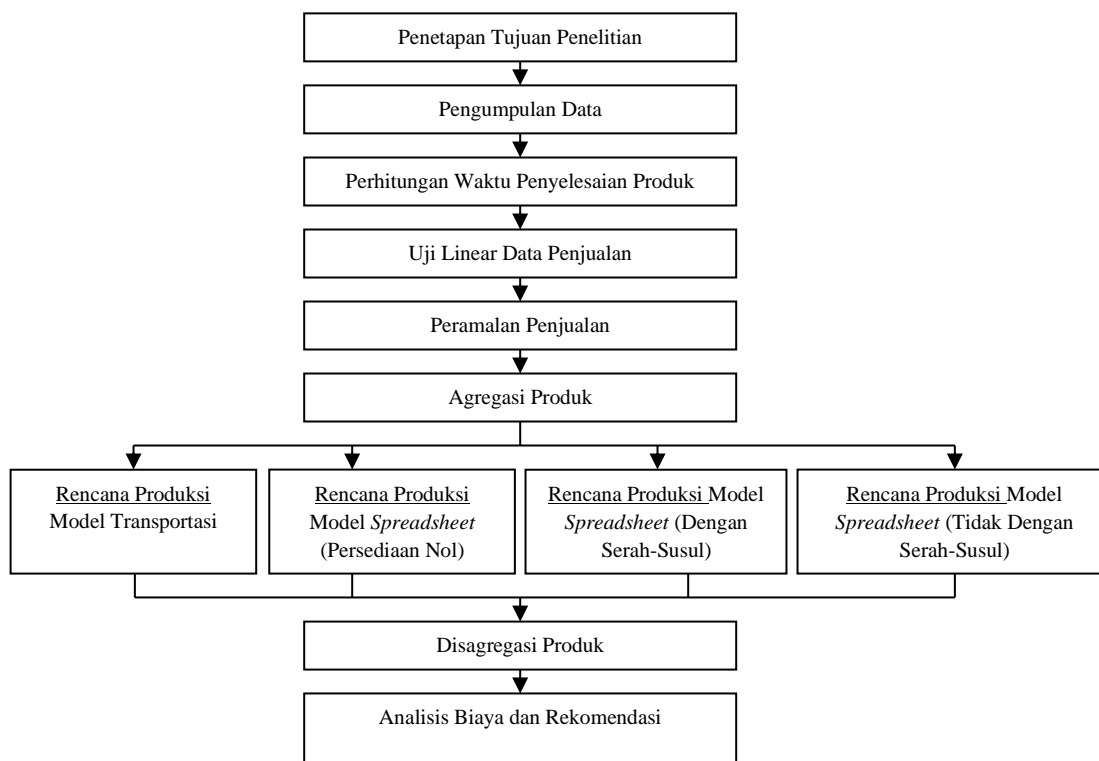
Data primer adalah data yang didapat langsung dengan cara observasi di lapangan dan wawancara dengan pihak terkait.

- Data sekunder.
Data sekunder adalah data yang didapat tidak langsung dari pengamatan yang dilakukan di lapangan, namun diperoleh dari dokumen historis perusahaan.

- Mengolah data.

Setelah data yang diperlukan terkumpul, kemudian data diolah dengan langkah sebagai berikut:

- Menguji linearitas data hasil penjualan.
- Menghitung faktor agregasi berdasarkan waktu penyelesaian produk.
- Agregasi produk.
- Menghitung upah karyawan per jam (jam kerja biasa dan lembur).
- Mengidentifikasi biaya pembelian bahan baku.
- Mengidentifikasi biaya pemesanan.
- Mengidentifikasi biaya penyimpanan.
- Mengidentifikasi biaya pemutusan hubungan kerja.



Gambar 1. Tahapan Pemecahan Masalah (Sumber: Pengolahan Data)

- Mengidentifikasi biaya rekrutmen karyawan.
 - Mengidentifikasi biaya pemesanan kembali (apabila ada pesanan tidak bisa terjadwal produksinya).
 - Mengidentifikasi biaya pihak ketiga (subkontrak).
 - Mengidentifikasi persediaan awal.
 - Menetapkan kebijakan persediaan akhir.
 - Menyusun rencana produksi agregat.
 - Menghitung biaya produksi.
 - Diagregasi produk.
- f. Menganalisis model perencanaan produksi yang dilakukan oleh perusahaan.
- g. Menyusun perencanaan produksi agregat.
- h. Menghitung biaya untuk masing-masing model perencanaan produksi agregat.
- i. Membandingkan model perencanaan produksi berdasarkan kebijakan perusahaan dengan alternatif perencanaan produksi agregat.
- j. Melakukan diagregasi produk.
- k. Mengambil kesimpulan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan Data

- a. Produk yang dihasilkan.
Produk yang dihasilkan oleh perusahaan ini adalah *Filing Cabinet* 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) dan 1 (satu) laci atau 1 susun (FC1Susun). Prinsip berproduksinya adalah *make to stock*, dimana produksi dilakukan untuk memenuhi tingkat persediaan minimal. 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.
- b. 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*.

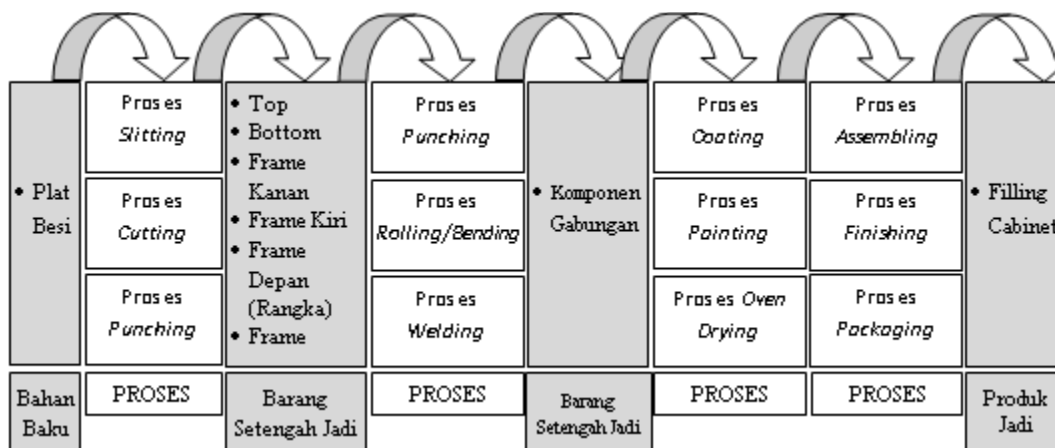
Pada proses *oven drying* ini, komponen gabungan dimasukkan ke dalam oven untuk dikeringkan.

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 2. Proses Produksi *Filing Cabinet* Secara Umum.

- c. Kapasitas produksi rata-rata = 1,25 unit per hari kerja per tenaga kerja.

- d. Hasil penjualan periode bulan Juli 2018 sampai dengan Desember 2019. (Tabel 1. Data Penjualan *Filing Cabinet* FC5Susun, FC3Susun, dan FC1Susun).
- e. Harga pokok produksi rata-rata *filing cabinet* = Rp.1.000.000,-
- f. 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.
- g. Rencana hari kerja periode bulan Januari sampai dengan Desember 2020. (Tabel 2. Rencana Hari dan Jam Kerja Perusahaan),
- h. Biaya-biaya:
- Biaya tenaga kerja = Rp. 27.500,- per jam kerja biasa (*regular time*) dan Rp. 37.500,- per jam kerja lembur (*over time*),
 - Biaya simpan = 17,50% per unit per bulan (suku bunga bank = 12,50%, asuransi = 1,50%, dan operasional gudang = 3,50%) atau Rp. 2.875,- per unit per bulan (17,50% x Rp. 1.000.000,- = Rp. 175.000,-),
 - Biaya serah-susul (*backorder*) = Rp. 127.500 per unit per bulan,
 - Biaya rekrutmen tenaga kerja = Rp. 1.000.000,- per tenaga kerja,
 - Biaya pemutusan hubungan kerja (PHK) = Rp. 4.000.000,- per tenaga kerja,
- i. Sedangkan asumsi yang digunakan adalah efisiensi lintasan produksi = 100%, tingkat kehadiran tenaga kerja = 100%, dan tidak ada persediaan awal ataupun akhir.



Gambar 2. Proses Produksi *Filing Cabinet* Secara Umum (Sumber: PT MNO)

Tabel 1. Data Penjualan *Filing Cabinet* FC5Susun, FC3Susun, dan FC1Susun (Bulan Juli 2018 sampai Desember 2019)

Tahun	Bulan	Unit Penjualan	
2018	Juli	1	1,000
	Agustus	2	1,200
	September	3	1,250
	Oktober	4	1,300
	November	5	1,320
	Desember	6	1,350
2019	Januari	7	1,350
	Februari	8	1,400
	Maret	9	1,425
	April	10	1,430
	Mei	11	1,500
	Juni	12	1,550
	Juli	13	1,575
	Agustus	14	1,575
	September	15	1,580
	Oktober	16	1,580
	November	17	1,590
	Desember	18	1,600

Sumber: PT MNO

Tipe FC5Susun

Tahun	Bulan	Unit Penjualan	
2018	Juli	1	600
	Agustus	2	625
	September	3	625
	Oktober	4	650
	November	5	675
	Desember	6	675
2019	Januari	7	675
	Februari	8	680
	Maret	9	685
	April	10	690
	Mei	11	700
	Juni	12	710
	Juli	13	725
	Agustus	14	735
	September	15	740
	Oktober	16	755
	November	17	755
	Desember	18	760

Sumber: PT MNO

Tipe FC3Susun

Tahun	Bulan	Unit Penjualan	
2018	Juli	1	220
	Agustus	2	220
	September	3	225
	Oktober	4	230
	November	5	230
	Desember	6	245
2019	Januari	7	250
	Februari	8	250
	Maret	9	255
	April	10	262
	Mei	11	265
	Juni	12	268
	Juli	13	270
	Agustus	14	275
	September	15	275
	Oktober	16	280
	November	17	286
	Desember	18	290

Sumber: PT MNO

Tipe FC1Susun

Tabel 2. Rencana Hari dan Jam Kerja Perusahaan Tahun 2020

Bulan	Hari Kerja Efektif	Jam Kerja Biasa	JK Tersedia
Januari	25	8.00	200
Februari	22		176
Maret	23		184
April	25		200
Mei	25		200
Juni	22		176
Juli	25		200
Agustus	25		200
September	23		184
Oktober	25		200
November	23		184
Desember	25		200
Jumlah	288		2,304

Sumber: Pengumpulan dan Pengolahan Data

3.2 Pengolahan Data

a. Waktu penyelesaian produk.

Untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk dapat menyelesaikan suatu produk, terlebih dahulu dilakukan pendataan waktu, baik terhadap proses produksi *filig cabinet* tipe 5 susun (FC5Susun), 3 susun (FC3Susun) ataupun 1 susun (FC1Susun). Setelah masing-masing tipe produk diuraikan menjadi elemen kerja-elemen kerja yang membentuknya, yaitu *top*, *bottom*, *frame* kanan, *frame* kiri, *frame* depan (rangka), *frame* belakang, *assembling*, *finishing* dan *packaging*, kemudian dilakukan pendataan terhadap proses produksi yang dibutuhkan, antara lain proses *slitting*, proses *cutting*, proses *punching*, proses *rolling/ bending*, proses *welding*, proses *coating* dan *painting*, proses *oven drying*, proses *assembling*, proses *finishing* dan proses *packaging*,

Waktu penyelesaian masing-masing tipe produk diperoleh dengan cara menjumlahkan seluruh waktu masing-masing tahapan proses produksi, dan diperoleh hasil seperti pada Tabel 3.

b. Ramalan penjualan

Model peramalan yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah model regresi linear, karena terlihat jelas bahwa untuk data penjualan masing-masing tipe produk menunjukkan kecenderungan meningkat, tetapi perlu dibuktikan apakah kecenderungan tersebut bersifat linear atau tidak.

Tabel 3. Waktu Penyelesaian Masing-Masing Produk
(Sumber: Pengolahan Data)

Nama Proses	Tipe Produk		
	FC5Susun	FC3Susun	FC1Susun
Proses Slitting	25	25	25
Proses Cutting	20	15	10
Proses Punching	30	25	10
Proses Rolling/ Bending	38	28	10
Proses Welding	40	31	22
Proses Coating dan Painting	55	55	55
Proses Oven Drying	45	45	45
Proses Assembling	52	37	28
Proses Finishing	29	20	17
Proses Packaging	20	14	10
Jumlah (Menit)	354	295	232
Menit per Jam	60	60	60
Jam per Unit	5.90	4.92	3.87

Sumber: Hasil Pengumpulan dan Pengolahan

- Uji linearitas
Uji linear dilakukan dengan menggunakan uji ANOVA (*analysis of varians*) atau uji F. Dengan menggunakan perangkat lunak SPSS, berikut adalah hasil uji linear untuk data penjualan dari masing-masing tipe produk:
 - FC5Susun
Untuk data penjualan *filing cabinet* tipe FC5Susun, dari uji ANOVA atau uji F diperoleh $F_{hitung} = 134,09$ dengan tingkat signifikansi 0,00. Oleh karena probabilitas (0,00) jauh lebih kecil dari

0,05, maka dapat disimpulkan bahwa model peramalan regresi linear dapat digunakan untuk meramalkan tingkat penjualan. (Tabel 4.).

- FC3Susun
Untuk data penjualan *filing cabinet* tipe FC3Susun, dari uji ANOVA atau uji F diperoleh $F_{hitung} = 437,94$ dengan tingkat signifikansi 0,00. Oleh karena probabilitas (0,00) jauh lebih kecil dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa model peramalan regresi linear dapat digunakan untuk meramalkan tingkat penjualan. (Tabel 5.).

- FC1Susun
Untuk data penjualan *filing cabinet* tipe FC1Susun, dari uji ANOVA atau uji F diperoleh $F_{hitung} = 787,52$ dengan tingkat signifikansi 0,00. Oleh karena probabilitas (0,00) jauh lebih kecil dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa model peramalan regresi linear dapat digunakan untuk meramalkan tingkat penjualan. (Tabel 6.).

- Hasil ramalan penjualan
Hasil uji linearitas menyimpulkan bahwa model peramalan regresi linear dapat digunakan untuk meramalkan penjualan, Tabel 7 adalah hasil ramalan penjualan untuk masing-masing tipe produk.

Tabel 4. Uji Linear – Data Penjualan *Filing Cabinet* Tipe FC5Susun (Sumber: Pengolahan Data)

ANOVA ^a						
Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
1	Regression	421,916.42	1	421,916.42	134.09	.000 ^b
	Residual	50,346.08	16	3,146.63		
	Total	472,262.50	17			
a. Dependent Variable: Jml_Penjualan Filing Cabinet 5 Susun						
b. Predictors: (Constant), Bulan_ke						
Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,140.49	27.59		41.34	.000
	Bulan_ke	29.51	2.55	0.95	11.58	.000
Persamaan Regresi $Y = 1.140,490 + 29,510X$						
a. Dependent Variable: Jml_Penjualan Filing Cabinet 5 Susun						
Sumber: Hasil Pengolahan Data						

Tabel 5 Uji Linear – Data Penjualan *Filing Cabinet* Tipe FC3Susun (Sumber: Pengolahan Data)

ANOVA ^a						
Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
1	Regression	37,105.47	1	37,105.47	437.94	.000 ^b
	Residual	1,355.64	16	84.73		
	Total	38,461.11	17			
a. Dependent Variable: Jml_Penjualan Filing Cabinet 3 Susun						
b. Predictors: (Constant), Bulan_ke						
Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	609.08	4.53		134.56	.000
	Bulan_ke	8.75	0.42	0.98	20.93	.000
Persamaan Regresi $Y = 609,085 + 8,751X$						
a. Dependent Variable: Jml_Penjualan Filing Cabinet 3 Susun						
Sumber: Hasil Pengolahan Data						

Tabel 6. Uji Linear – Data Penjualan *Filing Cabinet* Tipe FC1Susun (Sumber: Pengolahan Data)

ANOVA ^a						
Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
1	Regression	8,724.74	1	8,724.74	787.52	.000 ^b
	Residual	177.26	16	11.08		
	Total	8,902.00	17			
a. Dependent Variable: Jml_Penjualan Filing Cabinet 1 Susun						
b. Predictors: (Constant), Bulan_ke						
Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	215.02	1.64		131.36	.000
	Bulan_ke	4.24	0.15	0.99	28.06	.000
Persamaan Regresi $Y = 215.020 + 4.244X$						
a. Dependent Variable: Jml_Penjualan Filing Cabinet 1 Susun						
Sumber: Hasil Pengolahan Data						

Tabel 7. Hasil Ramalan Penjualan *Filing Cabinet* FC5Susun, FC3Susun, dan FC1Susun (Bulan Januari sampai Desember 2020)

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
Tipe FC5Susun

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
Tipe FC3Susun

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
Tipe FC1Susun

3.3 Pembahasan

a. Agregasi Produk

Satuan agregat adalah satuan yang dapat mewakili berbagai macam produk, sehingga total kebutuhan untuk produk-produk tersebut dapat dibandingkan dengan kapasitas produksi yang tersedia. Karena PT MNO memproduksi 3 tipe produk *filing cabinet*, yaitu FC5Susun, FC3Susun dan FC1Susun, maka diperlukan proses penentuan satuan agregat yang disebut sebagai agregasi produk.

b. Faktor agregasi.

Sebelum dilakukan proses agregasi produk, terlebih dahulu harus ditetapkan satuan yang akan digunakan sebagai acuan. Dalam penelitian ini yang menjadi satuan agregatnya adalah waktu, khususnya waktu penyelesaian produk. Kemudian dipilih waktu penyelesaian produk yang terbesar atau terkecil (penelitian ini menggunakan waktu yang terbesar, yaitu Tipe Produk FC5Susun) dan dihitung faktor agregasi dengan cara membagi waktu penyelesaian

d. Total unit agregasi.

masing-masing tipe produk dengan waktu penyelesaian tipe produk yang terbesar tersebut. Hasilnya perhitungan faktor agregasi masing-masing tipe produk disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Faktor Agregasi

No	Model Produk	Waktu Penyelesaian		Faktor Agregasi
		Menit	Jam	
1	*FC5Susun	354.00	5.90	354.00
2	FC3Susun	295.00	4.92	
3	FC1Susun	232.00	3.87	

*Dasar Perhitungan Faktor Agregasi adalah Waktu Penyelesaian (Waktu Terbesar) = FC5Susun = 354.00 Menit
Sumber: Hasil Pengolahan

c. Unit agregasi.

Unit agregasi ini mengkonversikan jumlah kebutuhan untuk masing-masing tipe produk dengan dasar faktor agregasi masing-masing. Caranya adalah dengan mengalikan hasil ramalan penjualan dengan faktor agregasi masing-masing tipe produk. Hasil perhitungan unit agregasi disajikan pada Tabel 9.

Total unit agregasi merupakan penjumlahan hasil ramalan penjualan dari masing-masing tipe produk

setelah dikonversi dengan menggunakan faktor agregasi. Total unit agregasi ini menjadi indikator jumlah kebutuhan yang akan disusun rencana produksinya. Tabel 10. Total Unit Agregasi

e. Rencana Produksi Agregat

Seperti telah diuraikan sebelumnya bahwa rencana produksi agregat yang disusun akan menggunakan 4 (empat) model, yaitu model transportasi (*transport shipment*), dan model *spreadsheet*, baik tingkat persediaan nol (*zero inventory*), dengan serah-susul (*backorder*), ataupun tidak dengan serah-susul (*no backorder*).

- Model Transportasi

Model transportasi menggunakan jam tenaga kerja (JTK/ *man hours*) sebagai satuannya. Seluruh jumlah kebutuhan dikonversikan menjadi JTK dan hari kerja tersedia dikonversikan menjadi Jam Kerja (JK/ *hours*). Usulan rencana produksi agregat dengan model ini disajikan pada Tabel 11.

- Model *Spreadsheet* (Tingkat Persediaan Nol/ *Zero Inventory*)

Model *spreadsheet* ini menggunakan unit sebagai satuannya. Model rencana produksi agregat ini mengupayakan agar tingkat persediaan dari waktu ke waktu sama dengan nol (*zero inventory*). Sebagai akibatnya tingkat perputaran tenaga kerja (*labour turn over*) menjadi tinggi, karena akan menyesuaikan dengan kebutuhan. Usulan rencana produksi agregat dengan model ini disajikan pada Tabel 12.

- Model *Spreadsheet* (Dengan Serah-Susul/ *Backorder*)

Model *spreadsheet* ini menggunakan unit sebagai satuannya. Model rencana produksi agregat ini memperbolehkan terjadinya serah-susul (*backorder*) atau dengan kata lain keterlambatan penyerahan produk diperbolehkan, sebagai

akibatnya timbul biaya serah-susul (*backorder*) sebagai biaya tambahan selain biaya simpan. Jumlah tenaga kerja yang digunakan tetap dari waktu ke waktu. Usulan rencana produksi agregat dengan model ini disajikan pada Tabel 13.

- Model *Spreadsheet* (Tidak Dengan Serah-Susul/ *No Backorder*)

Model *spreadsheet* ini menggunakan unit sebagai satuannya. Model rencana produksi agregat ini tidak memperbolehkan terjadinya serah-susul (*backorder*) atau dengan kata lain keterlambatan penyerahan produk tidak diperbolehkan, sebagai akibatnya biaya serah-susul (*backorder*) tidak akan timbul sebagai biaya tambahan selain biaya simpan. Jumlah tenaga kerja yang digunakan tetap dari waktu ke waktu. Usulan rencana produksi agregat dengan model ini disajikan pada Tabel 14.

f. Usulan Rencana Produksi Agregat Berdasarkan Disagregasi Produk

Setelah diperoleh rencana produksi agregat berdasarkan agregasi produk, maka selanjutnya diperhitungkan rencana produksi agregat berdasarkan disagregasi produk. Tabel 15 memperhitungkan % Unit Agregasi dari masing-masing tipe produk, sedangkan Tabel 16 merupakan Rencana Produksi Agregat berdasarkan Disagregasi Produk dengan Model *Transport Shipment*, Tabel 17 merupakan Rencana Produksi Agregat berdasarkan Disagregasi Produk dengan Model *Spreadsheet* (Tingkat Persediaan Nol), Tabel 18 merupakan Rencana Produksi berdasarkan Diagregasi Produk dengan Model *Spreadsheet* (Dengan Serah-Susul), dan Tabel 19 merupakan Rencana Produksi berdasarkan Disagregasi Produk dengan Model *Spreadsheet* (Tidak Dengan Serah-Susul).

Tabel 9. Unit Agregasi

Tahun 2020 - Bulan	Model FC5Susun			Model FC3Susun			Model FC1Susun		
	Ramalan (Unit)	Faktor Agregasi	Unit Agregasi	Ramalan (Unit)	Faktor Agregasi	Unit Agregasi	Ramalan (Unit)	Faktor Agregasi	Unit Agregasi
Januari	1.701.18	1.00	1.701.18	775.35	0.83	646.13	295.66	0.66	193.76
Februari	1.730.69		1.730.69	784.11		653.42	299.90		196.54
Maret	1.760.20		1.760.20	792.86		660.71	304.14		199.33
April	1.789.71		1.789.71	801.61		668.01	308.39		202.11
Mei	1.819.22		1.819.22	810.36		675.30	312.63		204.89
Juni	1.848.73		1.848.73	819.11		682.59	316.88		207.67
Juli	1.878.24		1.878.24	827.86		689.88	321.12		210.45
Agustus	1.907.75		1.907.75	836.61		697.18	325.36		213.23
September	1.937.26		1.937.26	845.36		704.47	329.61		216.01
Oktober	1.966.77		1.966.77	854.11		711.76	333.85		218.80
November	1.996.28		1.996.28	862.86		719.05	338.10		221.58
Desember	2.025.79		2.025.79	871.62		726.35	342.34		224.36

Sumber: Hasil Pengolahan

Tabel 10. Total Unit dan % Agregasi

Tahun 2020 - Bulan	Ramalan Penjualan (Unit)			Total Unit Agregasi	Tahun 2020 - Bulan	% Unit Agregasi			Total % Unit Agregasi
	FC5Susun	FC3Susun	FC1Susun			FC5Susun	FC3Susun	FC1Susun	
Januari	1,701.18	646.13	193.76	2,541.07	Januari	66.95%	25.43%	7.63%	100%
Februari	1,730.69	653.42	196.54	2,580.66	Februari	67.06%	25.32%	7.62%	100%
Maret	1,760.20	660.71	199.33	2,620.24	Maret	67.18%	25.22%	7.61%	100%
April	1,789.71	668.01	202.11	2,659.82	April	67.29%	25.11%	7.60%	100%
Mei	1,819.22	675.30	204.89	2,699.41	Mei	67.39%	25.02%	7.59%	100%
Juni	1,848.73	682.59	207.67	2,738.99	Juni	67.50%	24.92%	7.58%	100%
Juli	1,878.24	689.88	210.45	2,778.57	Juli	67.60%	24.83%	7.57%	100%
Agustus	1,907.75	697.18	213.23	2,818.16	Agustus	67.69%	24.74%	7.57%	100%
September	1,937.26	704.47	216.01	2,857.74	September	67.79%	24.65%	7.56%	100%
Oktober	1,966.77	711.76	218.80	2,897.33	Oktober	67.88%	24.57%	7.55%	100%
November	1,996.28	719.05	221.58	2,936.91	November	67.97%	24.48%	7.54%	100%
Desember	2,025.79	726.35	224.36	2,976.49	Desember	68.06%	24.40%	7.54%	100%

Sumber: Hasil Pengolahan

Tabel 11. Rencana Produksi Model Transportasi

RENCANA PRODUKSI		Tahun 2020 - Bulan																								JUMLAH RENCANA PRODUKSI
TAHUN 2020 - BULAN	KEB. JTK	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember		
Januari	14,992	Tersedia Biaya Rencana	17,000 4,250	14,960 4,250	15,640 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	14,960 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	14,992
Februari	15,226	Tersedia Biaya Rencana	17,000 4,250	14,960 4,250	15,640 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	14,960 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	15,226
Maret	15,459	Tersedia Biaya Rencana	17,000 4,250	14,960 4,250	15,640 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	14,960 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	15,459
April	15,693	Tersedia Biaya Rencana	17,000 4,250	14,960 4,250	15,640 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	14,960 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	15,693
Mei	15,927	Tersedia Biaya Rencana	17,000 4,250	14,960 4,250	15,640 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	14,960 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	15,927
Juni	16,160	Tersedia Biaya Rencana	17,000 4,250	14,960 4,250	15,640 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	14,960 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	16,160
Juli	16,394	Tersedia Biaya Rencana	17,000 4,250	14,960 4,250	15,640 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	14,960 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	16,394
Agustus	16,627	Tersedia Biaya Rencana	17,000 4,250	14,960 4,250	15,640 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	14,960 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	16,627
September	16,861	Tersedia Biaya Rencana	17,000 4,250	14,960 4,250	15,640 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	14,960 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	16,861
Oktober	17,094	Tersedia Biaya Rencana	17,000 4,250	14,960 4,250	15,640 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	14,960 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,094
November	17,328	Tersedia Biaya Rencana	17,000 4,250	14,960 4,250	15,640 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	14,960 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,328
Desember	17,561	Tersedia Biaya Rencana	17,000 4,250	14,960 4,250	15,640 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	14,960 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,000 4,250	17,561
JUMLAH RENCANA PRODUKSI	195,322	RT	14,992	14,960	15,459	15,693	15,927	14,960	16,394	16,627	15,640	17,000	16,627	15,640	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	195,322
		OT		0	266	0	0	0	1,200	0	0	0	0	1,221	94	1,688	561									

Sumber: Hasil Pengolahan

Tabel 12. Rencana Produksi Model Spreadsheet Dengan Tingkat Persediaan Nol

NO	DESCRIPTION	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	TOTAL
1	Days	25	22	23	25	25	22	25	25	23	25	23	25	288
2	Unit/Workers (No.1 * Kap.Prod./HK/TK)	31	28	29	31	31	28	31	31	29	31	29	31	360
3	Demand (Total Unit Agregasi)	2,541	2,581	2,620	2,660	2,699	2,739	2,779	2,818	2,858	2,897	2,937	2,976	33,105
4	Workers Needed (Total No.3 / Total No.2)	82	94	92	86	87	100	89	91	100	93	103	96	1,113
5	Workers Available	81.31	93.84	91.14	85.11	86.38	99.60	88.91	90.18	99.40	92.71	102.15	95.25	
6	Workers Hired (No.4 - No.5)	0	12	0	0	1	13	0	2	9	0	10	0	47
7	Hiring Cost (No.6 * By Rekrutmen)	0	12,000,000	0	0	1,000,000	13,000,000	0	2,000,000	9,000,000	0	10,000,000	0	47,000,000
8	Workers Lay-Off (No.5 - No.4)	18	0	2	6	0	0	11	0	0	7	0	7	51
9	Lay-Off Cost (No.8 * Biaya PHK)	72,000,000	0	8,000,000	24,000,000	0	0	44,000,000	0	0	28,000,000	0	28,000,000	204,000,000
10	Workers Used (No.4)	82	94	92	86	87	100	89	91	100	93	103	96	1,113
11	Labor Cost (No.10 * No.1 * JK/HK * By TK)	451,000,000	454,960,000	465,520,000	473,000,000	478,500,000	484,000,000	489,500,000	500,500,000	506,000,000	511,500,000	521,180,000	528,000,000	5,863,660,000
12	Unit Produced (No.4 * No.2)	2,541	2,581	2,620	2,660	2,699	2,739	2,779	2,818	2,858	2,897	2,937	2,976	33,105
13	Net Inventory	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
14	Inventory Cost	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
15	Back Ordered	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
16	Back Order Cost	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
17	Total Cost	523,000,000	466,960,000	473,520,000	497,000,000	479,500,000	497,000,000	533,500,000	502,500,000	515,000,000	539,500,000	531,180,000	536,000,000	6,114,660,000

Catatan :
 Biaya Tenaga Kerja 27,500 /Jam Kerja
 Kapasitas Produksi = 1.25 Unit/Hari Kerja/Tenaga Kerja
 Biaya Rekrutmen Tenaga Kerja 1,000,000 /Tenaga Kerja
 Biaya Pemutusan Hubungan Kerja (PHK) 4,000,000 /Tenaga Kerja
 Biaya Simpan 17.50% /Unit/Bulan
 Biaya Serah-Susul 250,000 /Unit
 Harga Pokok Produk 1,000,000
 175,000 /Unit/Bulan

Sumber: Hasil Pengolahan

Tabel 13. Rencana Produksi Model *Spreadsheet* Dengan Serah-Susul (*Backorder*)

NO	DESCRIPTION	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	TOTAL
1	Days	25	22	23	25	25	22	25	25	23	25	23	25	288
2	Unit/Workers (No.1 * Kap.Prod./HK/TK)	31	28	29	31	31	28	31	31	29	31	29	31	360
3	Demand (Total Unit Agregasi)	2,541	2,581	2,620	2,660	2,699	2,739	2,779	2,818	2,858	2,897	2,937	2,976	33,105
4	Workers Needed (Total No.3 / Total No.2)	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	1,092
5	Workers Available	91.96	91.96	91.96	91.96	91.96	91.96	91.96	91.96	91.96	91.96	91.96	91.96	
6	Workers Hired (No.4 - No.5)	100	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	
7	Hiring Cost (No.6 * By Rekrutimen)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
8	Workers Lay-Off (No.5 - No.4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
9	Lay-Off Cost (No.8 * Biaya PHK)	36,000,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36,000,000
10	Workers Used (No.4)	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	1,092
11	Labor Cost (No.10 * No.1 * JK/HK * By TK)	500,500,000	440,440,000	460,460,000	500,500,000	500,500,000	440,440,000	500,500,000	500,500,000	460,460,000	500,500,000	460,460,000	500,500,000	5,765,760,000
12	Unit Produced (No.4 * No.2)	2,844	2,503	2,616	2,844	2,844	2,503	2,844	2,844	2,616	2,844	2,616	2,844	32,760
13	Net Inventory	2,844	2,503	2,616	2,844	2,844	2,503	2,844	2,844	2,616	2,844	2,616	2,844	32,760
14	Inventory Cost	303	225	221	404	549	312	377	403	162	108	0	0	3,063
15	Back Ordered	52,968,722	39,291,516	38,593,380	70,780,566	96,040,573	54,654,652	66,060,302	70,538,773	28,277,565	18,901,678	0	0	536,107,727
16	Back Order Cost	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	213	345	558
17	Total Cost	589,468,722	479,731,516	499,053,380	571,280,566	596,540,573	495,094,652	566,560,302	571,038,773	488,737,565	519,401,678	513,622,696	586,848,758	6,477,379,181

Catatan : Biaya Tenaga Kerja 27,500 /Jam Kerja
 Kapasitas Produksi = 1.25 Unit/Hari Kerja/Tenaga Kerja
 Biaya Rekrutimen Tenaga Kerja 1,000,000 /Tenaga Kerja
 Biaya Pemutusan Hubungan Kerja (PHK) 4,000,000 /Tenaga Kerja
 Biaya Simpan 17.50% /Unit/Bulan Harga Pokok Produk 1,000,000 175,000 /Unit/Bulan
 Biaya Serah-Susul 250,000 /Unit

Sumber: Hasil Pengolahan

Tabel 14. Rencana Produksi Model *Spreadsheet* Tidak Dengan Serah-Susul (*No Backorder*)

NO	DESCRIPTION	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	TOTAL
1	Days	25	22	23	25	25	22	25	25	23	25	23	25	288
2	Sum of Days	25	47	70	95	120	142	167	192	215	240	263	288	1,864
3	Unit/Workers (No.2 * Kap.Prod./HK/TK)	31	59	88	119	150	178	209	240	269	300	329	360	2,330
4	Demand (Total Unit Agregasi)	2,541	2,581	2,620	2,660	2,699	2,739	2,779	2,818	2,858	2,897	2,937	2,976	33,105
5	Sum of Demand	2,541	5,122	7,742	10,402	13,101	15,840	18,619	21,437	24,295	27,192	30,129	33,105	209,525
6	Workers Needed (No.5 / No.3)	81.31	87.18	88.48	87.59	87.34	89.24	89.19	89.32	90.40	90.64	91.65	91.96	1,064

Pilih yang terbesar

NO	DESCRIPTION	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	TOTAL
1	Days	25	22	23	25	25	22	25	25	23	25	23	25	288
2	Unit/Workers (No.1 * Kap.Prod./HK/TK)	31	28	29	31	31	28	31	31	29	31	29	31	360
3	Demand (Total Unit Agregasi)	2,541	2,581	2,620	2,660	2,699	2,739	2,779	2,818	2,858	2,897	2,937	2,976	33,105
4	Workers Needed (Total No.3 / Total No.2)	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	1,104
5	Workers Available	100	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	
6	Workers Hired (No.4 - No.5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
7	Hiring Cost (No.6 * By Rekrutimen)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
8	Workers Lay-Off (No.5 - No.4)	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
9	Lay-Off Cost (No.8 * Biaya PHK)	32,000,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32,000,000
10	Workers Used (No.4)	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	1,104
11	Labor Cost (No.10 * No.1 * JK/HK * By TK)	506,000,000	445,380,000	465,520,000	506,000,000	506,000,000	445,280,000	506,000,000	506,000,000	465,520,000	506,000,000	465,520,000	506,000,000	5,829,120,000
12	Unit Produced (No.4 * No.2)	2,541	2,849	2,645	2,875	2,875	2,530	2,875	2,875	2,645	2,875	2,645	2,875	33,105
13	Net Inventory	2,875	2,530	2,645	2,875	2,875	2,530	2,875	2,875	2,645	2,875	2,645	2,875	33,120
14	Inventory Cost	0	269	293	509	684	475	572	628	416	393	101	0	4,341
15	Back Ordered	0	47,016,897	51,350,011	89,005,947	#####	83,161,283	#####	#####	72,752,946	68,845,809	17,761,494	0	759,647,677
16	Back Order Cost	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
17	Total Cost	538,000,000	492,296,897	516,870,011	595,005,947	625,734,704	528,441,283	606,035,683	615,982,904	538,272,946	574,845,809	483,281,494	506,000,000	6,620,767,677

Catatan : Biaya Tenaga Kerja 27,500 /Jam Kerja
 Kapasitas Produksi = 1.25 Unit/Hari Kerja/Tenaga Kerja
 Biaya Rekrutimen Tenaga Kerja 1,000,000 /Tenaga Kerja
 Biaya Pemutusan Hubungan Kerja (PHK) 4,000,000 /Tenaga Kerja
 Biaya Simpan 17.50% /Unit/Bulan Harga Pokok Produk 1,000,000 175,000 /Unit/Bulan
 Biaya Serah-Susul 250,000 /Unit

Sumber: Hasil Pengolahan

Tabel 15. % Unit Agregasi

Tahun 2020 - Bulan	% Unit Agregasi			Total % Unit Agregasi
	FC5Susun	FC3Susun	FC1Susun	
Januari	66.95%	25.43%	7.63%	100%
Februari	67.06%	25.32%	7.62%	100%
Maret	67.18%	25.22%	7.61%	100%
April	67.29%	25.11%	7.60%	100%
Mei	67.39%	25.02%	7.59%	100%
Juni	67.50%	24.92%	7.58%	100%
Juli	67.60%	24.83%	7.57%	100%
Agustus	67.69%	24.74%	7.57%	100%
September	67.79%	24.65%	7.56%	100%
Oktober	67.88%	24.57%	7.55%	100%
November	67.97%	24.48%	7.54%	100%
Desember	68.06%	24.40%	7.54%	100%

Sumber: Hasil Pengolahan

Tabel 16. Rencana Produksi Agregat Berdasarkan

Disagregasi Produk Dengan Model *Transport Shipment*

Bulan	Kebutuhan TK	Faktor Agregasi	Unit Agregasi	Unit Disagregasi		
				FC5Susun5	FC3Susun3	FC1Susun1
Januari	14,992	5.90	2,541	1,701	646	194
Februari	15,226		2,581	1,731	653	197
Maret	15,459		2,620	1,760	661	199
April	15,693		2,660	1,790	668	202
Mei	15,927		2,699	1,819	675	205
Juni	16,160		2,739	1,849	683	208
Juli	16,394		2,779	1,878	690	210
Agustus	16,627		2,818	1,908	697	213
September	16,861		2,858	1,937	704	216
Oktober	17,094		2,897	1,967	712	219
November	17,328		2,937	1,996	719	222
Desember	17,561		2,976	2,026	726	224

Sumber: Hasil Pengolahan

Tabel 17. Rencana Produksi Agregat Berdasarkan

Disagregasi Produk Dengan Model
Spreadsheet (Tingkat Persediaan Nol)

Bulan	Unit Agregasi	Unit Disgregasi		
		FC5Susun	FC3Susun	FC1Susun
Januari	2,541	1,701	646	194
Februari	2,581	1,731	653	197
Maret	2,620	1,760	661	199
April	2,660	1,790	668	202
Mei	2,699	1,819	675	205
Juni	2,739	1,849	683	208
Juli	2,779	1,878	690	210
Agustus	2,818	1,908	697	213
September	2,858	1,937	704	216
Oktober	2,897	1,967	712	219
November	2,937	1,996	719	222
Desember	2,976	2,026	726	224

Sumber: Hasil Pengolahan

Tabel 18. Rencana Produksi Agregat Berdasarkan
Disagregasi Produk Dengan Model
Spreadsheet (Dengan Serah-Susul)

Bulan	Unit Agregasi	Unit Disgregasi		
		FC5Susun5	FC3Susun3	FC1Susun1
Januari	2,844	1,904	217	217
Februari	2,503	1,678	191	191
Maret	2,616	1,758	199	199
April	2,844	1,913	216	216
Mei	2,844	1,916	216	216
Juni	2,503	1,689	190	190
Juli	2,844	1,922	215	215
Agustus	2,844	1,925	215	215
September	2,616	1,774	198	198
Oktober	2,844	1,930	215	215
November	2,616	1,778	197	197
Desember	2,844	1,935	214	214

Tabel 19. Rencana Produksi Agregat Berdasarkan
Disagregasi Produk Dengan Model
Spreadsheet (Tidak Dengan Serah-Susul)

Bulan	Unit Agregasi	Unit Disgregasi		
		FC5Susun	FC3Susun	FC1Susun
Januari	2,541	1,701	646	194
Februari	2,849	1,911	721	217
Maret	2,645	1,777	667	201
April	2,875	1,934	722	218
Mei	2,875	1,938	719	218
Juni	2,530	1,708	631	192
Juli	2,875	1,943	714	218
Agustus	2,875	1,946	711	218
September	2,645	1,793	652	200
Oktober	2,875	1,952	706	217
November	2,645	1,798	648	200
Desember	2,875	1,957	702	217

Sumber: Hasil Pengolahan

Tabel 20. Analisis Biaya

g. Analisis Biaya dan Rekomendasi Model Rencana Produksi Agregat

Analisis biaya dilakukan untuk setiap model rencana produksi agregatnya. Tabel 20 menyajikan hasil analisis biaya untuk masing-masing model rencana produksi agregat.

Analisis biaya menunjukkan bahwa model transportasi (*transport shipment*) memiliki biaya terkecil, yaitu sebesar Rp.5.285.668.470,-, sehingga direkomendasikan kepada PT MNO untuk menggunakan model ini dalam kegiatan perencanaan produksi agregatnya.

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 FC5Susun5, FC3Susun3 dan FC1Susun1 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.5.285.668.470,-, 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

No	Jenis Biaya (Rp.)	Model Rencana Produksi Agregat			
		Transportasi	Tingkat Persediaan Nol	Dengan Serah-Susul	Tidak Dengan Serah-Susul
1	Biaya Tenaga Kerja (Jam Biasa)	5,233,027,845	5,863,660,000	5,765,760,000	5,829,120,000
2	Biaya Tenaga Kerja (Jam Lembur)	52,640,625	-	-	-
3	Biaya Rekrutmen	-	47,000,000	-	-
4	Biaya PHK	-	204,000,000	36,000,000	32,000,000
5	Biaya Simpan	-	-	536,107,727	759,647,677
6	Biaya Serah-Susul	-	-	139,511,454	-
	Jumlah Biaya	5,285,668,470	6,114,660,000	6,477,379,181	6,620,767,677

Sumber: Hasil Pengolahan

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:

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

DAFTAR PUSTAKA

- Gaspersz, Vincent. (2002). *Production Planning and Inventory Control: Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufaktur 21*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Kusuma, Hendra. (2002). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

- Santoso, Singgih. (2003). *SPSS Versi 10: Mengolah Data Statistik Secara Profesional*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Sipper, Daniel. & Bulfin, JR. Robert. (1997). *PRODUCTION: Planning, Control, and Integration*. United States of America.: Graw-Hill.
- Walpole, Ronald E. (1992). *Pengantar Statistik*. Edisi 3. Terjemahan. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Wignjosebroto, Sritomo. (1991). *Teknik Tata Cara*. Jakarta: Gunawidya.