

Integrasi *linear regression* dan *aggregate planning* untuk perencanaan dan pengendalian produksi *Leaf Spring* Hino OW 190/200 di industri komponen otomotif

(*Integration of linear regression and aggregate planning for Hino OW 190/200 Leaf Spring production planning and control in the automotive component industry*)

Muh. Tosin¹, Indra Setiawan^{2#}, M. Wahid M.A.³, Abdul Rochim⁴, Deni A. Taufik⁵

¹Program Studi Magister Manajemen, Universitas Borobudur, DKI Jakarta

²Indra Setiawan, PT. Yamaha Music Manufacturing Asia, Bekasi, Jawa Barat

³PT. Robert Bosch, Jakarta Selatan, DKI Jakarta

⁴PT. Hilti Nusantara, Jakarta Selatan, DKI Jakarta

⁵PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ, Jakarta Selatan, DKI Jakarta

#)Corresponding author: indra.setiawan.2022@gmail.com

Received 17 June 2021, Revised 5 March 2021, Accepted 19 July 2021

Abstrak. Perencanaan dan pengendalian produksi di perusahaan manufaktur melibatkan semua aktivitas produksi mulai dari kebutuhan bahan baku hingga produk jadi. Industri komponen otomotif Jakarta bergerak di bidang manufaktur yang menghasilkan produk *leaf spring* yang dikirim ke beberapa pelanggan tetap yaitu industri rakitan otomotif. *Leaf Spring* Hino OW 190/200 adalah tipe *spring* yang dipesan dan dikirim ke PT. HMMI. Berdasarkan data periode Januari-Desember 2019 permintaan *Leaf Spring* Hino OW 190/200 mengalami fluktuasi yang cukup signifikan. Tujuan penelitian ini adalah merencanakan dan mengendalikan proses produksi *Leaf Spring* Hino OW 190/200. Peramalan untuk 12 periode berikutnya berdasarkan plot permintaan dari 12 periode sebelumnya, menghitung rencana produksi Agregat, menentukan *Master Production Schedule* (MPS), menghitung kebutuhan bahan baku menggunakan metode *Hybrid* dan *Lot for Lot*. Hasil penelitian menunjukkan untuk mendukung kelancaran produksi dapat diketahui bahwa perencanaan produksi untuk perhitungan peramalan dengan metode Regresi Linier menghasilkan model tervalidasi. Perhitungan kebutuhan bahan baku utama dan komponen tahun 2020 menggunakan metode *Hybrid* dan *Lot for Lot* jauh lebih kecil dibandingkan perhitungan perusahaan berdasarkan data tahun sebelumnya.

Kata kunci: lot for lot, metode hybrid, peramalan, perencanaan agregat, regresi linear.

Abstract. Production planning and control in a manufacturing company involve all production activities, from raw material requirements to finished products. The Jakarta automotive components industry is engaged in manufacturing which produces *Leaf Spring* products sent to several regular customers, namely the automotive assembly industry. *Leaf Spring* Hino OW 190/200 is the type of spring ordered and shipped to PT. HMMI. Based on data for the January-December 2019 period, the demand for Hino OW 190/200 leaf spring has fluctuated significantly. This study aimed to plan and control the production process of *Leaf Spring* Hino OW 190/200. Forecasting for the next 12 periods is based on demand plots from the previous 12 periods, calculating the Aggregate production plan, determining the *Master Production Schedule* (MPS), calculating raw material requirements using the hybrid and lot for lot methods. The results showed that to support the smooth production, it can be seen that the production planning for forecasting calculations using the Linear Regression method generates a validated model. Calculation of the need for primary raw materials and components in 2020 uses the hybrid and lot for lot method, much smaller than the company's calculations based on the previous year.

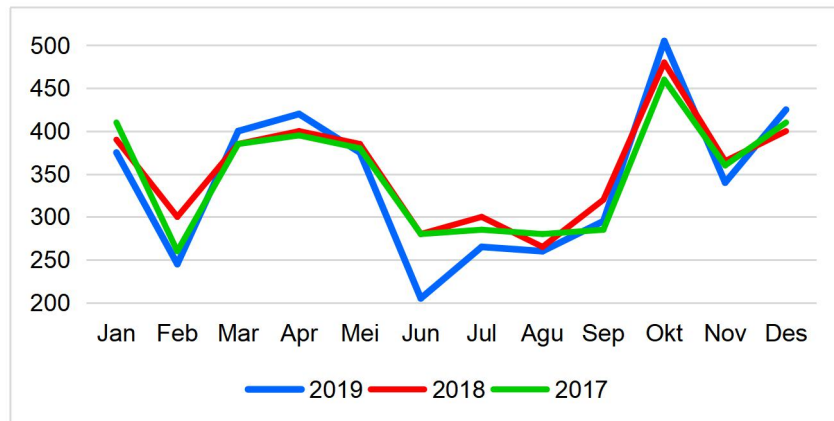
Keywords: lot for lot, hybrid method, forecasting, aggregate planning, linear regression.

1 Pendahuluan

Dunia industri telah tumbuh dan berkembang dengan pesat. Seiring dengan perkembangannya, tentu persaingan antar perusahaan akan semakin ketat khususnya pada industri otomotif. Dikutip

dari Gaikindo (2020), pertumbuhan industri otomotif belakangan ini meningkat secara signifikan. Banyak tumbuh perusahaan yang menghasilkan produk sejenis, ini juga merupakan salah satu faktor timbulnya persaingan. Persaingan yang sangat ketat, tentunya perusahaan akan lebih meningkatkan kualitas menejemennya agar dapat tetap bertahan dalam persaingan. Salah satunya adalah memperbaiki kelangsungan produksi agar dapat memenuhi permintaan konsumen dengan tepat waktu dan mengelola sumber daya yang ada di perusahaan sebaik mungkin.

Kasus industri komponen otomotif Jakarta merupakan salah satu industri manufaktur yang memproduksi *Leaf Spring* di Asia Tenggara dan merupakan pemasok utama *Leaf Spring* Hino, Isuzu, dan Nissan. Selain *Leaf Spring*, perusahaan ini juga memproduksi *spare part Leaf Spring* yang berbentuk lembaran sesuai permintaan konsumen. Adapun data permintaan pada tahun 2019 yakni pada bulan Januari sampai Desember dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Jumlah Permintaan (Unit) Tahun 2017-2019.

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat permintaan konsumen yang naik turun yang sifatnya fluktuatif (permintaan selalu berubah dan tidak konstan) yakni permintaan di bulan ke 1 mencapai 390 unit, di bulan ke 2 sebanyak 245 unit dan seterusnya. Kelangsungan proses produksi agar dapat memenuhi permintaan konsumen perlu adanya perencanaan produksi yang baik. Dimana perencanaan produksi adalah perencanaan tentang produk yang diproduksi dan banyaknya produk yang akan diproduksi pada periode yang akan datang (Jamalnia et al., 2019). Berdasarkan permasalahan tersebut, sepertinya perlu dilakukan perbaikan. Oleh karena itu, diperlukan adanya suatu solusi perbaikan dengan pendekatan yang dapat mengendalikan produksi sehingga perusahaan mampu memenuhi permintaan pelanggan. Salah satu dari perencanaan produksi adalah perencanaan agregat.

Perencanaan agregat berupa proses perencanaan kuantitas dan pengaturan waktu tertentu melalui penyesuaian variabel-variabel tingkat produksi, karyawan, persediaan dan variabel-variabel yang dapat dikendalikan. Perencanaan agregat merupakan cara untuk memperkirakan jumlah *output* yang akan diproduksi untuk memenuhi permintaan selama periode perencanaan dan disesuaikan dengan kapasitas produksi perusahaan (Gansterer, 2015). Perencanaan agregat memungkinkan perusahaan untuk menyusun suatu cara pemanfaatan sumber daya perusahaan dengan baik, agar dapat mencapai kapasitas yang efektif dan efisien yang dibuat berdasarkan ramalan permintaan di masa yang akan datang. Efektif yang berarti keselarasan antara perencanaan dengan hasil yang didapat, sedangkan efisien berarti mampu memproduksi suatu *output* tertentu dengan sumber daya yang ada dengan sebaik mungkin.

Perkembangan metode perencanaan agregat sering diimplementasikan di industri manufaktur besar untuk merencanakan dan mengendalikan produksinya (Fajar & Lestari, 2017; Jayakumar et al., 2017). Penerapan perencanaan agregat tidak hanya mengendalikan produksi di industri besar tetapi juga dapat diterapkan di industri kecil dan menengah (Mantilla et al., 2017; Oey et al., 2020; Rianthong & Ruekksaem, 2019). Beberapa sumber penelitian terdahulu juga mencatat bahwa metode ini mampu diintegrasikan dengan metode lain untuk mendapatkan hasil penelitian yang kompleks. Perencanaan agregat sering dikombinasikan dengan algoritma untuk mendapatkan model yang baik yang mampu menyelesaikan semua jenis perencanaan produksi agregat secara efisien dan efektif (Ahmed et al., 2019; Biazzi, 2018; Gongbing & Kun, 2014; Yuliasuti et al., 2019).

Metode ini dapat menekan terjadinya kekurangan produk di Pasokan manufaktur dengan menggunakan optimasi gerombolan partikel dua tingkat (Jang & Chung, 2020; Mortezaei et al., 2015). Selain itu, perencanaan agregat juga dikombinasikan dengan *Economic Order Quantity* (EOQ) di industri Rantai Pasokan (Türkyay et al., 2016). Banyak keuntungan yang didapatkan perusahaan jika mengimplementasikan perencanaan agregat. Perencanaan agregat pada dasarnya metode untuk melakukan perencanaan dan pengendalian produksi pada waktu jangka menengah sehingga perusahaan dapat meminimalkan biaya produksinya (Noegraheni & Nuradli, 2016; Nugraha et al., 2020).

Tujuan penelitian ini adalah merencanakan dan mengendalikan produksi untuk membantu kelancaran proses produksi agar perusahaan dapat memenuhi permintaan konsumen. Berdasarkan referensi penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa perencanaan agregat mampu melakukan perencanaan dan pengendalian produksi, maka penelitian ini akan mengimplementasikan metode perencanaan agregat yang diintegrasikan dengan metode regresi linear juga untuk menentukan kapasitas bahan baku utama dan pendukung.

2 Kajian Pustaka

Penelitian ini menggunakan studi pustaka dari beberapa buku dan artikel di jurnal. Buku yang dijadikan referensi sebagian besar diambil dari buku *Operations Management*. Manajemen operasi adalah ilmu, seni, dan dasar jaminan barang dan jasa untuk pengiriman barang oleh pelanggan. Manajemen operasi terdiri dari perancangan barang dan jasa, proses pembuatan, dan perencanaan harian dari proses barang terkait, dan perbaikan berkelanjutan barang, jasa, dan proses terkait.

Perencanaan Agregat

Menurut Heizer & Barry (2014), perencanaan agregat merupakan suatu pendekatan untuk menentukan kuantitas dan waktu produksi pada jangka menengah (biasanya 3 hingga 18 bulan kedepan). Suatu rencana yang menyertakan tingkat ramalan untuk kelompok produk barang jadi, persediaan, kekurangan, dan perubahan tenaga kerja. Sedangkan menurut Schroeder et al. (2013) mendefinisikan Perencanaan Agregat adalah penyesuaian antara penawaran dan permintaan dalam jangka waktu menengah untuk 12 bulan yang akan datang.

Peramalan (*Forecasting*)

Menurut Heizer & Barry (2014) definisi dari peramalan (*forecasting*) adalah seni dan ilmu untuk memperkirakan kejadian di masa depan. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan data historis dan proses kalkulasi untuk memprediksikan sebuah proyeksi atas kejadian di masa datang. Sedangkan pedapat lain dari buku *Operation Management* Stevenson (2012), peramalan adalah masukan/input dasar dalam proses pengambilan keputusan dari manajemen operasi karena peramalan memberikan informasi dalam permintaan di masa yang akan datang. Salah satu tujuan utama dari manajemen operasi adalah untuk menyeimbangkan antara pasokan dan permintaan. Perkiraan permintaan di masa yang akan datang sangat penting untuk menentukan besar kapasitas atau pasokan yang dibutuhkan untuk menyeimbangi permintaan.

Regresi Linear

Associative Forecasting Method merupakan jenis kedua dari metode *forecast* yang bersifat kuantitatif. Menurut Heizer & Barry (2014) model peramalan asosiatif mengasumsikan hubungan antara variabel terikat dan beberapa variabel bebas yang terkait dengan peramalan. Model peramalan asosiatif kuantitatif yang umum digunakan adalah analisis regresi linear. Peramalan permintaan dengan metode regresi linear dihitung dengan rumus sederhana sebagai berikut:

$$F_t = a + b.t \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

$$a = \frac{(\sum Dt * \sum_t^2) - (\sum t * \sum(dt*t))}{n \sum_t^2 - (\sum t)^2} \dots\dots\dots (2)$$

$$b = \frac{(n \sum Dt*t) - (\sum Dt * \sum t)}{n \sum_t^2 - (\sum t)^2} \dots\dots\dots (3)$$

Nilai Y = Variabel Terikat (Permintaan)

Nilai X = Variabel Bebas (Waktu)

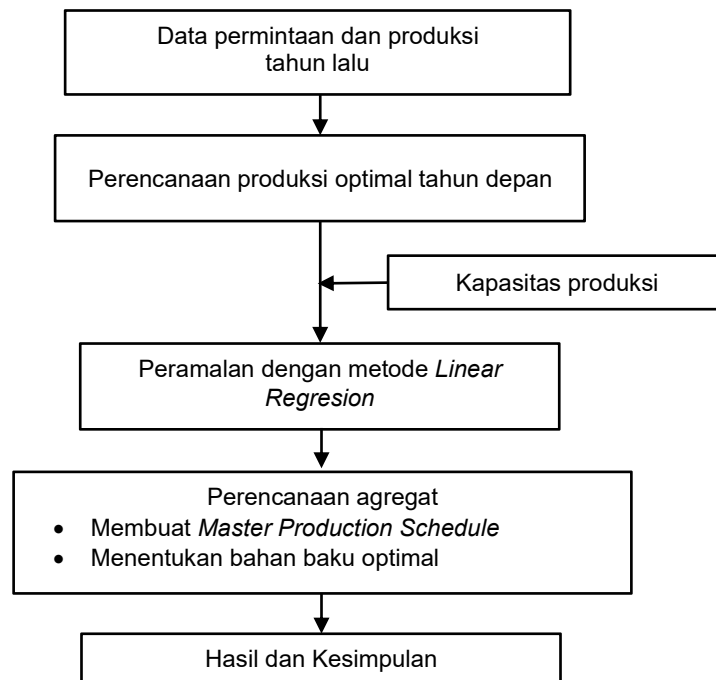
Nilai a = *Intersept* (Perpotongan dengan sumbu tegak)
 Nilai b = *Slope/Trend Line* (Tingkat perubahan dalam permintaan)
 Nilai t = Indeks waktu (t = 1, 2, 3, ...,n); n adalah banyaknya periode waktu

3 Metode

Tujuan penelitian ini untuk merencanakan dan mengendalikan produksi di industri manufaktur komponen otomotif dengan tujuan memperlancar proses produksi agar menciptakan produk yang tepat waktu. Penelitian ini menggunakan metode Integrasi Perencanaan Agregat dan Regresi Linear. Pemilihan metode regresi linear sebagai metode prediksi pada penelitian ini didasari pada kelebihanannya dalam menaksir parameter model sederhana dan data yang digunakan berbasis runtun waktu. Penelitian ini termasuk kedalam penelitian deskriptif dengan menggunakan pendekatan kuantitatif. Teknik deskriptif yang menggambarkan atau menjelaskan proses peramalan sampai dengan perencanaan produksi agregat.

Penelitian ini dilakukan di industri komponen otomotif Jakarta yang memproduksi komponen otomotif (*Leaf Spring*) yang berlokasi di Kawasan Industri Pulogadung Jakarta. Perusahaan ini dipilih karena permintaan produk dari industri komponen otomotif yang fluktuatif dan perencanaan produksi yang kurang optimal, sehingga sering terjadi permasalahan kelebihan persediaan produk pada saat permintaan yang sedikit, sebaliknya terjadi kekurangan persediaan produk pada saat permintaan yang meningkat. Objek dalam penelitian ini adalah perencanaan dan pengendalian produksi agregat. Produk yang dianalisis dalam penelitian ini adalah *Leaf Spring*. Jenis data yang digunakan adalah primer dan sekunder. Data primer bersumber informasi wawancara sedangkan data sekunder bersumber dari dokumentasi perusahaan seperti data jumlah permintaan tahun lalu, bahan baku, kapasitas produksi dan waktu produksi. Variabel-variabel yang dianalisis sesuai dengan masalah utama dan tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah perkiraan permintaan, persediaan awal, kapasitas produksi, dan jumlah tenaga kerja optimal.

Penelitian ini menggunakan kerangka konseptual untuk menentukan permasalahan, tujuan perencanaan perbaikan dan hasil perbaikan yang diharapkan. Kerangka konseptual penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Kerangka Konseptual Penelitian.

4 Hasil dan Pembahasan

Subyek penelitian yang dianalisis adalah *Leaf Spring* Hino OW. Produk ini tersusun dari beberapa komponen. Setiap komponen berasal dari *part* MRP dan MPS. Berikut merupakan *Bill of Material* dari produk *Leaf Spring* Hino OW dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 *Bill of Material* dari *Leaf Spring* Hino OW 190/200

No	Nama Komponen	Ukuran	Jumlah		Satuan
			OW 190	OW 200	
1	Clip	6x25x192	2	2	Pc
2	Bushing Silent	40x16x83,4	1	1	Pc
3	Bushing Silent	40x16x41,7	2	2	Pc
4	Center Bolt	10x95x14x8	1	1	Pc
5	Rivet	10x20	2	2	Pc

Perencanaan peramalan di Industri Komponen Otomotif didasarkan pada perencanaan permintaan dan produksi tahun sebelumnya. Berikut merupakan data permintaan produk *Leaf Spring* Hino OW 190/200 tahun 2019 yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Data permintaan produk *Leaf Spring* Hino OW 190/200 tahun 2019

Tipe	Jumlah permintaan per bulan (unit)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
48110 - OW 190 RH	390	245	400	420	375	205	265	260	295	505	340	425
48110 - OW 200 LH	390	245	400	420	375	205	265	260	295	505	340	425

Berdasarkan Tabel 1, maka dilakukan peramalan menggunakan metode *Linier Regresion*. Pengolahan data ini dilakukan dengan menggunakan Ms. *Excel* 2016. Berikut perhitungan konstanta dan koefisien variabelnya:

Menghitung konstanta

$$a = \frac{(\sum Dt * \sum t^2) - (\sum t * \sum (dt * t))}{n \sum t^2 - (\sum t)^2} \dots\dots\dots (2)$$

$$= \frac{(\sum 4.125 * \sum t^2 650) - (\sum t 78 * \sum 27345)}{\sum t^2 12 * 650 - (\sum t 78)^2}$$

a = 319,575

Menghitung koefisien Variabel X,

$$b = \frac{(n \sum Dt * t) - (\sum Dt * \sum t)}{n \sum t^2 - (\sum t)^2} \dots\dots\dots (3)$$

$$b = \frac{(12 * \sum 27.345) - (\sum 4.125 * \sum 78)}{12 * \sum t^2 650 - (\sum t 78)^2}$$

b = 3,723

Nilai a dan b disubstitusikan ke persamaan Y = a + b.X(1)

Jadi persamaan linearnya adalah:

Y = a + b.X

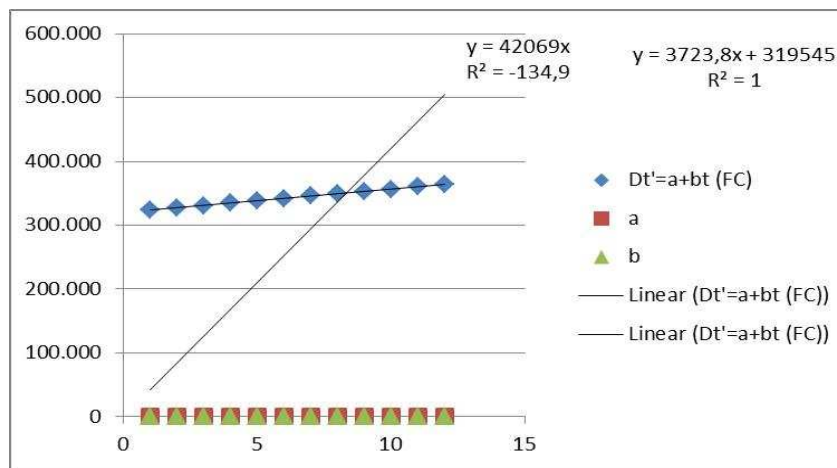
Y = 319,575 + 3,723 X

Persamaan regresi diatas diinterpretasikan jika variabel independen naik sebesar 319,575 maka akan meningkatkan permintaan produk sebesar 3,723 unit/pembulatan menjadi 4 unit. Perhitungan peramalan untuk tahun depan dapat dilihat pada Tabel 3 dan hubungan variabel dari persamaan regresi dapat dilihat pada Gambar 3.

Berdasarkan perhitungan dapat diketahui bahwa hasil perhitungan *forecasting* menggunakan metode linear regresi dengan α = (0,2) dan mempunyai nilai *error* yaitu nilai MSE sebesar 8,034; nilai MAD sebesar 78,84; dan nilai MAPE sebesar 23,54. Kemudian perhitungan kapasitas produksi dihitung menggunakan strategi *hybrid* seperti pada Tabel 4.

Tabel 3 Hasil perhitungan peramalan menggunakan Ms. Excel

Periode (t)	Bulan	Demand (Ft)	t ²	Dt x t	a	b	Ft'=a+bt (FC)
1	Jan	390	1	390	319,545	3,723	323.2680
2	Feb	245	4	490	319,545	3,723	326.9930
3	Mar	400	9	1200	319,545	3,723	330.7168
4	Apr	420	16	1680	319,545	3,723	334.4406
5	Mei	375	25	1875	319,545	3,723	338.1643
6	Jun	205	36	1230	319,545	3,723	341.8881
7	Jul	265	49	1855	319,545	3,723	345.6119
8	Agu	260	64	2080	319,545	3,723	349.3357
9	Sep	295	81	2655	319,545	3,723	353.0594
10	Okt	505	100	5050	319,545	3,723	356.7832
11	Nov	340	121	3740	319,545	3,723	360.5070
12	Des	425	144	5100	319,545	3,723	364.2308
Total		4125	650	27345	3834,54	44.685	4125



Gambar 3 Grafik perhitungan korelasi.

Tabel 4 Rekapitulasi RPA dengan strategi hybrid

Periode	UPRT	Total Produksi	Total Demand OW 190 & OW 200	I
Jan	920	920	646	530
Feb	800	800	654	676
Mar	880	880	662	894
Apr	840	840	668	1.066
Mei	920	920	676	1.310
Jun	840	840	684	1.466
Jul	880	880	692	1.654
Agu	920	920	698	1.876
Sep	800	800	706	1.970
Okt	920	920	714	2.176
Nov	880	880	720	2.336
Des	640	640	728	2.248
Total	10240	10240	8.250	18.202

Keterangan :
P = Periode (Bulan)

- HK = Hari Kerja
- UPRT = Unit Produksi *Regular Time*
- I = *Inventory*
- T = Waktu/Periode

Berdasarkan Tabel 4 maka dapat diketahui nilai total kebutuhan produksi per periode seperti dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Total kebutuhan produksi berdasarkan permintaan konsumen

Leaf Spring Hino OW 190/200	Periode Januari sampai Desember 2020 (unit)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	920	800	880	840	920	840	880	920	800	920	880	640

Hasil perhitungan diatas meliputi hasil produksi *Leaf Spring* OW 190 dan OW 200. Total produksi pada Tabel 5 nantinya akan digunakan sebagai *Master Production Schedule* (MPS). Data MPS diambil dari data rekapitulasi total produksi pada strategi *hybrid*. Berdasarkan MPS, kemudian dihitung rencana kebutuhan bahan baku dari komponen *Leaf Spring* OW190/200 dengan pendekatan *lot for lot* agar mendapatkan kebutuhan baku yang optimal. Metode *lot for lot* ialah proses untuk menentukan besarnya pesanan yang optimal untuk masing-masing item produk berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan bersih. Proses *lot for lot* erat hubungannya dengan penentuan jumlah komponen atau item yang harus dipesan atau persediaan. Berikut merupakan perhitungan masing-masing bahan baku yang dibutuhkan dalam pembuatan produk *Leaf Spring* OW190/200.

- a. *Bushing Silent* Ukuran 40 x 16 x 41,7
Contoh perhitungan periode 1:

$$Demand = \frac{MPS \times Kebutuhan\ bahan\ baku}{jumlah/satuan} = \frac{920 \times 2}{1} = 1.840\ pcs$$

Rekapitulasi perhitungan kebutuhan bahan baku untuk komponen *Bushing silent* 40x16x41,7 dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Kebutuhan *Bushing Silent* ukuran 40 x 16 x 83

Periode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Demand</i> (unit)	1.840	1.600	1.602	1.604	1.606	1.680	1.760	1.840	1.600	1.840	1.760	1.280

- b. Komponen *Bushing Silent* 40 x 16 x 83,4
Contoh perhitungan periode 1:

$$Demand = \frac{MPS \times Kebutuhan\ bahan\ baku}{jumlah/satuan} = \frac{920 \times 1}{1} = 920\ pcs$$

Rekapitulasi perhitungan kebutuhan bahan baku untuk komponen *Bushing Silent* 40x16x83,4 dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Kebutuhan *Bushing Silent* ukuran 40 x 16 x 83,4

Periode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Demand</i> (unit)	920	800	801	802	803	840	880	920	800	920	880	640

- c. Komponen *Clip* 6 x 25 x 195
Contoh perhitungan periode 1:

$$Demand = \frac{MPS \times Kebutuhan\ bahan\ baku}{jumlah/satuan} = \frac{920 \times 2}{1} = 1.840\ pcs.$$

Rekapitulasi perhitungan kebutuhan bahan baku untuk komponen *Clip* 6 x 25 x 195 dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Kebutuhan Komponen *Clip* 6 x 25 x 195

Periode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Demand</i> (unit)	1.840	1.600	1.602	1.604	1.606	1.680	1.760	1.840	1.600	1.840	1.760	1.280

d. Komponen *Center Bolt* 10 x 95 x 11 x 8

Contoh perhitungan periode 1:

$$Demand = \frac{MPS \times Kebutuhan\ bahan\ baku}{jumlah/satuan} = \frac{920 \times 1}{1} = 920\ pcs$$

Rekapitulasi perhitungan kebutuhan bahan baku untuk komponen *Center Bolt* 10x95x11x8 dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Kebutuhan Komponen *Center Bolt* 10 x 95 x 11 x 8

Periode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Demand</i> (unit)	920	800	801	802	803	840	880	920	800	920	880	640

e. Komponen *Rivet* 10 x 20

Contoh perhitungan periode 1:

$$Demand = \frac{MPS \times Kebutuhan\ bahan\ baku}{jumlah/satuan} = \frac{920 \times 2}{1} = 1.840\ pcs$$

Rekapitulasi perhitungan kebutuhan bahan baku untuk komponen *Rivet* 10x20 dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 KebutuhanKomponen *Rivet* 10 x 20

Periode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Demand</i> (unit)	1.840	1.600	1.602	1.604	1.606	1.680	1.760	1.840	1.600	1.840	1.760	1.280

Setelah dilakukan perhitungan, maka dilakukan rekapitulasi data. Berikut adalah hasil rekap perhitungan kebutuhan bahan baku dan komponen periode tahun 2020 dengan metode *Lot For Lot* yang dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11 Kebutuhan bahan baku komponen periode tahun 2020

Periode	Bulan	<i>Bushing Silent</i> 40x16x41,7	<i>Bushing Silent</i> 40x16x83,4	<i>Clip</i> 6x25x192	<i>Center Bolt</i> 10x95x14	<i>Rivet</i> 10x20
1	Jan	1.840	920	1.840	920	1.840
2	Feb	1.600	800	1.600	800	1.600
3	Mar	1.602	801	1.602	801	1.602
4	Apr	1.604	802	1.604	802	1.604
5	Mei	1.606	803	1.606	803	1.606
6	Jun	1.680	840	1.680	840	1.680
7	Jul	1.760	880	1.760	880	1.760
8	Agu	1.840	920	1.840	920	1.840
9	Sep	1.600	800	1.600	800	1.600
10	Okt	1.840	920	1.840	920	1.840
11	Nov	1.760	880	1.760	880	1.760
12	Des	1.280	640	1.280	640	1.280
Total		20.012	10.006	20.012	10.006	20.012

Perhitungan kebutuhan bahan baku utama dan komponen tahun 2020 menggunakan metode *Hybrid* dan *Lot for Lot* yaitu 256.182,88 kg, jauh lebih kecil dibandingkan perhitungan perusahaan

berdasarkan data tahun 2019 yaitu 259.827,40 kg. Perbandingan kebutuhan bahan tahun 2019 dan rencana tahun 2020 dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12 Perbandingan kebutuhan bahan baku tahun 2019 dan rencana tahun 2020.

No	Nama Komponen	Tahun 2019	Tahun 2020
1	Lembaran Baja	259.870,40 Kg	256.182,88 Kg
2	<i>Bushing silent</i> 40 x 16 x 83,4	10.640 Pcs	10.006 pcs
3	<i>Bushing silent</i> 40 x 16 x 41,7	20.900 Pcs	20.012 Pcs
4	<i>Clip</i> 6 x 25 x 192	20.900 Pcs	20.012 pcs
5	<i>Center Bolt</i> 10x 95x11	10.640 Pcs	10.006 pcs
6	<i>Rivet</i> 10 x 20	20.900 Pcs	20.012 pcs

5 Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan untuk mendukung kelancaran produksi dapat diketahui bahwa perencanaan produksi untuk perhitungan peramalan dengan metode Regresi Linier menghasilkan model $Y=319,575+3,723X$. Berdasarkan analisa perencanaan produksi agregat, perhitungan kebutuhan bahan baku utama dan komponen tahun 2020 menggunakan metode *Hybrid* dan *Lot for Lot* yaitu 256.182,88 kg, jauh lebih kecil dibandingkan perhitungan perusahaan berdasarkan data tahun 2019 yaitu 259.827,40 kg.

Penelitian ini dapat dilanjutkan pada penelitian selanjutnya dengan merencanakan dan mengendalikan produksi dengan mengintegrasikan Perencanaan Agregat dengan metode *Work Load Analysis* (WLA). WLA berfokus pada perhitungan tenaga kerja optimal sehingga perusahaan akan mendapatkan SDM yang optimal yang dapat menghemat biaya produksi.

Daftar Pustaka

- Ahmed, S. A., Biswas, T. K., & Nundy, C. K. (2019). An Optimization Model for Aggregate Production Planning and Control: A Genetic Algorithm Approach. *International Journal of Research in Industrial Engineering*, 8(3), 203–224. <https://doi.org/10.22105/riej.2019.192936.1090>
- Biazzi, J. L. (2018). Aggregate Planning for Probabilistic Demand With Internal and External Storage. *Journal of Operations and Supply Chain Management*, 11(1), 37–52. <https://doi.org/10.12660/joscmv11n1p37-52>
- Fajar, M., & Lestari, Y. D. (2017). Aggregate Planning Analysis in PT . Akebono Brake Astra Indonesia. *Journal Business and Management*, 6(2), 182–191. <https://doi.org/https://journal.sbm.itb.ac.id/index.php/jbm/article/view/2152>
- Gaikindo. (2020). *Indonesian Automobile Industry Data – GAIKINDO*. <https://www.gaikindo.or.id/indonesian-automobile-industry-data/> (accessed: 16 Agustus 2020)
- Gansterer, M. (2015). Aggregate Planning and Forecasting in Make-to-Order Production Systems. *Intern. Journal of Production Economics*, 521–528. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.06.001>
- Gongbing, B. I., & Kun, X. (2014). Aggregate Planning Based on Stochastic Demand DEA Model With an Application in Production Planning. *Management Science and Engineering*, 8(4), 1–6. <https://doi.org/10.3968/6054>
- Heizer, J., & Barry, R. (2014). *Operation Management Sustainability and Supply Chain Management* (11th ed.). McGraw-Hil. New York
- Jamalnia, A., Yang, J., Feili, A., Xu, D., & Jamali, G. (2019). Aggregate production planning under uncertainty: a comprehensive literature survey and future research directions. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 102(183), 159–181. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00170-018-3151-y>

- Jang, J., & Chung, B. Do. (2020). Aggregate production planning considering implementation error : A robust optimization approach using bi-level particle swarm optimization. *Computers & Industrial Engineering*, 142(4), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106367>
- Jayakumar, A., Krishnaraj, C., & Raghunayagan, P. (2017). Aggregate Production Planning For A Pump Manufacturing Company: Chase Strategy. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 04(12), 628–632.
- Mantilla, C. R., Sailema, M. S., Rosero, C. S., & Pozo, R. G. (2017). Aggregate Production Planning, Case study in a Medium- sized Industry of the Rubber Production Line in Ecuador. *The 4th International Conference on Manufacturing and Industrial Technologies*, 1–5. <https://doi.org/doi:10.1088/1757-899X/212/1/012018>
- Mortezaei, N., Zulkifli, N., & Nilashi, M. (2015). Trade-off Analysis for Multi-Objective Aggregate Production Planning. *Journal of Soft Computing and Decision Support System*, 2(2), 1–4.
- Noegraheni, E., & Nuradli, H. (2016). Aggregate Planning to Minimize Cost of Production in Manufacturing Company. *Binus Business Review*, 7(1), 39–45. <https://doi.org/10.21512/bbr.v7i1.1448>
- Nugraha, I., Hisjam, M., & Sutopo, W. (2020). Aggregate Planning Method as Production Quantity Planning and Control to Minimizing Cost. *2nd International Conference on Materials Technology and Energy*, 1–9. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/943/1/012045>
- Oey, E., Wijaya, W. A., & Hansopaheluwakan, S. (2020). Forecasting and aggregate planning application – a case study of a small enterprise in Indonesia. *International Journal of Process Management and Benchmarking*, 10(1), 1–21. <https://doi.org/10.1504/IJPMB.2020.104229>
- Rianthong, S., & Ruekkasaem, L. (2019). Aggregate Production Planning, Case Study in a Small-Sized Company In Thailand. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)*, 10(12), 182–187. <https://doi.org/http://www.iaeme.com/ijmet/issues.asp?JType=IJMET&VType=10&IType=12>
- Schroeder, R. G. (2013). *Operation Management Contemporary Concepts and Cases* (6th ed.). McGraw-Hil. New York
- Stevenson, W. D. (2012). *Operations Management* (3th ed.). McGraw-Hill Education. New York
- Türkey, M., Saraço, Ö., & Arslan, M. C. (2016). Aggregate Planning from Sustainability Perspective. *Sustainability in Supply Chain Management*, 11(1), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147502>
- Yuliasuti, G. E., Rizki, A. M., & Tama, I. P. (2019). Optimization of Multi-Product Aggregate Production Planning using Hybrid Simulated Annealing and Adaptive Genetic Algorithm. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 10(11), 484–489. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2019.0101167>