

Perencanaan dan Pengendalian Produksi *Cover Lead Wire* Menggunakan Metode Agregat Planning Heuristik dan Transportasi

Putri Amanda Olivia¹, Diah Pramestari²
Teknik Industri, Universitas Persada Indonesia YAI, Jakarta^{1,2}

E-mail: manda.andrayani@gmail.com¹, diah.pramestari@upi-yai.ac.id²

ABSTRAK

Proses produksi yang dilakukan di lantai produksi suatu perusahaan akan berjalan dengan baik dan lancar apabila direncanakan dengan baik. Perencanaan dan pengendalian produksi yang dilakukan harus mempertimbangkan beberapa faktor penting, yaitu jumlah permintaan, kapasitas produksi, jumlah bahan baku, jumlah bahan pendukung, ketersediaan hari kerja, jumlah tenaga kerja, jumlah hari kerja dan lain-lain. Perusahaan tempat penelitian ini memiliki permasalahan yang terkait produksi yaitu tidak terpenuhinya permintaan konsumen yang berfluktuatif, dikarenakan sistem persediaan yang tidak optimal, tidak terdapatnya penjadwalan produksi dan pemenuhan permintaan hanya mengandalkan jam kerja dari karyawan dengan menerapkan *overtime* pada saat pemintaannya tinggi. Penyelesaian permasalahan dilakukan dengan mencoba menerapkan metode heuristik dan transportasi pada penjadwalan produksinya. Pemilihan metode dilakukan dengan mempertimbangkan metode penjadwalan produksi yang menghasilkan total biaya produksi yang paling kecil. Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa total biaya terendah adalah total biaya produksi dari penerapan metode heuristik sebesar Rp.49.094.000. Metode heuristik yang digunakan adalah variasi *changing workforce level* yaitu perubahan jumlah tenaga kerja per periodenya. Hasil total biaya produksi mengacu pada biaya tenaga kerja normal, biaya penambahan tenaga kerja dan biaya pengurangan tenaga kerja. Metode ini selanjutnya dapat diterapkan perusahaan pada penjadwalan produksinya dan dianggap sebagai solusi terbaik untuk menyelesaikan permasalahan perusahaan.

Kata Kunci: *perencanaan pengendalian produksi, agregat plainning, metode heuristik, metode transportasi*

ABSTRACT

The production process carried out on the production floor of a company will run well and smoothly if it is well planned. Production planning and control carried out must consider several important factors, namely the number of demand, production capacity, the amount of raw materials, the amount of supporting materials, the availability of working days, the number of workers, the number of working days and others. The company where this research was conducted had problems related to production, namely the unfulfilled fluctuating consumer demand, due to a non-optimal inventory system, the absence of production scheduling and the fulfillment of demand only relying on employee working hours by implementing overtime when demand was high. The solution to the problem was carried out by trying to apply heuristic and transportation methods to its production scheduling. The selection of the method was carried out by considering the production scheduling method that produced the smallest total production cost. From the calculation results, it was found that the lowest total cost was the total production cost from the

application of the heuristic method of Rp. 49,094,000. The heuristic method used was the variation of changing workforce level, namely the change in the number of workers per period. The total production cost results refer to normal labor costs, labor addition costs and labor reduction costs. This method can then be applied by companies to their production scheduling and is considered the best solution to solve company problems.

Keywords: *production control plainning, aggregate plainning, heuristic methods, transportation methods*

1. PENDAHULUAN

Persaingan dunia usaha yang semakin ketat menuntut perusahaan untuk mampu beradaptasi dengan segala perubahan dan kemajuan teknologi. Keberhasilan perusahaan ditentukan oleh seluruh unit kerja pada perusahaan termasuk juga unit kerja atau divisi produksi yang berhubungan langsung dengan proses produksi di suatu perusahaan. Perencanaan dan penjadwalan produksi yang baik perlu dilakukan sebelum proses produksi berlangsung dengan tujuan untuk mendapatkan keseimbangan antara jumlah produksi dan permintaan konsumen atau pasar pada waktu yang tepat dengan menggunakan sumber daya yang tersedia dengan biaya yang paling minimum untuk keseluruhan produk yang dihasilkan. Perencanaan produksi yang matang sangat penting dalam menjaga daya saing perusahaan, terutama dalam persaingan global.

Proses produksi merupakan proses utama pada rantai produksi yang melakukan transformasi input yaitu bahan baku menjadi barang jadi (Purwanti dan Pramestari 2022). Perencanaan dan pengendalian produksi menjadi elemen penting untuk memastikan operasional yang efisien, konsistensi kualitas, dan pengendalian biaya. Di tengah tuntutan globalisasi dan persaingan pasar yang ketat, perusahaan dituntut untuk tidak hanya memproduksi barang dengan efisien tetapi juga dengan ketepatan waktu, menjaga standar kualitas, dan mengelola biaya secara efektif. Perencanaan produksi yang baik memungkinkan perusahaan untuk merespons permintaan pasar dengan

cepat dan mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya.

Saat ini PT. Banshu Plastic Indonesia, yang didirikan pada 1 Juli 1996 dan memulai operasinya pada 9 Agustus 2002 di Kawasan Industri Cikarang, Indonesia menghadapi permasalahan pemenuhan permintaan konsumen yang berfluktuatif. Permasalahan ini berkaitan dengan ketidakseimbangan persediaan dan belum optimalnya perencanaan produksi, khususnya dalam produksi produk *cover lead wire* dengan part no 40D-H2119-00.

Perusahaan memproduksi komponen plastik untuk berbagai sektor seperti otomotif dan peralatan rumah tangga. Perusahaan belum menerapkan strategi perencanaan agregat yang baik sehingga mengakibatkan masalah dalam pengelolaan sumber dayanya seperti jumlah tenaga kerja dan jam kerja karyawan yang tidak sesuai. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan perencanaan agregat yang lebih baik untuk menyesuaikan kapasitas produksi dengan fluktuasi permintaan dan mengurangi biaya produksi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perencanaan agregat pada produk *cover lead wire* dengan part no 40D-H2119-00 *cover red*, mengetahui perbandingan total biaya yang diperoleh berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode *heuristic* dan metode transportasi dan mengetahui perencanaan agregat apa yang tepat untuk diterapkan perusahaan di masa yang akan datang.

Metode *heuristic* dan metode transportasi digunakan untuk membandingkan dan memilih strategi

perencanaan yang paling efisien, dengan tujuan meminimalkan total biaya produksi dan meningkatkan efektivitas operasional.

2. LANDASAN TEORI

Perencanaan dan Pengendalian Produksi

Perencanaan dan pengendalian produksi merupakan kegiatan untuk merancang dan mengelola alur bahan yang diterima, proses produksi, serta hasil produksi, dengan tujuan memenuhi permintaan pelanggan dengan jumlah yang akurat, pengiriman tepat waktu, dan biaya produksi yang minimal. Tujuan dari perencanaan dan pengendalian produksi adalah sebagai berikut : (Sumartono dan Prayitna 2013)

1. Mencapai efisiensi dan efektivitas dalam proses produksi perusahaan.
2. Memastikan penggunaan modal secara optimal.
3. Membantu perusahaan dalam meraih pangsa segmen pasar yang lebih luas.
4. Menghasilkan keuntungan yang memadai bagi perusahaan

Peramalan

Peramalan merupakan proses atau tahapan yang dilakukan untuk memprediksi sesuatu di masa yang akan datang berdasarkan data historis masa lalunya. Peramalan juga bisa dianggap sebagai seni dan ilmu dalam meramalkan peristiwa di masa depan. Aktivitas peramalan dalam suatu usaha atau bisnis digunakan untuk memprediksi penjualan dan kebutuhan konsumen akan suatu produk, sehingga jumlah produksi yang dihasilkan sesuai dengan permintaan konsumennya. Perusahaan harus selalu mengupayakan agar hasil peramalan relevan dan akurat, dengan tujuan : (Indriastiningsih dan Devi 2020)

1. Mengurangi dampak ketidakpastian terhadap perusahaan.
2. Menghasilkan prediksi yang tepat dengan meminimalisir kesalahan peramalan, dengan menghitung nilai MSE (*Mean Squared Error*), MAE

(*Mean Absolute Error*), dan indikator sejenis.

Peramalan dapat diklasifikasikan berdasarkan horizon waktu nya sebagai berikut : (Pramestari 2020)

- a. Peramalan jangka panjang: rentang waktu biasanya selama 3 tahun atau lebih, biasa digunakan untuk merencanakan produk baru, pengeluaran modal, lokasi fasilitas atau perluasan dan penelitian pengembangan.
- b. Peramalan jangka menengah: rentang waktu berjangka waktu tiga bulan sampai tiga tahun, bermanfaat dalam perencanaan penjualan, perencanaan dan penganggaran produksi, penganggaran kas dan menganalisis berbagai rencana operasi
- c. Peramalan jangka pendek: rentang waktu kurang dari tiga bulan, digunakan untuk merencanakan pembelian, penjadwalan kerja, jumlah tenaga kerja, penugasan dan tingkat produksi.

Selain Peramalan diklasifikasikan menurut horizon waktu, peramalan dapat diklasifikasikan juga berdasarkan metode peramalannya, sebagai berikut :

- a. Metode *Subyektif*
Metode peramalan dengan hasil peramalannya dipengaruhi oleh orang yang membuat peramalan tersebut
- b. Metode *Time Series* (Deret Waktu)
Metode peramalan dengan memprediksi berdasarkan asumsi bahwa masa depan adalah fungsi dari masa lalu.
- c. Metode *Casual*
Metode peramalan yang mengasumsikan adanya hubungan sebab akibat antara variabel bebas dengan variabel tidak bebas yang dipengaruhi.

Metode peramalan yang digunakan pada penelitian ini adalah metode time series dengan prosedur peramalan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Tentukan pola permintaan
2. Percobaan beberapa metode time series yang sesuai dengan pola permintaan
3. Evaluasi tingkat kesalahan masing-masing metoda peramalan
4. Pemilihan metode peramalan terbaik
5. Penerapan metode peramalan terbaik yang telah dipilih
6. Verifikasi peramalan untuk memastikan metode peramalan yang terpilih telah valid untuk digunakan

Perencanaan dan Pengendalian Agregat

1) Definisi Perencanaan Agregat

Perencanaan agregat merupakan perencanaan jangka menengah yang dilakukan oleh perusahaan untuk menetapkan *level* produksi di lantai produksi. Selain itu, perencanaan ini mencakup pengelolaan sumber daya secara keseluruhan untuk memenuhi total permintaan dari berbagai produk yang memanfaatkan fasilitas atau sumber daya yang sama. Basis dari perencanaan agregat adalah hasil peramalan dan target produksi, dimana target produksi ditetapkan oleh top level business plan dengan memperhatikan kapasitas dan kapabilitas perusahaan (Pramestari 2020).

2) Fungsi Perencanaan Agregat

Fungsi dari perencanaan agregat adalah sebagai berikut: (Ernawati *et al.* 2022)

1. Menjamin bahwa rencana penjualan dan produksi sesuai dengan strategi perusahaan.
2. Menyediakan sarana untuk menilai kinerja proses perencanaan produksi.
3. Memastikan bahwa kapasitas produksi sejalan dengan rencana yang telah dibuat.
4. Mengawasi hasil produksi yang sebenarnya dibandingkan dengan rencana produksi dan melakukan penyesuaian bila diperlukan. Mengelola persediaan produk jadi untuk mencapai sasaran dan mengatur stok.

5. Membimbing penyusunan dan pelaksanaan jadwal produksi utama.

3) Tujuan Perencanaan Agregat

Perencanaan agregat memiliki tujuan untuk mengurangi biaya dengan menyesuaikan rencana yang mencakup *level* produksi, tenaga kerja, persediaan, serta variabel lainnya yang bisa dikendalikan (Ningsih dan Aspiranti 2019).

4) Sifat Perencanaan Agregat

Perencanaan agregat mengabungkan sumber daya yang relevan untuk periode waktu tertentu secara menyeluruh. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan adalah prediksi kebutuhan, kapasitas fasilitas, *level* persediaan, jumlah tenaga kerja, dan input yang saling terkait. Perencana harus menentukan tingkat output untuk fasilitas selama 3 hingga 18 bulan ke depan. Dalam perencanaan agregat, rencana produksi tidak merinci per item secara spesifik, tetapi fokus pada total jumlah produk yang akan dihasilkan tanpa mempedulikan jenis produk tersebut (Nisa dan Kesuma 2019).

5) Strategi Perencanaan Agregat

Strategi perencanaan agregat dapat menjadi dasar pengelolaan kapasitas. Strategi perencanaan agregat adalah variasi tingkat persediaan, variasi jam kerja, variasi jumlah tenaga kerja, sub kontrak, penggunaan pekerja paruh waktu, pengaruh permintaan dan pemesanan tertunda selama periode permintaan tinggi (Herjanto 2007).

Terdapat tiga strategi dasar dalam perencanaan agregat yang didasarkan pada pertukaran antara biaya kapasitas produksi, biaya inventaris, dan biaya keterlambatan : (Reicita 2019)

1. *Level Strategy* (Produksi Tetap)

Model ini mempertahankan *level* output, produksi, dan tenaga kerja pada tingkat yang stabil. Karakteristik *Level Strategy* meliputi mempertahankan tingkat produksi yang konsisten dan menyesuaikan persediaan, *backlog* pesanan, dan penjualan yang hilang.

2. *Chase Strategy* (Menyesuaikan Kebutuhan)

Model ini dirancang untuk menyesuaikan *level* output setiap periode sesuai dengan proyeksi kebutuhan untuk waktu tersebut. Tujuan utama strategi ini adalah untuk meminimalkan dan menstabilkan tingkat inventaris. Ciri-ciri *Chase Strategy* termasuk menyesuaikan *level* produksi dengan kebutuhan, penambahan atau pengurangan tenaga kerja sesuai kebutuhan, serta mempertahankan jumlah tenaga kerja tetap akan tetapi dengan jam kerja yang fleksibel.

3. *Mixed Strategy*

Strategi ini menggabungkan elemen dari *Level Strategy* dan *Chase Strategy*. Karakteristik *Mixed Strategy* adalah mengkombinasikan *level* produksi yang stabil dengan penyesuaian terhadap tingkat permintaan, serta memadukan aspek-aspek dari kedua metode, yaitu tingkat persediaan, *backlog* pesanan, dan penjualan yang hilang

Metode Dalam Perencanaan Agregat

Metode perencanaan agregat mencakup dua pendekatan utama yaitu metode heuristik dan metode optimasi. Metode heuristik mencakup model-model seperti *pure* dan *mixed*. Sementara itu, metode optimasi melibatkan teknik seperti transportasi dan pemrograman linier.

1) Metode Heuristik (*trial-and error*)

Langkah dalam penerapan metode heuristik adalah sebagai berikut: (Sukendar dan Kristomi 2019)

1. Identifikasi permintaan untuk setiap waktu.
2. Tetapkan kapasitas yang tersedia pada waktu reguler, lembur, dan melalui subkontrak untuk setiap waktu.
3. Hitung *cost* tenaga kerja, biaya rekrutmen dan pemutusan hubungan kerja, serta *cost* untuk tambahan persediaan.
4. Pertimbangkan prosedur perusahaan yang relevan untuk pekerja dan *level* persediaan.
5. Evaluasi berbagai solusi alternatif

serta analisis keseluruhan biaya.

2) Metode Transportasi

Metode Transportasi adalah sebuah teknik yang bisa dimanfaatkan untuk mengoptimalkan total biaya produksi dalam rencana agregat. (Nursyanti 2019) Dalam menerapkan metode transportasi, terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan yaitu (Arifin *et al.* 2022)

1. Berbagai sumber dan tujuan yang terlibat dalam proses ini.
2. Kuantitas item yang disalurkan dari setiap lokasi ke masing-masing tujuan memiliki ukuran yang ditentukan.
3. Pengiriman barang dilakukan dari sumber ke tujuan sesuai dengan kebutuhan masing-masing sumber.
4. Produk yang didistribusikan adalah jenis produk tunggal.
5. Biaya transportasi item dari sumber ke tujuan adalah tetap.

Metode yang umum digunakan adalah *North West Corner*, *Least Cost*, dan *Vogel's Approximation Method* (Kertiasih 2019).

1) *North West Corner*

Metode ini memulai penyusunan rute pengiriman dari sudut kiri atas (sel awal) dan menetapkan alokasi berdasarkan kebutuhan dan kendala yang ada. Metode ini mengikuti prosedur iteratif untuk menemukan solusi dasar yang layak dengan mempertimbangkan biaya yang terlibat.

2) *Least Cost (LC)*

Metode ini mengutamakan jalur dengan biaya terendah untuk optimasi pengangkutan. Metode ini memilih sel dengan biaya terendah di seluruh matriks dan membuat alokasi maksimal sesuai dengan nilai permintaan dan penawaran untuk sel yang dipilih. Jika terdapat beberapa sel dengan biaya terkecil yang sama, pemilihan dilakukan secara acak. Meskipun metode ini sederhana, pencarian sel biaya terendah di seluruh matriks setiap kali dapat memakan waktu dan kurang praktis.

3) *Vogel's Approximation*

Vogel's Approximation Method (VAM) fokus pada menemukan solusi optimal dengan mempertimbangkan perbedaan antara indeks harga. Metode ini membandingkan dua indeks harga terendah di baris dan kolom masing-masing. Pada penelitian ini untuk pengerjaan dengan metode transportasi menggunakan metode *Vogel's Approximation Method* (VAM).

3. METODOLOGI

Penelitian ini dimulai dengan melakukan observasi lapangan dan wawancara untuk memahami permasalahan yang terkait produksi di PT. Banshu Plastic Indonesia.

Tahapan selanjutnya setelah mengali permasalahan adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data yang dilakukan pada divisi *Production Planning & Inventory Control* (PPIC). Data-data yang dikumpulkan merupakan data historis permintaan produk, data waktu baku, biaya produksi termasuk biaya tenaga kerja dan biaya persediaan serta kapasitas produksi.
2. Pengolahan data. Pada tahapan ini dilakukan peramalan produk *Cover Lead Wire* serta melakukan perencanaan agregat dengan metode heuristik dan metode transportasi, Metode heuristik yang digunakan adalah *changing inventory level* dan *changing workforce level*. Tahapan selanjutnya pada pengolahan data ini adalah membandingkan total biaya produksi yang dihasilkan dari penerapan metode tersebut.
3. Analisis dan pembahasan. Analisis dan pembahasan dilakukan terhadap hasil peramalan produk, perencanaan agregat yang dihasilkan dan total biaya terendah yang didapatkan dari penerapan metode yang terpilih.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

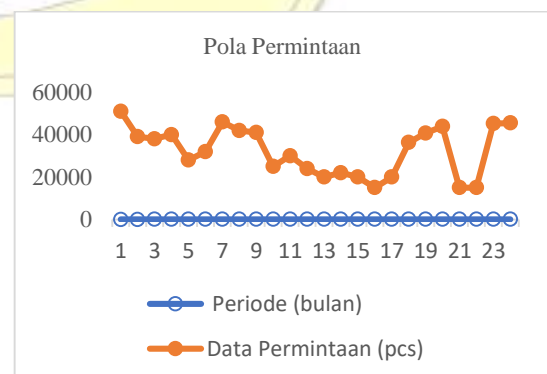
Peramalan *cover lead wire* dengan part no 40D- H2119-00 *cover red*

Tahapan peramalan dimulai dari plotting data permintaan, kemudian menerapkan beberapa metode yang sesuai dengan pola data permintaan, melakukan analisis error sampai dengan verifikasi peramalan untuk memastikan apakah metode peramalan terpilih valid untuk diterapkan. Data permintaan menggunakan data permintaan masa lalu seperti terlihat pada tabel 1.

Tabel 1 Permintaan *cover lead wire* dengan part no 40D- H2119-00 *cover red* 2022-2023

Periode (bulan) 2022	Data Permintaan (pcs)	Periode (bulan) 2023	Data Permintaan (pcs)
Jan	51.000	Jan	20.000
Feb	39.000	Feb	22.000
Maret	38.000	Maret	20.000
April	40.000	April	15.000
Mei	28.000	Mei	20.000
Juni	32.000	Juni	36.330
Juli	46.000	Juli	40.750
Agust	42.000	Agust	43.870
Sept	41.000	Sept	15.000
Okt	25.000	Okt	15.000
Nov	30.000	Nov	45.190
Des	24.000	Des	45.550
		TOTAL	774.690

Dari data historis masa lalu tersebut kemudian diplotting untuk menentukan metode peramalan yang akan diterapkan. Plotting data terlihat pada gambar 1.



Gambar 1 Plotting Data

Metode peramalan yang diterapkan untuk pola data yang didapat adalah metode *moving average*, *weighted moving average* dan *exponential smoothing*. Penentuan metode peramalan yang terpilih dilakukan setelah melakukan perhitungan error dari masing-masing metode. Perhitungan error yang digunakan dengan menghitung nilai *average error* (AE), *mean absolute deviation* (MAD), *mean square error* (MSE) dan *mean absolute percentage error* (MAPE). Hasil dari analisis error dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Analisis Error

	AE	MAD	MSE	MAPE%
SMA	-13,4722	9085,778	142211507	0,34258
WMA	143,542	8138,292	127481151	0,31027
ES	-3752,23	10694,83	142394793	0,40685

Metode *weighted moving average* (WMA) memiliki nilai error terkecil yang terbanyak, sehingga metode ini selanjutnya masuk ke tahap verifikasi peramalan. Tahapan verifikasi peramalan dilakukan untuk memutuskan apakah metode terpilih merupakan metode yang valid dan dapat digunakan untuk proses berikutnya dan kemudian akan menjadi input pada proses perencanaan agregat. Pada tahapan verifikasi, hasil peramalan metode WMA selisih antara hasil peramalan dengan data masa lalu dianalisis untuk tiga kondisi dengan menganalisis selisih tersebut pada daerah A, B dan C. Hasil verifikasi menyatakan hasil bahwa seluruh kondisi tidak ada yang diluar batas kendali, sehingga metode WMA bisa digunakan untuk tahap berikutnya.

Perencanaan Agregat Menggunakan Metode Heuristic

Metode heuristik merupakan pendekatan perencanaan yang paling realistis dalam hal probabilitas untuk diimplementasikan dan diterapkan pada masalah nyata. Strategi yang dapat digunakan dalam metode ini melibatkan penggunaan tabel dan grafik.

1) *Changing Inventory Level*

Metode ini diterapkan untuk menghadapi fluktuasi kebutuhan dengan menyamakan jumlah produksi agar sesuai dengan kebutuhan persediaan. Pada metode ini perhitungan yang harus dilakukan adalah total permintaan, jumlah hari kerja, rata-rata produksi, jumlah produksi per periode, waktu produksi/unit, total produksi dan tenaga kerja yang dibutuhkan.

- Jumlah demand selama 24 bulan = 771.245 pcs
- Jumlah hari kerja selama 24 bulan = 518 hari
- Rata-rata produksi = $\frac{\text{Jumlah peramalan demand}}{\text{Jumlah hari kerja}}$
Rata-rata produksi = $\frac{771.245}{518} = 1.489$ pcs/hari
- Jumlah produksi = jumlah hari kerja x rata rata produksi/hari
- 1 hari kerja = 8 jam
- Waktu produksi/unit = 1 menit/unit = 0,0166667 jam
- Total produksi/ hari = $\frac{8}{0,0166667} = 480$ unit
- Tenaga kerja yang diperlukan = rata-rata produksi/hari dibagi total produksi/hari
Tenaga kerja yang diperlukan = $\frac{1.489 \times 480}{480} = 3$ orang

Total biaya yang dikeluarkan merupakan biaya tenaga kerja, biaya kekurangan persediaan dan biaya kelebihan persediaan. Perhitungan adalah sebagai berikut:

- Biaya tenaga kerja = tenaga kerja yang diperlukan x total hari kerja x biaya tenaga/orang = $3 \times 518 \times \text{Rp.}26.000 = \text{Rp.} 40.404.000$
- Biaya kekurangan persediaan = akumulasi persediaan negatif x biaya kekurangan persediaan/ unit = $889.255 \times \text{Rp.}120 = \text{Rp.} 106.710.000$
- Biaya kelebihan persediaan = akumulasi persediaan positif x biaya persediaan/unit = $57 \times \text{Rp.}100 = \text{Rp.} 5.700$
- Total *Biaya Changing Inventory Level* = $\text{Rp.} 40.404.000 + \text{Rp.} 106.710.000 + \text{Rp.} 5.700 = \text{Rp.} 147.120.300$

Tabulasi perhitungan untuk metode *changing inventory level* ini dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Perhitungan Metode *Changing Inventory Level*

Periode	Peramalan Demand	Jumlah Hari Kerja	Jumlah Produksi	Rata-Rata Produksi/hari	Persubahan Persediaan	Akumulasi Persediaan
Jan-22	51.000	23	34.247	1.489	-16.753	-16.753
Feb-22	39.000	21	31.269	1.489	-7.731	-24.484
Mar-22	38.000	22	32.758	1.489	-5.242	-29.726
Apr-22	40.900	22	32.758	1.489	-8.142	-37.868
May-22	39.200	18	26.802	1.489	-12.398	-50.266
Jun-22	33.600	21	31.269	1.489	-2.331	-52.597
Jul-22	32.400	23	34.247	1.489	1.847	-50.750
Aug-22	38.200	22	32.758	1.489	-5.442	-56.192
Sep-22	41.200	23	34.247	1.489	-6.953	-63.145
Oct-22	42.300	22	32.758	1.489	-9.542	-72.687
Nov-22	33.200	22	32.758	1.489	-442	-73.129
Dec-22	30.700	21	31.269	1.489	569	-72.560
Jan-23	26.000	23	34.247	1.489	8.247	-64.313
Feb-23	23.200	21	31.269	1.489	8.069	-56.244
Mar-23	21.800	22	32.758	1.489	10.958	-45.286
Apr-23	20.600	18	26.802	1.489	6.202	-39.084
May-23	17.900	22	32.758	1.489	14.858	-24.226
Jun-23	18.500	21	31.269	1.489	12.769	-11.457
Jul-23	27.165	23	34.247	1.489	7.082	-4.375
Aug-23	35.274	21	31.269	1.489	-4.005	-8.380
Sep-23	41.426	22	32.758	1.489	-8.668	-17.048
Oct-23	28.811	21	31.269	1.489	2.458	-14.590
Nov-23	20.774	21	31.269	1.489	10.495	-4.095
Dec-23	30.095	23	34.247	1.489	4.152	57
JUMLAH	771.245	518	771.302	35.736	57	-889.198

2) *Changing Workforce Level*

Metode ini dapat dilakukan untuk perhitungan dengan menambah atau mengurangi tenaga kerja untuk menyeimbangkan tingkat produksi dengan kebutuhan permintaan setiap periode. Pada metode ini perhitungan yang harus dilakukan adalah tenaga kerja per periode, pada setiap perodenya memungkinkan adanya penambahan atau pengurangan tenaga kerja.

- Jumlah tenaga kerja awal = 3 orang
 - Tenaga kerja yang diperlukan = peramalan demand : jumlah hari kerja : total produksi / unit
- Tenaga kerja yang diperlukan periode 1 bulan Januari 2022 = $51.000 : 23 : 480 = 5$ orang

Total biaya yang dikeluarkan merupakan biaya tenaga kerja, biaya penambahan tenaga kerja dan biaya pengurangan tenaga kerja. Perhitungan adalah sebagai berikut:

- Jumlah biaya tenaga kerja = Rp.42.094.000
- Biaya penambahan tenaga kerja = $7 \times \text{Rp.300.000} = \text{Rp. 2.100.000}$

- Biaya pengurangan tenaga kerja = $7 \times \text{Rp.700.000} = \text{Rp. 4.900.000}$
- Total *Biaya Workforce Level* = $\text{Rp.42.094.000} + \text{Rp. 2.100.000} + \text{Rp. 4.900.000} = \text{Rp. 49.094.000}$

Tabulasi perhitungan untuk metode *Changing Workforce Level* ini dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Perhitungan Metode *Changing Workforce Level*

Periode	Peramalan Demand	Jumlah Hari Kerja	Tenaga Kerja yang diperlukan	Penambahan Tenaga Kerja	Pengurangan Tenaga Kerja	Biaya Tenaga Kerja
Jan-22	51.000	23	5	2		Rp2.990.000
Feb-22	39.000	21	4		1	Rp2.184.000
Mar-22	38.000	22	4			Rp2.288.000
Apr-22	40.900	22	4			Rp2.288.000
May-22	39.200	18	5	1		Rp2.340.000
Jun-22	33.600	21	3		2	Rp1.638.000
Jul-22	32.400	23	3			Rp1.794.000
Aug-22	38.200	22	4	1		Rp2.288.000
Sep-22	41.200	23	4			Rp2.392.000
Oct-22	42.300	22	4			Rp2.288.000
Nov-22	33.200	22	3		1	Rp1.716.000
Dec-22	30.700	21	3			Rp1.638.000
Jan-23	26.000	23	2		1	Rp1.196.000
Feb-23	23.200	21	2			Rp1.092.000
Mar-23	21.800	22	2			Rp1.144.000
Apr-23	20.600	18	2			Rp936.000
May-23	17.900	22	2			Rp1.144.000
Jun-23	18.500	21	2			Rp1.092.000
Jul-23	27.165	23	2			Rp1.196.000
Aug-23	35.274	21	3	1		Rp1.638.000
Sep-23	41.426	22	4	1		Rp2.288.000
Oct-23	28.811	21	3		1	Rp1.638.000
Nov-23	20.774	21	2		1	Rp1.092.000
Dec-23	30.095	23	3	1		Rp1.794.000
JUMLAH	771.245	518	75	7	7	Rp42.094.000

Perencanaan Agregat Menggunakan Metode Transportasi

Beberapa langkah yang harus diterapkan adalah sebagai berikut:

1. Menetapkan jam kerja yang dibutuhkan dan jam kerja yang tersedia, dengan formulasi

$$Jt = \text{jam kerja perhari} \times \text{jumlah hari kerja}$$

$$Jp = dt' \times Wb$$

Dimana:
 Jt = Jam kerja tersedia
 Jp = Waktu kerja yang dibutuhkan
 Wb = waktu baku
 dt' = perkiraan penjualan
sehingga untuk penelitian ini didapatkan waktu kerja yang dibutuhkan adalah 12.854 jam dan jam kerja yang tersedia adalah 4.144 jam.
2. Menentukan jumlah tenaga kerja, dengan formulasi

$$Jk=Jp/Jt$$

Pada penelitian ini jumlah tenaga kerja adalah $12.854/4144 = 3$ orang

- Menentukan permintaan dan jam yang tersedia dalam satuan waktu (jam). Hasil perhitungan untuk langkah ini dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5 Perhitungan permintaan dan jam kerja tersedia

Periode	Peramalan Demand	Jumlah Hari Kerja	Permintaan Dalam Satuan Jam	Jam Kerja Normal (jam)	Jam Kerja Lembur (jam)
Jan-22	51.000	23	850	552	138
Feb-22	39.000	21	650	504	126
Mar-22	38.000	22	633	528	132
Apr-22	40.900	22	682	528	132
May-22	39.200	18	653	432	108
Jun-22	33.600	21	560	504	126
Jul-22	32.400	23	540	552	138
Aug-22	38.200	22	637	528	132
Sep-22	41.200	23	687	552	138
Oct-22	42.300	22	705	528	132
Nov-22	33.200	22	553	528	132
Dec-22	30.700	21	512	504	126
Jan-23	26.000	23	433	552	138
Feb-23	23.200	21	387	504	126
Mar-23	21.800	22	363	528	132
Apr-23	20.600	18	343	432	108
May-23	17.900	22	298	528	132
Jun-23	18.500	21	308	504	126
Jul-23	27.165	23	453	552	138
Aug-23	35.274	21	588	504	126
Sep-23	41.426	22	690	528	132
Oct-23	28.811	21	480	504	126
Nov-23	20.774	21	346	504	126
Dec-23	30.095	23	502	552	138
JUMLAH	775.013	518	12.854	12.432	3.108

- Menentukan rencana produksi
Setelah semua variabel yang dibutuhkan dalam membuat suatu perencanaan produksi dikonversi kedalam satuan jam, maka tahap selanjutnya adalah membuat suatu perencanaan produksi dengan menggunakan metode transportasi.
- Menghitung biaya perencanaan produksi. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 6. Total biaya perencanaan produksi dengan menggunakan metode transportasi adalah Rp. 404.868.500

Perbandingan Total Biaya

Total biaya yang diperoleh dari penerapan metode heuristic dan metode transportasi dibandingkan dan didapatkan sebagai berikut

- Total biaya metode *Changing Inventory Level* adalah Rp. 147.120.300

- Total biaya metode *Changing Workforce Level* adalah Rp. 49.094.000
- Total biaya metode transportasi adalah Rp. 404.868.500

Tabel 6 Perhitungan total biaya metode transportasi

Periode	Jam Kerja Normal (jam)	Jumlah Produksi Dalam Jam Kerja Normal	Jam Kerja Lembur (jam)	Jumlah Produksi Dalam Jam Kerja Lembur	Total Produksi (pcs)	Biaya Jam Kerja Normal (Rp)	Biaya Jam Kerja Lembur (Rp)	Biaya Jam Kerja Normal dan Lembur (Rp)	Biaya Stok (Rp)	Total Biaya (Rp)
Jan-22	552	51.000	298	17.880	68.880	Rp. 14.552.000	Rp. 6.556.000	Rp. 20.908.000	Rp. 1.100.000	Rp. 26.508.000
Feb-22	504	39.000	146	8.700	47.700	Rp. 13.504.000	Rp. 3.222.000	Rp. 16.726.000	Rp. 1.000.000	Rp. 20.226.000
Mar-22	528	38.000	195	9.300	47.300	Rp. 13.728.000	Rp. 2.300.000	Rp. 16.028.000	Rp. 1.800.000	Rp. 18.828.000
Apr-22	528	40.900	154	9.240	50.140	Rp. 13.728.000	Rp. 3.388.000	Rp. 17.116.000	Rp. 4.000.000	Rp. 23.204.000
May-22	432	39.200	221	13.260	52.460	Rp. 11.232.000	Rp. 4.862.000	Rp. 16.094.000	Rp. 1.600.000	Rp. 20.294.000
Jun-22	504	33.600	96	3.360	36.960	Rp. 13.504.000	Rp. 1.233.000	Rp. 14.738.000	Rp. 1.600.000	Rp. 17.896.000
Jul-22	552	32.400	0	0	32.400	Rp. 14.552.000	Rp. -	Rp. 14.552.000	Rp. 1.400.000	Rp. 17.902.000
Aug-22	528	38.200	109	6.540	44.740	Rp. 13.728.000	Rp. 2.388.000	Rp. 16.116.000	Rp. 1.800.000	Rp. 19.944.000
Sep-22	552	41.200	125	8.100	49.300	Rp. 14.552.000	Rp. 2.970.000	Rp. 17.522.000	Rp. 1.100.000	Rp. 21.442.000
Oct-22	528	42.300	177	10.620	52.920	Rp. 13.728.000	Rp. 3.864.000	Rp. 17.592.000	Rp. 1.100.000	Rp. 21.822.000
Nov-22	528	33.200	25	1.500	34.700	Rp. 13.728.000	Rp. 590.000	Rp. 14.318.000	Rp. 1.100.000	Rp. 17.508.000
Dec-22	504	30.700	8	480	31.180	Rp. 13.504.000	Rp. 176.000	Rp. 13.680.000	Rp. 1.100.000	Rp. 16.500.000
Jan-23	432	26.000	0	0	26.000	Rp. 11.424.000	Rp. -	Rp. 11.424.000	Rp. 2.000.000	Rp. 14.224.000
Feb-23	411	23.200	0	0	23.200	Rp. 10.686.000	Rp. -	Rp. 10.686.000	Rp. 1.100.000	Rp. 12.086.000
Mar-23	367	21.800	0	0	21.800	Rp. 9.542.000	Rp. -	Rp. 9.542.000	Rp. 1.100.000	Rp. 11.222.000
Apr-23	344	20.600	0	0	20.600	Rp. 8.944.000	Rp. -	Rp. 8.944.000	Rp. 1.100.000	Rp. 11.044.000
May-23	317	17.900	0	0	17.900	Rp. 8.142.000	Rp. -	Rp. 8.142.000	Rp. 1.700.000	Rp. 10.242.000
Jun-23	306	18.500	0	0	18.500	Rp. 7.956.000	Rp. -	Rp. 7.956.000	Rp. 1.600.000	Rp. 9.806.000
Jul-23	396	27.165	0	0	27.165	Rp. 10.296.000	Rp. -	Rp. 10.296.000	Rp. 2.700.000	Rp. 13.022.000
Aug-23	504	35.274	84	5.040	40.314	Rp. 13.504.000	Rp. 1.848.000	Rp. 15.352.000	Rp. 1.800.000	Rp. 18.952.000
Sep-23	528	41.426	102	9.720	51.146	Rp. 13.728.000	Rp. 3.564.000	Rp. 17.292.000	Rp. 4.100.000	Rp. 21.494.000
Oct-23	504	28.811	0	0	28.811	Rp. 13.504.000	Rp. -	Rp. 13.504.000	Rp. 1.100.000	Rp. 15.904.000
Nov-23	410	20.774	0	0	20.774	Rp. 10.600.000	Rp. -	Rp. 10.600.000	Rp. 1.074.000	Rp. 12.374.000
Dec-23	418	30.095	0	0	30.095	Rp. 10.668.000	Rp. -	Rp. 10.668.000	Rp. 1.090.000	Rp. 13.878.000
TOTAL						Rp. 206.790.000	Rp. 56.968.000	Rp. 263.758.000	Rp. 77.124.000	Rp. 404.868.000

5. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

- Perencanaan agregat produk *cover lead wire* dengan part no 40D-H2199-00 telah dilakukan dengan mencoba menerapkan metode heuristic dan metode transportasi, dimana berdasarkan peramalan produksi akan dilakukan untuk memenuhi prediksi permintaan konsumen sebesar 771.245 pcs.
- Perbandingan total biaya yang diperoleh berdasarkan hasil perhitungan dengan metode heuristic dan metode transportasi menghasilkan biaya terendah didapatkan dari penerapan metode *Changing Workforce Level* adalah Rp. 49.094.000
- Perencanaan agregat terbaik untuk perusahaan pada periode yang akan datang adalah perencanaan produksi agregat dengan metode heuristic dengan *changing workforce le*

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin I, Rahmansyah S, Fauziyyah SN, Fauzi M. 2022. Minimasi Biaya Pengiriman Tahu Menggunakan Metode Transportasi. *J. Ilm. Tek. dan Manaj. Ind.* 2(1):37–45.doi:10.46306/tgc.v2i1.22.
- Ernawati, Muslimah AS, Orintianti S. 2022. Analisis Perencanaan Produksi Gamis Dengan Menggunakan Metode Agregat Di Marwah Fashion Tasikmalaya. *Cipasung Techno Pesantren.* 16(1):7–12.
- Herjanto E. 2007. *Manajemen Operasi.* Jakarta: Grasindo.
- Indriastiningsih E, Devi AOT. 2020. Analisis Forecasting (Peramalan) Produk Keripik Pisang Kemasan Bungkus (Studi Kasus : Home Industry-Keripik Pisang Surakarta). *Gaung Inform.* 9(3):129–139.
- Kertiasih NK. 2019. Penggunaan Metode Transportasi Dalam Program Linier Untuk Pendistribusian Barang. *JPTK Undiksha.* 6(2):27–35.
- Ningsih W, Aspiranti T. 2019. Analisis Perencanaan Agregat (Aggragate Planning) Untuk Meminimalkan Biaya Produksi Pada Produk Bajigur Kemasan Di Cv. Cihanjuang Inti Teknik (Cintek). *Pros. Manaj.* 5(1).
- Nisa AK, Kesuma TYT. 2019. Perencanaan dan Pengendalian Produksi Dengan Metode Aggrate Planning di C-Maxi Alloycast. *Integr. Lab J.* 5(2):51–62.
- Nursyanti Y. 2019. Minimasi Biaya Produksi Pada Produk Winker Relay Melalui Perencanaan Produksi Agregat. *J. Penelit. Ekon. dan Bisnis.* 4(2):143–152.
- Pramestari D. 2020. *Sistem Produksi.* Jakarta.
- Purwanti E, Pramestari D. 2022. Optimisasi Perencanaan Produksi RoPi (Roti Bikin Hepi) Menggunakan Linear Programming Metode Simpleks Pada Franchise RoPi Cabang Depok - Cibinong. *J. IKRAITH-TEKNOLOGI.* 6(1):28–38.
- Reicita FA. 2019. Analisis Perencanaan Produksi Pada PT. Armstrong Industri Indonesia Dengan Metode Forecasting Dan Agregat Planning. *J. Ilm. Tek. Ind.* 7(3):160–168.doi:10.24912/jitiuntar.v7i3.6340.
- Sukendar I, Kristomi R. 2019. Metode Agregat Plainning Heuristik Sebagai perencanaan dan Pengendalian Jumlah Produksi Untuk Minimasi Biaya. *Pros. Semin. Nas. Teknoin 2019.*:107–112.
- Sumartono B, Prayitna EA. 2013. Perencanaan Agregat Produksi Gas Circuit Breaker. *J. Tek.* 4(1):1–12.doi:10.35968/jtin.v4i1.823.