
PERENCANAAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU *STORAGE TANK* DENGAN *TEKNIK LOT SIZING WAGNER WITHIN* PADA *MATERIAL REQUIREMENT PLANNING (MRP)*

Winda Dwi Agustin ¹

Program Studi Teknik Logistik, Universitas internasional semen indonesia
Kompleks PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk, Jl. Veteran, Kb. Dalem, Sidomoro, Kec. Kebomas,
Kabupaten Gresik, Jawa Timur 61122, Indonesia
e-mail : windadwi633@gmail.com

ABSTRAK

Pengendalian persediaan dalam dunia industri begitu krusial. Bahan baku merupakan bagian penting dari proses produksi perusahaan. PT Aneka Jasa Teknik merupakan perusahaan pembuat *storage tank* dengan bahan baku berupa *Plate, flage*, serta pipa. Bahan baku tersebut sering terjadi kelebihan ataupun kekurangan stok. Penelitian ini diperlukan guna menuntaskan masalah perusahaan untuk menemukan persediaan bahan baku yang efektif serta mengurangi resiko akibat kekurangan stock perencanaan pesanan dan biaya tambahan yang disebabkan oleh kekurangan kelebihan bahan baku. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa metode *wagner within* dapat menghemat pengeluaran perusahaan dibandingkan dengan metode perusahaan saat ini dengan total biaya pemesanan pada bahan baku *storage tank* sebesar Dengan total biaya pemesanan pada bahan baku *storage tank* sebesar Rp.899.200,00 di banding dengan biaya Perusahaan saat tidak menggunakan metode *wagner within* biaya yang didapat sebesar Rp.13.126,400. Biaya tersebut efisien karena jumlah pesan yang dikirim melalui metode *Wagner Within* lebih sedikit daripada yang dikirim oleh perusahaan saat ini. Metode *wagner within* dapat berpengaruh pada terpenuhinya bahan baku pada saat diperlukan dan tidak menyebabkan overloadnya gudang.

Kata kunci : persediaan, *lot sizing wagner within*, *material requirement planning (MRP)*, bahan baku

ABSTRACT

Inventory control in the industrial world is very crucial. Raw materials are an important part of a company's production process. PT Aneka Jasa Teknik is a company that makes storage tanks with raw materials in the form of plates, flags and pipes. These raw materials often have excess or shortage of stock. This research is needed to solve the company's problem of finding effective raw material supplies and reducing the risk due to stock shortages for order planning and additional costs caused by shortages of excess raw materials. The results of the research show that the Wagner Within method can save company expenses compared to the company's current method with a total ordering cost for storage tank raw materials of Rp. 899,200.00 compared to the company's costs when it is not Using the Wagner method, the cost obtained was IDR 13,126,400. This is cost efficient because the number of messages sent via the Wagner Within method is less than those sent by the company today. The Wagner Within method can influence the fulfillment of raw materials when needed and does not cause warehouse overload.

Keywords : *Supply, lot sizing, wagnerwithin, material requirment palning (MRP), raw material*

Jejak Artikel

Upload artikel : 02 Juni 2024

Revisi : 7 Agustus 2024

Publish : 1 September 2024

1. PENDAHULUAN

Berkembangnya industri Indonesia dengan cepat memicu persaingan di industri para bisnis wajib terus berinovasi serta memperbaiki sistem manajemen mereka guna meningkatkan efisiensi di segala bidang. Pengendalian material ialah serangkaian langkah-langkah yang diambil oleh perusahaan agar menjamin persediaan bahan

baku yang dimilikinya dikelola dengan baik serta efisien.

PT Aneka Jasa Teknik Gresik terdiri dari tenaga profesional, terampil, kreatif, inovatif serta mampu bersaing di era globalisasi. Problem yang muncul ialah proses produksi tidak didukung persediaan bahan baku yang mencukupi, yang memperlambat proses. Selain itu, pemesanan bahan baku yang tidak terencana

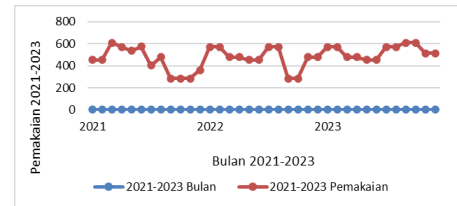
mampu memicu persediaan menjadi lebih mahal. Pengadaan bahan baku bagi proses produksi berikutnya wajib dikendalikan guna mencegah persediaan bahan baku yang berlebihan ataupun berlebihan (Safitri,2021).

Selain itu, pemesanan bahan baku yang tidak terencana mampu memicu persediaan menjadi lebih mahal. Perusahaan mengalami kerugian sebab tumpukan material. Salah satunya ialah biaya penyimpanan yang terbuang serta kualitas yang lebih rendah sebab bahan yang disimpan terlalu lama. Bisa mengalami *korosif, pitting, scaling, overheating* yang disebabkan oleh banyak hal misal cuaca serta suhu hingga mempengaruhi kualitas bahan baku. Sementara kekurangan bahan menunda ataupun mengurangi produksi. ini disebabkan stok material kurang. Keadaan pengendalian bahan baku kini bagi *plate, flange*, pipa mengalami kelebihan serta kekurangan stok, hingga *plate* diletakkan ditanah terbuka, yang mengurangi kualitas bahan baku serta mengganggu aktifitas pengerjaan kontruksi sebab memakan lahan penempatan yang cukup luas hingga menghasilkan komposisi pengerjaan kontruksi tidak konsisten serta berkualitas rendah kontruksi yang dibuat. Pada bahan dasar flange serta pipa turut terjadi kekurangan yang memicu pembengkakan biaya Pengadaan bahan baku bagi proses produksi berikutnya wajib dikendalikan guna mencegah persediaan bahan baku yang berlebihan ataupun berlebihan

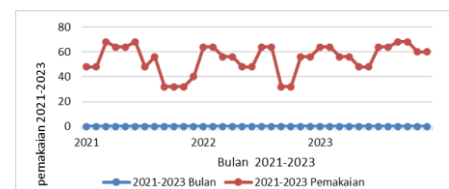
Metode *Wagner Within* merupakan salah satu metode optimasi yang digunakan dalam pengendalian persediaan untuk menentukan jumlah dan waktu pemesanan yang optimal. Alasan seseorang atau suatu perusahaan menggunakan metode *Wagner Within* meliputi efisiensi biaya metode ini membantu mengurangi total biaya persediaan, termasuk biaya pemesanan dan biaya penyimpanan. Dengan menentukan jadwal pemesanan yang optimal, perusahaan dapat menghindari kelebihan stok dan kekurangan stok yang dapat menyebabkan biaya tambahan.

Bahan baku pembuatan *storage tank* diantaanya ialah *plate, flange* dan pipa serta bahan tambahan lainnya. Pada tahun 2021 PT Aneka Jasa Teknik mampu memproduksi lebih dari 138 *storage tank* dalam setahun dengan berbagai ukuran serta pada tahun 2022 mengalami peningkatan pemesanan tetapi terjadi

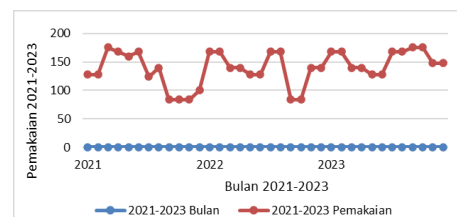
masalah proses manufaktur yang jarang didukung oleh ketersediaan bahan baku. Optimalisasi serta efisiensi persediaan begitu krusial bagi bisnis sebab merencanakan sistem persediaan yang baik mampu menurunkan biaya produksi serta meningkatkan keuntungan. Data penggunaan bahan baku *storage tank* di gambarkan pada gambar 1 sampai 3.



Gambar 1. Penggunaan bahan baku *plate* pada 2021 hingga 2023



Gambar 2. Penggunaan bahan baku *flange* pada 2021 hingga 2023



Gambar 3. Penggunaan bahan baku *plate* pada 2021 hingga 2023

Dalam penelitian ini, teknik lot sizing *Wagner Within* yang terlihat pada *material requirement plaining (MRP)* nantinya dibandingkan dengan metode Min-Max PT Aneka Jasa Teknik yang kini diterapkan guna strategi persediaan bahan baku. Teknik pengukuran jumlah *Wagner Within* ialah metode yang diterapkan dalam perencanaan persediaan guna menetapkan ukuran optimal tiap pesanan pembelian ataupun produksi berlandaskan biaya total yang minimal.

Metode ini mencoba mengoptimalkan biaya persediaan dengan mempertimbangkan biaya penyimpanan serta biaya pemesanan.

Dengan melaksanakan penelitian ini, mampu memberi rekomendasi yang lebih baik kepada PT Aneka Jasa Teknik mengenai metode mana yang paling efektif guna merencanakan stok bahan baku. Penelitian sebelumnya menginterpretasikan berbagai pendekatan diterapkan guna menuntaskan masalah pengendalian persediaan. maka, diperlukan perbandingan pendekatan yang nantinya diterapkan guna menuntaskan masalah itu.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Ada beberapa metode yang dapat digunakan dalam penelitian ini. Salah satu metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Suatu metode peramalan yang mudah dilaksanakan serta menginterpretasikan pembobotan yang mudah guna dianalisa serta cocok guna peramalan jangka menengah serta panjang ialah metode *exponential smoothing*. Metode *exponential smoothing* metode, yang diwakili oleh huruf alfa α (alpha). Guna peramalan jangka pendek, Metode ini menganggap data tidak berpola ataupun tren yang konsisten serta bergerak di sekitar nilai rata-rata. *Moving average* kalah dari *exponential smoothing*. menekankan pada deret waktu dengan memakai konstanta *exponential smoothing* Metode peramalan *exponential* memperkirakan masa mendatang yang didapat dengan memakai konstanta yang memberi bobot pada permintaan kini serta prakiraan masa lalu. *Exponential smoothing* mampu diterapkan pada data deret waktu agar menghasilkan representasi yang halus ataupun membuat perkiraan dengan menggunakan rumus

$$F_{t+1} = \alpha A_t + (1 - \alpha)F_t$$

persediaan *lot sizing* ialah metode menghitung jumlah pesanan dengan jumlah pesanan yang tetap serta berulang. Metode ini menghasilkan ukuran jumlah pesanan yang berbeda. Dengan memakai pendekatan pemrograman dinamis *Wagner Within*, Anda mampu menemukan kebijakan biaya yang minimum dengan membuat perhitungan lebih mudah dalam tiga langkah berikut. (Ristono, 2013):

1. Menghitung dan memeriksa batasan pada Q_{ce} bila pemesanan dilakukan pada periode c untuk memenuhi permintaan periode c sampai periode e tidak boleh melebihi kapasitas gudang. $Q_{ce} \leq$ kapasitas gudang.

2. Hitung matriks total biaya variabel (biaya pesan dan biaya simpan) untuk seluruh alternatif pemesanan di seluruh horizon perencanaan yang terdiri dari N periode (hasil dari langkah pertama). Definisikan Z_{ce} sebagai total biaya variabel (dari periode c sampai periode e) bila pemesanan dilakukan pada periode c untuk memenuhi permintaan periode c sampai periode e . Rumusan Z_{ce} tersebut adalah sebagai berikut:

$$Z_{ce} = A + HP \sum_{j=c}^e (Q_{ce} - Q_{ce} \text{ untuk } 1 < c < e < N$$

3. Definisikan f_e sebagai biaya minimum yang mungkin dalam periode 1 sampai periode e dengan asumsi tingkat persediaan di akhir periode e adalah nol. Algoritma mulai dengan $f_0=0$ dan mulai menghitung secara berurutan f_1, f_2, \dots, f_N . Nilai f_N adalah nilai biaya dari pemesanan optimal.

$$F_e = \text{Min}(Z_{ce} + F_{c-1}) \text{ untuk } c = 1, 2, \dots, e$$

4. Untuk menerjemahkan solusi optimum (f_e) diperoleh dari algoritma dalam jumlah pesanan berikut:

$$f_e = Z_{ce} + F_{c-1} \text{ untuk } 1, 2, \dots, e$$

Planning Material Requirement (MRP)

Planning Material Requirement (MRP) ialah proses pencatatan komputer, aturan pengambilan keputusan, serta prosedur logis yang dimaksudkan guna menerjemahkan Jadwal Induk Produksi ataupun Master Schedule. Semua komponen produk berkebutuhan material bersih (Net Requirement) yang ditentukan oleh jadwal produksi (MPS). Syukron & Kholil (2014) Tujuan pengadaan material bangunan ialah guna memperoleh harga terbaik, menyediakan secara konsisten, menjaga kualitas, biaya pengadaan yang rendah, riset serta pengembangan, serta menjaga hubungan baik dengan pemasok.

Proses perhitungan MRP ialah Syukron & Kholil (2014) :

1. *Netting* Perhitungan guna menetapkan jumlah kebutuhan bersih
2. *Lotting* ialah proses guna menetapkan besarnya pesanan tiap item yang ideal berlandaskan kebutuhan bersih (*Net Requirement*) yang dihasilkan dari proses *netting*; ada banyak cara guna menghitung ukuran lot dalam proses ini, yang dikenal sebagai *teknik lot sizing*.

3. *Offsetting*: Proses *offsetting* bertujuan menetapkan saat yang tepat agar melaksanakan rencana pemesanan guna memenuhi kebutuhan bersih.
4. *Explosion/Exploding Explosion* ialah proses perhitungan kotor dari item ataupun barang yang ada pada struktur yang lebih bawah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan peramalan data history permintaan storage tank menggunakan metode *exponential smoothing*

Hasil pengolahan data menggunakan data aktual dari permintaan *storage tank* pada bulan Januari 2021 hingga Desember 2023 yang kemudian dilakukan perhitungan untuk hasil peramalan permintaan pada bulan Januari 2024 sampai Desember 2024 dan dilakukan pembulatan keatas untuk mendapatkan hasil pada setiap peramalan. Perhitungan dilakukan dengan metode *exponential smoothing* menggunakan alfa 0.2. bisa dilihat pada table dibawah ini

Tabel 1. Hasil forecast permintaan storage tank

storage tank	α	$1 - \alpha$
	0,2	0,1
Bulan		Forecast
Jul-23	4	4
Aug-23	4	4
Sep-23	5	4
Oct-23	5	4
Nov-23	5	4
Dec-23	5	5
Jan-24	0	5
Feb-24	0	4
Mar-24	0	3
Apr-24	0	3
May-24	0	2
Jun-24	0	2
Jul-24	0	2
Aug-24	0	1
Sep-24	0	1
Oct-24	0	1

Nov-24	0	1
Dec-24	0	1

Didapatkan nilai peramalan sebesar 4 *storage tank* untuk bulan Agustus. Pada bulan selanjutnya nilai peramalan diadopsi dari nilai peramalan sebelumnya karena pada perhitungan metode ini pada bulan Januari sampai Desember 2024 nilai aktual tidak dimasukkan kedalam formula.

Tabel 2. Hasil trail & eror

α	MAD	MSE	MAPE (%)
0,1	2	5	46
0,2	1	1	27
0,3	1	1	28
0,4	1	1	29
0,5	1	2	29
0,6	1	2	30
0,7	1	2	30
0,8	1	2	31
0,9	1	2	31

Perhitungan diatas adalah nilai peramalannya, melakukan perhitungan nilai MAD, MSE, dan MAPE melalui *trial* dan *error* nilai alfa. Dari besaran alfa yang di uji coba, didapatkan nilai MAD, MSE, dan MAPE nya, seperti yang ditunjukkan dalam tabel 2. diatas

Dari trial and error yang telah dilakukan terhadap nilai alfa, didapatkan bahwa nilai MAPE terkecil berada pada 27% yang berarti peramalan yang dilakukan adalah baik. MAPE tersebut didapatkan apabila alfa yang digunakan adalah sebesar 0.2.

B. Perencanaan *lot size wagner within*

Perencanaan Metode *Wagner-Whitin* adalah salah satu teknik optimasi dalam perencanaan kebutuhan material (MRP) yang digunakan untuk menentukan ukuran lot (lot size) yang paling ekonomis untuk pesanan produksi atau pembelian. kebutuhan bahan baku *storage tank* dengan menggunakan MRP dibagi ke dalam beberapa tahapan: *netting*, *lotting*, dan *offsetting*. Dengan menggunakan teknik *lot sizing wagner within*, dapat menemukan solusi yang terbaik. Hasil yang didapatkan adalah kuantitas pesanan yang kemudian digunakan sebagai input untuk tahap *offsetting*. Selain kuantitas pesanan, *lead time* juga menjadi input yang sangat penting

pada tahap *offsetting* karena akan menentukan kapan pemasok memesan bahan baku. Berikut adalah perencanaan MRP dan penentuan ukuran *lot size* dengan *wagner within* untuk material *storage tank plate 6*. Perhitungan yang sama dilakukan untuk seluruh bahan baku *storage tank plate, flange* dan pipa.

Langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan kebutuhan bersih (*netting*) untuk material *plate 6* kebutuhan kotor (*gross requirement*) didapatkan dari permintaan *storage tank* dikali dengan permintaan bahan baku *plate 6* dari data asumsi permintaan karena permintaan pada satu bulan ada 2 *storage tank* maka di pesan pada minggu pertama dan ketiga karena produksi satu *storage tank* membutuhkan waktu dua minggu dan didapatkan hasil 8 lembar pada periode 11 rumus tersebut digunakan untuk menghitung periode-periode selanjutnya. Kedatangan yang terjadwal (*schedule receipt*) di dapatkan dari hasil *forecase* sebelumnya yaitu 16 lembar, dan persediaan di tangan (*on hand*) adalah input yang diperlukan dari data persediaan digudang. Hasil dari tahap *netting*, yang disajikan dalam Tabel 3.

Tabel.3 hasil *netting* plate 6 dalam bentuk mrp

plate 6	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
GR	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	0
SR			16										
PH	20												
NR	0	0	0	0	8	0	8	0	8	0	8	0	0

Keterangan :

GR (*Gross Requirement*) : kebutuhan kotor

SR (*Scheduled Receipt*) : penerimaan terjadwal

OH (*On Hand Stock*) : stok tersedia

NR (*Net Requirement*) : kebutuhan bersih

POREC (*Planned Order Receipt*) : penerimaan pesanan yang direncanakan

POREL (*Planned Order Releases*) : rilis pesanan yang direncanakan

selanjutnya mengetahui berapa banyak yang akan dipesan, gunakan perhitungan

kapasitas penyimpanan maksimum pemesanan untuk setiap periode atau periode gabungan tidak boleh melebihi kapasitas penyimpanan maksimum yang telah ditentukan. Berapa banyak material yang harus dipesan, kapan harus dipesan, dan solusi terbaik akan dihasilkan dari perhitungan *Wagner within*. Tabel 4.8 menunjukkan jumlah kebutuhan bersih atau kebutuhan *netting*. Biaya pesan, biaya penyimpanan, dan kapasitas penyimpanan maksimal, yang merupakan input yang diperlukan untuk proses loting. Langkah-langkah berikut digunakan untuk menghitung ukuran *lot sizing* dengan *wagner within*.

1. Menghitung dan memeriksa batasan pada Qce

Tabel 5. Alternatif Pemenuhan pesanan (Qce) Plate 6

plate 6	Permintaan											
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Pemenuhan	0	0	0	0	8	0	8	0	8	0	8	0
10	0	0	0	0	8	8	16	16	24	24	32	32
11		0	0	0	8	8	16	16	24	24	32	32
12			0	0	8	8	16	16	24	24	32	32
13				0	8	8	16	16	24	24	32	32
14					8	8	16	16	24	24	32	32
15						0	8	8	16	16	24	24
16							8	8	16	16	24	24
17								0	8	8	16	16
18									8	8	16	16
19										0	8	8
20											8	8
21												0

Berdasarkan Tabel 5. maka didapatkan Qce yang tidak melebihi kapasitas gudang yaitu Q_{1010} , sampai Q_{2121} . Hasil ini kemudian akan digunakan untuk menghitung biaya total variabel. menunjukkan jumlah periode yang terdiri dari periode 10 hingga 21. Untuk memenuhi permintaan periode c sampai periode e kuantitas (Qce) tidak boleh melebihi kapasitas gudang, yaitu 150 LBR untuk material *Plate 6*.

2. Menghitung Total Biaya Variabel Zce

Hasil dari langkah pertama digunakan untuk menghitung biaya variabel total, yang membutuhkan input berupa biaya pesan dan simpan pada *plate 6* yaitu Rp. 300.000,00 per sekali pesan, dan biaya simpan penyimpanan bahan *plate 6* yaitu Rp. 200,00 per unit per periode. Berikut adalah contoh perhitungan total biaya variabel untuk setiap Qce yang didefinisikan sebagai Zce.

$$Z_{1010} = \text{Rp. } 300.000,00 + \text{Rp. } 200,00 \times (0 - 0) = 300.000,00$$

$$Z_{1011} = \text{Rp. } 300.000,00 + \text{Rp. } 200,00 \times (0 - 0) + (0 - 0) = 300.000,00$$

$$Z_{1012} = \text{Rp. } 300.000,00 + \text{Rp. } 200,00 \times (0 - 0) + (0 - 0) + (0 - 0) = 300.000,00$$

$$Z_{1013} = \text{Rp. } 300.000,00 + \text{Rp. } 200,00 \times (0 - 0) + (0 - 0) + (0 - 0) + (0 - 0) = 300.000,00$$

$$Z_{1014} = \text{Rp. } 300.000,00 + \text{Rp. } 200,00 \times (8 - 8) + (8 - 0) + (8 - 0) + (8 - 0) + (8 - 0) = 306.400,00$$

$$Z_{1015} = \text{Rp. } 300.000,00 + \text{Rp. } 200,00 \times (8 - 8) + (8 - 8) + (8 - 0) + (8 - 0) + (8 - 0) + (8 - 0) = 306.400,00$$

$$Z_{1016} = \text{Rp. } 300.000,00 + \text{Rp. } 200,00 \times (16 - 16) + (16 - 8) + (16 - 8) + (16 - 0) + (16 - 0) + (16 - 0) + (16 - 0) = 316.000,00$$

$$Z_{1017} = \text{Rp. } 300.000,00 + \text{Rp. } 200,00 \times (16 - 16) + (16 - 16) + (16 - 8) + (16 - 8) + (16 - 0) + (16 - 0) + (16 - 0) + (16 - 0) = 316.000,00$$

$$Z_{1018} = \text{Rp. } 300.000,00 + \text{Rp. } 200,00 \times (24 - 42) + (24 - 16) + (42 - 16) + (24 - 8) + (24 - 8) + (24 - 0) + (24 - 0) + (24 - 0) + (24 - 0) = 328.800,00$$

$$Z_{1019} = \text{Rp. } 300.000,00 + \text{Rp. } 200,00 \times (24 - 24) + (24 - 24) + (24 - 16) + (24 - 16) + (24 - 8) + (24 - 8) + (24 - 0) + (24 - 0) + (24 - 0) + (24 - 0) = 328.800,00$$

$$Z_{1020} = \text{Rp. } 300.000,00 + \text{Rp. } 200,00 \times (32 - 32) + (32 - 24) + (32 - 24) + (32 - 16) + (32 - 16) + (32 - 8) + (32 - 8) + (32 - 0) + (32 - 0) + (32 - 0) + (32 - 0) = 344.800,00$$

$$Z_{1021} = \text{Rp. } 300.000,00 + \text{Rp. } 200,00 \times (32 - 32) + (32 - 32) + (32 - 24) + (32 - 24) + (32 - 16) + (32 - 16) + (32 - 8) + (32 - 8) + (32 - 0) + (32 - 0) + (32 - 0) + (32 - 0) = 344.800,00$$

perhitungan yang sama akan dilakukan untuk Zce Z1121 sampai Z2121. Hasil perhitungan untuk setiap Zce kemudian dimasukkan ke dalam Tabel sebelumnya

menggantikan nilai Qce. Hasil dari langkah kedua dapat dilihat pada Tabel 4.6. untuk material *Plate 6*.

Tabel 6. Rekapitulasi Perhitungan total Biaya Variabel (Rupiah) Plate 6

Plate 6	Permintaan											
	e=10	e=11	e=12	e=13	e=14	e=15	e=16	e=17	e=18	e=19	e=20	e=21
Pemenuhan	0	0	0	0	8	0	8	0	8	0	8	0
e=10	3000 00	3000 00	3000 00	3000 00	3064 00	3064 00	3160 00	3160 00	3288 00	3288 00	3448 00	3448 00
e=11		3000 00	3000 00	3000 00	3048 00	3048 00	3128 00	3128 00	3240 00	3240 00	3384 00	3384 00
e=12			3000 00	3000 00	3032 00	3032 00	3096 00	3096 00	3192 00	3192 00	3320 00	3320 00
e=13				3000 00	3016 00	3016 00	3064 00	3064 00	3144 00	3144 00	3256 00	3256 00
e=14					3000 00	3000 00	3032 00	3032 00	3096 00	3096 00	3192 00	3192 00
e=15						3000 00	3016 00	3016 00	3064 00	3064 00	3144 00	3144 00
e=16							3000 00	3000 00	3032 00	3032 00	3096 00	3096 00
e=17								3000 00	3016 00	3016 00	3064 00	3064 00
e=18									3000 00	3000 00	3032 00	3032 00
e=19										3000 00	3016 00	3016 00
e=20											3000 00	3000 00
e=21												3000 00

3. Menghitung Biaya Minimum (*f_e*)

Langkah selanjutnya yaitu menghitung biaya minimum untuk setiap periode yang mungkin dalam periode 10 sampai dengan periode 21. Algoritma dimulai dengan *f₉* = Rp 0 dan mulai menghitung secara berurutan *f₁₀*, *f₁₁*, *f₁₂*, ..., *f₂₁*.

$$f_9 = \text{Rp } 0 \text{ (sesuai wagner within)}$$

f₁₀ = Biaya minimum pada minggu 10, didapatkan dari penjumlahan *Z_{10;10}* sebesar Rp.300.000,00 dan biaya minimum 1 minggu sebelumnya yaitu *f₉* : 0

$$f_{10} = \text{Min} \{Z_{1010} + f_9\} = \text{Min} \{\text{Rp. } 300.000,00 + \text{Rp. } 0\}$$

$$= \text{Rp. } 300.000,00 \text{ untuk } Z_{1010} + f_9$$

$$f_{11} = \text{Min} \{Z_{1111} + f_{10}\} = \text{Min} \{\text{Rp. } 300.000,00 + \text{Rp. } 300.000,00\}$$

$$= \text{Rp. } 600.000,00 \text{ untuk } Z_{1111} + f_{10}$$

$$f_{12} = \text{Min} \{Z_{1212} + f_{11}\} = \text{Min} \{\text{Rp. } 300.000,00 + \text{Rp. } 300.000,00\}$$

$$= \text{Rp } 600.000,00 \text{ untuk } Z_{1212} + f_{11}$$

$$f_{13} = \text{Min} \{Z_{1313} + f_{12}\} = \text{Min} \{\text{Rp. } 300.000,00 + \text{Rp. } 300.000,00\}$$

$$= \text{Rp. } 600.000,00 \text{ untuk } Z_{1313} + f_{12}$$

$$f_{14} = \text{Min} \{Z_{1414} + f_{13}\} = \text{Min} \{\text{Rp. } 300.000 + \text{Rp. } 300.000,00\}$$

$$= \text{Rp. } 600.000,00 \text{ untuk } Z1414 + f13$$

$$f15 = \text{Min} \{Z1515 + f14\} = \text{Min} \{\text{Rp. } 300.000 + \text{Rp. } 306.400,00\}$$

$$= \text{Rp. } 606.400,00 \text{ untuk } Z1515 + f14$$

$$f16 = \text{Min} \{Z1616 + f15\} = \text{Min} \{\text{Rp. } 300.000 + \text{Rp. } 306.400,00\}$$

$$= \text{Rp. } 606.400,00 \text{ untuk } Z1616 + f15$$

$$f17 = \text{Min} \{Z1717 + f16\} = \text{Min} \{\text{Rp. } 300.000 + \text{Rp. } 316.000,00\}$$

$$= \text{Rp. } 616.000,00 \text{ untuk } Z1717 + f16$$

$$f18 = \text{Min} \{Z1818 + f17\} = \text{Min} \{\text{Rp. } 300.000 + \text{Rp. } 316.000,00\}$$

$$= \text{Rp. } 616.000,00 \text{ untuk } Z1919 + f17$$

$$f19 = \text{Min} \{Z1919 + f18\} = \text{Min} \{\text{Rp. } 300.000 + \text{Rp. } 328.800,00\}$$

$$= \text{Rp. } 628.800,00 \text{ untuk } Z1919 + f18$$

$$f20 = \text{Min} \{Z2020 + f19\} = \text{Min} \{\text{Rp. } 300.000 + \text{Rp. } 328.800,00\}$$

$$= \text{Rp. } 628.800,00 \text{ untuk } Z2020 + f19$$

$$f21 = \text{Min} \{Z2121 + f20\} = \text{Min} \{\text{Rp. } 300.000 + \text{Rp. } 344.800,00\}$$

$$= \text{Rp. } 644.800 \text{ untuk } Z2121 + f20$$

Selanjutnya hasil perhitungan untuk setiap f_e dimasukkan ke dalam Tabel 4.7 sebelumnya nilai Z_{ce} digunakan. Nilai f_e yang terpilih adalah nilai yang paling rendah dari semua opsi pada setiap periodenya atau biaya yang paling minimum pada periode sebelumnya. Hasil dari langkah ketiga dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi Perhitungan Biaya

Plate 6	Permintaan											
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Pemenuhan	0	0	0	0	8	0	8	0	8	0	8	0
10	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00	3064,00	3064,00	3160,00	3160,00	3288,00	3288,00	3448,00	34480,00
11		6000,00	6000,00	6000,00	6048,00	6048,00	6128,00	6128,00	6240,00	6240,00	6384,00	63840,00
12			6000,00	6000,00	6032,00	6032,00	6096,00	6096,00	6192,00	6192,00	6320,00	63200,00
13				6000,00	6016,00	6016,00	6064,00	6064,00	6144,00	6144,00	6256,00	62560,00
14					6000,00	6000,00	6032,00	6032,00	6096,00	6096,00	6192,00	61920,00
15						6064,00	6080,00	6080,00	6128,00	6128,00	6208,00	62080,00
16							6064,00	6096,00	6096,00	6160,00	6160,00	61600,00
17								6160,00	6160,00	6192,00	6192,00	62240,00
18									6160,00	6192,00	6192,00	61920,00
19										6288,00	6304,00	63040,00
20											6288,00	62880,00
21												64480,00
Minimum	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00	3064,00	3064,00	3160,00	3160,00	3288,00	3288,00	3448,00	Rp344.800

Berdasarkan hasil perhitungan *Lot Sizing Wagner Within*, total biaya minimum persediaan adalah Rp 344.800 pada material *plate 6*. Selama 12 minggu pada tahun 2024 pemesanan dilakukan dalam 1 periode yaitu periode 12 untuk mengcover pemesanan pada periode ke 14-21 *plate 6* dibeli dan penyimpanan berlangsung selama enam minggu. Teknik *Lot Sizing Wagner Within* mencegah penumpukan persediaan *plate 6* di gudang yang menyebabkan biaya persediaan meningkat, untuk hasil perhitungan biaya minimum bahan baku selanjutnya. Teknik *Lot Sizing Wagner Within* dapat diterapkan pada PT Aneka Jasa Teknik agar dapat mengurangi jumlah bahan baku yang ada digudang dengan biaya yang rendah. Hal ini disebabkan oleh faktor bahwa teknik *Lot Sizing Wagner Within* yang berbeda dari metode lain sehingga cara pemesanan bahan bakunya pun berbeda.

4. Mendefinisikan f_e menjadi *lot size* optimal
Hasil perhitungan biaya minimum material *plate 6* berdasarkan Tabel 4.11 menunjukkan bahwa solusi terbaik adalah dengan biaya Rp 644.800,00 untuk $Z2121 + f20$. Tabel 4.12 juga menunjukkan detail pemesanan yang harus dilakukan untuk memenuhi permintaan dalam jangka waktu tertentu.

Tabel 8. Banyaknya Pesanan Per Periode plate 6

Periode	Banyaknya Pemesanan (lbr)
10	0
11	0
12	0
13	0
14	8
15	0
16	8
17	0
18	8
19	0
20	8
21	0

Hasil perhitungan *lot size wagner wihtin* kemudian dimasukkan ke dalam tabel MRP sebagai permintaan pembelian. Hasil langkah *lotting* dapat dilihat pada Tabel 9. untuk hasil bahan baku *storage tank* lainnya.

Tabel 9. Lotting Plate 6

Plate 6	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
GR		0	0	0	0	8	0	8	0	8	0	8	0
SR													
POH			0		0	2	2	1	1	8	8	0	0
NR		0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0
PO Rec						3	2						

Langkah terakhir disebut *offsetting* bertujuan untuk menentukan kapan kuantitas pemesanan (*lot size*) hasil lotting harus dilakukan. Input yang dibutuhkan untuk tahap *offsetting* adalah waktu tunggu, atau waktu yang dibutuhkan, dari saat material dipesan hingga siap digunakan. Untuk material plate enam memiliki *lead time* 2 minggu. Tabel 10. menunjukkan hasil dari proses MRP dengan teknik *wagner within*, yang menunjukkan hasil dari tahap *offsetting*

Tabel 10. *Offsetting* dan hasil akhir MRP Plate 6

Plate 6	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
GR		0	0	0	0	8	0	8	0	8	0	8	0
SR													
POH			0		0	2	2	1	1	8	8	0	0
NR		0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0
PO Rec						3	2						
PO Rel				3	2								

Berdasarkan perhitungan MRP dan teknik *lot sizing wagner within*, total biaya perusahaan untuk material *plate 6* yaitu sebagai berikut:

Biaya pemesanan = 1 x Rp. 300.000
= Rp.300.000

Biaya simpan = Biaya simpan OH + biaya simpan S
= 0 + 0 = Rp. 0

Biaya kekurangan = *stockout* x 1% x nilai produk
= 0 x 1% x Rp.3.500.000
= Rp. 280.000

Biaya pembelian = 32 x Rp. 200
= Rp. 300.000

Biaya persediaan = Biaya pemesanan + biaya simpan + biaya kekurangan
= Rp. 600.000 + Rp. 0 + Rp. 280.000
= Rp. 599.200

Total biaya = Biaya pembelian + biaya persediaan
= Rp. Rp. 300.000,00 + Rp. 599.200
= Rp. 899.200,00

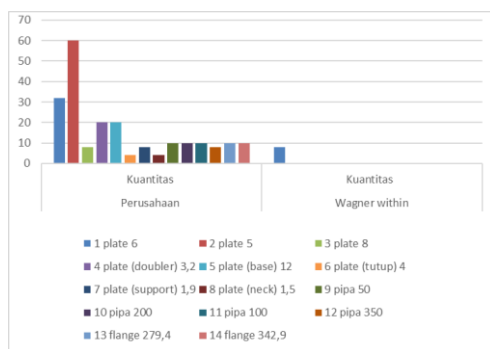
Seluruh bahan baku *storage tank* juga melalui proses perhitungan yang sama.

Metode peramalan terbaik yang akan dipilih adalah metode peramalan yang menghasilkan nilai MAPE terkecil, dan didapatkan nilai MAPE terkecil untuk bahan baku *storage tank* dengan menggunakan metode *exponential smoothing* adalah alfa 0,2 yang menghasilkan nilai MAPE terkecil sebesar 27%, dan akan digunakan untuk peramalan selanjutnya pada 1 tahun kedepan mengnknaan alfa 0,2 setelah itu hasil dari peramalan satu tahun dari bulan januari 2024 sampai desember 2024 akan dilakukan rata” dan didapatkan hasil 2 kemudian dikali dengan permintaan kebutuhan *storge tank* satu kali pembuatan, selanjutnya hasil dari perhitungan akan dijadikan *quantitiy* untuk perhitungan netting yang akan di masukan kedalam input SR (*Schedule Receipt*) dan dijadikan unuk perhitungan perencanaan pemesanan bahan baku *storage tank* selanjutnya.

Melakukan perhitungan alternatif pemenuhan pesanan pada setiap bahan baku *storage tank* dengan menggunakan data *netting* untuk melakukan perhitungan, setelah itu melakukan rekapitulasi perhitungan total biaya variabel, dengan menggunakan data biaya pesan dan simpan dikali dengan hasil proses perhitungan alternatif pemesanan pada setiap periode dan melakukan rekapitulasi biaya minimum pada setiap bahan baku *storage tank* untuk mendapatkan hasil biaya yang paling minimum pada saat pemesanan bahan baku

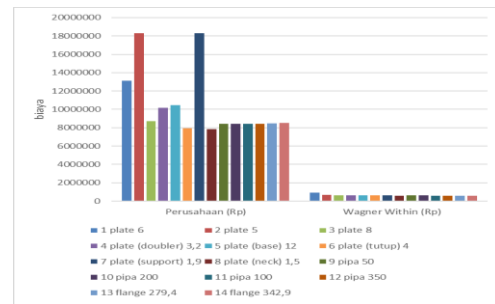
storage tank. Setelah itu akan mendapatkan hasil perbandingan *stock out*. Metode *Wagner within* dapat meningkatkan kesesuaian antara kebutuhan dan jumlah barang yang dibeli. Bahan baku tangki penyimpanan *plate 6* pada metode *wagner within* karena kapasitas penyimpanan maksimal gudang terbatas.

Gambar grafik 2. dibawah menunjukkan perbandingan antara metode perusahaan dan metode *wagner within* untuk *stock out*. Menggabungkan kuantitas sisa dengan kuantitas pesan pada periode selanjutnya dapat menyelesaikan masalah ini.



Gambar 2. Perbandingan stock out

Gambar grafik diatas menunjukkan bahwa metode *wagner within* dapat meningkatkan kesesuaian antara pemesanan dan kebutuhan sehingga mengurangi stock out, yang mengakibatkan biaya kekurangan, bahan baku. Biaya kekurangan ini diasumsikan sebesar 1% dari harga produk akhir, dan dapat dikurangi oleh metode *wagner within* menjadi 83% dari biaya *stock out* yang ditimbulkan perusahaan mencegah gudang terlalu penuh. Biaya total untuk setiap material dihitung dengan metode *Wagner within* dan dibandingkan dengan total biaya yang dikeluarkan perusahaan. Metode ini menghasilkan biaya pembelian dan biaya persediaan, yang terdiri dari biaya pemesanan dan simpan. Gambar grafik 3. menunjukkan perbandingan metode perhitungan perusahaan dengan metode ini.



Gambar 3. Perbandingan biaya

Berdasarkan gambar grafik 3. Besarnya biaya lebih optimal saat menggunakan metode *wagner within* presentase jauh lebih kecil dibanding dengan perhitungan saat ini diperusahaan. Dengan menerapkan MRP dengan *Wagner Within*, perusahaan dapat memperoleh efisiensi yang lebih besar. Biaya tersebut efisien karena jumlah pesan yang dikirim melalui metode *Wagner Within* lebih sedikit daripada yang dikirim oleh perusahaan saat ini. Metode *Wagner Within* yang digunakan untuk mengembangkan model batasan kapasitas penyimpanan gudang akan mengurangi biaya selain mempengaruhi kondisi gudang penyimpanan dan penanganan bahan yang baik. Metode ini memungkinkan bahan untuk ditempatkan dengan benar sesuai dengan persyaratan. Kemungkinan material rusak dan kecelakaan kerja akan dikurangi dengan penanganan bahan yang baik

4. KESIMPULAN

Metode peramalan yang dipilih dalam penelitian ini adalah metode *exponential smoothing* dengan menggunakan *Meand Absolute Percentage Error* (MAPE). Nilai MAPE terkecil yang di dapatkan untuk permintaan *storage tank* dengan alfa sebesar 0,2 menghasilkan nilai MAPE terkecil sebesar 27%.

Penerapan metode *wagner within* mendapatkan jumlah stock out lebih kecil untuk seluru bahan baku *storage tank* dibanding dengan stock out perusahaan saat ini. Metode *wagner within* dapat meningkatkan kesesuaian antara pemesanan dan kebutuhan sehingga mengurangi stock out. Dengan menerapkan MRP dengan *Wagner Within*, perusahaan dapat memperoleh efisiensi yang lebih besar metode *wagner within* memperoleh biaya pemesanan paling optimal, pada pemesnan bahan baku *storage tank* yaitu *plate, flange* dan pipa. Dengan total biaya pemesanana pada bahan baku storage

tank sebesar Rp.899.200,00 di banding dengan biaya Perusahaan saat tidak menggunakan metode *wagner within* biaya yang didapat sebesar Rp.13.126,400. Biaya tersebut efisien karena jumlah pesan yang dikirim melalui metode *Wagner Within* lebih sedikit daripada yang dikirim oleh perusahaan saat ini. Dengan mempertimbangkan proporsi kebutuhan selama periode perencanaan dan kapasitas gudang bahan baku yang tersedia, penerapan *Wagner Within* pada PT Aneka Jasa Teknik dapat mempengaruhi seberapa besar kapasitas penyimpanan yang dapat diberikan untuk setiap bahan baku penyimpanan yang dibutuhkan perusahaan selama periode perencanaan. Teknik *lot sizing Wagner Within*, yang memiliki batasan kapasitas gudang, juga telah menjadi solusi untuk masalah kuantitas pemesanan *lot sizing*.

Saran Berdasarkan hasil pengolahan dan perhitungan metode teknik *lot size wagner within* pada MRP, saran yang dapat diberikan adalah sebagai Berikut Untuk mengoptimalkan proses produksi *storage tank* bahan baku, perusahaan baiknya menjalin kerjasama dengan beberapa supplier lain yang dapat diandalkan. Perusahaan sebaiknya meninjau ulang terkait pembelian bahan baku *storage tank* untuk meningkatkan efisien persediaan bahan baku. Agar dapat memenuhi permintaan konsumen, perusahaan diharap untuk memenuhi persediaan tidak kurang dari *Safety Stock* dan melakukan pemesanan kembali sesuai dengan kebutuhan yang ditentukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Safitri, Linda. "Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Melte Vanana Dengan Menggunakan *Metode Economic Order Quantity (Eoq)* Pada Cv Vanana Jaya Sinergi." (2021).
- Hasibuan, Yuni Ferina 2017. "Perencanaan Persediaan Bahan Baku Dengan Teknik Lot Sizing Wagner Within Pada Material Requirement Planning (Mrp)."
- Syukron, A dan Kholil, H. M. 2014. Pengantar Teknik Industri. Graha Ilmu, Yogyakarta
- Agus Ristono. 2013. Manajemen Persediaan. Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Sa'adah, N.Y. 2021. *Model Simulasi Persediaan Dengan Mempertimbangkan Teknik Lot Sizing Sebagai Upaya Minimasi Biaya*

Persediaan (Studi Kasus: UMKM Sandal Hotel Provinsi DIY) (Doctoral dissertation, Universitas Internasional Semen Indonesia).