

Analysis of Optimization of Raw Material Inventory Control Using the Linear Programming Method **[Analisis Optimalisasi Pengendalian Persediaan Bahan Baku Menggunakan Metode *Linear Programming*]**

M. Teguh Santoso¹⁾, Tedjo Sukmono ^{*,2)}

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: thedjoss@umsida.ac.id

Abstract. *For manufacturing companies engaged in the production of ready mix paving blocks, other materials and materials such as sand, cement, foam agent and stone ash are needed. In the storage warehouse there is a high stock of raw materials that will be used for production as evidenced by data on previous orders for raw materials, there is a high stock of up to 30.092 kg of cement raw materials per year, stone ash reaching 56.790 kg per year, foam agent up to 52.450 kg, sand reaches 70.250 kg per year. This research aims to optimize the stock of raw materials used to meet production demands optimally so that there is no shortage or excess of raw materials. The method applied to solve inventory stock optimization problems is the Linear Programming method. Obtained from calculations using the Linear Programming method, we can determine the optimum value of raw material stock to meet production demand. The results of the research obtained calculations using linear programming to optimize raw material supplies by reducing inventory stock to 169,062 kg from previous orders with a composition for cement raw materials of 181,143 kg, stone ash of 151,202, Foam Agent of 151,204, and sand of 181,143. The results of this calculation can be used in the next ordering period as a consideration in procuring optimum raw material stock.*

Keywords - *Optimization, Inventory Control, Linear Programming, Safety Stock, Reorder Point*

Abstrak. Pada perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang produksi penjualan paving blok yang bersifat *ready mix*, perlu dibutuhkan material dan bahan lainnya seperti pasir, semen, *foam agent* dan abu batu. Pada gudang penyimpanan terdapat tingginya sejumlah stok persediaan bahan baku yang akan digunakan untuk produksi dibuktikan dari data pemesanan bahan baku yang dilakukan oleh perusahaan sebelumnya terdapat tingginya stok persediaan hingga mencapai 30.092 kg pada bahan baku semen per tahunnya, abu batu hingga mencapai 56.790 kg per tahun, foam agent hingga mencapai 52.450 kg, pasir hingga mencapai 70.250 per tahunnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan stok persediaan bahan baku yang digunakan untuk memenuhi permintaan produksi secara optimum agar tidak terjadi kekurangan ataupun kelebihan bahan baku. Metode yang diterapkan untuk pemecahan permasalahan pengoptimalan stok persediaan yaitu dengan metode *Linear Programming*. Didapatkan dari perhitungan dengan metode *Linear Programming* dapat mengetahui nilai yang optimum pada stok persediaan bahan baku untuk memenuhi permintaan produksi. Hasil penelitian didapatkan perhitungan menggunakan *linear programming* untuk mengoptimalkan persediaan bahan baku dengan menekan stok persediaan hingga 169.062 kg dari pemesanan yang dilakukan sebelumnya. Dengan komposisi stok persediaan untuk bahan baku semen sebesar 181.143 kg, Abu batu sebesar 151.202, Foam Agent sebesar 151.204, dan pasir sebesar 181.143. Hasil dari perhitungan ini dapat digunakan pada periode pemesanan berikutnya sebagai pertimbangan dalam pengadaan stok persediaan bahan baku yang optimum.

Kata Kunci - *Optimalisasi, Pengendalian Persediaan, Program Linier, Safety Stock, Reorder Point*

I. PENDAHULUAN

Pengendalian persediaan yaitu suatu cara atau perencanaan yang dilakukan oleh perusahaan digunakan untuk perencanaan pengadaan barang atau bahan yang harus ada pada gudang untuk memenuhi kebutuhan proses produksi atau suatu produk [1]. Pengendalian persediaan sangatlah penting bagi perusahaan apabila persediaan melebihi kapasitas bahan akan berpengaruh dalam perusahaan karena meningkatnya biaya simpan, dan biaya perawatan produk yang akan bertambah [2]. Sebaliknya apabila kekurangan bahan dalam persediaan juga akan dapat berpengaruh dalam pemenuhan kebutuhan yang tidak tepat, dan akan menghambat jalannya proses operasi [3]. Antisipasi kekurangan material bahan untuk kebutuhan produksi dilakukan dengan menggunakan *Linear programming*, untuk kuantitas pengadaan dapat diselesaikan melalui input nilai, *safety stock* dan *Reorder point*, Perencanaan kebutuhan bahan baku diatur untuk mencapai efisiensi pengeluaran yang dilakukan oleh perusahaan dan mendapatkan hasil yang optimal, untuk meminimumkan pengeluaran perusahaan, dengan penerapan pengendalian persediaan menjadi optimal apabila pengadaan dimulai dengan analisa permasalahan yang didapatkan, dan perhitungan dengan metode metode khusus

[4]. Langkah penerapan perencanaan kebutuhan bahan harus sesuai permintaan yang akan datang untuk menghindari kekurangan atau kelebihan bahan baku dapat dikurangi, untuk mengantisipasi timbulnya kerugian bagi perusahaan, contohnya kerugian langsung jika terjadi salah satu bahan baku terjadi kekurangan maka proses produksi akan berhenti hingga salah satu bahan baku tersebut stok kembali dalam persediaan yang ditentukan [5]. Pada perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang produksi produk beton seperti paving blok dan juga bata ringan. Permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan saat ini mengenai pengendalian persediaan untuk kebutuhan produksinya, kekurangan stok persediaan bahan baku dapat menyebabkan terhambat jalannya proses produksi, sebaliknya kelebihan stok persediaan bahan juga akan menyebabkan bertambahnya pengeluaran biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk biaya penyimpanan, dan biaya perawatan bahan tersebut selain itu apabila bahan terlalu lama disimpan juga akan mengalami kurangnya kualitas mutu dari bahan baku tersebut [6]. Dalam pengadaan persediaan bahan baku perusahaan masih menggunakan perkiraan atau pengalaman dilapangan saja sehingga terdapat penumpukan bahan baku pada gudang penyimpanan hal ini dikarenakan pengadaan bahan bakunya mempertimbangkan pemesanan bahan baku lebih banyak dengan potongan harga tanpa menggunakan metode metode khusus dalam pengendalian persediaannya sehingga kurang optimal, contoh kekurangan dan kelebihan bahan baku untuk memenuhi kebutuhan produksi yang dilakukan oleh perusahaan dapat dilihat pada tabel 1 berikut :

Tabel 1. Data Kelebihan bahan baku Pada Periode 2022 PT. HANS

Kode	Material	QTY	Catatan
M 01	Semen	-	Dist 252076, Kelebihan 30092
M 02	Abu batu	-	Dist 161347, Kelebihan 56790
M 03	Foam Agent	-	Dist 151202, Kelebihan 52450
M 04	Pasir	-	Dist 269729, Kelebihan 70250

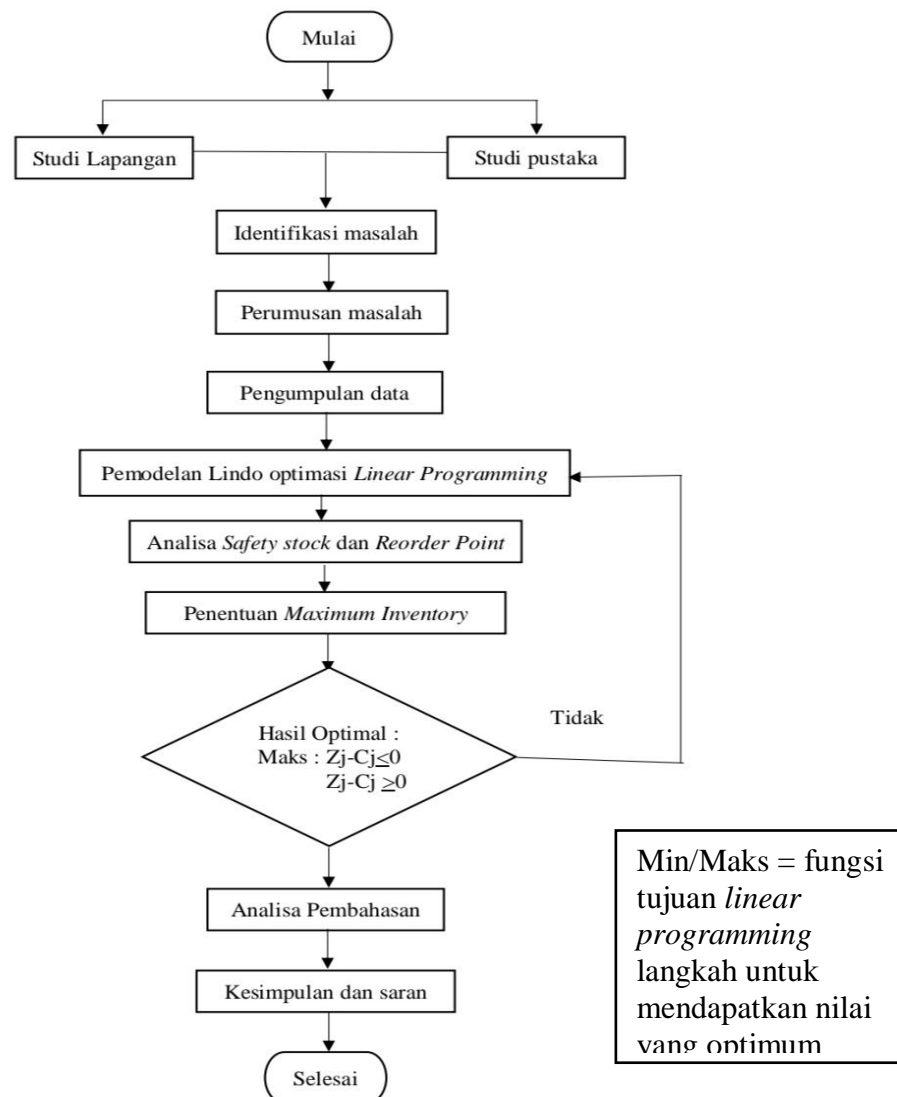
Data pada tabel 1 di atas menunjukkan dari tingginya stok material bahan untuk kebutuhan produk pada periode 2022. Dari data diatas akan digunakan pada variabel keputusan dalam formula data sebagai permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan dalam pengendalian persediaan untuk input data *Linear Programming*, dari data *Linear programming* akan digunakan pada periode selanjutnya untuk mengatasi stok persediaan bahan baku untuk mengantisipasi penumpukan bahan baku pada gudang penyimpanan secara efisien dan pemesanan bahan baku yang optimal dengan menerapkan metode *Linear Programming*, *Safety stock*, *Reorder Point*, dan *Maximum inventory*. Kelebihan dari metode *Linear Programming* diantaranya: *Linear programming* adalah suatu metode yang telah dirancang untuk memberikan solusi pada perencanaan yang diperlukan manajemen persediaan dari sumber daya yang dibutuhkan oleh perusahaan dengan mengalokasikan sumber daya dan menekan biaya seminimal dan mendapatkan hasil yang optimum [7]. Teknik ini akan memberikan solusi dalam pengambilan keputusan dengan mengalokasikan sumber daya (biaya, tenaga kerja, waktu, bahan baku, mesin, dan kapasitas penyimpanan) dapat diharapkan dengan metode *Linear Programming* ini akan memberikan solusi atau jalan keluar pada suatu perusahaan dalam melakukan pengadaan persediaan bahan baku [8].

Penelitian sebelumnya oleh Apriliyanti pada tahun 2018, tentang optimalisasi keuntungan produksi kemplang dilakukan dengan perhitungan *Linear Programming*. dan Nia Kurniawati pada tahun 2019 tentang pengendalian persediaan bahan baku dalam mengefesiansikan biaya persediaan dengan metode *linear programming*. Perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian ini yaitu pada objek penelitian yang diambil dan juga pada tujuan dari penelitian terdahulu untuk mengoptimalkan laba keuntungan yang didapatkan setelah menerapkan program linier sedangkan dalam penelitian ini dilakukan untuk mengoptimalkan persediaan bahan baku untuk mengantisipasi penumpukan bahan baku pada penyimpanan dan mengetahui waktu pengadaan bahan baku kembali melalui perhitungan *Linear programming*, *Reorder Point*, *Maximum Inventory*, *Safety stock* agar kebutuhan produksi tidak mengalami kekurangan atau kelebihan bahan baku yang akan mengakibatkan tingginya biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan dalam pengadaan bahan baku [9]. Metode Simpleks merupakan salah satu Teknik yang akan digunakan dalam pemecahan suatu permasalahan *Linear Programming* yaitu untuk pengambilan keputusan yang berhubungan dengan pengalokasian sumber daya pada perusahaan, metode simpleks bertujuan untuk mencari nilai optimum dari pemrograman linier yang melibatkan banyak *constraint* (pembatas) dan lebih banyak variabel, solusi optimal ditentukan dengan memeriksa nilai ekstrim satu persatu dari perhitungan iterasi, sehingga didapatkan solusi [10]. Dari penjelasan diatas dapat dirumuskan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana melakukan pengendalian persediaan bahan baku agar stok yang dibutuhkan sesuai permintaan dengan tepat sehingga tidak terjadi kekurangan maupun kelebihan stok bahan baku dengan langkah penerapan metode *linear programming*, sedangkan tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui jumlah stok persediaan bahan baku yang optimum dari perhitungan *linear programming* dan menentukan periode titik harus dilakukan pemesanan bahan baku kembali agar tidak menghambat kegiatan produksi pada dan sebagai gambaran bagi perusahaan dalam pemesanan stok persediaan.

II. METODE

1. Tahap Awal Penelitian

Tahap awal penelitian dimulai dengan tujuan mencari informasi terkait tentang perusahaan melalui wawancara, dan pengambilan data sebagai bahan penelitian, dilakukan pengkajian melalui rumusan masalah, pemecahan masalah pada proses pengolahan data, dan pertimbangan dari penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya. Tahapan Pengerjaan dalam menyelesaikan permasalahan pengendalian persediaan terhadap stok persediaan material bahan dengan menggunakan *Linear Programming*



Gambar. 1 Diagram Alir Penelitian

Pada gambar 1 diagram alir penelitian diatas merupakan tahapan penelitian dimulai dari studi lapangan dan studi pustaka dan mengidentifikasi masalah yang ada pada tempat penelitian selanjutnya perumusan masalah dan pengumpulan data yang dibutuhkan untuk model pengoperasian lindo yaitu untuk menyelesaikan permasalahan *linear programming*, selanjutnya analisa *safety stock* untuk persediaan pengaman, dan *reorder point* untuk mengetahui titik dimana harus diadakan pemesanan bahan baku kembali, dan *maximum inventory* untuk persediaan maksimum, selanjutnya analisa pembahasan, dan hasil optimum untuk pengendalian stok persediaan bahan baku yang didapatkan dari penerapan metode *linear programming* dengan *software* lindo.

2. Pengumpulan Data

Tahap kunci untuk mendapatkan informasi pada penelitian ini dilakukan melalui data primer seperti data permintaan, data kelebihan dan kekurangan bahan baku, pengadaan material bahan yang dibutuhkan perusahaan. Data

skunder yaitu terdiri dari data harga material bahan, data bahan yang digunakan proses produksi sebelumnya sebagai input data *linear programming*, *safety stock*, *reorder point*, dan *Maximum Inventory*.

3. Pengolahan Data

Proses yang gunakan tahap pengolahan data sesuai dengan perencanaan perusahaan permasalahan pada penelitian ini yaitu,:

a. Optimasi *Linear Programming*

Metode *linear programming* dapat membantu pemecahan masalah terhadap optimasi dengan menyusun rencana kegiatan dan memberikan nilai yang optimum dalam pengadaan persediaan melalui pengalokasian sumber daya yang dimiliki perusahaan, metode *Linear programming* memiliki dua cara dalam melakukan optimasi yaitu metode simpleks karena metode ini dilakukan untuk penyelesaian program linier pada kasus dua variabel atau lebih sedangkan metode grafik hanya bisa dengan satu sampai dua variabel saja dengan acuan sumbu x dan y pada model grafik [11].

b. Metode simpleks

Untuk penyelesaian mengenai lineir programming memiliki dua permasalahan atau lebih, bentuk kuantitatif yang bertujuan untuk membatasi sumber daya sebagai fungsi variabel keputusan, fungsi dari pembatas biasanya disebut *constrain* dalam fungsinya sebagai pembatas dan tujuannya sebagai parameter model [12].

c. Formula Lindo

dalam permasalahan program linier terdapat fungsi tujuan dan kendala diubah menjadi bentuk persamaan dan pertidaksamaan, adapun langkah langkah dari formula *linear programming* dengan pengaplikasian lindo yang pertama Mengidentifikasi permasalahan menjadi variabel dalam fungsi dan kendala yang kedua pengetikan fungsi tujuan dengan memaksimumkan atau meminimumkan biasa diketikkan pada untitled dalam lindo max atau min, biasa diketikkan seperti dibawah:

Fungsi tujuan formula lindo

$$\text{Min/Max } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n \dots\dots\dots 1$$

Selanjutnya adalah syarat kedua yaitu variabel, variabel disini sangatlah penting lindo tidak akan berjalan apabila tidak ada variabel dalam formula pengetikan dan syarat ketiga adalah variabel selanjutnya setelah fungsi objektif yaitu batasan, batasan ini biasanya seperti keterbatasan persediaan, biaya pekerjaan, jumlah pekerja, waktu, setelah fungsi objektif ditentukan selanjutnya diketikkan *subject to* pada papan ketik formula lindo untuk selanjutnya mengawali pengetikan sebuah batasan pada formula baris selanjutnya pengetikan batasan pada permasalahan dan selanjutnya diakhir pengetikan kata end sebelum dilakukan solve pada formula lindo, dapat dituliskan seperti berikut [13] :

$$X_1 + X_2 + \dots + C_1nX_n \leq b_1 \dots\dots\dots 2$$

$$X_1 + X_2 + \dots + C_2nX_n \leq b_2 \dots\dots\dots 3$$

Selanjutnya pengetikkan fungsi kendala kedalam untitled seperti berikut :

Subject to

$$X_1 + X_2 + \dots + C_1nX_n \leq b_1$$

$$X_1 + X_2 + \dots + C_2nX_n \leq b_2$$

$$X_1 + X_2 + \dots + C_nX_n \leq b_m$$

$$X_1 \geq 0 \dots\dots\dots 4$$

$$X_2 \geq 0$$

$$X_n \geq 0$$

end

d. Perencanaan persediaan pengaman

Perencanaan persediaan pengaman (*Safety stock*) yaitu suatu perhitungan yang dilakukan oleh perusahaan dapat memiliki berbagai tujuan untuk stok persediaan cadangan yang akan digunakan ketika permintaan tidak menentu untuk menghindari keterlambatan stok persediaan bahan baku dalam memenuhi permintaan [14].

$$\text{Safety stock} = (\text{Total pemakaian} - \text{Rata-rata pemakaian}) \times \text{Lead time.}$$

Sumber : [14]

e. Perencanaan pemesanan kembali

Perencanaan pemesanan kembali (*Reorder Point*) perhitungan pemesanan kembali sangat penting untuk memastikan ketersediaan yang tepat dari bahan baku yang dibutuhkan, pengadaan persediaan bahan baku yaitu dari perhitungan *reorder point* ditentutakan dari data *safety stock* untuk perencanaan pemesanan bahan baku untuk mencapai efisien diperusahaan, *safety stock* sebagai tingkat persediaan tambahan yang dipertahankan diatas tingkat persediaan minimum yang dibutuhkan untuk menghindari kekurangan stok ataupun kelebihan bahan baku [15].

$$\text{Reorder Point} = (\text{LD} \times \text{AU}) + \text{SS}$$

Sumber : [15]

Ket : LD = *Lead Time*

AU = *Average Usage* (*Pemakaian Rata-rata*)

SS = *Safety Stock*

f. Penentuan stok persediaan maksimal

Penentuan stok persediaan maksimal disini adalah sebuah titik batasan jumlah persediaan yang paling tinggi pada gudang penyimpanan, tujuan dari *maximum inventory* yaitu untuk menjaga kapasitas gudang penyimpanan agar tidak terjadi *over load* menjaga kelancaran pada kegiatan produksi dan efisiensi biaya pada pengadaan bahan baku [16].

$$\text{Maximum inventory} = \text{Kuantitas pembelian yang optimal (LP)} + \text{Safety stock}$$

Sumber : [16]

4. Pembahasan

Tahap pembahasan pada tujuan menganalisa data hasil yang telah ditentukan penelitian tentang pengendalian persediaan dan perhitungan kuantitas pengadaan bahan baku yang efisien berdasarkan perhitungan *Linier Programming*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuantitas persediaan bahan baku perusahaan

Untuk memenuhi kebutuhan persediaan perusahaan telah melakukan pembelian bahan baku berupa semen, *foam agent*, abu batu, dan pasir ke beberapa *supplier* yang telah mendukung dalam pemenuhan kebutuhan bahan baku selama ini. Adapun data kuantitas persediaan perusahaan sebagai berikut:

Tabel 2. Data Kuantitas Pemesanan Bahan Baku Perusahaan

PT. Hijau Alam Nusantara	Semen	Abu Batu	Foam Agent	Pasir
Bulan	Kg	Kg	Kg	Kg
Januari	19.708	13.265	12.585	20.503
Februari	20.542	12.754	11.374	21.246
Maret	19.568	11.214	10.542	20.257
April	21.084	13.244	12.147	22.232
Mei	21.514	13.527	12.425	22.658
Juni	21.112	13.323	12.224	22.324
Juli	21.374	13.422	12.238	22.423
Agustus	23.516	15.234	14.325	24.465
September	23.726	15.347	14.379	24.524
Oktober	23.088	15.023	14.147	24.126
November	21.528	13.657	12.542	22.724
Desember	21.124	13.337	12.274	22.247
JUMLAH	252.076	161.347	151.202	269.729
Rata-rata	21.006,33	13.445,59	12.600,16	22.477,41

Tabel 2 menunjukkan stok persediaan bahan baku yang dilakukan oleh perusahaan pada tahun 2021-2022 pada bahan baku semen sebesar 252.076 kg, abu batu sebesar 161.347 kg, foam agent sebesar 151.202, dan pasir sebesar 269.729 kg. pembelian bahan baku dan juga penggunaan bahan baku tidak menentu dan tinggi di bulan-bulan tertentu karena permintaan yang tidak pasti. Harga bahan baku material yang digunakan didapatkan dari harga pasar pensuplai bahan baku pada tahun 2021. Didapatkan data harga bahan baku yang digunakan pada perusahaan dengan satuan kg yaitu dengan data sebagai berikut :

Tabel 3. Data Harga Bahan Baku

No.	Jenis Bahan Baku	Harga/kg
1	Semen	2700
2	Abu batu	3200
3	Foam agent	3700
4	Pasir	3500

Data Permintaan Produk

Perusahaan memproduksi 2 produk yang berbeda yaitu paving blok dan bata ringan, untuk produk paving blok lebih banyak pemesanan pada tahun 2021-2022, hal ini akan memberikan stok persediaan lebih banyak daripada produksi bata ringan, adapun permintaan produk sebagai berikut.

Tabel 4. Data Permintaan Produk

PT. Hijau Alam Nusantara	Paving	Bata Ringan
Bulan	Pcs	Pcs
Januari	13.000	10.400
Februari	13.420	11.254
Maret	11.240	9.520
April	13.815	11.400
Mei	14.424	12.250
Juni	16.120	14.800
Juli	14.225	12.000
Agustus	16.200	15.000
September	17.125	15.200
Oktober	16.000	14.800
November	15.800	13.500
Desember	14.550	13.000
JUMLAH	175.919	153.124
Rata-rata	14.659,91	12.760,33

Pada tabel 4 menunjukkan bahwa permintaan produk paving dan bata ringan tidak sama pada tahun 2021-2022 terdapat tingginya permintaan produk paving dibandingkan produk bata ringan hal ini akan berpengaruh dalam penggunaan bahan baku akan lebih banyak pada produk paving.

Langkah pertama dalam pembahasan ini dengan perhitungan optimalisasi dari langkah *linear programming* metode simpleks dan perencanaan pengadaan stok persediaan kembali yang akan dilakukan dengan menggunakan data kebutuhan bahan baku periode sebelumnya pada tahun 2022. Selanjutnya untuk mengetahui periode pemesanan material bahan dari data perhitungan metode simpleks *linear programming*.

Perhitungan dengan menggunakan *linear programming*

Fungsi tujuan merupakan gambaran tujuan atau sasaran didalam permasalahan *linear programming* yang berkaitan dengan pengoptimalan sumber daya yang tersedia hingga mencapai efisiensi. Penentuan nilai Z tujuan suatu permasalahan didapat dari tingginya stok persediaan bahan baku yang diadakan oleh perusahaan yang akan diminimumkan. Kendala-kendala yang didapati yaitu kapasitas penyimpanan bahan baku, waktu pemesanan bahan baku, dan harga bahan baku, diperoleh data-data dari penyimpanan bahan baku seperti dibawah ini.

1. Penentuan variabel keputusan yaitu untuk menentukan volume bahan baku yang akan digunakan untuk memenuhi permintaan produksi dalam jangka waktu satu tahun, variabel keputusannya dapat diasumsikan seperti berikut :

X1 = Jumlah stok persediaan bahan baku semen sebelumnya.

X2 = Jumlah stok persediaan bahan baku abu batu sebelumnya.

X3 = Jumlah stok persediaan bahan baku foam agent sebelumnya.

X4 = Jumlah stok persediaan bahan baku pasir sebelumnya.

Jadi fungsi tujuan dapat diformulasikan seperti berikut :

Min Z = 252076x1 + 161347x2 + 151202x3 + 269729x45

2. Fungsi pembatas

Tabel 5. Fungsi Pembatas

Batasan	Fungsi Tujuan				Stok tersedia
	Semen (X1)	Abu batu (X2)	Foam Agent (X3)	Pasir (X4)	
Kapasitas penyimpanan/kg	21006	13445	12600	22477	65000
waktu/jam	12	10	10	12	24
Harga bahan baku/kg	2700	3200	3700	3500	15000

Tabel 5 diatas menjelaskan mengenai fungsi pembatas dalam pengoptimuman stok persediaan bahan baku, dari data batas stok penyimpanan pada bahan baku semen stok 21006, abu batu 13445, foam agent 12600, pasir 22477 dan

stok tersedia 65000. Untuk batasan waktu pada pengiriman pemesanan bahan baku pada semen dengan waktu 12 jam, abu batu 10 jam, foam agent 10 jam, dan pasir 12 jam dari 24 jam. Dengan harga bahan baku per kg nya pada semen 2700, abu batu 3200, foam agent 3700, pasir 3500 dan tersedia 15000. Data fungsi pembatas selanjutnya yang akan diformulasikan dalam perhitungan *linear programming* untuk mencari nilai yang optimum pada stok persediaan bahan baku.

Optimalisasi persediaan bahan baku

Optimalisasi persediaan bahan baku untuk menghindari kelebihan ataupun kekurangan bahan baku dengan langkah metode *Linear programming*, *Reorder Point*, dan *Safety Stock*.

a. Langkah *Linear Programming*

1. Fungsi tujuan = membuat formulasi untuk optimasi meminimumkan stok persediaan bahan baku :

$$\text{Min } Z = 252076x_1 + 161347x_2 + 151202x_3 + 269729x_4 \dots\dots\dots 6$$

2. Constrain > batasan dan fungsi kendala :

$$21006x_1 + 13445x_2 + 12600x_3 + 22477x_4 \leq 65000 \dots\dots\dots 7$$

$$12x_1 + 10x_2 + 10x_3 + 12x_4 \geq 24 \dots\dots\dots 8$$

$$270x_1 + 320x_2 + 370x_3 + 350x_4 \leq 1500 \dots\dots\dots 9$$

$$X_1, X_2, X_3, X_4 \geq 0 \dots\dots\dots 10$$

Setelah pengetikan formula pada *untitled* lindo didapatkan nilai perhitungan dengan software lindo didapatkan hasil solving seperti Gambar 2. Hasil formula *Software* Lindo dibawah ini.

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	0.000000	70633.601562
X2	0.000000	10145.000000
X3	2.400000	0.000000
X4	0.000000	88286.601562

Gambar 2. Hasil *Solve Software* Lindo

Didapatkan hasil dari *report solve* lindo diatas terdapat hasil nilai ketersediaan persediaan yang optimal untuk periode pemesanan yang akan datang seperti pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Lindo

Jenis bahan	LP	Harga	Total
Semen	181.443	2.700	Rp 21.308.400
Abu batu	151.202	3.700	Rp 20.094.700
Foam agent	151.204	3.200	Rp 14.409.600
Pasir	181.143	3.500	Rp 33.768.000

Tabel 6 hasil perhitungan lindo diatas menjelaskan mengenai hasil dari perhitungan *linear programming* dengan kasus *minimize* atau untuk meminimumkan stok persediaan yang optimal digunakan sebagai acuan dalam persediaan bahan baku pada produksi kedepan, fungsi dari hasil perhitungan *linear programming* yaitu memberikan hasil yang optimal untuk mengantisipasi kelebihan ataupun kekurangan persediaan bahan baku pada perusahaan. Dapat dilihat pada tabel 2. Hasil perhitungan lindo pada bahan baku semen didapatkan nilai 7.892 dengan harga 2.700 per kg dan total keseluruhan bahan baku semen yaitu 21.308.400, pada bahan baku abu batu didapatkan 5.431 kg dengan harga 3.700 per kg dan total harga bahan baku abu batu sebesar 20.094.700, foam agent sebesar 4.503 dengan harga 3200 per kg dan total harga bahan baku foam agent 14.409.600, dan bahan baku pasir sebesar 9.648 dengan harga 3.500 per kg dan total harga bahan baku pasir sebesar 33.768.000 sekali.

Penentuan Persediaan Pengaman

Untuk persediaan pengaman membutuhkan data total kebutuhan bahan baku yang dipakai, yaitu kebutuhan total pemakaian dan rata-rata penggunaan material bahan, sebagai input nilai *safety stock* adalah (total pemakaian – rata-rata pemakaian) x *lead time*.

$$\text{Safety stock} = (252.076 - 21.006,33) \times (1/350) = 660 \text{ kg}$$

Dari perhitungan *safety stock* didapatkan hasil persediaan pengaman untuk mengantisipasi besarnya pemesanan pada bahan baku semen yaitu sebesar 647 kg perhari.

Tabel 7. Hasil Perhitungan *Safety Stock*

Bahan Baku	<i>Safety Stock</i>
Semen	660
Abu batu	422
Foam agent	396
Pasir	706

Pada tabel 7 diatas didapatkan hasil jumlah persediaan pengaman yang harus diadakan untuk mengantisipasi terjadinya fluktuasi besarnya rantai pasok yaitu pada bahan baku semen sebesar 660, *Foam Agent* sebesar 396, Abu batu sebesar 422, dan bahan baku pasir sebesar 706.

Penentuan Pengadaan Pemesanan Kembali (*Reorder Point*)

Reorder point merupakan pemesanan ulang yang harus dilakukan dalam persediaan bahan baku untuk data yang telah ditentukan dengan perhitungan solve lindo program linier agar tidak menghambat kegiatan produksi maka diperlukan pengadaan persediaan material bahan kembali, data didapat digunakan untuk pemesanan ulang *reorder point* yaitu data jumlah kebutuhan material bahan, waktu tunggu, dan data perhitungan pengaman, berikut perhitungan pemesanan ulang *reorder point* :

$$\text{Reorder Point} = (\text{LD} \times \text{AU}) + \text{SS}$$

Ket : LD = *Lead Time*

AU = *Average Usage* (Pemakaian Rata-rata)

SS = *Safety Stock*

Perhitungan pemesanan kembali bahan baku semen dari data jumlah pemakaian bahan baku pada perusahaan adalah sebagai berikut :

$$\text{Reorder Point} = \text{Safety stock} + (\text{LT} \times \text{pemakaian rata-rata})$$

$$\text{ROP} = 660 + (1 \times (21.006/350)) = 720$$

Jadi pemesanan kembali pada bahan baku semen dilakukan apabila persediaan telah mencapai 720 kg.

Tabel 8. Hasil perhitungan *Reorder Point*

Bahan Baku	<i>Reorder Point</i>
Semen	720
Abu batu	460
Foam agent	432
Pasir	770

Pada Tabel 8. Hasil perhitungan *reorder point* menunjukkan data nilai perhitungan pengadaan pemesanan bahan baku kembali yang harus dilakukan agar kegiatan produksi tetap berjalan dengan stabil, jadi pemesanan kembali pada bahan baku semen dilakukan bila persediaan mencapai 720 kg, pada bahan baku *Foam Agent* bila mencapai 432 kg, Abu batu bila stok persediaan mencapai 460 kg, dan bahan baku pasir bila stok persediaan mencapai 770 kg.

Penentuan Stok Persediaan Maksimum

Penentuan stok persediaan maksimal disini adalah sebuah titik batasan jumlah persediaan yang paling tinggi pada gudang penyimpanan, tujuan dari *maximum inventory* yaitu untuk menjaga kapasitas gudang penyimpanan agar tidak terjadi *over load* dan menjaga kelancaran pada kegiatan produksi dan efisiensi biaya pada pengadaan bahan baku, adapun rumus dari *maximum inventory* sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Maximum inventory} &= \text{Kuantitas pembelian yang optimal (LP)} + \text{Safety stock} \\ &= 181.443 + 660 \\ &= 182.103 \end{aligned}$$

Tabel 9. Hasil Perhitungan *Maximum Inventory*

Bahan Baku	LP	SS	Total
Semen	181.443	660	182.103
Abu batu	151.202	422	151.624
Foam Agent	151.204	396	151.600
Pasir	181.443	706	182.149

Pada Tabel 9 Hasil perhitungan *Maximum inventory* menunjukkan data persediaan maksimum pada gudang penyimpanan yang telah ditentukan yaitu pada bahan baku semen sebesar 182.103 kg, pada bahan baku abu batu sebesar 151.624 kg, bahan baku foam agent sebesar 151.600 kg, dan bahan baku pasir sebesar 182.149 kg. dari data nilai pada tabel 5 adalah nilai dimana kapasitas stok persediaan sudah mencapai batas maksimal.

VII. SIMPULAN

Pada analisa hasil yang sudah diperoleh menunjukkan bahwa perhitungana *linear programming* sesuai dengan tujuan pengendalian persediaan yaitu dapat menjaga sumber daya yang dimiliki perusahaan agar menghindari kelebihan atau kekurangan stok persediaan bahan baku, menjaga agar pengadaan bahan baku tidak terlalu besar sehingga dapat mencapai efisien dalam pemesanan stok persediaan bahan baku, linear programming juga memenuhi ketiga fungsi persediaan yaitu fungsi *decoupling*, fungsi *economic lot sizing*, dan fungsi antisipasi [17]. Nilai yang optimum dari penerapan metode linear programming dengan software lindo terdapat adanya penghematan dari pemesanan sebelumnya antara perhitungan *Linear programming* dengan pengadaan material yang dilakukan perusahaan sebelumnya terdapat adanya perbedaan pada jumlah pemesanan material bahan yang dilakukan perusahaan dengan perhitungan *Linear programming* yaitu dari data sebelumnya diketahui perusahaan melakukan pengadaan bahan baku semen mencapai 252.076 kg. Untuk pemesanan bahan baku yang optimum dalam permintaan selanjutnya didapatkan dari perhitungan *linear programming* didapatkan penghematan yang cukup besar dimana dilakukan pengadaan bahan baku semen sebesar 181.443 kg, Abu batu sebesar 151.202 kg, foam agent sebesar 151.204 kg, dan pasir 181.443 kg per tahunnya dan mencapai efisiensi dari stok pemesanan bahan baku sebelumnya mencapai 169.062 kg dari pemesanan sebelumnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan Perusahaan PT. Hijau Alam Nusantara atas dukungannya dalam pengerjaan tugas akhir penelitian ini, dosen pembimbing ataupun dosen penguji yang sudah membantu berbagai informasi dan dukungan pengerjaan penelitian ini berjalan dengan lancar sampai selesai.

REFERENSI

- [1] Mas'ad Hariyadi, Boy Isma Putra, "Pengendalian Persediaan Bahan Baku *Nalco Water Treatment* Dengan Menggunakan Metode *Lot Sizing*", *Prozima*, Vol.2, No.2, Desember 2018, 80-87, E. ISSN, 2541-2115, doi:10.21070/prozima. V2i2.2199.
- [2] Vito Arifanto, dan Ribangun Baman, "Pengendalian Persediaan Bahan Baku Gula Menggunakan Metode EOQ dan *Just In Time*", *Bina Teknika*, Vol.16, No.1, Tahun 2020, 43-48.
- [3] Muhammad Amin, Delvina "Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Dengan *Safety Stock Optimum*", *Forum Ekonomi*, 23 (3), Tahun 2021.
- [4] Mujiono dan Sujianto, "Implementasi Metode Optimalisasi Jumlah Produksi Dengan Menggunakan *Linear Programming*", *Industri Inovatif*, Vol.10, No.2, Tahun 2020.
- [5] Dhawan Yuangga, Emmalia, dan Sujianto, "Optimasi Perencanaan Produksi Menggunakan *Linear Programming* dan Perencanaan Bahan Baku di CV. Widi Kauza Malang", *Jurnal Valtech*, Vol.3, No.2, Tahun 2020, Hal 200-204.
- [6] Dewi Kristina, "Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Dalam Meminimalisasi Biaya Produksi Pada Faizam Beton Sugio Lamongan", *Jekma*, Vol.2, No.4, Tahun 2021.
- [7] Afni dan Ajat, "Optimasi Keuntungan Menggunakan *Linear Programming* Metode Simpleks Pada Umkm Taichan Mantoel", *Jurnal Manajemen*, Vol.13, No.2, Tahun 2021, 188-194, pISSN:0285-6911-eISSN:2528-1518.
- [8] Vera Devani, dan Putri Kartika, "Optimasi Produksi Crumb Rubber Dengan Menggunakan *Linear Programming*", *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, Vol.8, No.2, 140-147, Tahun 2020.

- [9] Selvia, Pratiwi, dan Mahmud Basuki, “Optimasi Keuntungan Produksi Kempang Panggang Menggunakan *Linear Programming* Melalui Metode Simpleks”, IDEC, ISSN, 2579-6429, Tahun 2018.
- [10] Selvia Apriliyanti, “Optimasi Keuntungan Produksi Pada Industri Kayu PT. Indopal Harapan Murni Menggunakan *Linear Programming*”, PASTI, Vol.13, No.1 Tahun 2019,1-8.
- [11] John E.H.J. FoEh, “*Optimization Of Production And Benefits Of Using Linear Programming In The LinggarJati Furniture Business*”, *International Jurnal Of Engineering Applied Sciences And Technology*, Vol.6, Issue 10, Tahun 2022, 313-321.
- [12] Viqi Susanti, “Optimalisasi Produksi Tahu Menggunakan Program Linier Metode Simpleks”, *Jurnal Ilmiah Matematika*, Vol.9, No.2, Tahun 2021, e-ISSN:2716-506X, p-ISSN:2301-9115.
- [13] Nia Kurniawati, dan Krisna Dwi Handayani “Pengendalian Persediaan Bahan Baku Dalam Mengefisiensikan Biaya Persediaan Dengan Metode *Linear Programming*”, *Rekayasa Teknik Sipil*, Vol.7, No.2, Tahun 2019.
- [14] Ika Bawono, dan Asep Erik, “Analisis *Safety Stock* dan *Reorder Point* Persediaan Bahan Baku Produk Barside K-59 di PT.XYZ, *Serambi Engineering*, Vol.8, No.3, Tahun 2023, Hal 6429-6436, p-ISSN:2528-3561, e-ISSN:2541-1934.
- [15] Roudlotul Badi’ah, Evi Maya Odellia, dan Ahmad Syauqi, “Proses Perencanaan dan Pengendalian Persediaan Bahan Baku Produk *Chicken Nugget*”, *Jurnal Ekombis Review*, Vol.10, Tahun 2022, Hal:47-58, doi:10.37676/ekombis.v10iS1.
- [16] Juliana Siregar, “Pengendalian Stok *Sparepart* Mobil Dengan Metode EOQ dan Min-Max Inventory”, *Serambi Engineering*, Vol.6, No.3, Tahun 2021, ISSN:2541-1934.
- [17] Nia Kurniawati, “ Pengendalian Persediaan Bahan Baku Dalam Mengefisiensikan Biaya Persediaan Dengan Metode *Linear Programming*”, *Rekayasa Teknik Sipil*, Vol 7 No.2, Tahun 2019.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.