



PAPER – OPEN ACCESS

Optimasi Rencana Jumlah Produksi Penggilingan Plastik Daur Ulang Menggunakan Pemodelan Linear Programming: Studi Pada UD X Madiun

Author : Shanas Galih Delva, dkk.
DOI : 10.32734/ee.v5i2.1557
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 5 Issue 2 – 2022 TALENTA Conference Series: Energy & Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).
Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Optimasi Rencana Jumlah Produksi Penggilingan Plastik Daur Ulang Menggunakan Pemodelan Linear Programming: Studi Pada UD X Madiun

Shanas Galih Delva*, Theresia Liris Windyaningrum², Petrus Setya Murdapa³

¹Mahasiswa, Program Studi Rekayasa Industri, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya Kampus Madiun, Indonesia

^{2,3}Staff pengajar, Program Studi Rekayasa Industri, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya Kampus Madiun, Indonesia

¹shanasgalih@gmail.com, ²theresialiris@ukwms.ac.id, ³petrus.setya@ukwmas.ac.id

Abstrak

UD X merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur yang memproduksi cacahan plastik daur ulang. Pada UD X memproduksi tiga jenis produk cacahan plastik yaitu, plastik transparan, plastik putih dan plastik berwarna. Selama ini perusahaan belum dapat memanfaatkan bahan baku produksi secara optimal. Salah satu penyebabnya adalah bagian proses produksi perusahaan kurang memahami terkait perencanaan produksi, sehingga tidak dapat memperkirakan secara tepat jumlah target produksi setiap harinya. Hal tersebut menjadi salah satu faktor penyebab belum tercapainya keuntungan yang maksimal pada perusahaan. Dari penjelasan tersebut, maka persoalan yang dihadapi UD X adalah bagaimana mengkombinasikan sumber daya yang dimiliki secara bersama dengan tepat guna, agar perusahaan dapat memperoleh keuntungan yang maksimal. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan perencanaan produksi pada perusahaan, dengan menentukan kombinasi variasi jumlah produksi produk cacahan plastik setiap harinya selama satu minggu. Dibutuhkan pemodelan optimasi, untuk memecahkan persoalan tersebut. Pemodelan optimasi dilakukan dengan metode pemrograman linear. Hasil penelitian ini adalah perencanaan produksi cacahan plastik untuk enam hari kerja, dimana terdapat tiga jenis produk sesuai dengan bahan bakunya. Secara rinci perusahaan harus memproduksi cacahan plastik plastik transparan sebanyak 1272,9 kg, cacahan plastik putih sebanyak 1165 kg dan cacahan plastik berwarna sebanyak 1675 kg dalam kurun waktu satu minggu dan seluruh hasil produksi tersebut dikirim ke konsumen (industri plastik). UD X dapat mencapai keuntungan maksimal sebesar Rp 13.410.620 per minggunya.

Kata Kunci: produksi daur ulang plastik, perencanaan produksi, pemrograman linear, keuntungan maksimal

Abstract

UD X is one of the companies engaged in manufacturing that produces recycled plastic scraps. At UD X, it produces three types of shredded plastic products, namely, transparent plastic, white plastic and colored plastic. So far, the company has not been able to optimally utilize production raw materials. One reason is that the company's production process does not understand production planning, so it cannot accurately estimate the number of production targets each day. This is one of the factors causing the company to not achieve maximum profit. From this explanation, the problem faced by UD X is how to effectively combine the resources owned together, so that the company can obtain maximum profit. The purpose of this research is to optimize production planning at the company, by determining the combination of variations in the amount of production of shredded plastic products every day for one week. Optimization modeling is needed to solve this problem. Optimization modeling is done by linear programming method. The result of this research is the production planning of shredded plastic for six working days, where there are three types of products according to the raw materials. In detail, the company must produce 1272.9 kg of transparent plastic, 1165 kg of white plastic and 1675 kg of colored plastic in one week and all of these products are sent to consumers (plastic industry). UD X can achieve a maximum profit of IDR 13,410,620 per week.

Keywords: plastic recycling production, production planning, linear programming, maximum profit

1. Pendahuluan

Suatu perusahaan yang bertumbuh dan berkembang diharapkan memiliki sistem perencanaan produksi yang baik, guna meningkatkan efisiensi dalam menghasilkan produk yang berkualitas untuk mencukupi permintaan pasar, sehingga berpengaruh terhadap perusahaan untuk meningkatkan keuntungan yang maksimal (Novitasari, dkk, 2020).

Pasar bijih plastik di Indonesia sebagian besar masih mengandalkan bijih plastik impor dari luar negeri karena industri bijih plastik lokal belum mampu memenuhi kebutuhan permintaan pasar bijih plastik di Indonesia. Pada tahun 2021, Kementerian Perindustrian mencatat, secara keseluruhan kebutuhan bijih plastik untuk produksi Nasional mencapai 7.200.000 ton setiap tahun. Hanya sebanyak 2.300.000 ton berupa bijih plastik lokal yang mampu memasok industri di dalam negeri. Jadi industri bijih plastik lokal dalam negeri baru 32% memenuhi permintaan pasar bijih plastik di Indonesia, kemudian sisanya 68% harus impor dari luar negeri (Niman, 2021).

UD X adalah perusahaan yang memproduksi cacahan plastik daur ulang (bahan baku) pembuatan plastik keras, yang berlokasi di Jln. Raya Pagotan, Kecamatan Geger, Kabupaten Madiun. UD X memproduksi tiga jenis produk yaitu plastik transparan, plastik putih dan plastik berwarna. Penilaian kualitas bijih plastik dapat dilihat dari tingkat kebersihan dan campuran material yang dimasukkan ke dalam mesin penggilingan (Prabowo, 2012). Produk plastik transparan memiliki sifat yang transparan, tidak beracun dan tidak pengaruh pada rasa (Okatama, 2016). Plastik transparan biasa digunakan untuk membuat botol kemasan air minum (Astuti, dkk, 2020). Botol kemasan air minum yang terbuat dari plastik transparan, direkomendasikan hanya sekali pakai

(Karuniastuti, 2022). Produk plastik putih memiliki sifat yang melunak jika dipanaskan dan mengeras jika didinginkan (Hermawan, dkk, 2009). Produk cacahan plastik putih biasa digunakan untuk membuat botol minuman komersial (susu dan jus), botol sabun cair dan botol sampo. Produk plastik berwarna memiliki sifat tahan panas, kuat dan cukup resisten terhadap kelembapan. Produk plastik warna merupakan material plastik yang paling umum sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari (Findiani, R. dkk, 2019). Produk plastik berwarna sering digunakan untuk membuat gelas minuman, mainan anak-anak dan sedotan. Jenis plastik berwarna aman digunakan untuk mengemas makanan/minuman dan mudah diolah untuk menghasilkan suatu produk sesuai keinginan perusahaan (Imtihan, dkk, 2022).

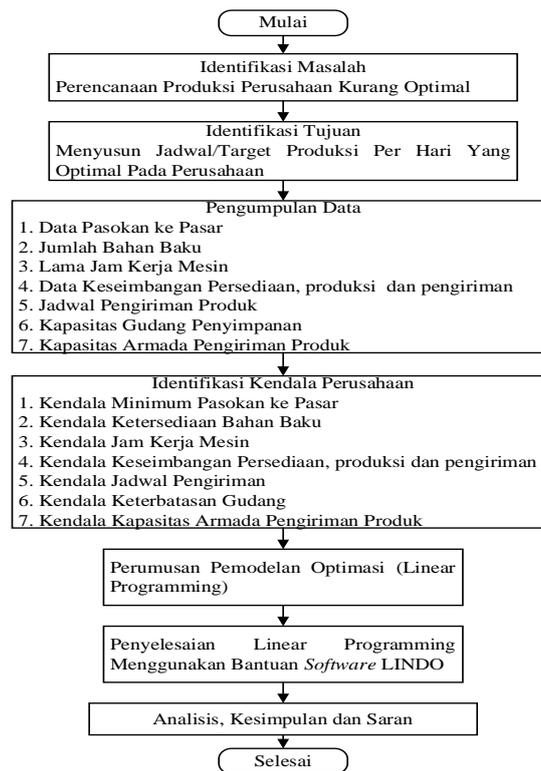
UD X memiliki beberapa mitra pengepul limbah plastik yang setiap harinya terjadwal menyuplai bahan baku produksi ke dalam perusahaan. UD X mendistribusikan hasil produksinya ke berbagai pabrik plastik. Salah satunya ke pabrik plastik di Kota Sidoarjo. Persoalan yang dihadapi UD X adalah bagaimana mengkombinasikan sumber daya yang dimiliki secara bersama dengan tepat, agar perusahaan memperoleh keuntungan yang maksimal. Selama ini perusahaan belum dapat memanfaatkan bahan baku produksi secara optimal. Salah satu penyebabnya ialah pada bagian proses produksi perusahaan kurang memahami seluk-beluk perencanaan produksi sehingga tidak dapat memperkirakan secara tepat jumlah produksi setiap harinya. Hal tersebut menjadi salah satu faktor penyebab belum tercapainya keuntungan yang maksimal pada perusahaan. Permintaan pasar bijih plastik daur ulang pada industri plastik sangat besar selama masa pandemi Covid-19 (Yo, 2021). Fakta ini menjadi peluang untuk UD X untuk menggenjot produksi bijih plastik, untuk dapat memenuhi permintaan pasar.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka tujuan penelitian ini adalah berupaya untuk melakukan pengoptimalan produksi untuk membantu perusahaan mendapatkan keuntungan yang maksimal. Digunakan pemodelan optimasi menggunakan metode Linear Programming. Dalam hal ini jumlah produksi mempunyai hubungan yang linear dari tingkat jumlah keuntungan, faktor produksi dan produk jadi yang diproduksi perusahaan.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menganalisis optimalisasi pada produksi di UD X yang berguna untuk pengambilan keputusan dalam membantu perusahaan untuk mengetahui kombinasi variasi produk yang tepat berdasarkan sumber daya yang dimiliki perusahaan. Tujuannya, UD X dapat menetapkan jumlah produksi yang tepat, sesuai sumber daya yang dimiliki perusahaan dalam memenuhi permintaan pasar.

Penelitian ini berlokasi di UD X Madiun. Dimulai dari studi pendahuluan, studi lapangan dan studi pustaka, diikuti dengan perumusan permasalahan dan tujuan penelitian. Kemudian peneliti melakukan pengumpulan data, memodelkan bentuk matematis linear programming. Beberapa data primer dan sekunder terkait kuantitas diidentifikasi dan dikumpulkan. Di antaranya ialah data produksi, keuntungan per produk, jumlah bahan baku, jam kerja mesin, kapasitas gudang, kapasitas armada pengiriman dan pasokan produk ke pasar. Dengan melibatkan pemilik UD X, permasalahan produksi di UD X dapat disusun dalam bentuk rumusan linear programming. Selanjutnya dilakukan analisis sensitivitas untuk mengetahui pengaruh perubahan parameter-parameternya dan analisis dualitas untuk mengetahui perubahan yang akan terjadi pada nilai fungsi tujuan, apabila nilai kanan batasan kendala berubah satu unit (Supratman, 2016). Langkah-langkah penelitian bisa dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Langkah-langkah Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan media komunikasi antara pihak di lapangan dengan pihak akademik dalam hal perencanaan produksi setiap harinya bagi UD X, mencakup bahasan tentang pengambilan keputusan kombinasi variasi produk yang tepat pada aktivitas produksi setiap harinya, dengan mendasarkan sumber daya yang dimiliki dalam perusahaan. Harapan tersebut sekaligus juga untuk memenuhi permintaan pasar bijih plastik daur ulang dalam negeri.

3. Pemodelan

Model pemograman linear akan mencakup tiga hal, yaitu variabel keputusan, fungsi tujuan dan kendala batasan. Variabel keputusan pada penelitian ini adalah jumlah produksi, stok, dan pengiriman tiap item pada tiap harinya. Fungsi tujuan bisa dilihat pada bentuk matematik persamaan (3.1). Batasan kendala yang digunakan, mengacu pada penelitian Sriwidadi (2013) yakni untuk batasan (3.2). Lalu untuk batasan pada penelitian Wulandari (2016) yakni batasan (3.3). Kemudian untuk batasan kendala (3.6) mengacu pada penelitian Kim (2000). Batasan (3.8) dan (3.9) mengacu pada penelitian Thedra (2020). Pada setiap variabel dan tujuan penelitian menurut peneliti mempunyai kesamaan kondisi pada UD X. Perancangan model matematis untuk penelitian ini adalah sebagai berikut.

- Indeks

- i : Jenis produk cacahan/bijih plastik (1= plastik transparan, 2= plastik putih, dan 3= plastik berwarna)
- t : Hari (1 = Senin, 2 = Selasa, 3 = Rabu, 4 = Kamis, 5 = Jumat, 6 = Sabtu)

- Variabel Keputusan

- P_{it} : Jumlah produksi produk i pada hari t (kg)
- I_{it} : Stok produk i pada hari t (kg)
- S_{it} : Pengiriman produk i pada hari t (kg)

- Parameter

- c_i : Keuntungan bersih produk i (kg)

- D_i : Total permintaan produk i per minggu (kg)
- C_t : Total jam kerja mesin pada hari t (jam)
- r_i : Kapasitas mesin untuk memproses produk i (kg/jam)
- M_i : Ketersediaan bahan baku untuk produksi produk i selama seminggu (kg)
- ρ_i : Bulk Density produk i (kg/m³)
- K : Kapasitas gudang produk (m³)
- S_i : Kapasitas armada untuk pengiriman produk i (kg)

- Fungsi tujuan

Besarnya keuntungan yang didapatkan oleh UD X berbeda-beda untuk setiap jenisnya, yaitu sebagai berikut:

Keuntungan bijih plastik transparan, $c_1 = \text{Rp } 4500/\text{kg}$

Keuntungan bijih plastik putih, $c_2 = \text{Rp } 3000/\text{kg}$

Keuntungan bijih plastik berwarna, $c_3 = \text{Rp } 2500/\text{kg}$

Maka, model obyektifnya ialah memaksimumkan:

$$Z_{max} = \sum_{i=1}^3 c_i \sum_{t=1}^6 S_{it} \quad (1)$$

Perincian penulisan persamaan (1) adalah sebagai berikut:

$$Z_{max} = 4500 (S_{1,1} + S_{1,2} + S_{1,3} + S_{1,4} + S_{1,5} + S_{1,6}) + 3000 (S_{2,1} + S_{2,2} + S_{2,3} + S_{2,4} + S_{2,5} + S_{2,6}) + 2500 (S_{3,1} + S_{3,2} + S_{3,3} + S_{3,4} + S_{3,5} + S_{3,6})$$

- Batasan-batasan (kendala-kendala)

1. Kendala minimum pasokan ke pasar (Demand)

Model matematis kendala minimum pasokan ke pasar, stok produk i pada awal produksi dikurangi stok produk i pada hari keenam ditambah produksi produk i selama satu minggu, tidak dapat kurang dari total permintaan produk i seminggu. Berikut ini adalah model matematis kendala minimum pasokan ke pasar.

$$I_{it-1} + \sum_{t=1}^6 P_{it} \geq D_i \quad \forall i \quad (2)$$

Perincian penulisannya adalah sebagai berikut.

$$I_{1,0} - I_{1,6} + (P_{1,1} + P_{1,2} + P_{1,3} + P_{1,4} + P_{1,5} + P_{1,6}) \geq D_1 \quad (3)$$

$$I_{2,0} - I_{2,6} + (P_{2,1} + P_{2,2} + P_{2,3} + P_{2,4} + P_{2,5} + P_{2,6}) \geq D_2 \quad (4)$$

$$I_{3,0} - I_{3,6} + (P_{3,1} + P_{3,2} + P_{3,3} + P_{3,4} + P_{3,5} + P_{3,6}) \geq D_3 \quad (5)$$

2. Kendala Ketersediaan Bahan Baku

Model matematis kendala ketersediaan bahan baku, produksi produk i selama seminggu tidak dapat lebih dari jumlah ketersediaan bahan baku produk i pada awal minggu (kg). Diasumsikan efisiensi bahan 90%, artinya sejumlah 90% bahan baku dapat terkonversi menjadi produk. Berikut ini adalah model matematis kendala bahan baku.

$$\frac{10}{9} \sum_{t=1}^6 P_{it} \leq M_i \quad \forall i \quad (6)$$

Perincian penulisannya adalah sebagai berikut.

$$\frac{10}{9} (P_{1,1} + P_{1,2} + P_{1,3} + P_{1,4} + P_{1,5} + P_{1,6}) \leq M_1 \quad (7)$$

$$\frac{10}{9}(P_{2,1} + P_{2,2} + P_{2,3} + P_{2,4} + P_{2,5} + P_{2,6}) \leq M_2 \tag{8}$$

$$\frac{10}{9}(P_{3,1} + P_{3,2} + P_{3,3} + P_{3,4} + P_{3,5} + P_{3,6}) \leq M_3 \tag{9}$$

3. Kendala Jam Kerja Mesin

Dalam model matematis kendala jam kerja mesin, total waktu yang diperlukan untuk produksi harus sama dengan jam total yang tersedia pada hari t (jam). Jika waktu set up diabaikan, maka waktu yang diperlukan untuk produksi produk i ialah jumlah produksi produk i (dalam kg) dibagi dengan kapasitas mesin dalam memproses produk i (dalam kg/jam) tersebut. Berikut ini adalah model matematis kendala jam kerja mesin.

$$\sum_{i=1}^3 \frac{P_{i,t}}{r_i} = C_t \quad \forall t \tag{10}$$

Perincian penulisannya adalah sebagai berikut.

$$\frac{P_{1,1}}{r_1} + \frac{P_{2,1}}{r_2} + \frac{P_{3,1}}{r_3} = C_1 \tag{11}$$

$$\frac{P_{1,2}}{r_1} + \frac{P_{2,2}}{r_2} + \frac{P_{3,2}}{r_3} = C_2 \tag{12}$$

$$\frac{P_{1,3}}{r_1} + \frac{P_{2,3}}{r_2} + \frac{P_{3,3}}{r_3} = C_3 \tag{13}$$

$$\frac{P_{1,4}}{r_1} + \frac{P_{2,4}}{r_2} + \frac{P_{3,4}}{r_3} = C_4 \tag{14}$$

$$\frac{P_{1,5}}{r_1} + \frac{P_{2,5}}{r_2} + \frac{P_{3,5}}{r_3} = C_5 \tag{15}$$

$$\frac{P_{1,6}}{r_1} + \frac{P_{2,6}}{r_2} + \frac{P_{3,6}}{r_3} = C_6 \tag{16}$$

4. Kendala Keseimbangan Persediaan, Produksi, dan Pengiriman

Dalam model matematis kendala keseimbangan persediaan, produksi dan pengiriman. Stok produk i sisa sebelumnya ditambah produksi produk i pada hari t sama dengan stok produk i pada hari t ditambah pengiriman produk i pada hari t.

$$I_{i,t-1} + P_{i,t} = I_{i,t} + S_{i,t} \quad \forall i ; t = 1, \dots, 6 \tag{17}$$

Perincian penulisannya adalah sebagai berikut.

$$I_{1,0} + P_{1,1} - I_{1,1} - S_{1,1} = 0 \tag{18}$$

$$I_{2,0} + P_{2,1} - I_{2,1} - S_{2,1} = 0$$

$$I_{3,0} + P_{3,1} - I_{3,1} - S_{3,1} = 0$$

$$I_{1,1} + P_{1,2} - I_{1,2} - S_{1,2} = 0 \tag{19}$$

$$I_{2,1} + P_{2,2} - I_{2,2} - S_{2,2} = 0$$

$$I_{3,1} + P_{3,2} - I_{3,2} - S_{3,2} = 0$$

$$I_{1,2} + P_{1,3} - I_{1,3} - S_{1,3} = 0 \tag{20}$$

$$I_{2,2} + P_{2,3} - I_{2,3} - S_{2,3} = 0$$

$$I_{3,2} + P_{3,3} - I_{3,3} - S_{3,3} = 0$$

$$I_{1,3} + P_{1,4} - I_{1,4} - S_{1,4} = 0 \quad (21)$$

$$I_{2,3} + P_{2,4} - I_{2,4} - S_{2,4} = 0$$

$$I_{3,3} + P_{3,4} - I_{3,4} - S_{3,4} = 0$$

$$I_{1,4} + P_{1,5} - I_{1,5} - S_{1,5} = 0 \quad (22)$$

$$I_{2,4} + P_{2,5} - I_{2,5} - S_{2,5} = 0$$

$$I_{3,4} + P_{3,5} - I_{3,5} - S_{3,5} = 0$$

$$I_{1,5} + P_{1,6} - I_{1,6} - S_{1,6} = 0 \quad (23)$$

$$I_{2,5} + P_{2,6} - I_{2,6} - S_{2,6} = 0$$

$$I_{3,5} + P_{3,6} - I_{3,6} - S_{3,6} = 0$$

5. Kendala Jadwal Pengiriman.

Pengiriman produk cacahan/bijih plastik hanya dilakukan pada hari ke-enam. Maka model matematisnya sebagai berikut.

$$\sum_{i=1}^3 S_{it} = 0 \quad \forall i; t=1..5 \quad (24)$$

Perincian penulisannya adalah sebagai berikut.

$$S_{1,1} = 0 \quad (25)$$

$$S_{1,2} = 0$$

$$S_{1,3} = 0$$

$$S_{1,4} = 0$$

$$S_{1,5} = 0$$

$$S_{2,1} = 0 \quad (26)$$

$$S_{2,2} = 0$$

$$S_{2,3} = 0$$

$$S_{2,4} = 0$$

$$S_{2,5} = 0$$

$$S_{3,1} = 0 \quad (27)$$

$$S_{3,2} = 0$$

$$S_{3,3} = 0$$

$$S_{3,4} = 0$$

$$S_{3,5} = 0$$

Peninjauan dilakukan dalam satu minggu. Maka stok awal dikurangi stok akhir sama dengan nol.

$$I_{i,0} - I_{i,6} = 0 \quad \forall i \quad (28)$$

Perincian penulisannya adalah sebagai berikut.

$$I_{1,0} - I_{1,6} = 0 \quad (29)$$

$$I_{2,0} - I_{2,6} = 0 \quad (30)$$

$$I_{3,0} - I_{3,6} = 0 \quad (31)$$

6. Kendala Keterbatasan Gudang

Kapasitas gudang adalah terbatas, maka stok semua produk i sebelumnya per bulk density produk i masing-masing (kg/m³) ditambah produksi semua produk i pada hari t per bulk density produk i masing-masing adalah kurang dari atau sama dengan kapasitas ruangan gudang (m³).

$$\sum_{i=1}^3 \frac{I_{i,t-1}}{\rho_i} + \sum_i \frac{P_{i,t}}{\rho_i} \leq K \quad \forall i ; t = 1, \dots, 5 \quad (32)$$

Kemudian, model matematis jika ρ sama untuk semua i maka:

$$\sum_{i=1}^3 I_{i,t-1} + \sum_i P_{i,t} \leq \rho K \quad \forall i ; t = 1, \dots, 5 \quad (33)$$

Pada hari $t = 6$ akan dilakukan pengiriman produk i . Perincian penulisannya adalah sebagai berikut.

$$I_{1,0} + I_{2,0} + I_{3,0} + P_{1,1} + P_{2,1} + P_{3,1} \leq \rho K \quad (34)$$

$$I_{1,1} + I_{2,1} + I_{3,1} + P_{1,2} + P_{2,2} + P_{3,2} \leq \rho K \quad (35)$$

$$I_{1,2} + I_{2,2} + I_{3,2} + P_{1,3} + P_{2,3} + P_{3,3} \leq \rho K \quad (36)$$

$$I_{1,3} + I_{2,3} + I_{3,3} + P_{1,4} + P_{2,4} + P_{3,4} \leq \rho K \quad (37)$$

$$I_{1,4} + I_{2,4} + I_{3,4} + P_{1,5} + P_{2,5} + P_{3,5} \leq \rho K \quad (38)$$

7. Kendala Kapasitas Armada Pengiriman

Seperti halnya dengan ruangan simpan, armada pengiriman juga memiliki keterbatasan kapasitas. Dalam hal ini, pengiriman produk i pada hari keenam kurang dari atau sama dengan bulk density produk i dikalikan dengan kapasitas armada produk i per pengiriman (m³). Maka model matematisnya sebagai berikut.

$$S_{i,6} \leq \rho_i S_i \quad \forall i \quad (40)$$

Perincian penulisannya adalah sebagai berikut.

$$S_{1,6} \leq \rho_1 S_1 \quad (41)$$

$$S_{2,6} \leq \rho_2 S_2 \quad (42)$$

$$S_{3,6} \leq \rho_3 S_3 \quad (43)$$

4. Hasil dan Pembahasan

Model optimasi yang sudah dibuat kemudian dimasukkan ke dalam *software* LINDO dan dilakukan *running*. Setelah dilakukan *running* dalam *software* LINDO. Maka didapatkan tabel perencanaan produksi, persediaan, dan pengiriman produk bijih plastik yang dapat dilihat pada Tabel 1 hingga Tabel 3.

Tabel 1. Optimasi Perencanaan Produksi Plastik Transparan

Periode Hari	Plastik Transparan			Keuntungan Pengiriman (4500/kg)
	Produksi (kg)	Persediaan (kg)	Pengiriman (kg)	
1	106,3	106,3	0	
2	583,3	689,6	0	
3	583,3	1272,9	0	
4	0	1272,9	0	
5	0	1272,9	0	
6	0	0	1272,9	Rp 5.728.050
Total	1272,9			

Tabel 2. Optimasi Perencanaan Produksi Plastik Putih

Periode Hari	Plastik Putih			Keuntungan Pengiriman (3000/kg)
	Produksi (kg)	Persediaan (kg)	Pengiriman (kg)	
1	0	0	0	
2	0	0	0	
3	0	0	0	
4	700	700	0	
5	0	700	0	
6	465	0	1165	Rp 3.495.000
Total	1165			

Tabel 3. Optimasi Perencanaan Produksi Plastik Berwarna

Periode Hari	Plastik Berwarna			Keuntungan Pengiriman (2500/kg)
	Produksi (kg)	Persediaan (kg)	Pengiriman (kg)	
1	636,1	636,1	0	
2	0	636,1	0	
3	0	636,1	0	
4	0	636,1	0	
5	777,7	1413,8	0	
6	261,2	0	1675	Rp 4.187.500
Total	1675			

Berdasarkan hasil perencanaan produksi bijih plastik untuk jangka waktu satu minggu di atas, diperoleh jumlah produksi bijih plastik transparan sebanyak 1272,9 kg (Tabel 1), bijih plastik putih sebanyak 1165 kg (Tabel 2), dan bijih plastik berwarna sebanyak 1675 kg (Tabel 3) dengan ketentuan seluruh jumlah hasil produksi tersebut dikirim, maka perusahaan akan memperoleh keuntungan maksimal perusahaan sebesar Rp 13.410.620 per minggunya.

4.1. Analisis Sensitivitas

Berdasarkan analisis sensitivitas nilai koefisien fungsi tujuan, diketahui bahwa pada setiap variabel fungsi tujuan pengiriman produk bijih plastik transparan, plastik putih dan plastik berwarna tidak ada batasan perubahan variabel keuntungan pada hari pertama sampai kelima. Hal tersebut dikarenakan nilai koefisien *allowable increase* dan *allowable decrease* bernilai *infinity*. Kecuali, pada pengiriman produk bijih plastik transparan, plastik putih dan plastik berwarna pada hari ke-enam, produk plastik transparan minimal nilai keuntungan yang harus diperoleh sebesar 3.600 per kg. Lalu, produk plastik putih maksimal keuntungan yang harus diperoleh sebesar Rp 3.750 per kg. Kemudian, produk plastik berwarna maksimal keuntungan yang harus diperoleh sebesar Rp 3.375 per kg.

Berdasarkan analisis sensitivitas nilai ruas kanan, diketahui bahwa pada fungsi kendala minimum pasokan ke pasar pada permintaan produk plastik transparan, plastik putih dan plastik berwarna dalam pengiriman produk ke pasar masih bisa lebih dari permintaan yang ditawarkan konsumen, karena semua nilai *allowable increase* pada setiap permintaan produk bernilai positif. Jika, UD X berkeinginan untuk melakukan pengiriman produk melebihi permintaan pasar, maka UD X harus menggenjot proses produksinya. Namun ada ketentuan yang harus dipenuhi UD X yaitu, minimal bahan baku yang ada pada UD X pada bahan baku plastik transparan sebesar 1.413 kg, plastik putih sebesar 1.294 kg dan plastik berwarna sebesar 1.860 kg, jumlah tersebut didapat dari pengurangan nilai *allowable decrease* pada fungsi kendala bahan baku. Hal lain yang dapat mempengaruhi proses produksi UD X untuk memproduksi banyak produk adalah jam kerja mesin, pada jam kerja mesin bisa dilakukan lembur kerja dengan batas maksimal lembur jam kerja mesin selama 11,7 jam dari jam kerja mesin normal selama 7 jam. Jika dilihat dari nilai *allowable decrease* kendala kapasitas ruang gudang dan armada pengiriman UD X mempunyai kapasitas yang cukup besar, dalam hal gudang penyimpanan dan armada pengiriman. Sehingga pada kendala kapasitas ruang gudang dan armada pengiriman tidak begitu berpengaruh, jika UD X melakukan produksi produk lebih banyak dari ketentuan permintaan pasokan ke pasar/konsumen.

4.2. Analisis Dualitas

Hasil optimisasi juga memberikan perhitungan dualitas yang digunakan untuk mengetahui hubungan dengan solusi optimal dalam suatu kasus program linear yang lainnya. Pada fungsi kendala pasokan minimum ke pasar bijih plastik, pada produk plastik transparan jika pasokan direncanakan akan ditambah ataupun dikurangi tidak akan merubah keuntungan yang diperoleh UD X, karena nilai *dual price* (0). Lalu, pada produk plastik putih dan plastik berwarna jika ditambah, maka akan mengurangi keuntungan pada UD X, karena nilai *dual price* negatif (-). Pasokan ke pasar bisa ditambah dengan ketentuan, pihak konsumen atau pembeli (pabrik plastik) mau menambah nilai beli produk plastik putih dan plastik berwarna (mengubah nilai koefisien pada variabel plastik putih dan plastik berwarna menjadi lebih tinggi). Bila dilihat dari sudut pandang kendala ketersediaan bahan baku, jika bahan baku atau penyuplai bahan baku ditambah dari jenis bahan baku plastik transparan, plastik putih dan plastik berwarna. Maka, tidak akan mempengaruhi keuntungan pada UD X, karena nilai *dual price* pada kendala bahan baku bernilai nol (0), yang akan meraih keuntungan lebih hanya dari pihak penyuplai bahan baku.

Dari fungsi kendala jam kerja mesin, jika akan dilakukan penambahan jam kerja lembur satu jam, dengan asumsi nilai koefisien tujuan dinaikkan atau keuntungan setiap produk plastik transparan, plastik putih dan plastik berwarna naik. Dengan satu jam lembur dapat menambah keuntungan UD X sebesar *dual price* yaitu 37.500 per jamnya. Pada kendala keterbatasan gudang, gudang penyimpanan produk pada UD X masih banyak tersisa banyak ruang. Nilai *slack* menunjukkan nilai positif salah satunya pada waktu hari ke-lima sebesar 14,391 kg sisa ruang pada gudang penyimpanan produk. Hal tersebut terjadi sama halnya pada kapasitas pengiriman yang memiliki sisa ruang yang masih banyak.

5. Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan penerapan metode linear programming dalam perencanaan produksi UD X. Maka didapatkan penjadwalan perencanaan produksi dalam kurun waktu satu minggu di UD X. UD X diharapkan mampu memproduksi produk bijih plastik transparan sebanyak 1272,9 kg, bijih plastik putih sebanyak 1165 kg dan bijih plastik berwarna sebanyak 1675 kg dalam satu minggu. Kemudian, seluruh hasil produksi selama satu minggu dikirim ke konsumen (industri plastik), maka UD X dapat memperoleh keuntungan maksimal sebesar Rp 13.410.620 per minggunya. Berdasarkan hasil analisis sensitivitas, keuntungan akan tetap berada pada kondisi optimal apabila perubahan koefisien-koefisien fungsi tujuan dan nilai ruas kanan, masih dalam ketentuan-ketentuan yang ditentukan. UD X harus memperhatikan ketentuan-ketentuan tersebut agar tetap berada pada solusi optimal. Kemudian hasil analisis dualitas, dapat diketahui bahwa kendala mana saja yang dapat merubah keuntungan pada UD X, yang berpatokan pada nilai *slack* or surplus dan *dual price* pada masing-masing kendala.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran yang ingin diberikan ialah perusahaan diharapkan mampu menerapkan perencanaan produksi dengan menggunakan metode linear programming, agar mampu memperoleh keuntungan maksimal pada perusahaan. Selanjutnya, untuk penelitian lebih lanjut ialah mempelajari lebih lanjut terkait faktor-faktor lain (batasan/kendala) yang dapat mempengaruhi produksi perusahaan seperti, memperhitungkan kompetitor/pesaing perusahaan dan distribusi perjalanan pengiriman produk ke industri plastik.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Prodi Rekayasa Industri UKWMS Kampus Kota Madiun yang telah memberikan dukungan atas penelitian ini, kepada pihak UD X yang telah menyediakan data dan berbagai informasi terkait dengan penelitian ini, serta semua pihak yang telah membantu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kim, B. (2000). Extended Model For A Hybrid Production Planning Approach. International Journal Of Production economics, Vol 165 No. 173, hal 1-9.
- [2] Niman, M. (2021). Kebutuhan Bahan Baku Plastik Daur Ulang Masih Andalkan Impor. Bekasi: BeritaSatu. <https://www.beritasatu.com/ekonomi/755797/kebutuhan-bahan-baku-plastik-daur-ulang-masih-andalkan-impor>. Diakses pada 5 Februari 2022.
- [3] Sriwidadi, T. (2013). Analisis Optimalisasi Produksi Dengan Linear Programming Melalui Metode Simpleks. Jurnal Busines Review Vol. 4 No. 2 November 2013, hal 1-17.
- [4] Thedra, W. (2020). Optimasi Jumlah Produksi Baja Ringan Menggunakan Metode Linear Programming. Jurnal Mitra Teknik Sipil Vol. 2, No. 2, hal 1-10.
- [5] Wulandari, D. (2016). Perencanaan Produksi Pakan Ternak Pada PT ABC Menggunakan Metode Linear Programming. Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XXIV. hal 1-8.
- [6] Yo, G. (2021, Mei 6). Laris Manis Penjualan Biji Plastik Selama Masa Pandemi Covid-19. Surya Indo Utama, <https://www.siu-bijiplastik.com/penjualan-biji-plastik-selama-pandemi-covid-19/> Diakses pada 7 Maret 2022.
- [7] Novitasari, dkk.2020. Integrasi Linear Programming Dan Program Dinamik Untuk Menentukan Jumlah Produksi Kopi Yang Optimum di UD. GADING MAS. Journal Knowledge Industrial Engineering (JKIE). Vol. 07/NO. 01/2020.
- [8] Astuti, A.D. dkk, 2020. Kajian Pendirian Usaha Biji Plastik di Kabupaten Pati, Jawa Tengah Feasibility Study of Plastic Pellet in District, Central java. Jurnal Litbang: Media Information Penelitian, Pengembangan dan IPTEK. Vol 16 No. 2 Desember 2020 Hal 95-112.
- [9] Imtihan, M. dkk, 2022. Perawatan Komponen Mesin Forming Untuk Meningkatkan Produksi Cup Minuman. Jurnal Terapan Teknik Industri. Vol. 3 No. 1 Hal. 12-21.
- [10] Okatama, I. 2016. Analisa Peleburan Limbah Plastik Jenis Polyethylene Terphthalate (PET) Menjadi Biji Plastik Melalui Pengujian Alat Pelebur Plastik. Jurnal Teknik Mesin (JTM). Vol. 05, No. 3, Hal. 20-24.
- [11] Hermawan, Y. dkk, 2009. Optimasi Waktu Siklus Pembuatan Kemasan Produk Chamomile 120 MI Pada Proses Blow Molding. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakra M. Vol. 3 No. 1 Hal. 18-25.

- [12] Findiani R, dkk, 2019. Analisa Kegagalan Kantong Plastik rHDPE dengan Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Jurnal Konferensi Nasional IDEC. ISSN: 2579-6429.
- [13] Prabowo, H. 2012. Kelayakan Investasi Perluasan Pabrik Penggilingan Plastik PT XYZ. Jurnal Binus Business Review. Vol. 3 No. 2 Hal. 803-818.
- [14] Karuniasuti, N. 2022. Bahaya Plastik Terhadap Kesehatan dan Lingkungan. Jurnal Forum Teknologi. Vol. 03, No. 01, Hal. 6-14.
- [15] Supratman, J. 2016. Perencanaan Optimasi Produksi Produk Freezer Dan Showcase Di PT FPS. Jurnal Pasti. Vol. X, No. 3, Hal. 320-324.